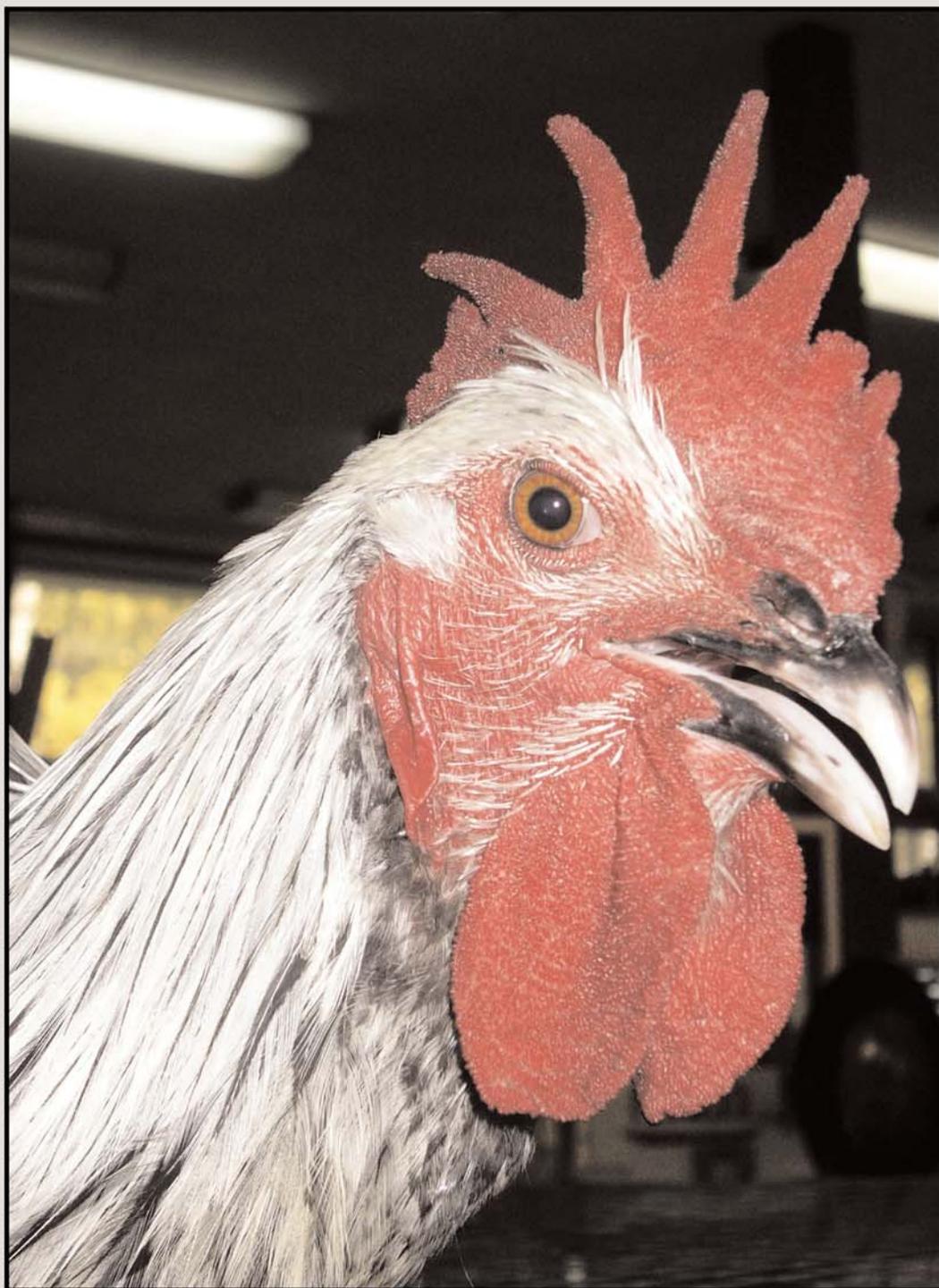


ПРИРОДА

4 11



В НОМЕРЕ:

- 3 Филиппов Б.П.**
Лучезарная солнечная корона
В астрофизических условиях структура магнитного поля становится видимой благодаря неоднородности замороженной плазмы, заполняющей силовые трубки. Структурные методы исследования солнечных магнитных полей помогают разбираться в механизмах активности нашего светила.

- 10 Моисеева И.Г., Севастьянова А.А., Александров А.В., Романов М.Н.**
Поющие породы кур
Голосистые породы кур впервые появились в Китае более 2 тыс. лет назад. Сегодня в мире существует около 20 таких пород и популяций. Однако многие из них находятся в руках небольшого числа любителей, и потому им подчас грозит исчезновение.

- 19 Талалай П.Г.**
Самый древний лед Антарктиды: поиски и решения
В Антарктиде ведутся поиски льда возрастом не менее 1,2 млн лет. Новый проект глубокого бурения стартует на Куполе А — одном из самых труднодоступных и холодных мест на планете.

- 26 Чичагов В.П.**
Подгорные пустыни Иранского нагорья
Многие горные поднятия Ирана сегодня разрушены и окружены наклонными скальными равнинами — педиментами. Засушливые, но богатые подземными водами, они издревле освоены человеком и снабжают водой города на прилегающих подгорных равнинах.

Вести из экспедиций

- 36 Немировская И.А.**
Насколько загрязнена Волга?

Апрельский факультатив

- 45 Расцветаева Р.К.**
Сами с усами (45)
Рогов М.А.
Эриностентор — древнейший представитель отряда носоходок (51)

Заметки и наблюдения

- 56 Шабанов Д.А.**
Серые жабы, зеленые лягушки: любовь и смерть в холодной воде

Научные сообщения

- 60 Дэвлет М.А.**
Образы животных в космогонических мифах
66 Дмитриев И.С.
Республика не нуждается в ученых
 Гибель Лавуазье
 Окончание

75 О чем писала «Природа»

- 81 Новости науки**
 Самая массивная звезда? **Вибе Д.З.** (81). Откуда взялась вода на планетах земного типа (82). Подобное подобным, или Как возбудить колебания вихря (82). Хлорофилл *d* (83). Углеродные нанотрубки в легочной ткани (84). Феноменальная холодоустойчивость яйцевых коконов дождевого червя (84). Синдром белого носа — причина гибели летучих мышей в США (86). Черепашье «ранчо» в Узбекистане. **Булахова Н.А.** (86). Лавинный риск для населения горных районов России (86). Австралопитек седиба — новое звено в эволюции человека? (87). Произведения первобытного искусства из Хотылево 2. **Гаврилов К.Н.** (88).

Рецензии

- 89 Ротенберг В.С.**
О Мишеле Жуве и его романе «Похититель снов»
 К 85-летию классика нейрофизиологии и сомнологии
 (на кн.: М.Жуве. Похититель снов)

92 Новые книги

- 94 Иванова-Казас О.М.**
Загадка Сфинкса

В конце номера

CONTENTS

- 3** **Filippov B.P.**
Radiant Solar Corona
In astrophysical conditions the structure of solar magnetic field became visible due to heterogeneity of frozen plasma, which fills force tubes. Structural methods in study of solar magnetic fields help to understand mechanisms of solar activity.
- 10** **Moiseeva I.G., Sevastyanova A.A., Aleksandrov A.V., Romanov M.N.**
Singing Breeds of Hens
Vociferous breeds of hens first emerged in China more than 2 thousand years ago. Now there are around 20 of such breeds and populations. But many of them are reared by a small number of amateurs, so they often are under treat of extinction.
- 19** **Talalay P.G.**
The Most Ancient Ice of Antarctic: Searches and Solutions
Searches for ice aged no less than 1,2 mln years are conducted now in Antarctic. A new project of deep drilling is launched at the Dome A — one of the most difficult of access and cold region of our planet.
- 26** **Chichagov V.P.**
Near-mountain Deserts of Iranian Plateau
Many mountainous highlands of Iran are now eroded and are surrounded by sloping rock plains — pediments. Arid, but rich in underground waters, they were settled by humans from ancient times and supply water to towns at adjacent to them sub-mountainous plains.
- Notes from Expeditions**
- 36** **Nemirovskaya I.A.**
How Heavily Volga is Polluted?
- April Lectures**
- 45** **Raszvetaeva R.K.**
We Too Are Moustachioed (45)
- Rogov M.A.**
Eorhinostentor — the Most Ancient Species of Rhinogradentia Order (51)
- Notes and Observations**
- 56** **Shabanov D.A.**
Grey Toads, Green Frogs: Love and Death in Cold Water
- Scientific Communications**
- 60** **Devlet M.A.**
Animal Images in Cosmogonic Mythology
- 66** **Dmitriev I.S.**
Republic Does Not Need Scientists
 Death of Lavoisier
 The ending
- 75** **What «Priroda» Wrote About**
- 81** **Science News**
 The Most Massive Star? **Wiebe D.Z.** (81). Where Water on the Earth-like Planets Came from? (82). Likewise by Likewise, or How To Excite Oscillations of Vortex (82). Chlorophyll *d* (83). Carbon Nanotubes in the Lung Tissue (84). Phenomenal Cold Resistance of Egg Cocoon of Earthworm (84). White Nose Syndrome: The Cause of Death of Bats in USA (86). Testudinate “Ranch” in Uzbekistan. **Bulakhova N.A.** (86). Avalanche Risk for Population of Mountain Regions of Russia (86). Australopithecus sediba: A New Link in Human Evolution History? (87). Primordial Art Works from Khotylevo 2. **Gavrilov K.N.** (88).
- Book Reviews**
- 89** **Rotenberg V.S.**
On Michel Jouvét and his novel «Dreams Snatcher»
 To 85 Anniversary of founder of neurophysiology and somnology (on book: M.Jouvét. Dreams Snatcher)
- 92** **New Books**
- In The End Of The Issue**
- 94** **Ivanova-Kazas O.M.**
The Riddle of the Sphinx



Лучезарная солнечная корона

Б.П. Филиппов

С незапамятных времен люди поклонялись Солнцу. Разные имена у разных народов носило божество, олицетворявшее его силу и мощь (Ра, Сурья, Шамаш, Гелиос, Ярило и т.д.), но всюду к нему относились с благоговением и трепетом. Порой приносились кровавые жертвы, чтобы умилостивить грозного повелителя света. Мифы повествуют, что неосторожное или непочтительное поведение по отношению к нему заканчивалось трагически, как это случилось с Фаэтоном или Икаром. Тем не менее притягательная сила светила манила и звала человека. Он стремился ввысь, как каждый зеленый росточек тянется к живительным лучам. Пятьдесят лет назад Юрий Гагарин первым увидел ослепительный блеск Солнца на фоне бархатной черноты космического неба. «Солнце... удивительно яркое, невооруженным глазом, даже зажмурившись, смотреть на него невозможно. Оно, наверное, во много десятков, а то и сотен раз ярче, чем мы его видим с Земли», — вспоминал он о своих впечатлениях [1].

Можно вообразить ужас людей в древности, когда среди бела дня на ясном небе солнце вдруг начинало меркнуть и затем погасало совершенно. Что это? Неведомое чудовище поглотило светило? Боги, разгневавшись на людей, лишили их своего покровительства? Пришел конец света? Сейчас мы знаем, что это Луна, естественный спутник нашей Земли, временами загораживает солнечный диск. И если не падать ниц в ужасе, а продолжать наблюдать, что происходит на небе, можно



Борис Петрович Филиппов, доктор физико-математических наук, заведующий лабораторией солнечной активности Института земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н.В. Пушкова РАН. Научные интересы связаны с исследованием механизмов нестационарных процессов в атмосфере Солнца.

увидеть сияние вокруг черного круга, закрывшего солнце, — солнечную корону.

«Шевелюра» Солнца

Солнечная корона — самый красивый объект на небосводе, видимый невооруженным глазом! Правда, чтобы ее увидеть, надо оказаться в нужное время в нужном месте, а именно во время полного солнечного затмения в полной тени Луны. Жемчужно-белые космы лучей короны действительно образуют царственный венец вокруг затемненного лика дневного светила. Даже луна, воспетая всеми поэтами, не может по магической силе воздействия на человека сравниться с видом короны. Вероятно, затмение — самый «мирный» вариант демонстрации могущества Природы. Не сметающий все на своем пути ураган, не землетрясение и не извержение вулкана — все происходит в величественной тишине и не производит разрушений, — но в неотвратимости угасания того, чему нет равных, что дарит нам тепло, свет и жизнь, — в ЭТОМ видится свидетельство нашей

бренности, полной зависимости от Провидения. Недаром с древнейших времен с затмениями связывали самые сильные потрясения в человеческом обществе: войны, мировые моры, пожары, наводнения. В этом году, кстати, произойдет четыре солнечных затмения, но все они частные, т.е. Луна не закроет солнечный диск целиком. Первое из них могли наблюдать жители европейской части России 4 января. Следующее, 1 июня, можно будет увидеть в Восточной Сибири. Два других — 1 июля и 25 ноября — с территории нашей страны увидеть будет невозможно. Более подробную информацию о предстоящих и произошедших затмениях можно найти в Интернете*.

Во второй половине XX в. появилась возможность наблюдать корону и без всяких затмений. Вообще-то первый внезатменный коронограф был изобретен французским астрономом Бернаром Лио еще в 1930 г. Но поскольку в белом свете яркость короны в миллион раз меньше, чем яркость солнечного диска, и даже

© Филиппов Б.П., 2011

* См., например: http://www.secl.ru/eclipse_catalog.html.



Рис.1. Вид солнечной короны во время затмения 1 августа 2008 г. Снимки получены и обработаны чешскими и словацкими астрономами с помощью специального алгоритма, выделяющего структурные элементы (<http://www.zam.fme.vutbr.cz/~druck/Eclipse/index.htm>).

ничтожная доля его излучения, рассеянная в земной атмосфере и внутри телескопа, перекрывает корональное, можно себе представить сложность и рафинированность наблюдений белой короны вне затмений. Только в условиях высокогорья при очень чистом («корональном») небе удастся получить хоть какое-то изображение короны. Коронोगрафы, установленные на спутниках, за пределами земной атмосферы, имеют неоспоримые преимущества и позволяют вести непрерывный мониторинг солнечной короны.

Корона представляет собой самый внешний слой солнечной атмосферы. Она в десять миллиардов раз разреженнее воздуха, которым мы дышим, и в десять тысяч раз горячее его. Все атомы водорода, основного элемента, из которого состоит Солнце, при такой температуре лишены электронов. «Голые» протоны и электроны образуют плазму, четвертое состояние вещества. Плазма короны настолько горяча, что гравитационное поле Солнца не в состоянии ее удержать, и она постоянно истекает в межпланетное пространство, образуя так называемый солнечный ветер. Порывы этого ветра вызы-

вают на Земле магнитные бури, досаждающие и технике, и людям. Так что желание знать поточнее свойства короны и процессы, в ней протекающие, — не праздный или чисто академический интерес, а вполне практическая необходимость.

Слой, откуда вылетают в окружающее пространство практически все солнечные фотоны (образующие диск, который мы видим), называется фотосферой. Толщина этого слоя всего порядка 100 км, потому что температура здесь относительно невелика (~6000 К), что обуславливает высокий коэффициент поглощения света и малую барометрическую шкалу высот. Между фотосферой и короной располагается хромосфера. Этот слой солнечной атмосферы в сотню раз толще и в десяток раз горячее фотосферы. Хромосфера получила свое название благодаря монохроматическому излучению в отдельных спектральных линиях (разного цвета).

Космические обсерватории дают возможность регистрировать излучение в более коротковолновой части спектра, чем видимый свет, в ультрафиолетовом диапазоне и мягком рентгене, для кото-

рых земная атмосфера непрозрачна. В этом диапазоне преобладает тепловое излучение короны, а вклад нижележащих слоев пренебрежимо мал, поэтому нет необходимости закрывать солнечный диск экраном, как в коронोगрафах, работающих в белом свете.

Царство магнитных полей

Общий вид короны не имеет ничего общего с правильной сферичностью фотосферы. Тонкие светящиеся пряди или струи, местами прямые, местами изогнутые так, что образуются структуры, напоминающие шлемы или опахала, вырываются из внутренних слоев короны и, постепенно ослабевая, теряются на фоне неба (рис.1). Вблизи полюсов Солнца можно разглядеть расходящиеся веера тонких лучей, полярные перья. Их вид, напоминающий картину, создаваемую железными опилками (стрелками компаса) вблизи полюсов магнита, впервые натолкнул астрономов на мысль о существовании у Солнца магнитного поля [2]. К астрономическим объектам нельзя поднести компас, но магнитное поле у многих из них было открыто благодаря

изменению характеристик излучения, испускаемого и поглощаемого атомами и ионами в магнитном поле. Естественно, именно Солнце стало первой звездой, магнетизм которой был обнаружен: в 1908 г. американский астроном Джордж Хейл измерил зеемановское* расщепление спектральных линий в солнечных пятнах. Рентгеновские и ультрафиолетовые телескопы, работавшие в последние годы на спутниках *Yohkoh*, *SOHO*, *GOES*, *TRACE*, *КОРОНАС*, *STEREO*, *Hinode*, *SDO*, продемонстрировали, что солнечная корона — это царство магнитных полей.

В отличие от магнитного поля Земли, которое в достаточной степени регулярно и постоянно для того, чтобы его возможно было использовать, скажем, для навигации, магнитное поле Солнца имеет сложную структуру и меняется по сложным законам. Можно сказать, что на Солнце всюду магнитные аномалии. Самые заметные из них — солнечные пятна, где поле сильнее всего (до 4000 Э). Число солнечных пятен, одновременно наблюдаемых на диске, бывает различно в разные годы и достигает максимальных значений примерно каждые 11 лет. В минимумах цикла солнечной активности пятен совсем нет. Сейчас Солнце вышло из довольно продолжительного минимума между 23-м и 24-м циклами и медленно наращивает пятнообразовательную деятельность. Большинство специалистов склоняется к мнению, что 24-й цикл будет иметь невысокий максимум из-за влияния более долговременных квазипериодических процессов (вековых циклов).

Расщепление спектральных линий в магнитном поле пятен превышает их естественную ширину и легко может быть установлено

* Эффект Зеемана — расщепление спектральных линий излучения (поглощения) в среде, которая находится под действием магнитного поля, — связан с взаимодействием магнитного момента атома и поля, изменяющим уровни энергии; компоненты спектральной линии поляризованы по-разному при наблюдении в различных по отношению к ориентации поля направлениях.

по особенностям поляризации расщепленных компонентов. Для измерения более слабых полей, в которых расщепление не превышает ширины линии, в 50-х годах XX в. был сконструирован фотоэлектрический солнечный магнитограф. Измерения с помощью магнитографов показали, что магнитное поле присутствует практически всюду в фотосфере, но распределено оно очень неоднородно. Причем менее сконцентрированные поля могут иметь больший пространственный масштаб, так что их суммарный магнитный поток значительно превышает поток активных областей в минимуме, начале роста и конце спада активности и всего лишь вдвое меньше в максимуме. Если суммарный магнитный поток активных областей в течение цикла меняется более чем в 10 раз, то поток через остальную часть поверхности («спокойное Солнце») меняется только примерно в два раза. С определенной долей условности можно говорить о глобальном дипольном поле, которое тоже подвержено циклическим изменениям и меняет направление на противоположное (переворачивается) каждые 11 лет.

К сожалению, в короне из-за слабости ее излучения и некоторых других причин магнитографические измерения пока невозможны. Поле в короне рассчитывают, решая краевые задачи по распределению поля в фотосфере, и оценивают, используя косвенные методы. Однако именно в короне магнитные поля проявляются наиболее наглядно.

Большой неожиданностью для астрономов оказалась очень высокая температура короны — более миллиона градусов, что в сотни раз превышает температуру расположенной ниже фотосферы. Источник энергии звезды находится в центральной части, в ядре, где при температуре в полтора десятка миллионов градусов протекают термоядерные реакции синтеза. По мере удаления от ядра температура уменьшается, становясь в фотосфере «всего» около шести тысяч градусов. И вот — вопреки, казалось

бы, всякой логике, — еще дальше, в короне, температура снова достигает миллионов градусов. Очевидно, что в корону поступает поток иной, не лучистой, энергии, диссипация которой разогревает корональное вещество. В каком виде энергия проникает сюда, пока не вполне ясно. Наиболее вероятными считаются механизмы нагрева короны за счет диссипации магнитогидродинамических волн или распада мелкомасштабных токовых систем.

Как известно, всякое поле удобно и наглядно изображать с помощью силовых линий, касательные к которым в каждой точке совпадают с направлением поля. Если у конца магнитной стрелки поместить новую стрелку и так далее, можно проследить за отдельной силовой линией в пространстве. В школьном опыте с постоянным магнитом под картонным листом с железными опилками частички железа исполняют роль таких стрелок и обрисовывают картину силовых линий магнита. В космосе нет никаких опилок, однако силовые линии нередко видны не менее наглядно.

На движущуюся заряженную частицу в магнитном поле действует сила Лоренца, все время смещающая ее в направлении, перпендикулярном векторам скорости и поля. В результате частица движется по окружности, радиус которой (ларморовский радиус) прямо пропорционален скорости частицы и обратно пропорционален напряженности магнитного поля. В типичном для солнечной короны поле напряженностью в 10 Э ларморовский радиус тепловых электронов и протонов с температурой около 2 млн градусов, характерной для короны, составляет 3 см и 1 м, соответственно. Таким образом, частицы не могут перемещаться поперек направления магнитного поля, но свободно движутся вдоль него. Если частиц много, при столкновениях они перескакивают с одной ларморовской орбиты на другую и диффундируют поперек поля. Частота столкновений, следовательно, — важный параметр, определяющий

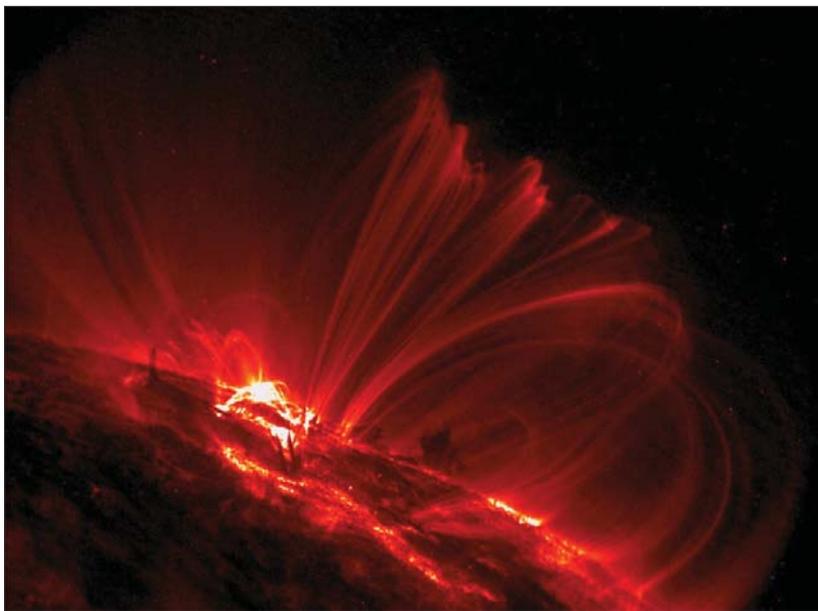


Рис.2. Корональные петли на снимке в ультрафиолетовом свете (171 Å), полученном спутником TRACE. (TRACE — проект Института космических исследований компании Локхид в Стэнфорде и НАСА.)

степень «идеальности» плазмы. В идеальной плазме роль столкновений мала и частицы как бы «приклеены», или «приморожены», к силовым линиям.

Следующий важный фактор, от которого зависит характер взаимодействия плазмы и поля, — отношение плотности энергии частиц плазмы к плотности энергии магнитного поля, так называемое плазменное бета (β). При больших значениях β движущаяся плазма увлекает за собой силовые линии поля; при малых β , наоборот, поле служит жестким каркасом и плазма следует за изменениями поля, оставаясь на одних и тех же силовых линиях. В солнечной короне β обычно меньше единицы. Любые неоднородности плотности плазмы в этих условиях вытягиваются вдоль магнитного поля, оставаясь ограниченными в поперечном полю сечении. Так отдельные трубки поля становятся выделенными: частицы вблизи них излучают или поглощают излучение больше окружающих, и трубки становятся хорошо различимы на изображениях в определенных участках спектра.

Фокусы с перьями

В нижних слоях короны над активными областями, где сосредоточены наиболее сильные поля, встречаются трубки в виде петель, обоими концами укорененными в фотосфере (рис.2). Магнитное поле способно удерживать горячую плазму короны в петлях, которые составляют внутреннюю часть шлемов. Петли наблюдаются до высот порядка половины радиуса Солнца над фотосферой. Силовые линии, выходящие из компактного источника поля, такого как, например, полюс постоянного магнита или конец соленоида, расходятся веером. Пучок корональных петель над пятнами тоже расходится, но, что удивительно, поперечное сечение каждой яркой петли, видимой в ультрафиолетовом или рентгеновском излучении, практически не меняется на всем ее протяжении. Этот эффект еще ждет своего объяснения.

Вблизи северного и южного полюсов Солнца силовые линии ведут себя почти так же, как у магнитных полюсов Земли, в то время как на низких широтах — сплошные «магнитные аномалии». Как в зем-

ном поле, силовые линии, выходящие из северного полюса, могли бы заканчиваться на южном, если бы не причины, о которых речь пойдет чуть ниже. Во всяком случае, эти линии круто уходят вверх, создавая магнитный каркас для полярных перьев.

Полярные перья хорошо передают структуру глобального магнитного поля Солнца вблизи его полюсов. По снимкам, полученным во время затмений, неоднократно предпринимались попытки сравнения их геометрической формы с формой силовых линий диполя, полосового магнита, соленоида и т.д. Было замечено, что если продолжить тонкие лучи полярных перьев внутрь солнечного диска, а точнее сказать, провести к ним касательные, то в каждой полусфере они пересекаются примерно в одной точке, которую можно назвать магнитным фокусом (рис.3), причем положение обеих точек меняется в ходе цикла солнечной активности. Свойством иметь магнитные фокусы обладают все мультиполи: монополь, диполь (рис.4), квадруполь и т.д.; чем порядок мультиполя выше, тем больше расстояние q от центра диска до магнитного фокуса.

Положение фокусов на Солнце должно быть связано с эволюцией глобального поля в цикле, но сравнение с данными магнитнографических измерений выявило противоречие: фокусы опускались, когда им следовало бы подниматься, и наоборот. В годы минимальной активности глобальное поле Солнца больше напоминает диполь, а в максимуме доминируют мультиполи высоких порядков. Однако полярные перья, наблюдавшиеся во время затмений, всегда указывали на большие значения расстояния q в минимуме и меньшие в максимуме. Этот факт ставил в тупик астрономов в течение нескольких десятилетий.

Разгадка нашлась после того, как изображение короны стало возможным получать с борта космических обсерваторий каждый день. Полные затмения удается пронаблюдать в среднем не чаще чем дважды за три года, поэто-

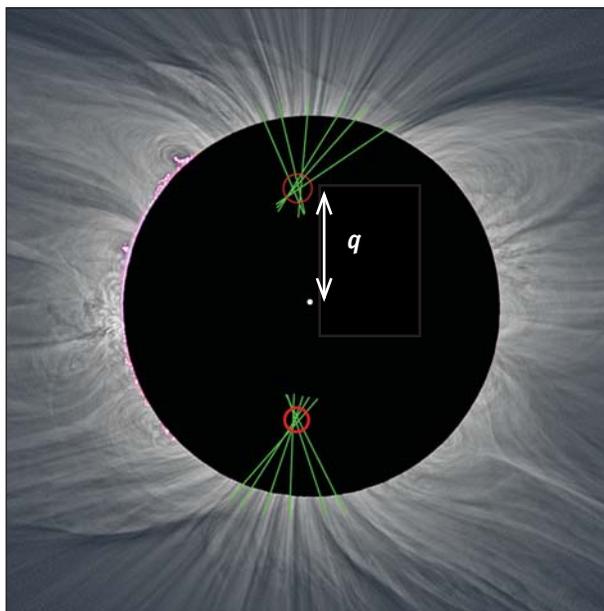


Рис.3. Изображение солнечной короны 29 марта 2006 г. (<http://www.zam.fme.vutbr.cz/~druck/Eclipse/index.htm>) с нанесенными касательными к полярным лучевым структурам. Области пересечения касательных — магнитные фокусы — отмечены кружками.

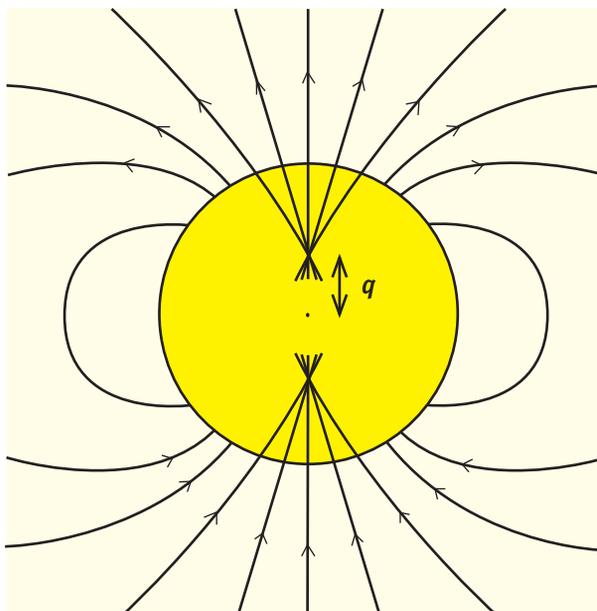


Рис.4. Силовые линии точечного диполя с касательными, пересекающимися в магнитных фокусах.

му синтетическая картина движения фокусов, составленная только по затменным наблюдениям, была слишком отрывочна, с большими пропусками. Анализ ультрафиолетовых изображений Солнца, получаемых с помощью телескопа EIT космической обсерватории SOHO ежедневно, выявил совсем другую картину. Вместо плавного синусоидального изменения положения фокусов обнаружился монотонный ход в течение почти всего цикла с резкими выбросами вверх-вниз вблизи максимума, нечто вроде пилообразной кривой [3]. Такая кривая уже неплохо согласуется с магнитными данными, а резкие изменения положения полюсов демонстрируют важный момент в судьбе глобального магнитного поля Солнца — его переполюсовку. Дело в том, что во время каждого максимума активности дипольное поле Солнца, обычно доминирующее в полярных областях, меняет свое направление на противоположное. Диполь как бы переворачивается. В это время у полюсов оказываются нулевые

точки магнитного поля с окружающей их специфической седловой (гиперболической) структурой. Их прохождение через полярные области объясняет резкие скачки фокусов. Характер смещения фокусов позволяет судить о соотношении крупномасштабной и мелкомасштабной частей глобального поля, относительной величине их амплитуд и разности фаз. Все это важно для построения адекватной теории генерации магнитного поля Солнца и прогнозирования уровня солнечной активности на длительный срок.

Над крупными системами замкнутых петель располагаются основания больших корональных лучей, или стримеров. Внутри стримера по мере удаления от поверхности Солнца петли становятся все более вытянутыми и заостренными (см. рис.1). Постепенно они переходят в почти радиальные тонкие лучи, похожие на спицы. Радиальная направленность, несомненно, отражает факт постоянного расширения короны в окружающее пространство. Корона имеет столь высокую температуру и как след-

ствие столь большую характерную протяженность, что гравитационное поле не способно удержать плазму в состоянии гидростатического равновесия. Внешние слои короны непрерывно расширяются, образуя солнечный ветер, о котором можно было подробно прочитать в прошлом году [4]. Картину, однако, усложняет наличие у Солнца магнитного поля и вращение светила.

Не вызывает сомнений, что своим образованием стримеры обязаны особой структуре магнитного поля. С эволюцией глобального поля в ходе солнечного цикла связано распределение стримеров по географической широте. В минимуме активности они сосредоточены вблизи экваториальной плоскости. С ростом активности стримеры «осваивают» все более высокие широты и в максимуме могут появляться на любой широте. Именно поэтому в эпоху минимума белая корона вытянута вдоль экватора, а в максимуме обычно имеет почти сферическую симметричную форму. Смещение пояса стримеров к по-

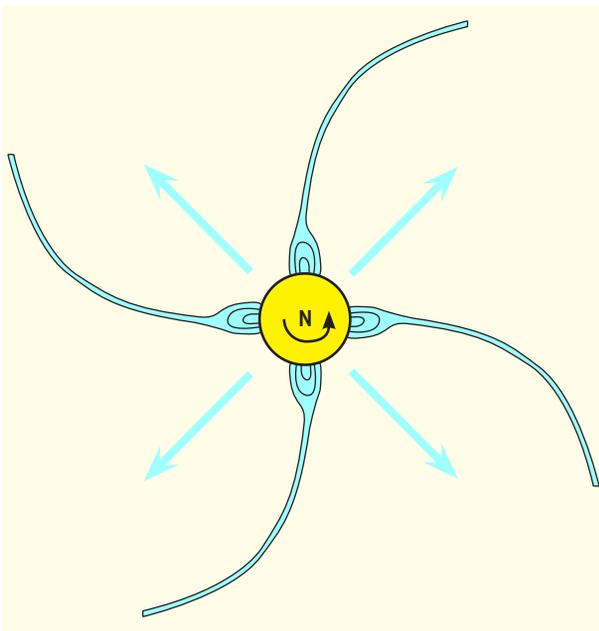


Рис.5. Гипотетический вид со стороны северного полюса на расширяющуюся корону.

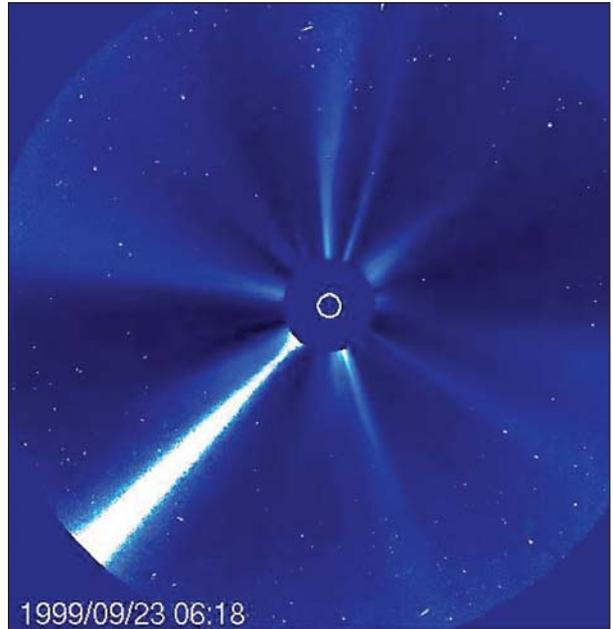


Рис.6. Изображение короны в белом свете, полученном с помощью коронографа LASCO спутника SOHO, с искривленными корональными лучами над северным полюсом (SOHO — совместный проект ESA и NASA).

люсам обусловлено перемещением границ, разделяющих области магнитного поля разной полярности, в высокие широты.

Более внимательное изучение направления лучей показывает, что часто они не вполне радиальны. Отклонения от радиуса составляют $\sim 10\text{--}15^\circ$ [5], а направление зависит от фазы солнечного цикла. В минимуме стримеры отклоняются к экватору, а в максимуме — к полюсам. Как и поведение магнитных фокусов в цикле активности, изменение геометрии стримеров отражает топологические изменения глобального магнитного поля Солнца. Искривление осей стримеров можно связать с наличием нулевых точек магнитного поля в короне, которые как бы «притягивают» к себе стримеры из-за искривления силовых линий [6]. В соответствии с динамикой мультипольных составляющих глобального поля нулевые точки перемещаются из экваториальной зоны в минимуме к полюсам в максимуме, где их появление знаменует переполюсовку.

Корона рождает ветер

Плазма солнечного ветра уносит с собой вмороженное магнитное поле, которое одним концом силовой линии остается укорененным на Солнце, а другим простирается к границам гелиосферы на расстоянии около сотни астрономических единиц. Частицы плазмы разлетаются радиально, но, поскольку Солнце вращается, последовательность частиц, вылетающих из некоторой точки (плазменная струя), и тянущаяся за ними силовая линия образуют архимедову спираль, закручивающуюся вокруг Солнца, витки которой сгущаются по мере удаления (рис.5). Идею о том, что межпланетное поле имеет вид спирали, впервые отчетливо сформулировал американский астрофизик Юджин Паркер [7]. Измерения направления магнитного поля на космических аппаратах на различном удалении от Солнца в общем подтверждают это представление. Если бы можно было взглянуть на солнечную корону со стороны полюсов, мы бы, вероятно, увидели, как корональные лучи закручива-

ются в спираль по мере удаления от поверхности. Но ось вращения Солнца практически перпендикулярна плоскости земной орбиты (эклиптики), и мы все время смотрим на него сбоку.

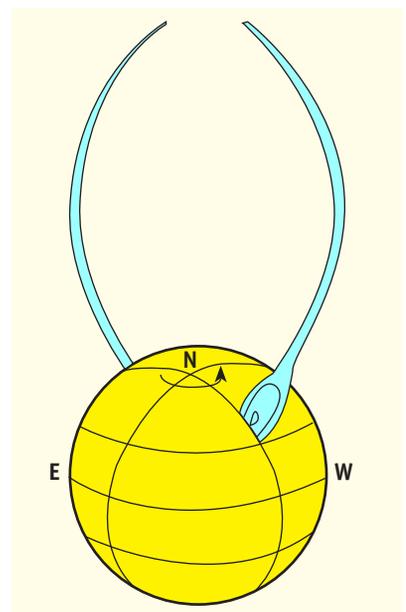


Рис.7. Схематический вид двух корональных лучей, исходящих из ближней и дальней полусфер Солнца.

Тем не менее иногда создают условия, когда можно увидеть межпланетное магнитное поле. В эпоху роста и спада активности большие корональные лучи располагаются на средних широтах. Когда они вследствие вращения Солнца проходят вблизи центрального меридиана на ближней или дальней солнечной стороне, их периферийные части проектируются на полярные области короны. Кривизна лучей (рис.6) становится вполне заметна и измерима [8]. Поскольку видимые проекции лучей при вращении Солнца перемещаются, легко убедиться, что искривление лучей обусловлено вращением: они всегда движутся выпуклой стороной вперед. Солнце вращается против часовой стрелки, если смотреть со стороны северного полюса. Детали на его видимом диске смещаются из-за вращения слева направо в картинной плоскости. Следовательно, те лучи, что смещаются справа налево

(с запада на восток), исходят с дальней стороны Солнца и простираются в противоположную от земного наблюдателя сторону (рис.7). Центр их кривизны расположен с западной стороны в соответствии с рис.5. Те же, что смещаются слева направо и расположены на ближней стороне, имеют кривизну, «направленную» на восток. Детальная форма спиральных лучей дает информацию о начальной стадии ускорения солнечного ветра, которая в настоящее время едва ли может быть получена другими способами.

* * *

В астрофизических условиях структура магнитного поля становится видимой благодаря неоднородности замороженной плазмы, заполняющей силовые трубки. Хотя величина и направление магнитного поля в излучающей (или поглощающей излу-

чение) плазме могут быть в принципе измерены, например по эффекту Зеемана, на практике это весьма сложно и дает очень приблизительные сведения о поле из-за неизбежного усреднения по большому объему. Геометрия поля, обрисовываемая волокнистой и лучистой структурой плазмы, напротив, относится к вполне определенным участкам и дает наиболее общие сведения о поле. В большинстве случаев для понимания протекающих в плазме процессов важны именно топология и структура магнитного поля, а не его абсолютная величина. Структурные методы исследования солнечных магнитных полей могут дать много нового для постижения физических механизмов явлений солнечной активности и их прогнозирования. Лучистая солнечная корона — прекрасная лаборатория для проверки физических теорий и главная «кухня» космической погоды. ■

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований. Проект 09-02-00080.

Литература

1. Гагарин Ю.А., Дорога в космос. М., 1969.
2. Bigelow F.H. The Solar Corona. Washington, 1889.
3. Клепиков Д.В., Филиппов Б.П., Аджабширизаде А., Платов Ю.В. // Астрон. журн. 2006. Т.83. С.932.
4. Веселовский И.С. Тайны солнечного ветра // Природа. 2010. №10. С.15—23.
5. Tlatov A.G. // Astrophys. J. 2010. V.714. P.805.
6. Филиппов Б.П. // Астрон. журн. 2009. V.86. P.611.
7. Parker E.N. // Astrophys. J. 1958. V.128. P.664.
8. Ajabsbirizadeh A., Filippov B.P. // Solar Phys. 2004. V.221. P.283.

Поющие породы кур

И.Г.Моисеева, А.А.Севастьянова, А.В.Александров, М.Н.Романов

По свидетельству специалистов, увлечение петушиным пением зародилось в Древнем Китае и известно там с 2006 г. до н.э. [1]. Иногда поющих петухов использовали как бойцовых или декоративных — из-за длинных перьев в хвосте, гриве и на пояснице. Сегодня больше всего поющих пород кур в Японии, куда голосистая разновидность птицы попала из Китая, и в Индонезии. Единого взгляда на филогенетику японских голосистых кур и других долгопоющих пород до сих пор нет.

Прежде чем перейти к истории происхождения и описанию известных сегодня домашних голосистых пород, вспомним, как поют дикие петухи. Существуют четыре вида диких кур, обитающих в Индии, на Цейлоне, островах Малайского архипелага, в странах Индокитая и южной части Китая, которые по характеру пения различаются между собой. В свое время Чарльз Дарвин отмечал, что пение домашних петухов очень похоже на пение их дикого предка — *Gallus gallus* (по Дарвину — *G.bankiva*), только несколько короче [2]. Петухи других трех видов по манере исполнения своей песни сильно отличаются как между собой, так и от домашних пород. Особенности пения петухов диких видов сыграли определенную роль при изучении происхождения домашних кур и установлении основного их предка, которым считается вид *G.gallus*.

О голосистых породах домашних кур, кроме *юрловской голоистой*, в отечественной литературе написано очень мало [3, 4]. Одна



Ирина Григорьевна Моисеева, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник Института общей генетики им. Н.И.Вавилова РАН. Область научных интересов — происхождение, эволюция, генетическое разнообразие вида *Gallus gallus*.



Антонина Алексеевна Севастьянова, старший научный сотрудник Всероссийского научно-исследовательского и технологического института птицеводства Российской академии сельскохозяйственных наук (г. Сергиев Посад Московской обл.). Область научных интересов — экспрессивность генов, детерминирующих природные признаки у кур, особенности генетического анализа.



Александр Викторович Александров, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник того же института. Изучает генофонд пород кур.



Михаил Николаевич Романов, кандидат биологических наук, научный сотрудник Университета штата Индиана (Терре-Хот, США). Область научных интересов — геномика птиц.

из первых небольших сводок по этим породам принадлежит С.Г. Петрову, участнику совместных с известным генетиком А.С. Серебровским экспедиций и генетических исследований [3]. Петров упоминает следующие голосистые породы Японии: *наганаки-дори* и *дзитори*, а также *тотэнко*, *томару* и *козэси*, которые являются разновидностями наганаки-дори*. Этой же точки зрения придерживаются и некоторые японские ученые.

Согласно другой версии происхождения японских голосистых кур, старинная японская порода сёкоку имеет родство с еще более древней китайской голосистой, а от сёкоку происходят несколько нынешних голосистых пород Японии. Типичная длина пения у голосистого петуха 10—20 с, в то время как у обычного — не отселекционированного по пению — 2—4 с [5]. По данным А.А.Севастьяновой, этот показатель составляет 0,5—3,8 с (оценивали 70 пород).

Американский любитель-птицевод Л.Стромберг [1], автор книг по вопросам птицеводства и организатор музея птицеводства в США, приводит описание шести голосистых пород: трех японских (тотэнко, козэси, томару) и по одной — немецкой (*бергская голосистая*), турецкой (*денизли*) и бразильской (*гало музико*). По его мнению, все они имеют древнее происхождение. К японским поющим породам он относит и сёкоку, предки которой были ввезены из Китая между 794 и 1186 гг. Впоследствии их скрещивали с другими породами, чтобы увеличить длину перьев хвоста и длительность пения. Р.Вандель и Д.Вольтерс упоминают 17 поющих пород и популяций [6, 7]. Сведения о некоторых из них почти нигде более не встречаются. Приведем названия этих других пород для понимания географии возникновения и распространения голосистых кур: *аям-пелунг*, *аям-юнгкилок*, *аям-тертава*, *аям-ратия*, *катай-нарси*, *катай-сутера* — Индонезия; *тян* — Япония; *боснийская голосистая* — Босния и прилегающие балканские регионы.

География происхождения и распространения

Сегодня можно назвать около 20 голосистых пород и популяций. Остановимся подробнее на наиболее известных. Начнем с японских пород, расположив страны происхождения голосистой птицы с востока на запад. Древнейшая из них, вероятно, сёкоку, ставшая праматеринской для козэси (рис.1). Она была известна примерно 350—400 лет назад, но привезли ее, возможно, из Малайзии или Индонезии [1]. Однако Скривенер, ссылаясь на официальный веб-сайт правительства префектуры Акита, считает козэси относительно молодой породой, созданной на основе томару и плимутроков, ввезенных в 1882—1883 гг. [8]. Эта крупная птица бойцового типа с почти вертикальным поставом тела — официальный символ г.Кадзуно

* Написание японских пород мы даем по правилам японско-русской транскрипции, что не всегда совпадает с их переводом в отечественной литературе.



Рис.1. Петух козэси. 25-я Юбилейная выставка Европейской ассоциации птицеводов, любителей экзотических птиц, кроликов и морских свинок. Лейпциг. 2006 г.

Здесь и далее фото А.В.Александрова

префектуры Акита; в 1937 г. объявлена памятником национального наследия. Вначале ее использовали в качестве живых часов, которые «звонили» три раза в день. Песня петухов включает три части: «коккуугууу» (2 с), паузу (3 с) и продолжение еще 7 с. Петухи начинают петь в вертикальном положении, затем опускают голову и вытягивают шею почти горизонтально. Поют они, почти не раскрывая клюва, и некоторые звуки выходят прямо из ноздрей [1]. Их пение «отличается глубоким и торжественным басом в течение 5—10 с» [3]. Позднее отмечали, что они могут тянуть песню более 18 с. В соревнованиях по пению козэси обращают внимание не только на продолжительность песни, но и на ее ритмичность, а также на громкость голоса**.

Другая популярная голосистая птица, тотэнко, создана в префектуре Коти (рис.2). Названа она так потому, что песня петухов напоминает звуки «тууу-тен-коо» (по-японски тууу означает «восток», тен — «небо», а коо — «красный цвет»). Согласно поверью, когда солнце встает на востоке и небо розовеет, петухи поют особенно хорошо. Пронзительное заунывное пение этой элегантной, красивой птицы продолжа-

** Общее требование к голосу петухов в Японии: длина песни должна быть от 12 до 20 с, уделяется также внимание качеству голоса, ритму и балансу между низкими и высокими нотами [1].



Рис.2. Петух тотэнко.



Рис.3. Петух томару.

ется 7—8, иногда и 20 с (рекордсмен пел без остановки 24 с). Основные выставочные требования к тотэнко: продолжительность пения петухов не менее 7 с, длина хвоста у двухгодовалых петухов не менее 70 см, тембр голоса в основном высокий, тенор [3, 5, 9].

Породу томару (место создания — префектура Ниигата) по типу телосложения относят к средиземноморскому (или яичному) классу (рис.3). С 1939 г. она считается национальным достоянием Японии.

«Петухи томару поют высоким чистым голосом» [3]. Голос по тембру относится к баритону [8]; длительность песни 5—6 с, достигает 12—18 с (15 с считается хорошим показателем), рекорд — 25 с [3, 5]. На соревнованиях больше внимания уделяется характеру пения, чем длине песни.

Очень похожа на томару другая голосистая японская порода — *куро-гасива* (Kuro Gashiwa), или *курокасива*. Полагают, что ее предки обитали в северо-западной части Японии, а как порода она оформилась между 1890 и 1910 гг. Птица распространена в префектурах Ямагути и Симанэ. Главная особенность — наличие фибромеланозиса (темной кожи), по типу китайских шелковых кур. Длина хвоста к двух-трехлетнему возрасту достигает 1 м. Пение продолжается почти на одной ноте примерно 10 с. Охраняется государством с 1951 г., считается редкой, вывоз любого племенного материала запрещен [8, 9].

Ближайшая к Японии страна — это Китай, однако описаний современных голосистых китайских пород мы в литературе не встретили. Только В.Виц отмечал, что еще в 1993 г. в Китае на базаре можно было купить долгопоющих петухов [10]. Согласно его исследованиям, японские поющие породы имеют китайские корни. Крик китайских петухов напоминал призывы муэдзинов к молитве, и поэтому такие породы быстро распространились по всей Османской империи, достигнув Балкан, Сирии и империи Габсбургов.

Во Вьетнаме, расположенном к югу от Китая, разводится вьетнамская голосистая порода (ее точное название и другие особенности в литературе не описаны). Двигаясь на юг от Вьетнама, пересекаем острова Индонезии, где известно шесть голосистых пород [6], одна из которых — аям-пелунг. Это крупная птица из западной части о.Ява, из округа Чианджур. Две другие местные породы — аям-юнгкилок и аям-тертава — отнесены к голосистым с определенной оговоркой: обе имеют нетипичное петушиное пение: первая — «хихикающее», вторая — «смеющееся» или «бормочущее» [6]. Еще три индонезийские породы: аям-ратия, катая-парси и катая-сутера — миниатюрные (карликовые), близкие к бентамкам Индонезии. Аям-ратия распространена на западе Суматры; катая-парси возникла в XVIII в. путем скрещивания карликовых кур английского и китайского происхождения, отличается очень громким и высоким пением. Крик состоит из односложного «ку» вместо привычного четырехсложного «кукареку» [6]. Ежегодно соревнования певчих петухов собирают там любителей со всего острова и из столицы Индонезии Джакарты. В 1962 г. там было организовано общество возрождения этой породы, а соревнования индонезийских голосистых петухов даже поддерживаются правительством.

Перемещаясь из Юго-Восточной Азии в Малую Азию, попадаем в Турцию, на юго-западе которой разводят голосистую породу денизли (рис.4). Есть предположение, что она возникла на базе местных кур, хорошо приспособленных к жаркому климату, а корни ее, возможно, китайские [1]. В Турции не проводят соревнований петухов-певунов, но там разработаны оценка

пения и его классификация по длине песни и качеству голоса, по диапазону исполнения мотивов, чистоте, типу, а также позе петуха во время пения.

Тембр голоса денизли варьирует от сопрано до баритона и баса, а тип определяют как истинный (пение без пауз) и фальшивый (с перерывами между мотивами). Истинный тип делится на четыре категории в зависимости от положения тела петуха во время пения: «задорный» — нормальное положение тела, с взъерошенными перьями на груди и наклоненной вперед шеей, «львиный» — голова и шея подняты вверх, как у лошади, или опущенные с взъерошенными перьями, как у гривы льва, «волчий» — голова и шея сильно наклонены, перья хвоста достигают земли, «склоненный» — голова почти касается земли с резким движением вперед (последний тип нежелательный). Начало и конец песни петуха считаются более важными, чем ее протяженность. Песня должна начинаться медленно и заканчиваться плавно. У годовалых петухов она обычно длится 20—25 с (рекорд — 45 с). До недавнего времени денизли оставались рекордсменами по продолжительности пения среди голосистых пород [1].

Внешне денизли несколько похожи на наших юрловских голосистых кур, которые известны в центральной части России уже примерно 100—150 лет (рис.5). Полагают, что предки юрловской породы были из Орловской и Курской губерний. Среди пород, использованных в ее создании, называют браму, кохинхин, бойцовых, лангшан, местных беспородных кур. Возможно, от брамы или кохинхинов юрловские унаследовали высокую массу и оперенные ноги, характерные для более ранних форм [8]. В последние годы появились новые версии о возникновении юрловских голосистых кур: например, предков юрловских привезли или из Центральной Азии, или из Османской империи [10]. Отсюда вероятно их родство с турецкой денизли, но прямых доказательств тому пока нет.

Продвигаемся далее на запад — на Балканы. В сельских районах Косова разводят *косовскую голосистую* породу, или *дреницкую* — по имени региона Дреница, откуда она ведет свое начало. Косовские петухи поют от 20 до 40 с (выдающиеся певцы — до 60 с) заунывным скрипучим голосом с очень длинной последней нотой и имеют еще один отличительный признак — хохол. На юге Албании распространена другая голосистая порода, также имеющая хохол, — *бератская*, происходящая из города и области Берат. Голос у этих певунов должен быть только низкого тембра, протяжным и звучным. Чемпионы поют в течение 15 с.

В пределах Балканского п-ова, в исторической области Санджак, ранее входившей в османскую Боснию, а ныне поделенной между Сербией и Черногорией, встречаем боснийскую голосистую [6]. Согласно сообщениям немецких и австрийских авторов, эту птицу разводили повсеместно в тамошних деревнях на свободном выгуле без какой-либо селекции, и пошла она на австрийскую хохлатую породу старштрийских кур. Возможно, это та же самая порода, что и косовская, поскольку Санджак находится вблизи от Косова, а хохлатость характерна для обеих пород.



Рис.4. Петух денизли.



Рис.5. Петух юрловский голосистый. Генофонд пород кур Всероссийского научно-исследовательского и технологического института РАСХН. Сергиев Посад. 2010 г.



Рис.6. Петух бергский голосистый.

Отклоняемся еще западнее и попадаем в Германию, где разводят бергскую голосистую породу (рис.6). Территория старинного графства, позже герцогства Берг находится в земле Северный Рейн — Вестфалия. Существует легенда, по которой корни породы уходят в глубь веков — во времена Третьего крестового похода, который возглавлял Фридрих I Барбаросса, бесславно утонувший в 1190 г. в одной из рек Малой Азии (ныне Турции). Остатки его войска вернулись домой, среди них был и граф Берга с преданными ему людьми. Ночью они заблудились в незнакомой местности, и найти дорогу путникам помог продолжительный крик петуха из селения неподалеку. Граф привез этого петуха на родину, где монахи из близлежащего монастыря вывели новую породу и стали ее распространять [6].

Бергские голосистые считаются очень древней породой и национальной гордостью Германии. Однако миф о том, что они ведут свое начало с 1190 г., не имеет прямых доказательств и даже противоречит историческим сведениям*. Клуб бергских голосистых петухов существует в Германии с 1916 г., а первый стандарт на породу принят в 1885 г. (тогда же состоялись первые соревнования по петушину пению) [8]. М.Н.Романов и С.Вайгенд изучали историю происхождения и современного состояния бергских голосистых и бергских шлоттеркаммов и пришли к выводу, что бергские голосистые возникли как результат скрещивания

* Граф Берга Энгельберт I, участник Третьего крестового похода, был убит в пути еще в 1189 г. в Сербии, так и не попав никогда в Малую Азию, что ставит под большое сомнение правдоподобность средневековой легенды.

завезенных из Турции пород с местными немецкими курами и птицами, попавшими в Германию с испанскими монахами в конце XVIII в. [11].

Бергские певуны — единственная голосистая порода, которая имеет карликовую форму. Это объясняется давними традициями немецких птицеводов выводить карликовые разновидности. Продолжительное пение у карликовых петушков сохранено. Петухи бергской голосистой начинают песню с низкого баса, медленно переходят к несколько более высокому тембру и затем возвращаются к низким тонам. Птица заканчивает петь с закрытым клювом и голова ее в это время почти касается земли. Соревнования голосистых петухов очень популярны в Германии и вызывают большой интерес у местных жителей. Участники конкурса делают денежные ставки, и хозяева выигравших петухов получают призы. Предпочтение отдается продолжительности пения и манере исполнения, а не окраске оперения и другим признакам.

Пересекаем Атлантический океан и оказываемся в Бразилии, где известна одна поющая порода — гало музико. Ее предки были завезены из Европы [1], точнее, с территории Габсбургской монархии в первой половине XIX в. Скорее всего, это были голосистые куры османской Боснии или Турции [6]. Позднее для улучшения местных «музыкальных» петухов в Бразилию из Германии в 1960-х годах импортировали бергских, а в 1980-х — денизли. Птица разнообразна по внешнему виду, поскольку селекция ведется только по голосистости. Петухи этой породы тянут песню по 8—12 с.

Заканчивая наше путешествие в поисках голосистых пород, отметим, что большинство из них, особенно в Европе, малочисленны и сосредоточены в руках небольшого числа любителей, поэтому часть их находится на грани исчезновения. В то же время такие породы, как козёси, тотэнко, томару, денизли и бергские голосистые, внесены в «Европейский стандарт домашней птицы» [12].

Итак, по известным нам данным, в Японии существует четыре-пять голосистых пород, в Индонезии — шесть, в других странах (Вьетнаме, России, Турции, Косове, Албании, Германии, Бразилии) — по одной. Естественно возникает вопрос — существует ли непрерывный географический тренд в возникновении и распространении голосистых пород, начиная с Китая? Из имеющейся информации мы не получили однозначного ответа. Однако можно выделить три группы соседних стран, где в пределах каждой возможно заимствование: Восточной и Юго-Восточной Азии (Япония, Китай, Вьетнам, Индонезия); западной части Евразии (Россия, Турция, Косово, Албания, Германия); Американский континент (Бразилия).

Все три группы расположены друг от друга на большом расстоянии. Вероятно, в первых двух группах или даже отдельных странах голосистые породы создавались самостоятельно, путем соответствующего отбора и специальной тренировки. Тем более, что все петухи, как известно, независимо от породной принадлежности петь умеют, только хуже голосистых. Однако Виц считает, что азиат-

Япония, Китай, Индонезия находятся в одной группе восточноазиатских стран, имеющих голосистые породы кур. Наличие у них полиморфизма по трансферрину может свидетельствовать о возможной общности происхождения этих и других местных популяций. Подавляющее большинство европейских и североамериканских пород мономорфно по этому белку и имеет один наследственный вариант — тип В. Наша юрловская голосистая по этому локусу тоже мономорфна. К сожалению, по остальным голосистым породам соответствующих данных нет. Что касается генетического сходства между японскими голосистыми курами по биохимическим маркерам, то они часто находились в одном кластере с другими японскими местными неголосистыми породами [14].

В работе японских авторов индонезийскую голосистую породу аям-пелунг обследовали в большой выборке популяций диких и домашних кур с помощью RFLP-маркеров (полиморфизм длин рестрикционных фрагментов) и сравнения нуклеотидных последовательностей мтДНК в районе D-петли. Порода обнаруживала близкое родство с другими индонезийскими дикими и домашними неголосистыми курами [15]. М.Н.Романов и С.Вайгенда протестировали три популяции бергских голосистых (Германия) и юрловскую голосистую украинской селекции по 14 микросателлитным локусам. На построенной ими дендрограмме (рис.7) эти две породы расположены в разных ее частях, а популяции бергских голосистых, имеющих общее происхождение, сгруппировались вместе [11].

В недавней работе Р.Тадано и др. получены результаты тестирования девяти японских и двух коммерческих линий по 40 микросателлитам, охватывающим 23 группы сцепления [16]. Среди японских пород были как голосистые (коэёси, курокасива, сёкоку, томару, тотэнко, минохики), так и неголосистые (охики, онагодори, сацумадори). По всем изученным генетическим параметрам (среднее число аллелей на локус, средняя гетерозиготность, наблюдаемая и ожидаемая, средний индекс ПТС, число уникальных аллелей на породу) группа голосистых кур имела более низкие значения, кроме последнего показателя, по сравнению с неголосистыми. Полученные результаты говорят, что для голосистых кур характерна более низкая степень полиморфизма. Это может быть связано с их более высокой степенью инбридинга, применяемой для нужной характеристики пения. О генетических дистанциях между породами в данной работе можно судить по дендрограмме, на которой голосистые японские породы располагаются либо отдельно (курокасива, коэёси), либо на одной ветви с другими породами.

Итак, сравнительное изучение генетических особенностей голосистых и неголосистых пород кур по биохимическим локусам и ДНК-маркерам показало, что делать окончательные выводы о наличии у голосистых пород единой генетической основы или об отсутствии оной в отношении их главного признака еще рано. Важно изучать генетику именно пения и его отдельных элементов (длительности исполнения песни, количества и качества мотивов, переходов

между мотивами, тембра голоса, ритма, громкости и т.д.), определить, какие гены ответственны за их проявление, установить, насколько эти гены общие для разных пород. Возможно, нужно сравнивать голосистые породы разного происхождения не по наличию у них продолжительного пения, а по схожим элементам в нем. Такой подход скорее позволит обнаружить специфическую генетическую компоненту. Здесь также следует иметь в виду, что использованные генетические маркеры, возможно, вообще не имеют отношения к пению и нужно искать, скорее, те, которые обуславливают строение нижней гортани (основного певческого инструмента птицы) и другие морфологические структуры, участвующие в акте пения. Нельзя не отметить и то, что мы слышим в песне конечный результат взаимодействия генетических и внешних факторов, среди которых тренировка и обучение играют важную роль.

И все же, несмотря на большую сложность признака пения и его генетического контроля, на основе приведенных данных некоторые выводы сделать можно. Так, использовавшиеся генетические маркеры (биохимические локусы, микросателлиты, RFLP, мтДНК) не обнаружили генетической специфики голосистых пород. Местные популяции кур одного географического региона, независимо от их певческих способностей, в большинстве случаев имеют одни и те же редкие аллели (например, контролирующие варианты трансферрина), на дендрограммах сходства обе группы пород часто группируются вместе. Отсюда можно заключить, что голосистые породы формировались главным образом на основе местных популяций и основным фактором их сходства служит географическая составляющая.

Мотивация разведения

Что же побуждает людей создавать голосистые породы? Заманчиво было бы связать существование длинноноголосых пород кур с певческой и музыкальной культурой народов, создавших эти породы. Однако на этом пути мы потерпели полное фиаско. Так, в Италии, занимающей, наверное, первое место по числу знаменитых вокалистов и композиторов мирового уровня, нет ни одной такой породы. В то же время страны Восточной Азии, перечисленные выше, не прославившие себя высокой музыкальной культурой, имеют наибольшее число голосистых пород. Мы попытались предположить наличие обратной связи исходя из того, что музыкальные породы могут компенсировать недостаточное развитие этих особенностей у населения. Однако и здесь нас ждало разочарование: многие страны и народы, не сделавшие вклада в мировую музыкальную и певческую культуру, голосистых пород не имеют.

Вероятнее всего, искомую связь можно обнаружить в этнографических особенностях народов (включая мифы, легенды, сказания, особенности быта и т.д.). К сожалению, в этом направлении мы не нашли ни



Рис.8. Русские глиняные игрушки — петухи-свистульки из коллекции И.Г.Моисеевой. 2010 г. Фото Д.Д.Строк

одного научного исследования. Есть только несколько кратких ссылок. Одна из них — рассказ Р.Трудгиана о древнем японском мифе, когда многочисленные божества собираются возле каменной двери в священную пещеру, то на пути к ней их сопровождают длинногосые птицы вечности — петухи [17]. Однако связь мифических петухов с современными голосистыми породами еще требует доказательств. В Японии в древности кур содержали исключительно как священных птиц благодаря их способности провозглашать начало и конец дня, и это преклонение перед петухами, скорее всего, заимствовано из Китая. Петухи подавали точный сигнал времени трижды в день — перед утренней зарей, после восхода и перед заходом солнца, — и чем длиннее звучал этот живой «будильник», тем выше была его ценность.

Широкое распространение в Японии голосистых пород можно сопоставить и с другими национальными традициями. На протяжении столетий японцы содержали кур и цыплят в доме, потому что их внешний вид доставлял владельцам эстетическое удовольствие [18]. Стремление японцев к красоте отражается в одежде, в их тонкой и изящной живописи, садах из камней, выращивании карликовых деревьев, оформлении букетов цветов и т.д. Эта их особенность воплотилась и в породах кур. Здесь больше всего длиннохвостых, карликовых и голосистых пород, у которых помимо певческих талантов очень красивое по окраске и рисунку оперение, нарядные

и длинные хвосты, изящное телосложение.

В Древнем Китае петух занимал почетное место в символике, традициях и изображениях. Там он ассоциировался с солнечным символом «ян», что объясняет роль петуха в китайской символике и орнаментах — традиционные рисунки на тканях под названиями «кричащие петухи», «изогнутые перья петушиного хвоста» и др. Изображение петуха, поющего на барабане, считалось символом мира [13].

Подобные ассоциации можно найти и у других народов. Например, на Руси петух считался предвестником зари и своим криком (первые петухи — в первом часу ночи) прогонял нечистую силу. Чем сильнее и дольше кричал петух, тем меньше сил у нечистой силы ему противостоять. Вторые петухи кричали во втором часу, а третьи — в 4 часа утра и уже побуждали все население деревни приниматься за работу. Очень распространенными игрушками для детей служили керамические свистульки в виде петушков разных размеров, форм, цвета и, самое главное, все они поют/свистят на разные голоса: от баса до тенора, тихо или громко, нежно или пронзительно, как живые петухи (рис.8). Крик петуха, по мнению людей, содержал разного рода знамения и предсказания. Петушок на крыше деревенских домов зорко смотрел вокруг и вовремя предупреждал хозяев о надвигающейся опасности. Вспомним, как золотой петушок у Пушкина бдительно охранял царство царя Додона. То же можно сказать и о глиняных свистульках, которые были не только игрушками, но и несли в себе магический смысл.

Они так же, как и живые петухи, своим свистом могли противостоять надвигающейся опасности, защищать от всякого рода напастей и, конечно, прогонять силы зла. Таким образом, из этого краткого обзора русских традиций в отношении петушиного пения становится понятным важная роль этой птицы в жизни населения России, в особенности простого крестьянина. Деревенский житель мог даже отдать барана или телку за хорошего голосистого петуха [17].

Однако есть и общие причины разведения голосистых пород кур, не зависящие от этнографических особенностей населения. За длительное время у людей возникло своеобразное хобби, увлечение. Чтобы достать нужную птицу, любители (от слова «любить») едут за тридевять земель, платят большие деньги и бывают бесконечно счастливы, когда становятся ее обладателями. Во многих странах существуют клубы, общества, устраиваются соревнования по пению певчих птиц и петухов, разрабатываются системы оценок пения, некоторые голосистые породы кур объявлены национальным достоянием страны, символом города и т.д. Написаны многочисленные книги, статьи и руководства по разведению и селекции певчих птиц и петухов.

Так что же привлекает людей в пении птиц? Человек получает большое удовольствие от их пения, испытывает радость, слушая птиц и разговаривая с ними. Это общение с природой может происходить дома или

во дворе. Щебетание птиц, вокализы петухов снимают нервное напряжение, делают людей более спокойными и уравновешенными. Нужно видеть, как любители петушиного пения слушают своих питомцев: на их лицах появляется добрая улыбка, сосредоточенное внимание и выражение настоящего восторга! Птица тоже стремится к общению с человеком, становится менее пугливой, берет корм из рук, садится на плечо. Между птицами и людьми возникает социальная связь, особенно необходимая одинокому человеку. Вспомним, как старик из рассказа Д.Н.Мамина-Сибиряка «Зимовье на Студеной» был бесконечно рад, когда ему подарили петушка, с которым он мог разговаривать. И, по-видимому, не даром сейчас пропагандируют так называемую зоотерапию, или гуманитарную зоологию, которая лечит взрослых и детей от нервных расстройств и других болезней.

На примере рассмотрения истории происхождения, эволюции, распространения и характерных особенностей голосистых пород кур прослеживается четкая связь с определенным пластом материальной и духовной культуры человечества. Как мы видели, начало появления пород связано с легендами, обрастает мифами, безусловно отражает склад ума, психологию, обычаи и традиции народов, создающих свои породы. Поэтому характеристики пород могут служить своеобразными индикаторами материальных запросов и психоэмоциональных особенностей народов нашей планеты. ■

Работа выполнена при поддержке программы фундаментальных исследований Президиума РАН «Биологическое разнообразие». Подпрограмма «Генофонды и генетическое разнообразие».

Литература

1. Stromberg L. Poultry of the World. Ontario, 1996. P.114—118.
2. Дарвин Ч. Изменение домашних животных и культурных растений. М.; Л., 1951. Т.4. Гл.VII. С.274—313.
3. Петров С.Г. Происхождение домашней курицы: Дис. ... д-ра биол. наук. М., 1941. С.217—220.
4. Александров А.В. Голосистые породы мира // Дворовая живность и хозяйство. 2003. №11—12. С.27—31.
5. Somes R.G., Jr., Cheng K.M., Bernon D.E., Crawford R.D. Mutations and major variants of other body systems in chickens // Poultry Breeding and Genetics / Ed. R.D.Crawford. Amsterdam, 1990. P.281.
6. Wandelt R., Wolters J. Handbuch der Hühnerrassen—die Hühnerrassen der Welt. Bottrop, 1996.
7. Wandelt R., Wolters J. Handbuch der Zwerg hñnerrassen—die Hühnerrassen der Welt. Bottrop, 1998.
8. Scrivener D. Rare Poultry Breeds. Ramsbury, 2006. P.115—121.
9. Obata T., Takeda H., Oishi T. Japanese native livestock breeds // Anim. Genet. Resour. Inf. 1994. V.13. P.13—24.
10. Vits W. Langkr her aus aller Welt // Gefl gel-B rse. 1994. №3. S.2—4.
11. Romanov M.N., Weigend S. Analysis of genetic relationships between various populations of domestic and jungle fowl using microsatellite markers // Poult. Sci. 2001. V.80. P.1057—1063.
12. Rassegeflügel—Standard für Europa in Farbe. Nürnberg, 2006. S. Hühner 1—3.
13. Tanabe Y., Sugiura S., Fujioka K. Studies on the phylogenetic relationships of the Japanese native fowl breeds // Jpn. Poult. Sci. 1977. V.14. P.173—178.
14. Nishida T., Hayashi Y., Hasbiguchi T. Somatomerical studies on the morphological relationships of Japanese native fowls // Jpn. J. Zootech. Sci. 1985. V.56. №8. P.645—657.
15. Akishinomiya F., Miyake T., Sumi S. et al. One subspecies of red junglefowl (*Gallus gallus gallus*) suffices as the matriarchic ancestor of all domestic breeds // Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 1994. V.91. P.12505—12509.
16. Tadano R., Sekino M., Nishibori M., Tsudzuki M. Microsatellite marker analysis for the genetic relationships among Japanese long-tailed chicken breeds // Poult. Sci. 2007. V.86. P.460—469.
17. Trudgian R.R. Japanese long crows // Fancy Fowl. 1996. №11. P.4—5.
18. Тадааки И. Священная птица-будильник ценится за свою красоту // Ниппония. 2003. №27. 15 декабря (<http://japan.org/nipponia27/ru/animal01.html>).

Самый древний лед Антарктиды: поиски и решения

П.Г. Талалай

Изменения климата Земли и отдельных её регионов находятся под пристальным вниманием общественности и правительств многих стран мира. В научной среде ведутся острые дискуссии об их причинах, а возникающие научные гипотезы часто становятся оружием в политических играх. Существуют две основные точки зрения на причины климатических колебаний. Первая: климат определяется внешними факторами – интенсивностью солнечной радиации, параметрами орбиты Земли и ее полюсов, дрейфом континентов, изменением прозрачности атмосферы и ее состава в результате вулканической активности; Вторая: колебания климата спровоцированы деятельностью человека – увеличением концентрации парниковых газов (CO_2 и CH_4) в атмосфере, повышением количества потребляемого тепла и др. В качестве компромисса говорят о сочетании как естественных, так и антропогенных факторов, влияющих на климат Земли.

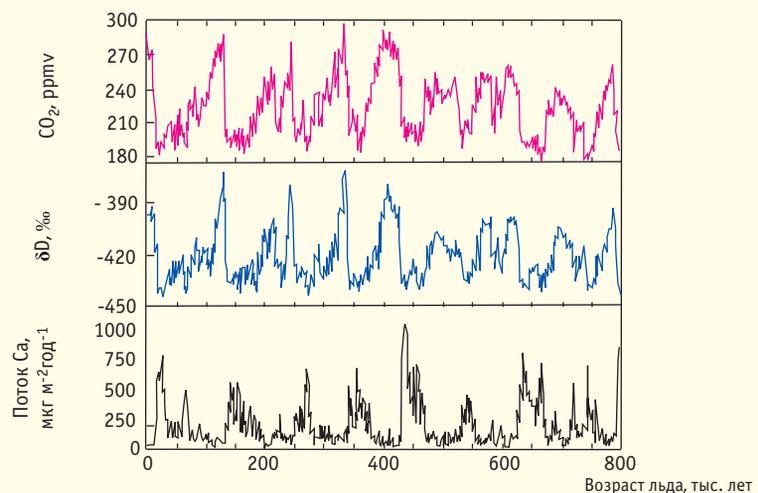
Для успешного прогнозирования климата будущего необходимы реконструкции его изменений в прошлом. Они имеют характер повторяющихся циклов – ярко выраженных похолоданий или, как говорят, ледниковых периодов, и потеплений.

Ключевую роль в палеоклиматических исследованиях играет изучение льда Антарктиды и Гренландии. Здесь в течение многих тысячелетий господствуют крайне низкие температуры. Лед-



Павел Григорьевич Талалай, доктор технических наук, неоднократный участник полярных экспедиций в Антарктиде, Гренландии и Российской Арктике. Область научных интересов – разработка технологии и техники глубокого бурения скважин во льду. В настоящее время – профессор Цзилинского университета (Чанчунь, Китай).

никовый покров служит естественной чашей-ловушкой для атмосферных осадков и выпадающих вместе с ними частиц. Год за годом здесь накапливаются новые слои снега и фирна, скрывая сформировавшиеся в прошлом горизонты и надежно защищая их от последующего влияния окружающей среды. Глубинные ледяные слои несут уникальную информацию о составе атмосферы и климатических условиях прошлого. Главным источником информации выступает изотопный состав льда, чувствительный к изменениям температуры природной среды. Изучая непрерывные колонки льда в Антарктиде, палеоклиматологи обнаружили восемь циклов глобальных потеплений и похолоданий на Земле с периодом около 100 тыс. лет [1].



Изменение содержания CO_2 , дейтерия и потока Са по результатам исследования ядра глубокой скважины на Куполе С в Антарктиде [3].

© Талалай П.Г. 2011



Исследование ледяного керна, полученного при бурении на Куполе С (2004).

Фото из архива D.Dahl-Jensen

Еще один важный метод восстановления климата прошлого – исследование изотопного состава морских донных отложений. По содержанию изотопа кислорода O^{18} в раковинах морских организмов выяснилось, что около 850 тыс. лет назад короткие циклы потеплений-похолоданий в 40 тыс. лет сменились 100-тысячными периодами [2]. Для объяснения причин этого изменения научное сообщество предлагает пробурить скважину в самом отдаленном районе Антарктиды и получить образцы льда с возрастом не менее 1.2 млн лет [3].

Предыстория

В 1947 г. в Оклахоме (США) при бурении скважин в осадочных горных породах фирмой Reda Pump Co. был впервые испытан электробур на грузонесущем кабеле с призабойной циркуляцией конструкции А.Арутюнова. Глубина бурения не превышала 400 м. В связи с низкой мощностью породоразрушающего инструмента и малыми осевыми нагрузками скорость бурения составляла всего 2–4 м/ч. Неоднократные аварии, связанные с обвалами стенок скважины и последующими затяжками и прихватами забойного оборудования, вынудили приостановить эти работы.

В 1967–1969 гг. сотрудники Лаборатории научных и инженерных исследований полярных районов армии США — USA CRREL (US Army Cold Regions Research and Engineering Laboratory) модернизировали электробур А.Арутюнова для условий бурения скважин во льдах. Особенность технологии бурения новым снарядом CRREL состояла в том, что шлам, образующийся в скважине, растворялся в этиленгликоле. Его концентрированный раствор заливался в бак снаряда перед каждым рейсом. В процессе бурения смешанный с циркулирующей жидкостью шлам образовывал раствор равновесной концентрации, не замерзающий при температуре окружающего льда.

Снарядом CRREL удалось успешно пробурить самую глубокую на то время скважину во льдах Антарктиды — на станции Берд была пройдена вся толща ледникового покрова (табл.). На глубине 2164 м, на контакте с подстилающими ледниковый щит отложениями обнаружился слой воды. Она поднялась в скважину на высоту примерно 55 м, перемешалась

Таблица

Глубокие скважины, прошедшие через Антарктический ледниковый покров

Годы	Глубина, м	Возраст льда на забое, тыс. лет	Расположение точки бурения	Организация (проект)	Тип снаряда
1967–1968	2164	65	Берд (80°01' ю.ш. 119°32' з.д.)	Лаборатория по изучению холодных районов армии США (USA CRREL)	CRREL
1991–1993	1196	90	Купол Лоу (66°44' ю.ш. 112°50' в.д.)	Австралийская антарктическая научно-исследовательская экспедиция ANARE	ISTUK
2000–2005	3270	890	Купол С (75°06' ю.ш. 123°21' в.д.)	Европейский проект колонкового бурения в Антарктике EPICA	NGRIP/ EPICA
2001–2006	2882	160	Конен (75°00' ю.ш. 00°04' в.д.)	Европейский проект колонкового бурения в Антарктике EPICA	NGRIP/ EPICA
2002–2007	3030	720	Купол F (77°19' ю.ш. 39°42' в.д.)	Японская научно-исследовательская антарктическая экспедиция	JARE
С 1990 по н.в.	3650 (max 3750)	420	Восток (78°28' ю.ш. 106°48' в.д.)	Санкт-Петербургский государственный горный институт, Российская антарктическая экспедиция	КЭМС-132
2004–2007	1620	250	Купол Talos	Международная Трансантарктическая научная программа ITASE	NGRIP/ EPICA
С 2006 по н.в.	2564 (max 3485)	100	Ледораздел WAIS (79°28' ю.ш. 112°5' з.д.)	Университет Висконсин-Мэдисон	DISC



Поверхностное обслуживание снаряда JARE на Куполе F (2005). Фото из архива Y.Fujii.

с водным раствором этиленгликоля и нарушила его равновесную концентрацию. Образовавшаяся в результате шуга вызвала прихват бурового снаряда при попытке поднять керн подледниковых горных пород [4].

Повторно сквозное бурение антарктического ледникового щита удалось выполнить более чем через 20 лет сотрудникам Австралийской антарктической научно-исследовательской экспедиции. На Куполе Лоу в Восточной Антарктиде в сезоны 1991—1993 гг. при помощи модернизированного колонкового электро-механического снаряда ISTUK (Дания) ими была пробурена скважина глубиной 1196 м, достигшая подледникового ложа [5].

В последние десятилетия научно-практический интерес к палеоклиматическим исследованиям заметно вырос. В Антарктиде пробурена целая серия глубоких скважин с полным отбором керна от поверхности ледникового щита до подледникового ложа.

Для проведения буровых работ по Европейскому проекту колонкового бурения в Антарктике EPICA (European Project for Ice Coring in Antarctica) сотрудниками

Университета Копенгагена (Дания) и Гляциологической и геофизической лаборатории окружающей среды (Гренобль, Франция) разработан новый электро-механический снаряд. С его помощью в 2000—2005 гг. на Куполе С пробурена скважина глубиной 3270 м [6]. Исследование керна показало, что с забоя поднят лед возрастом 890 тыс. лет.

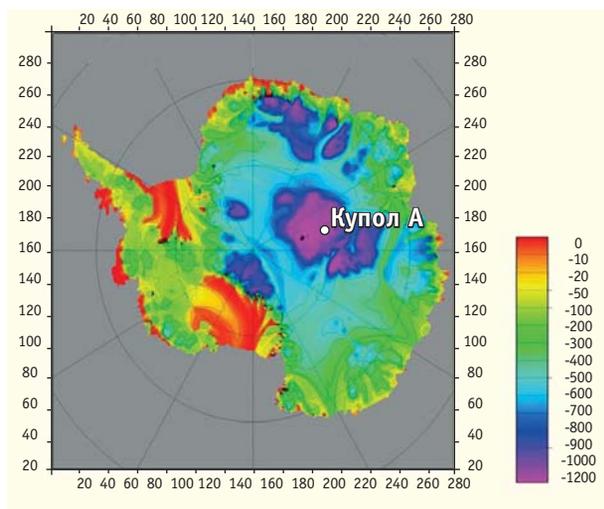
В январе 2006 г. на немецкой сезонной базе Конен специалисты Института полярных и морских исследований им. А.Вегенера AWI (Alfred Wegener Institut fuer Polar und Meeresforschung) завершили бурение еще одной скважины по проекту EPICA [7]. На глубине 2774 м при подходе к подледниковому ложу были вскрыты водные отложения. Извлеченный на поверхность буровой снаряд и примыкающая к нему часть грузонесущего кабеля оказались покрытыми «ледяной бородой» — первым образцом подледниковой воды. Проникнув в скважину и вытеснив промывочную жидкость, вода поднялась на высоту примерно 80 м.

Тем же буровым снарядом (но его укороченной версией) в летние сезоны 2004—2008 гг. на Куполе



Образцы керна, полученные при отклонении скважины 5Г-1 на станции Восток (2009)

Фото Н.И.Васильева



Возраст Антарктического льда (тыс. лет) на глубине 98.5% от его мощности [3].



Географическое расположение Купола А и точек бурения геологических скважин в Антарктиде.

Talos была пробурена скважина глубиной 1620 м. По геофизическим данным мощность ледника в этой точке оценивалась в 1550 м, и весь полевой сезон 2007—2008 г. прошел в поисках границы между льдом и горными породами. Ложе ледника так и не было встречено, и бурение пришлось остановить в связи с нехваткой запасов промывочной жидкости. По уточненным данным мощность льда здесь прогнозируется равной 1795 м, но достичь этой глубины не удалось в связи с завершением финансирования проекта.

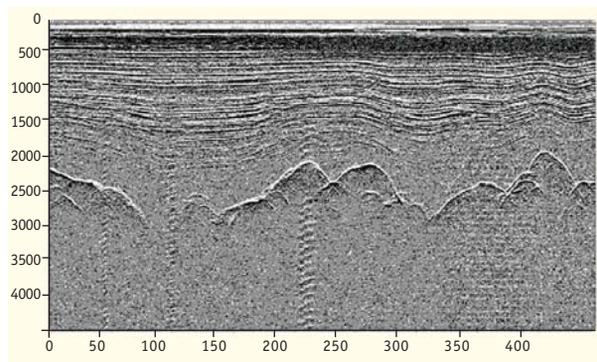
Для бурения скважины на Куполе F японскими инженерами разработан электромеханический снаряд JARE, в котором внутренняя колонковая труба выполнена в виде шнека, работающего в залитой скважине как архимедов винт. Глубина пробуренной им скважины к окончанию сезона 2006—2007 г. составила 3030 м. Однако работы были остановлены в связи с проблемами при бурении «теплого» льда в непосредственной близости от подледникового ложа [8].

О бурении глубокой скважины 5Г—1 на российской станции Восток мы уже рассказывали в предыдущих публикациях [7, 9]. В сезонный период 54-й Российской антарктической экспедиции (январь 2009 г.) на глубине 3640 м произошел прихват бурового снаряда, и мероприятия по его извлечению оказались неэффективными. Поэтому было принято решение начать отклонение ствола скважины выше аварийного участка. Оно выполнялось с использованием новой технологии — без установки ледяной пробки над аварийным отрезком ствола и с формированием серповидного керна практически на всем участке отклонения. Отклонение начато на глубине 3580 м, и на отметке 3598.6 м угол между осями старой скважины 5Г-1 и новой 5Г-2 составил 0.8°. Проходка нового ствола 5Г-2 продолжилась в летнем сезоне 55-й Российской антарктической экспедиции, и достигнута глубина 3650 м. Следующий этап научных исследований на станции

Восток предусматривает непосредственное проникновение скважины 5Г-2 в подледниковое озеро и получение проб озерной воды.

Новый проект глубокого бурения на ледоразделе западно-антарктического ледникового щита WAIS (West Antarctic Ice Sheet) предполагает получение керна последнего ледникового-межледникового цикла с максимально возможной разрешающей способностью. Специально для проекта Службой по бурению и отбору ледяного керна ICDS (Ice Coring and Drilling Services) из Университета Висконсин-Мэдисон (США) разработан оригинальный электромеханический буровой снаряд DISC (Drill for Deep Ice-Sheet Coring) [10].

Мощность ледникового покрова на сезонной базе Ледораздел WAIS значительно превышает ее абсолютную высоту и, согласно геофизическим данным, составляет примерно 3485 м. Бурение скважины здесь было начато в 2007 г., а в летний сезон 2009—2010 г. достигнута глубина 2564 м. По окончании бурения в скважине планируется забуривание нескольких наклонно-направленных 100-метровых стволов для получения дополнительных керновых проб в интервалах, которые представляют наибольший интерес



Данные радиозондирования в районе Купола А [12].

для геолого-гляциологических исследований. Отклонение и бурение дополнительных стволов будет осуществляться укороченным электромеханическим снарядом DISC с колонковым набором меньшего диаметра. Эти работы намечены на сезон 2011—2012 гг.

Несмотря на значительный объем проведенных в Антарктиде буровых работ, задача получения льда с возрастом не менее 1.2 млн лет так и не была выполнена.

Точка бурения

Для получения самого древнего антарктического льда точка бурения должна находиться в районе с максимальной мощностью ледяного покрова, минимальной скоростью его движения, низким снегонакоплением и незначительным плавлением льда на ложе. В действительности только небольшая внутриконтинентальная область Антарктиды может соответствовать этим требованиям. Моделирование возраста льда показывает, что подходящий район расположен на высочайшем антарктическом плато — так называемом Куполе А. Название плато было дано экспедицией Института полярных исследований им. Р.Скотта, проводившей самолетное радиозондирование в этом районе, в честь многоглазого мифологического великана Аргуса. В дальнейшем плато стало называться Куполом А. Стоит отметить, что в Восточной Антарктиде имеются и другие более низкие плато — Купола В, С и F.

По данным спутниковой альтиметрии Купол А представляет собой возвышенность с плоской вершиной в виде водяной капли шириной 10—15 км и длиной примерно 60 км, вытянутую в направлении с северо-востока на юго-запад. Перепады высот на плато составляют всего несколько метров. Самая высокая точка Купола А и всего антарктического ледникового щита расположена в его северной части на высоте 4093 м над уровнем моря. Под плато находится уникальный геологический комплекс — горы Гамбурцева. Этот хребет был открыт Советской антарктической экспедицией в 1958 г. и назван в честь советского геофизика академика Г.А.Гамбурцева. Предполагается, что именно здесь 30—40 млн. лет



Проект главного здания станции Куньлунь [12].



Первое здание внутриконтинентальной станции Куньлунь. <http://www.most.gov.cn>

назад образовались первые горные ледники, ставшие «зародышем» будущего антарктического ледникового покрова.

Купол А — одно из самых труднодоступных и холодных мест на планете. Считается, что температура воздуха здесь может опускаться до -90 – -100°C ниже нуля. Здесь же находится так называемый Полюс относительной недоступности — наиболее удаленная от побережья Южного океана точка континента.

Снегонакопление в районе Купола А крайне низкое — 23 мм в эквиваленте воды/год [11]. По данным радиозондирования толщина ледникового покрова на Куполе А составляет 3139 м, и его слои залегают горизонтально (рис.8). Проведенные исследования подтверждают, что Купол А — идеальное место для бурения глубокой скважины с целью извлечения самого древнего антарктического льда.

Китайская станция Куньлунь

18 января 2005 года санно-гусеничный поход Китайской национальной антарктической экспедиции CHINARE (Chinese National Antarctic Research Expedition), стартовав на прибрежной станции Жонгшан, впервые достиг Купола А. Здесь была установлена автоматическая метеостанция. По ее данным среднегодовая температура воздуха составила $58,4^{\circ}\text{C}$, а минимальная — минус $82,5^{\circ}\text{C}$ (27 июля 2005 г.)*. Кроме того, зафиксированы высокая разреженность воздуха с атмосферным давлением 550—590 гПа и легкие ветры со скоростью 2—4 м/с. Уровень снежного покрова в течение 2005 г. повысился на 110 мм, а 2006 г. — на 50 мм.

В 2009 г. второй китайский санно-гусеничный поход доставил на Купол А научное оборудование и необходимые модули для строительства. Вскоре в 7,3 км к юго-западу от высочайшей отметки Купола А, на высоте 4087 м над уровнем моря было построено первое здание внутриконтинентальной ки-

* Самая низкая температура на планете зарегистрирована 21 июля 1983 г. на российской антарктической станции Восток и составляет $\approx 89,2^{\circ}\text{C}$.



Проект жилой комнаты (слева) и рабочего офиса (справа) в главном здании станции Куньлунь [12].

тайской станции Куньлунь с координатами 80°22' ю.ш., 77°21' в.д. Ее официальное открытие состоялось 2 февраля 2009 года.

Главное здание станции Куньлунь площадью 283 м² состоит из нескольких модулей. Жилой отсек рассчитан на длительное проживание 25 полярников и краткосрочное пребывание еще 15–20 специалистов. Здесь также находятся рабочий офис, каюткомпания, кухня, служебные помещения, лазарет и кладовая. Дизайн станции разработан в Архитектурной академии Университета Циньхуа [12].

Для защиты станции от снежных шлейфов основные здания построены на сваях. Воздушные потоки проходят под ними и не создают условий для снегоотложения. Учитывая, что период эксплуатации станции рассчитан на 25 лет, а максимальное снегонакопление здесь составляет 110 мм/г, можно предположить, что высота снежного покрова в конечном итоге увеличится на 2,75 м. Поэтому для строительства зданий высота свай выбрана равной 2,5 м.

Электроснабжение станции Куньлунь планируется проводить комбинированно: от дизель-генератора мощностью 100 кВт (предусматривается установка трех генераторов, работающих последовательно) и от солнечных батарей. Солнечная радиация в ясные дни антарктического лета достигает 40 МДж/м², и в это время солнечные батареи смогут вырабатывать не менее 50 кВт электроэнергии.

В ближайшем будущем на станции продолжится строительство дизель-электростанции, мастерской, буровой и кернохранилища. Общая площадь зданий станции составит 623 м². Около 1000 м² прилегающей территории будет отведено под хранение горючесмазочных и других материалов, и еще примерно 200 м² займет комплект солнечных батарей.

Сейчас станция Куньлунь работает только в летний сезон (декабрь-январь). Однако через несколько лет, когда будут построены все запланированные сооружения, установлены необходимые средства снабжения, отлажены пути транспортировки и логистики, она станет функционировать круглогодично.

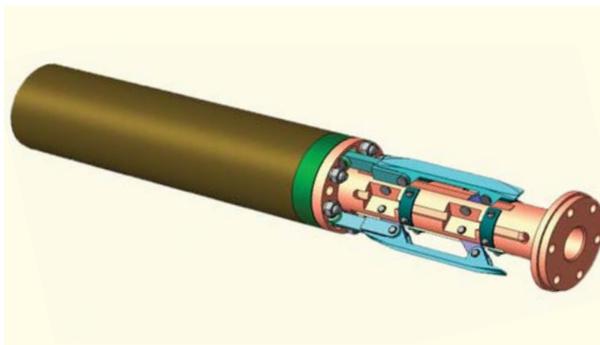
В самое ближайшее время на станции начнутся работы по сооружению глубокой скважины через всю толщину ледникового покрова с выходом на 10–15 м в подстилающие горные породы.

Проект глубокого бурения

Анализ разработанных на сегодняшний день конструкций и технологий бурения глубоких скважин во льду свидетельствует о несовершенной системе удаления и сбора шлама буровых снарядов, недостаточно надежном механизме контроля и управления процессом и неудовлетворительной экологичности промышленных жидкостей. Кроме того, трудноразрешимой задачей остается бурение подледниковых горных пород на достаточно большую глубину.

Для сооружения скважины на станции Куньлунь предполагается усовершенствовать технологию глубокого бурения льда и создать новый высокопроизводительный электромеханический снаряд на грузонесущем кабеле. Все узлы и составные части нового бурового оборудования будут разработаны с учетом последних достижений в области материаловедения, электроники и технологии машиностроения.

На первом этапе буровой снаряд и поверхностное оборудование планируется спроектировать в виде цифровых прототипов — трехмерных моделей, содержащих полное электронное описание с интегрированной информацией о гидравлической и электрической системах. Главное свойство цифрового прототипа — возможность имитации поведения изделия в реальных условиях еще до изготовления его опытного образца. Другими словами, он позволит не только увидеть трехмерную модель, но и оценить ее надежность и работоспособность при взаимодействии узлов



Трехмерная модель распорного устройства электромеханического снаряда на грузонесущем кабеле.

изделия как друг с другом, так и с гидравлическими и электрическими системами в среде будущего функционирования устройства. В Цзилинском университете — крупнейшем высшем учебном заведении Китая — уже сделаны первые шаги по созданию цифрового прототипа бурового снаряда.

Еще одна крайне важная задача — предотвращение или минимизация воздействия нового глубокого бурения на окружающую среду. Согласно Статье 3 Протокола по защите окружающей среды Договора об Антарктике, который вступил в силу 14 января 1998 г., «защита окружающей среды Антарктики и ассоциированных экосистем должна стать основным правилом при планировании и проведении любой деятельности в районе действия Договора об Антарктике».

Основной источник экологической опасности при бурении — это компоненты промывочных жидкостей (керосины, этиленовые углеводороды, хлорфторуглероды, эфиры и спирты). Ни одна из используемых в настоящее время жидкостей не удовлетворяет требованиям безопасного бурения скважин во льду. Мероприятия по снижению загрязнения природной среды будут направлены, во-первых, на поиск более экологических компонентов уже существующих рецептур промывочных жидкостей и, во-вторых, на разработку новых рецептур.

Наиболее перспективным представляется использование в качестве промывочных жидкостей новых современных синтетических полимеров — кремнийорганических соединений, среди которых специфическим требованием бурения удовлетворяет небольшой класс низкомолекулярных олигодиметилсилоксановых жидкостей [13]. Эти бесцветные прозрачные соединения обладают гидрофобностью и физико-химической инертностью, имеют низкую темпера-

туру застывания и сохраняют текучесть в широком интервале температур. Олигодиметилсилоксановые жидкости безвредны для здоровья человека, для них не установлены какие-либо предельно допустимые концентрации. Однако окончательный вывод об их пригодности к использованию может быть сделан только после экспериментов непосредственно в буровой скважине.

Помимо отмеченных выше, существует большой круг технико-технологических задач, требующих решения для реализации столь грандиозного проекта. Это разработка технологии бурения так называемого «теплого» льда, проектирование технических средств для наклонно-направленного бурения, совершенствование методов эффективного управления горным давлением ледяной толщи и многие другие.

Большая научная значимость получения древнейшего льда Антарктиды была впервые отмечена научным сообществом на симпозиуме «Международное сотрудничество в области исследований ледяных кернов» (International Partnership for Ice Core Sciences — IPICS), который состоялся в марте 2004 г. в Алгонкском региональном парке США [14]. В дальнейшем неоднократно обсуждалась возможность выполнения проекта глубокого бурения за счет объединения усилий крупнейших научных фондов США, Европы и Азии. Однако последствия мирового финансового кризиса, сказавшиеся на финансировании научных проектов, не дали возможности воплотиться этим начинаниям. В настоящее время выполнение проекта начато при поддержке, главным образом, Государственной океанической администрации Китая, а участие научных организаций Старого и Нового света пока находится в стадии обсуждения. ■

Литература

1. *Augustin L., Barbante C., Barnes P.R.F. et al.* Eight glacial cycles from an Antarctic ice core // *Nature*. 2004. V.429. №6992. P.623–628.
2. *Hönisch B., Hemming N.G., Archer D. et al.* Atmospheric carbon dioxide concentration across the mid-Pleistocene transition // *Science*. 2009. V.324. №5934. P.1551–1554.
3. The oldest ice core: A 1.5 million year record of climate and greenhouse gases from Antarctica // *IPICS Science and outline implementation plan*. Vienna, 2008. 30 p.
4. *Ueda H.T., Garfield D.E.* Core drilling through the Antarctic ice sheet. USA CRREL Tech. Rep. 231. Hanover, 1969.
5. *Morgan V., Wehrle E., Fleming A. et al.* Technical aspects of deep ice drilling on Law Dome // *Mem. of National Institute of Polar Research (Japan)*. 1994. Spec. Issue №49. P.78–86.
6. *Augustin L., Panichi S., Frascati F.* EPICA Dome C 2 drilling operations: performances, difficulties, results // *Annals of Glaciology*. 2007. V.47. P.68–72.
7. *Талалай П.Г.* Проникновение в подледниковые озера: планы и реальность // *Природа*. 2006. №9. С.45–53.
8. *Motoyama H.* The Second Deep Ice Coring Project at Dome Fuji, Antarctica // *Scientific Drilling*. 2007. V.5. P.41–43.
9. *Талалай П.Г.* Долгий путь сквозь льды Антарктиды // *Природа*. 2003. №9. С.34–45.
10. *Shturmakov A.J., Lebar D.A., Mason W.P. et al.* A new 122 mm electromechanical drill for deep ice-sheet coring (DISC): 1. Design concepts // *Annals of Glaciology*. 2007. V.47. P.28–34.
11. *Hou S.-G., Li Y.-S., Xiao C.-D. and Ren J.-W.* Recent accumulation rate at Dome A, Antarctica // *Chinese Science Bulletin*. 2007. №52(3). P.428–431.
12. Proposed construction and operation of the new Chinese Dome A Station, Dome A, Antarctica. Draft comprehensive environmental evaluation // *Chinese Arctic and Antarctic Administration*. 2008.
13. *Чистяков В.К., Талалай П.Г.* Экологические проблемы бурения в Антарктиде // *Российская наука: Грани творчества на грани веков: Сб. науч.-популярн. статей / Под ред. акад. В.П.Скулачева. М., 2000. С.374–382.*
14. *Талалай П.Г.* Очередной шаг к исследованию древнего льда Антарктиды // *Природа*. 2004. №8. С.84–85.

Подгорные пустыни Иранского нагорья

В.П.Чичагов

Приведенные в эпиграфе слова поэта расширяют представление о языке как основном средстве общения человечества, включая в понятие «язык» взаимодействие человека и природы, их взаимопонимание. Эти представления относятся к регионам и землям древнего освоения, а среди них — к подгорным равнинам. Они богаты водой, защищены от сильных ветров и издревле образуют полосы жизни, обрамляющие подножья гор [1].

Начало пустыни

В 2008 г. для изучения афроазиатского аридного пояса и особенностей его антропогенного опустынивания [2] мне довелось совершить путешествие по Ирану и познакомиться с подгорными пустынями. Они начинаются на севере, у подножий высокогорного хребта Эльбурс, и окаймляют наиболее крупные и известные межгорные — безжизненные, лишенные пресной воды пустыни Деште-Кевир (Большая Соляная) и Деште-Лут. Кроме профессионального интереса к изучению аридной геоморфологии [2] меня, как и многих русских, привлекал Иран, наследник древней Персии, давний сосед и партнер России. Связи между нашими странами начались с незапамятных времен. Русские купцы торговали в Персии, их караваны доходили до Багдада. Персы издавна пересекали Каспийское море для торговли в Астрахани и Нижнем Новгороде, путешествовали по Волге, которую арабы в древности называли Ра, приравнивая

© Чичагов В.П., 2011

*Не то, что мните вы, природа:
Не слепок, не бездушный лик —
В ней есть душа, в ней есть свобода,
В ней есть любовь, в ней есть язык...*

Ф.И.Тютчев



Валерий Павлович Чичагов, доктор географических наук, главный научный сотрудник Института географии РАН, заместитель председателя Геоморфологической комиссии РАН. Область научных интересов — геоморфология и четвертичная геология, современное опустынивание. В последние годы выпустил книги «История сезонно-засушливых равнин тропиков Юго-Восточной Азии» (М., 2009) и «Аридная геоморфология. Антропогенные платформенные равнины» (М., 2010). Публикуется в «Природе» с 1957 г.

ее значение к Нилу. Многие российские ученые начиная с XIX в. изучали природу Ирана — Н.В.Ханыков, К.И.Богданович, Н.И.Вавилов, Е.В.Павловский, М.П.Петров и др.

С Ираном обычно ассоциируются субтропические равнины Южного Прикаспия, высокий хребет Эльбурс со снежно-ледниковой шапкой вулкана Демавенд, Загрос с характерными овальной формы хребтами, напоминающими халцедоны в разрезе, Большая Соляная пустыня и расположенная южнее каменистая, с песчаными массивами, пустыня Деште-Лут, наконец, Персидский залив, открывающийся в Индийский океан Оманским заливом. Вспоминаются легендарные мегаполисы древности — Персеполис и Пасаргады, Шираз и Исфаган и, конечно же, современная молодая столица Ирана — 12-миллионный Тегеран, выстроенный вблизи города Рэй, древней столицы страны, на засушливой подгорной наклонной пустыне и неуклонно застраивающийся вверх по южному склону Эльбурса.

Горы и равнины

В рельефе Ирана сложно взаимодействуют поднятия и расположенные между ними равнины. Наиболее крупная из них — Иранское нагорье (рис.1). С севера и юга оно обрамлено высоким, сильно расчлененным горным рельефом, южная ветвь которого — хребты системы Загроса, а северная — монолитный Эльбурс, входящий в состав Средиземноморского альпийского орогенного пояса. Эльбурс представляет собой молодое в геологическом смысле, раннеплейстоценовое высокогорное поднятие, испытывающее в современную эпоху интенсивное воздымание и надвиг на юг, в сторону нагорья. Современная геодинамика Эльбурса и его подгорных равнин весьма активна. Здесь энергично проявляются дифференцированные современные тектонические движения и сейсмо-тектонические процессы — часты землетрясения, формируются солянокупольные структуры (рис.2). Кроме того, разнообразны техногенные

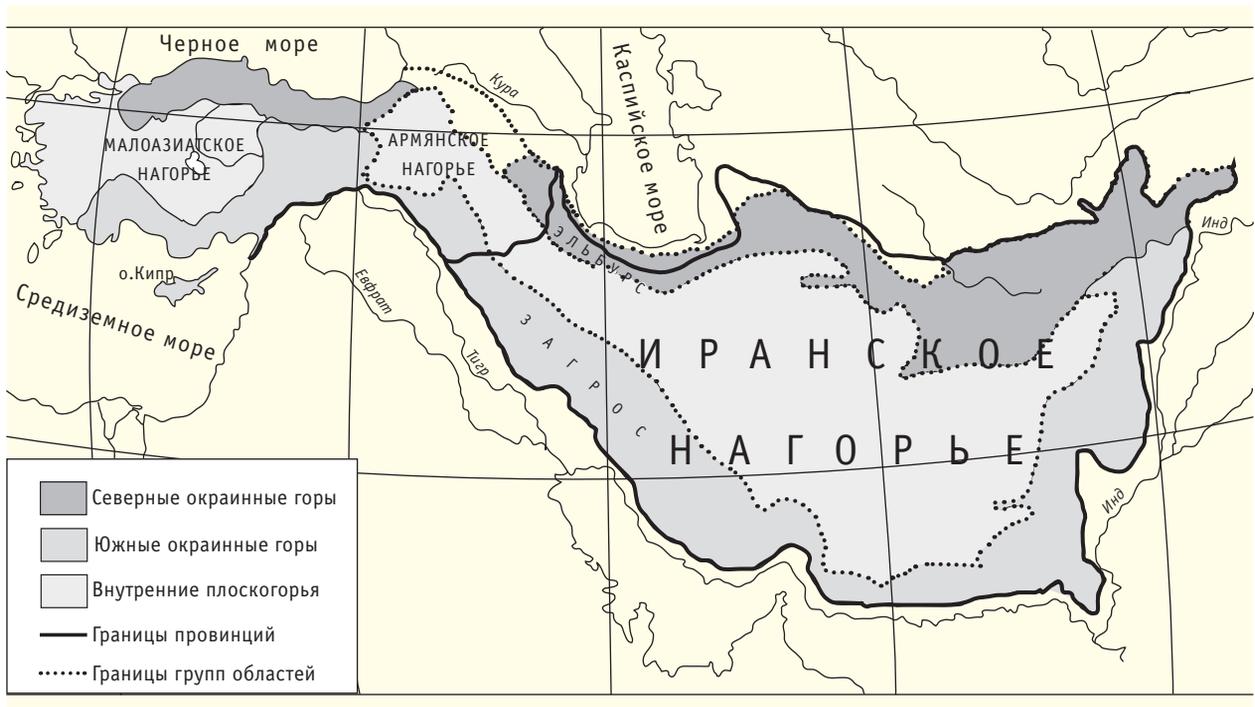


Рис.1. Физико-географические провинции Передне-Азиатских нагорий [3].

деформации (просадки, провалы и др.), связанные с откачкой нефти, воды, с созданием подземных выработок. Сам хребет таит в себе природные «бомбы замедленного действия» — заснувшие, но способные к извержениям вулканы. Высшая точка Эльбурса, гора Демавенд (5604 м), как и Эльбрус (*часто путают! — ВЧ*) на Большом Кавказе, — крупный заснувший вулкан.

В ледниковую эпоху Демавенд вместе со второй по высоте вершиной, горой Барир (4805 м), подверглись оледенению. С их вершин на юг, в сторону Иранского нагорья, спускались ледники протяженностью до 11 км. Талые ледниковые воды бурными реками прорезали в горах узкие, глубокие ущелья, которые буквально «распиливали» хребет на части и выносили в прилегающую с юга пустыню огромные массы обломочного материала в виде пролювиальных конусов выноса. В то время в смежных областях пустыни создавалась густая сеть речных долин (ныне сухих) — например, в котловине крупного озера Дерьячейе-Немек.

Поздней осенью 2008 г. озера высохли, и на их донных поверхностях белели пятна солончаков. Среди сухих речных долин различались два типа — современные и предшествующие им позднплейстоценовые. С самолета и на космических снимках видно, что современные, узкие линейные, долины имеют в основном широтное простирание, четко выражены и образуют в рельефе густую паутину. В их пределах сильные ветры удалили песчаные отложения. Древние долины выражены в рельефе хуже, так как в большинстве занесены эоловыми песками.

Они словно просвечивают из-под сплошного покрова песков пустыни, который вуалирует их детали. Эти долины более широкие, плоскодонные, включают серию котловин мелких соленых озер. Они имеют меридиональную ориентировку, располагаясь перпендикулярно к современным долинам. Перестройка эрозионной сети произошла в связи с резкой активизацией поднятия Эльбурса и усилившейся аридизацией климата.



Рис.2. Соляной купол у подножья Эльбурса.

Фото автора

Подгорные равнины

В процессе быстрого поднятия Эльбурса стекавшие с него реки выдвигали на юг обширные конусы выноса (рис.3), сложенные каменными глыбами, щебнем и гравием. От гор к равнинам крупность обломков закономерно уменьшалась, и в пределы равнин выносились, отлагаясь последовательно, гравий, песок и глинистый материал.

Подгорные пролювиальные равнины распространены вдоль южного подножья Эльбурса и низкогорных поднятий Северо-Восточного Ирана (Хорасана) — хребта Кухе-Сорх (3019 м), Копетдага (3117 м) и расположенных между ними хребтов Джагатай (2955 м), Биналуд (3314 м) и др. Южная граница их распространения представляет зону, расположенную по обе стороны параллели 35°с.ш. Рельеф подгорных равнин здесь формируется в условиях пустыни, но с повышенным среднегодовым количеством осадков — от 200 до 500 мм с максимумом в зимнее время. Одна из особенностей его в том, что северные склоны поднятий более обводнены и увлажнены, чем южные. Здесь, по данным исследований иранских ученых, нередко оползни, обычно несвойственные пустыням. Оползневые массы выпихивают рыхлые отложения прилегающих участков равнины [5]. Другая особенность рассматриваемых равнин заключается в излиянии подземных вод из конусов выноса на расположенную ниже смежную равнину. Концевые разливы водотоков формируют там сложенную песками и суглинками периферийную, застойноводную фацию пролювия и местами образуют плайи — замкнутые заболоченные понижения. Третья особенность состоит в преобладании

процессов дефляции — повсеместного развевания рыхлых отложений ветрами — и в локальном проявлении песчаной аккумуляции.

Образование подгорных пролювиальных отложений связано с четырьмя этапами поднятия Эльбурса. На наиболее изученной Тегеранской подгорной равнине развиты четыре пролювиальные свиты: хезардарех, кохризакский аллювий, хорремабадский аллювий и тегеранский аллювий [6]. Время их образования охватывает интервал от конца плиоцена до среднего голоцена. Взаиморасположение этих свит весьма разнообразно, сильно изменчиво по падению и простирацию древних конусов выноса и в зависимости от исходного рельефа.

Южнее Эльбурса крупные, крутые конусы выноса замещаются наклонными, преимущественно скальными равнинами (даштами) с небольшими, пологими разрозненными конусами, сложенными более мелкими обломками. Их поверхность носит следы размыва поверхностными водами и местами отшлифована песчаными потоками бешеных ветров. Ниже них во впадинах расположены плоские, с горизонтальными поверхностями глинистые равнины — даги и засоленные — кевиры.

Основное внимание уделялось изучению наклонных равнин — даштов. Равнины этого типа впервые были описаны в пустынях Аризоны (США) и в мировой научной литературе получили название педиментов. В отличие от пенеппенов, разрушающих и снижающих рельеф сверху, педименты разрушают его «сбоку»: они словно «съедают» горы, наступая на них с противоположных склонов. В процессе их эволюции были уничтожены горные поднятия периферии Иранского нагорья, на месте которых сформировался низкий,

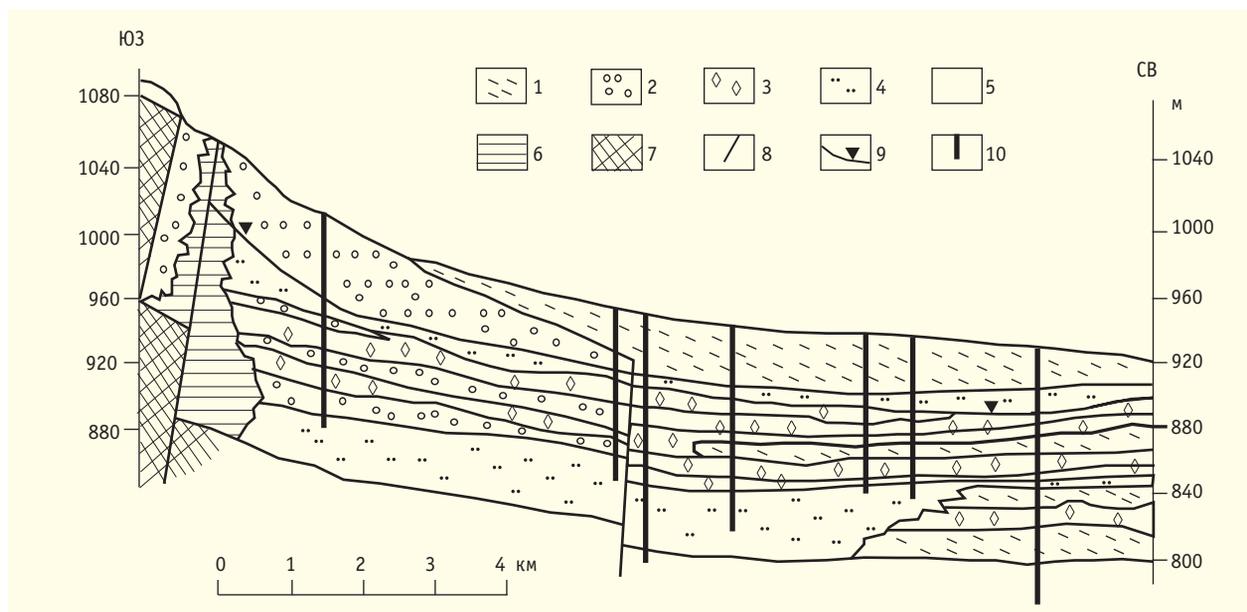


Рис.3. Разрез конуса выноса [4]. 1—6 — четвертичные отложения: 1 — суглинки, алевритистые и жирные глины, 2 — галечники, щебни с суглинистым заполнителем; 3 — галечники, щебни с песчаным и суглинистым заполнителем, 4 — песок алевритистый, 5 — конгломераты, 6 — травертины; 7 — олигоцен-миоценовые известняки; 8 — разрывные нарушения; 9 — уровень подземных вод; 10 — скважины.

сильно выровненный рельеф скальных гряд, холмов и островных гор, утопающих в педиментах. Слившиеся педименты образуют обширные денудационные равнины — педиплены с характерным рельефом мелкосопочника и бедленда. Поверхностные реки здесь маловодны и редки, зато широко развита подземная гидрографическая сеть.

В формировании даштов-педиментов и педипленов велика роль эоловой деятельности. Ветры на Иранском нагорье дуют практически повсеместно и во все сезоны. Преобладают два направления — с северо-запада и юго-запада. Типичны и сильные местные ветры, например, шемал на побережье Персидского залива и достигающий ураганной силы «ветер ста двадцати дней» в пределах нагорья.

В юго-восточной части Ирана длительный ветровой перенос создал обширные массивы эоловых песков с барханным рельефом. Наряду с аккумулятивными эоловыми процессами здесь интенсивно протекает дефляция. Ветропесчаные потоки шлифуют и расчленяют скальные поверхности даштов, создают крутосклонные ложбины, напоминающие марсианские ярданги. Они подрезают основания каменных построек, одновременно выравнивают рельеф на одних участках и расчленяют на других. С постоянством эоловых процессов на подгорных равнинах может сравниться деструктивная деятельность человека.

Морфология и генезис подгорных равнин. Различаются аккумулятивные дашты, сложенные валунами, галькой и щебнем конусов выноса, и скальные с маломощным чехлом рыхлых отложений. Их морфология разнообразна, но наиболее широко распространены подгорные педименты.

Педименты южных крутых подножий Эльбурса (Северный Иран) имеют подгорный характер, характеризуются наибольшей крутизной до $5-6^\circ$ и относительными высотами рельефа до 200–250 м. Они отличаются сравнительно небольшой протяженностью, разрозненностью и обилием скальных островных гор, гряд и холмов. Их поверхность покрыта маломощным чехлом мелких обломков и щебня скальных пород с песчано-лессовым заполнителем. В нижней части педимент переходит в распластанный, выположенный конус выноса, который сливается с плоской поверхностью пустыни Деште-Кевир. Это активно развивающиеся современные педименты, которые формируются во фронтальной части испытывающего надвиг на юг Эльбурса.

Педименты Хорасана (Северо-Восточный Иран) представлены двумя типами — подгорными и равнинными. Под крутыми склонами развиты типичные, активно формирующиеся подгорные педименты крутизной $2-3^\circ$ и высотой 100–200 м, которые состоят из скальной и аккумулятивной частей. Они образуют ярус современного рельефа и опираются на межгорную равнину днища Кучано-Мешхедской впадины. В пределах равнины значительные площади занимают ареалы низкого, малоамплитудного (до 100 м), денудационного рельефа. Он представлен сильно уплощенными поднятиями с извилистыми контурами



Рис.4. Космический снимок типичного эрозионно-дефляционного останца в пределах педиплена.

и пологими склонами протяженностью в несколько километров, широкими и узкими грядами, островными горами и разрозненными скальными останцами (рис.4). Здесь развиты длинные, пологие, остановившиеся в своем развитии педименты. Педименты противоположных склонов соединяются широкими перевалами с дефляционными поверхностями. Денудационный рельеф Хорасана имеет дряхлый облик, он значительно выровнен и сильно разрушен. Это, по сути дела, реликтовый каркас древнего — исходного, некогда более высокого и расчлененного рельефа низких гор и мелкогорий. Судя по широкому распространению позднеплиоценовых красноцветов, возраст его может быть отнесен к позднему плиоцену.

Хорасан — область интенсивной ветровой деятельности. Поверхности педиментов нередко занесены перевеваемыми эоловыми песками мощностью до метра. Энергия ветров постоянных направлений и скоростей здесь успешно используется ветроэнергетическими установками.

Педименты южной и юго-западной окраины пустыни Деште-Кевир (Центральный Иран) представлены подгорными, перевальными и долинными. Подгорные педименты крутизной до $5-7^\circ$ оконтуривают северо-восточные склоны хребта Кухбенан (рис.5). Они имеют однообразное строение и значительную протяженность, выдвигаясь на несколько километров на равнину пустыни и «обтекаемая» разрушаемые ими островные горы и гряды. Местами здесь встречаются широкие пологие конусы выноса в нижних частях педиментов. В них на глубинах от 12 до 20 м, редко более, текут потоки пресных и слабосоленых вод, способные заполнить подземные водохранилища. В районе г.Иездя наблюдал постоянный поток, текущий на глубине 18 м и снабжающий город водой. Широко распространены долинны педименты — широкие ($3-5$ км) пологие ($2-3^\circ$) наклонные равнины с поразительно монотонной — плоской, практически не расчлененной эрозией поверхностью, всюду перекрытой чехлом эоловых отложений. Они значительно расширили впадины и долины сухих рек — например,



Рис.5. Космический снимок широких подгорных педиментов и плоских песчаных подгорных равнин на южной окраине пустыни Деште-Кевир в районе г.Иезд.

широкую впадину, дренируемую р.Шураб. О контурах некоторых из них можно судить по видимым с воздуха и на космических снимках прямым линиям черных точек — смотровых колодцев кяризов.

Экстрааридные педименты равнин межгорных впадин Загроса (Южный Иран) были обследованы в треугольнике с вершинами в городах Шираз, Йезд и Исфаган. По разнообразию и морфологии они резко отличаются от рассмотренных выше педиментов. Здесь, в условиях межгорных тектонических впадин разной ширины и протяженности, развиты подгорные, перевальные, островные педименты; педименты-конусы и педименты-заливы.

Педименты-заливы с наклонными поверхностями крутизной от 5–7 до 12–15° глубоко (до 300–700 м) проникают в горные склоны из долин редких рек. Их висячие устья не опираются на днища впадин и долин, а переходят в них крутыми короткими склонами. Педименты-заливы имеют плоские и местами пологовогнутые днища без следов эрозионных врезов. Их плановые очертания чрезвычайно разнообразны, одни оконтурены прямыми линиями и имеют ящикообразную форму, другие приобретают вид открытого залива, третьи напоминают бассейны неправильной округлой формы с узким горлом в нижней части. В отдельных случаях верховья педиментов-заливов противоположных склонов низкорослых узких линейных хребтов сближаются, образуя перевальные педименты.

Педименты-конусы протяженностью до 200–300 м и крутизной до 5° развиты у подножий невысоких хребтов и гряд. Они опираются на поверхность днищ тектонических впадин и обычно разобщены. Наиболее часто встречаются скальные, отшлифованные ветропесчаными потоками поверхности, реже — покрытые тонким панцирем мелкообломочно-гравийного (остаточно-дефляционного) материала. Этот тип педиментов интенсивно формируется в современную эпоху.

Островные педименты — короткие (до 70–100 м) и крутые (до 8°), окаймляют подножья редких остаточных гор, расположенных в широких днищах

тектонических впадин или расширених долин крупных рек. Крутосклонные островные горы увенчаны броней горизонтальных пластов устойчивых метаморфических пород, ороговикованных известняков и песчаников. Их поперечные профили всегда асимметричны. На плоских кровлях нередко расположены руины древних цитаделей, а на их склонах — россыпи крупных выветрелых обломков строений.

Перевальные педименты двух типов — низкие и высокие — пересекают отдельные низкорослые хребты, закладываясь преимущественно вдоль зон древних разломов и зон повышенной трещиноватости. Они имеют разную ширину — от 100 до 600 м и постоянную крутизну около 5–7°. Наиболее распространены низкие, поверхность которых возвышается над смежными впадинами менее чем на 100–150 м. Иногда самые низкие из них образуют между разрушенными горными массивами широкие пологие проходы с плоскими днищами, которые издревле используются для прокладки и функционирования дорог и в военных целях. Перевальные педименты продолжают активно развиваться в современную эпоху. В водораздельной зоне хребтов они нередко имеют вид широких плоскодонных древних долин.

Подгорные педименты и педиллены развиты практически повсеместно. Они образуют на отдельных участках прерывистые, на других — непрерывные полосы, окаймляющие подножья горных хребтов. Преобладают широкие (до 1–2 км) и пологие (3–7°) педименты. В широких тектонических впадинах их субаллювиальные бенчи — длинные пологие конусы выноса — распространяются в пределы равнин, имеющих рельеф педилленов с интенсивной дефляционной скульптурой. На протяжении десятков километров развит рельеф значительно выположенных низких (до 100–150 м) поднятий. Их вершинные поверхности большей частью скальные, реже покрыты маломощным чехлом обломков, образующих незавершенную гамаду. Поднятия расчленены перевальными педиментами, которые книзу часто трансформируются в единичные педименты-конусы. Иногда, как следствие прерывистого поднятия региона, образуются два или даже три яруса таких педиментов.

Характер распространения педиментов и фрагментов педиллена свидетельствует о громадных масштабах разрушения ими горных сооружений. Практически все окружающие Иранское нагорье низкие, утопающие в педиментах горные поднятия представляют лишь остовы, каркасы исходных тектонических структур — сводовых и блоковых поднятий.

Антропогенные преобразования подгорных равнин

Использование поверхностных и подземных вод. Несмотря на внешнюю безжизненность и засухливость, дашты многие тысячелетия снабжали и по сей день продолжают снабжать население аридных регионов глубинными и подповерхностными подземными водами.

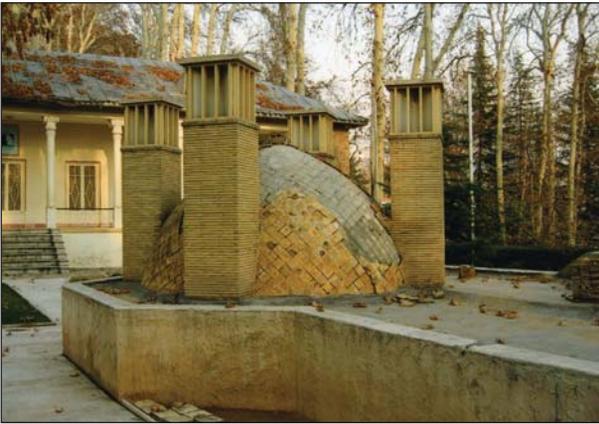


Рис.6. Сардоб — крытое проветриваемое хранилище пресной воды.

Здесь и далее фото автора

Первые изливаются из зон тектонических нарушений, вторые относятся к реликтам гидрографической сети климатического оптимума среднего голоцена (8—6 тыс. лет назад). Его начало было отмечено крупными наводнениями, отложившими в Месопотамии толщи речного ила мощностью до 3 м. Эта эпоха характеризовалась развитием рек и озер, по склонам гор — лесов и кустарников, а также зарождением, развитием и расцветом человеческого общества.

Комфортная для деятельности человека среда среднего голоцена вскоре сменилась засушливыми условиями экстрааридной пустыни. Наиболее острой стала проблема добычи и хранения пресной воды. Без нее в пустыне нет жизни. Воду заготавливали впрок. На склонах Эльбурса, например, использовали талую воду, набивая снег в *сардоб* — крытое проветриваемое хранилище (рис.6). Некоторые из сардобов, построенных в XI—XII вв. в районе древнего города Мерв, хранили ливневую воду. Для сбора дождей вод сооружали капитальные колодцы (рис.7). На глинистых плоских равнинах пересыхающих озер — такырах — рыли



Рис.7. Колодец, облицованный каменной кладкой.

неглубокие (до 1,5 м) ямы — мелкие временные колодцы. В крупных песчаных пустынях, например Каракумах, где в наши дни эксплуатируются более 20 тыс. колодцев, население вынуждено доставать воду с больших глубин. Здесь отдельные «колодцы-рекордсмены» достигают 200—300-метровой глубины.

Еще более удивительны созданные человеком линейные подземные водопроводы — кяризы, что в переводе с персидского означает «подземная галерея» (рис.8). На северо-востоке Ирана (в Хорасане), на межгорных равнинах системы Туркмено-Хорасанских гор, в предгорьях Копетдага, Большого Балхана и Курендага эти грандиозные гидротехнические сооружения начали создаваться еще в глубокой древности. Кяризы собирали воду со склонов гор, транспортировали ее под небольшим, тщательно рассчитанным углом и выводили на поверхность для орошения полей. В тех подгорных пустынях, где подземные воды были единственным источником пресной воды, плотность кяризов увеличивалась и они создавали сложную антропогенно-гидрогеологическую инфраструктуру.

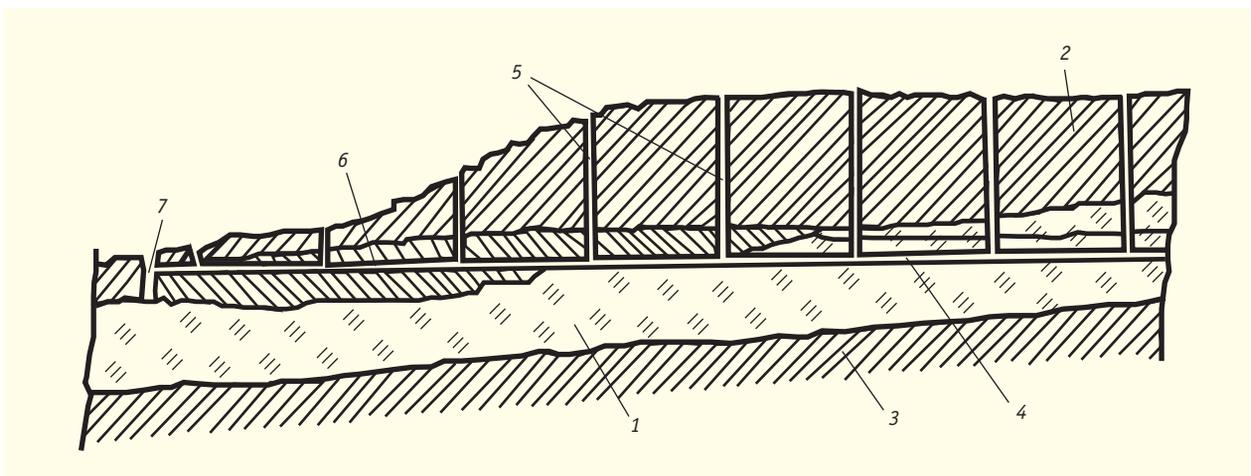


Рис.8. Устройство кяриза. 1 — водоносный пласт, 2 — песок, 3 — глина, 4 — водосборная галерея, 5 — вертикальные смотровые колодцы, 6 — водопроводящая галерея, 7 — водоотводный канал.



Рис.9. Пустынная река Банд-Эмир, вяло текущая по педилену в районе Пасаргад.

Протяженность галерей с колодцами достигала 3—4 км. Кяризы строились на века, создавались в плотных глинистых породах, их кровля и стены укреплялись каменной кладкой и стволами деревьев. В процессе эксплуатации отдельные кяризы превращались в тоннели. Они становились убежищами от часто случавшихся здесь землетрясений. Много легенд создано о тоннелях Копетдага: будто бы по наиболее крупным из них проходили конные отряды воинственных туркмен, совершавших набеги на Хорасан; будто бы в таинственных кяризах спрятаны несметные сокровища.

Кяризы остались рукотворным памятником древнего ирригационно-технического строительства. На их создание был затрачен труд многих поколений людей. До сих пор эта уникальная система орошения оправдывает свое назначение в засушливых районах обширного афро-азиатского аридного пояса.

Древние города на подгорных равнинах. В отдельных областях по прилегающим к даштам равнинам текут небольшие речки — убогие наследницы среднеголоценовых рек. Издревле сочетание источников поверхностных и подземных вод было оптимальным для населенных пунктов и древних городов, наиболее крупными и известными из которых были Пальмира и Ниневия, Пасаргады и Персеполис. В пределах Иранского нагорья сохранились руины двух последних, возникших в эпоху расцвета Персидской империи (521 и 486 гг. до н.э.), когда занятые ею территории достигли максимальных размеров.

Пасаргады — «Крепость Персии» — наиболее древняя столица Персидской империи эпохи Ахеменидов, основанная Киром II Великим (?—530 гг. до н.э.). Город создан на педилене — равнинном рельефе

с холмистыми участками. Он занимал обширную территорию по берегам широкой, неглубоко (3—5 м) врезанной долины р.Банд-Эмир (рис.9). Город имел сложную инфраструктуру, был обнесен стенами со сторожевыми башнями. Господствующую высоту занимали построенные из каменных блоков дворец Кира и хорошо укрепленная цитадель. Вблизи находились алтари, а поодаль — большое здание тюрьмы, огромный парк с ботаническим садом, караван-сарай, рынок, торговые и жилые районы. На открытой речной равнине располагалась монументальная гробница Кира (рис.10). Воды Банд-Эмира на территории Пасаргад были разобраны для создания густой сети каналов и арыков. Город длительное время функционировал как крупный узловой столичный центр, связанный дорожной сетью с северными регионами Индии и современным Пакистаном, Бактрией — будущим Афганистаном, Вавилонией, Ближним Востоком, Египтом, Арменией, Малой и Средней Азией.

Персеполис — «Город Персов» — расположен в 32 км южнее Пасаргад. Это другая древняя столица Персидской империи, созданная Дарием I (522—486 гг. до н.э.) в 50-х годах VI в. до н.э. Дарий дал ей название Парса. Персеполис пришел на смену предыдущей столице в г.Сузы, центре провинции Сузиана. Город отличается монументальностью, представительностью, огромными масштабами строительства, грандиозными скульптурными ансамблями, совершенством планировки и оптимальным, тщательно продуманным использованием природных ресурсов. Он располагался, в отличие от Пасаргад, в условиях сложного рельефа — на горном склоне, в подгорной и речной равнинах, в месте слияния древних рек Банд-Эмир и Пульвар (рис.11).



Рис.10. Могила Кира Великого в Пасаргадах.



Рис.11. Персеполис. Педимент, измененный строительными работами.



Рис.12. Персеполис. Вид сверху. В центре руины Зала ста колонн.

Главное фундаментальное сооружение Персеполиса — знаменитый Зал ста колонн (рис.12). Несмотря на колоссальные архитектурные формы, остатки которых поражают своим великолепием и огромными размерами и поныне, город не стал центром империи, а служил царской резиденцией и усыпальницей. Он выполнял представительские функции — прием многочисленных делегаций из разных стран. Сюда периодически вызывались сатрапы, военачальники и сборщики налогов, стекались несметные завоеванные богатства, налоги и продукция персидских провинций. Все эти сюжеты запечатлены в крупных настенных рельефах, барельефах и многочисленных монументальных скульптурах.

Древние строители мудро использовали географическое положение, особенности рельефа, геологического строения и гидрографии территории. Поражают глубокие знания планировщиков и зодчих в выборе места мегаполиса — вблизи реки и ее притока, у подножья низкого хребта, сложенного гранитами. Из гранитов создан весь город. Грандиозные каменные блоки огромной платформы, на которой он стоит, колонны, фигуры богов и божеств, постройки — все здесь из местного гранита. В гранитной стене вырублены глубокие шахты для захоронений.

В стенах высеченных в скалах ниш сохранились следы добычи каменных монолитов. Граниты при выветривании испытывают «шелушение»: на их выпуклой поверхности образуются крупные отдельные — своеобразные чешуи, разбитые вертикальными трещинами. Древние строители вбивали в трещины деревянные клинья и поливали их водой. Дерево разбухло, трещины расширились, и гранитные чешуи распались на огромные блоки — первичный материал для строительства.

Древние инженеры-проектировщики обладали уникальными знаниями в поисках и использовании подземных и поверхностных вод. Прежде всего были освоены воды реки, затем расширены верховья стекающего с низкого хребта ее притока, а в заключение найдены и взяты в арки глубинные — чистые, пресные воды гранитного массива. Работая многие годы в областях развития гранитов в пустынях афро-азиатского пояса, я неоднократно убеждался в прекрасном качестве пресных вод, изливающихся из гранитов. К тому же вода не только вкусная, но и всегда холодная, что на сорокаградусном пекле особенно привлекательно...

Города древности представляли мозговые и экономические узловые центры — центры управления развитием инфраструктурой империи. И эта инфраструктура была под стать древним мегаполисам.

Дорожная деструкция. Дарий I создал первую на Среднем Востоке дорожную сеть на огромной территории Персидской империи. Он построил превосходные дороги, которые стали своеобразной нервной системой империи, и организовал бесперебойно действующую службу конных курьеров. Именно эффективность этой службы поддерживала целостность империи в ту эпоху, когда не было ни железных дорог, ни телеграфа. После смерти Дария «отец истории» Геродот выразил восхищение неутомимыми курьерами в словах, которые и в наши дни служат девизом почтовой службы США: «Ни снег, ни дождь, ни ночной мрак не мешают курьерам быстро завершать свою назначенную задачу».

Конфигурация дорожной сети с веками менялась постепенно, быстрые изменения происходили только в периоды войн. На отрезках огромной протяженности дороги функционировали многие тысячелетия.

К ним была привязана система троп, по которым доставляли скот и продукты питания в населенные пункты. На равнинах, сложенных рыхлыми породами, на узких перевалах, вблизи городов и караван-сараяв, бродов и переправ антропогенные нагрузки на природную среду были особенно велики. Редкие, но сильные ливни размывали поверхность и создавали промоины и овраги вдоль троп и дорог. Постоянные сильные ветры уносили песок и пыль, дороги превращались в широкие и глубокие (местами более 7 м) ложбины. Большими разрушениями сопровождался выпас скота на бедных песчаных пастбищах и вдоль берегов водоемов.

Военные разрушения. Особенно мощными, быстрыми и непредсказуемыми были военные разрушения [7]. Войны в истории человечества велись постоянно, и основная их тяжесть ложилась на засушливые территории пустынь, полупустынь и степей. И в наши дни наиболее разрушительные войны происходят на аридных равнинах Афганистана и Ирака.

В аридном поясе зарождались и развивались древние цивилизации. Здесь находились центры культурных растений, выделенные и изученные Н.И.Вавиловым [8]. Войны не щадили ни людей, ни создаваемые ими ценности. Великие произведения строительного искусства древних, такие как города Пасаргады, Персеполис и многие другие, часто страдали от разрушительных войн. Средний Восток издавна служил ареной конфликтов, начиная с Шумерских войн (2750—2330 гг. до н.э.), завоевательных походов Хаммурапи (1792—1750 гг. до н.э.); Тутмоса III (1468—1436 гг. до н.э.), Ассирийских войн (883—646 гг. до н.э.), военных завоеваний Урарту (810—743 гг. до н.э.), завоевательных походов Александра Македонского (335—324 гг. до н.э.), когда он наголову разбил войско Дария III при Гавгамелах (331 г. до н.э.), Парфяно-римских войн (56—218 гг.), монголо-татарских завоеваний (XIII в.) и заканчивая «Войной в заливе» [6, 9].

С лица земли стирались города, разорялись целые государства, уничтожались народы... Персеполис,

сожженный дотла Александром Македонским, многие века оставался погребенным песками. Последствия всех войн были разрушительными, но масштабы разрушений — разными. После многих войн древняя инфраструктура восстанавливалась. Но после таких, как татаро-монгольское иго, растительность была полностью выжжена, водные источники разрушены, пески пустыни оголились, пришли в движение и засыпали огромные территории равнин. Сложная, хорошо отлаженная ирригационная система Месопотамии и большей части Среднего Востока подверглась необратимым разрушениям и уже не была восстановлена.

В XX в. угроза от военной деструкции многократно увеличилась — началась эпоха войн с необратимыми последствиями для природы [7, 9]. *Объектом нападения стала природная среда.* Экосистема аридных регионов постоянно деградирует. Средства для предотвращения деградации можно было бы взять из программ вооружений. По данным ЮНЕП (United Nations Environment Programme — Программы ООН по окружающей среде), производство оружия и военной техники поглощает более 10% всех затрат человечеством энергии и сырья в год. Один день войны в Кувейте в 1991 г. стоил 1.5 млрд долл. Пять дней военных действий в мире оцениваются в 11.5 млрд долл., что составляет стоимость необходимых затрат на борьбу с опустыниванием в аридных регионах мира на протяжении года. При этом невозможно подсчитать убытки от экологических войн. Если не прекратить войны, последствия могут стать непредсказуемыми. И, может быть, иллюзорные поэтические предостережения наших предшественников-поэтов о грядущих катастрофах, грозящих гибелью планеты, могут стать былью:

*Когда пробьет последний час природы,
Состав частей разрушится земных:
Все зримое опять покроют воды,
И Божий лик изобразится в них!*

Ф.И.Тютчев

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований. Проект 09-05-00655.

Литература

1. Алибеков Л.А. Полоса жизни. Между горами и пустынями. М., 1991.
2. Чичагов В.П. Аридная геоморфология. Платформенные антропогенные равнины. М., 2010.
3. Арманд Д.Л., Добрынин Б.Ф., Ефремов Ю.К. и др. Физическая география Азии. М., 1956.
4. Nadji-Esfabani M. Geologie und Hydrologie des Gebietes von Kashan, Iran. Aachen, 1971.
5. Mogbimi E., Alavipanan S.K., Jafarie T. Evaluation and zonation of effective factors on landslide occurrence of Aladagh Northern Slopes (Case study — Chenaran watershed in Northern Khorasan province // Geographical Research Quarterly. Tehran, 2008. №64. P.56—78. In arab.
6. Reiben H. The Geology of Teheran plane // Amer. J. Sci. 1955. V.11. P.617—639.
7. Чичагов В.П. Война и пустыня. М., 2007.
8. Вавилов Н.И. Пять континентов // Вавилов Н.И. Пять континентов; Краснов А.Н. Под тропиками Азии. М., 1987.
9. Зонн И.С. Экологические последствия войны в Персидском заливе // Изв. РАН. Сер. Географ. 1992. №2. С.140—147.

Насколько загрязнена Волга?

И.А.Немировская

Речная сеть Волги, подобно кровеносной системе, покрывает европейскую часть нашей страны, обеспечивая ее природное единство и жизненную силу. Площадь бассейна Волги составляет всего 8% от площади европейской части России. Это практически половина страны по населению, промышленности и сельскому хозяйству. Здесь расположено 426 городов, проживает около 60 млн человек (в том числе около 45 млн горожан), производится 45% промышленной и около 50% сельскохозяйственной продукции [1]. Водосбор Волги — крупнейший в России природный, промышленный и социальный комплекс.

Как никакой другой регион, Волжский бассейн испытывал негативное воздействие ускоренного процесса индустриализации и урбанизации предвоенных и военных лет, а также периода создания мощного военно-промышленного потенциала Советского Союза во время холодной войны. Вся река делится на восемь частей, разделенных водохранилищами с зимним сбросом вод, с электростанциями, отстойниками осадочного вещества и загрязнений, уловителями биогенных компонентов. Сейчас Волга представляет собой уникальную реку с уникальными природными явлениями: с заторможенным (зарегулированным) весенним и зимним поводками. Только в Горьковское и Чебоксарское водохранилища сброс загрязнений в 2000—2003 гг. достигал 400 тыс. т/год. В настоящее время считается, что под действием высокой антропогенной нагрузки негативные экологические процессы привели природную среду региона к деградации, к практически необратимым изменениям, а территорию бассей-



Ирина Абрамовна Немировская, доктор геолого-минералогических наук, заведующая аналитической лабораторией Института океанологии им. П.П.Ширшова РАН. Неоднократно публиковалась в «Природе».

на Волги превратили в одну из наиболее экологически неблагополучных в России [1]. Все это стало причиной низкого прироста населения, высокой заболеваемости и смертности по сравнению со средними показателями для Российской Федерации.

Летом 2009 г. на борту НИС «Валаам-1» была проведена экспедиция, организованная Институтом океанологии им. П. П. Ширшова РАН и Институтом водных проблем РАН в рамках проекта «Система Каспийского моря» (руководители — академик А.П.Лисицын, член-корреспонденты Л.И.Лобковский и В.И.Данилов-Даниелян). Район работ — от Конаково до Астрахани и рукава дельты Волги (рис.1). Цель экспедиции — многодисциплинарные исследования природной среды Волги: изучение основных геохимических, гидрохимических и гидрофизических процессов в водосборе, зон смешения вод Волги и ее притоков различных размеров, а также оценка экологического состояния реки. Экспедицией было пройдено 3100 миль, выполнена 71 станция.

Исследование на борту

Во время рейса постоянно изучались вода, взвесь, осадки и планктон

(рис.2—4). Гидрохимические исследования включали определение pH, кислорода, щелочности, БПК₅ (биологического потребления кислорода через 5 сут инкубации). В поверхностных водах и по глубине потока измеряли электропроводность и температуру воды, показатель ослабления света. Электропроводность природной воды зависит от концентрации растворенных в ней минеральных солей и температуры. Благодаря этой зависимости по ее величине можно с определенной погрешностью судить о минерализации воды. В измерителях общего соледержания (TDS-метрах) используется именно этот принцип.

Наши данные показали, что электропроводность волжских поверхностных вод по мере продвижения на юг, к Астрахани, увеличилась более чем в два раза (рис.5). На участке от Конаково до Нижнего Новгорода она изменялась в пределах 190–210 мкСм/см. После впадения Суры произошёл подъем значений (до 250 мкСм/см) и далее, вплоть до вершины дельты Волги, сохранялась тенденция к повышению. Резким пиком характеризуется устье Камы, где значения электропроводности оказались на 50 мкСм/см выше волжских фоновых. В районе Тольятти она достигла 300, к Саратову увеличилась до 350, к Камыши-

ну — до 400, а к Астрахани — до максимального значения 450 мкСм/см. Повышение электропроводности волжских вод обусловлено минерализацией грунтовых вод [1], а также поступлением аэрозолей из аридных районов России. В дельте Волги, где эти условия практически не менялись, электропроводность изменялась минимально: 440—445 мкСм/см.

Температура поверхностных волжских вод к концу маршрута также повысилась более чем на 7°C. Естественно, что низкая температура характерна для участка Верхней Волги от Конаково до Тутаева (17—18°C). Далее до Тольятти она увеличивалась до 19—21°C. Ниже плотины Саратовской ГЭС произошло резкое понижение (почти на 3°C), вероятно, из-за сброса вод с нижних холодных горизонтов, а также в связи с кратковременным похолоданием. В районе Саратова температура повысилась, а максимума (24.2°C) достигла в районе Астрахани.

Изменение температуры и электропроводности в зоне смешения притоков с Волгой зависит от нескольких факторов. В частности, для рек Унжи и Немды, текущих в непосредственной близости друг от друга, характерны величины электропроводности и температуры более низкие, чем в самой Волге. Обусловлено это как снеговым питанием этих притоков (табл.1), так и небольшой антропогенной нагрузкой из-за меньшей распаханности берегов рек и мень-

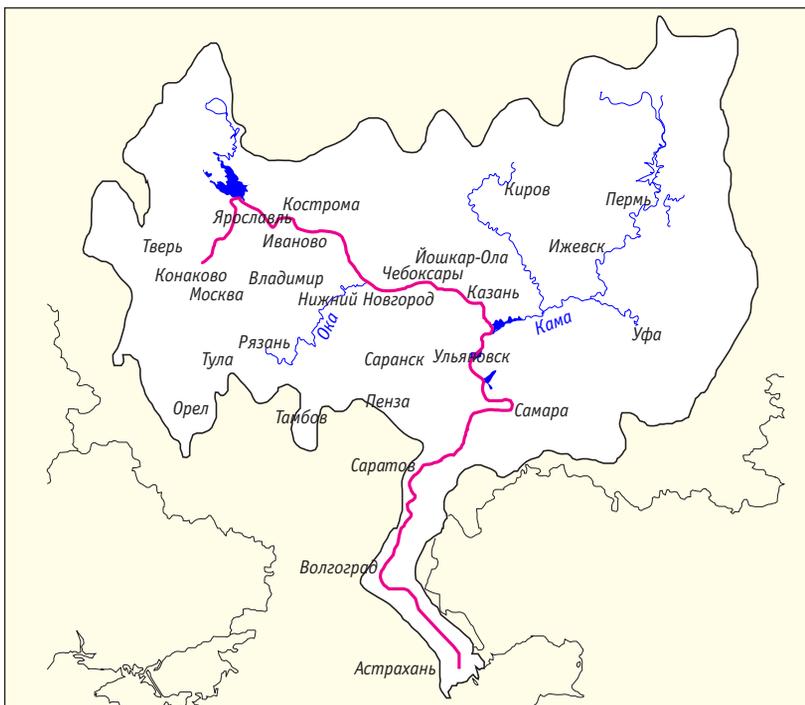


Рис.1. Маршрут экспедиции.



Рис.2. Отбор проб в поверхностных водах Волги.

Здесь и далее фото автора



Рис.4. Отбор проб фитопланктона.



Рис.3. Определение электропроводности и температуры воды в устье Камышинки.

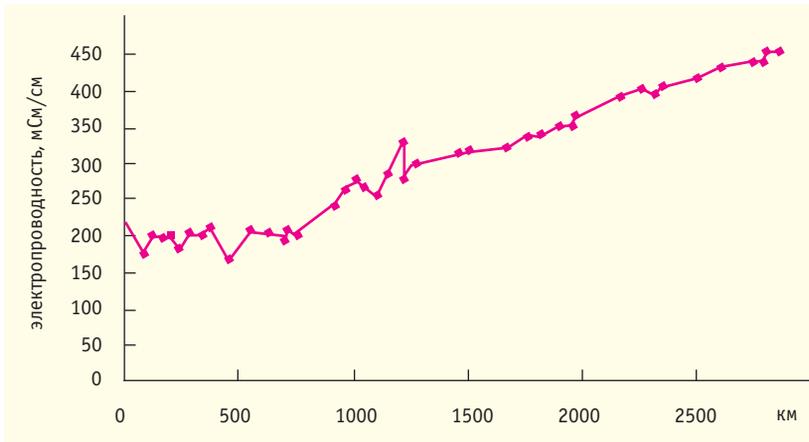


Рис.5. Изменение электропроводности поверхностных вод Волги от Конакова до Астрахани.

шей их урбанизации [1, 2]. Длина зон смешения для Унжи и Немды составляет 5–6 км. Для остальных притоков, находящихся ниже по течению Волги, наблюдалась обратная тенденция. Вода в них оказалась более теплой и более минерализованной. Максимальной разницей по температуре и электропроводности отличался узел слияния Волги и Оки (табл.1, рис.6). Электропроводность в Оке в 2.2 раза выше, чем в Волге, что связано с распаханностью водосбора Оки и большим количеством источников поступления минеральных веществ. Кроме того на Волге выше по течению находится плотина Горьковского водохранилища,

улавливающего сток минеральных веществ и сбрасывающего холодные воды с нижних горизонтов. Температура воды в Оке из-за более южного положения водосбора почти на 1°C выше. Длина зоны смешения здесь достигает 10 км (табл.1).

Температура воды в Каме в районе впадения в Волгу незначительно (на 0.2°C) ниже, чем в Волге, а электропроводность при этом на 68 мкСм/см² выше (также из-за большей минерализации грунтовых вод). Воды Камы оказывают влияние на волжские воды на протяжении 18 км.

Воды Большого Иргиза и Камышинки также более минерализованы по сравнению с волжскими, но

в меньшей степени, чем окские и камские. Они теплее волжских соответственно на 0,5 и 0,4°C. Зоны смешения значительно меньше — 1 и 2.7 км соответственно. В узле слияния Волги с Курдюмом из-за малого поступления воды из притока почти полное смешение и разбавление вод происходит непосредственно в устье этой реки. Пространственно-временное изменение состояния сливающихся вод зависит исключительно от расхода воды в притоке. Изменение средних концентраций примеси обусловлено влиянием разбавления и турбулентной диффузии, а также самоочищающейся способностью сливающихся вод.

Значения pH в поверхностных водах изменялись от 7,4 до 8,6. Пониженные величины были зафиксированы в Верхней Волге (7,4–7,6), более высокие — в Средней и Нижней (7,9–8,1). Максимальная величина pH установлена в Горьковском водохранилище перед Тольятти. Однако после сильных дождей в этом районе произошло уменьшение величины pH на 0,7 единицы (рис.7). Влияние кислотных поступлений отмечено и в устьях Оки и Камышинки, где произошло снижение значений pH на 0,4 и 0,5 соответственно. Щелочность же вод колебалась в интервале 1,7–3,1 мг-экв/л, а в районе Тольятти — от 1,9 до 2,0 мг-экв/л. Другими словами, буферная емкость

Таблица 1
Основные характеристики водотоков в узлах слияния

Узел слияния	Длина притока, км	Площадь водосбора, км ²	Среднегодовой расход, м ³ /с	Питание притока	Электропроводность, мСм/см		Температура, °С		Длина зоны смешения, км
					Волга	Приток	Волга	Приток	
Волга–Унжа	162	3780	60	Снеговое	198	171	19.9	19.9	5
Волга–Немда	426	27800	158	Снеговое	198	186	19.9	19.9	6
Волга–Ока	1500	245000	1200	Снеговое	206	457	19.9	20.8	9.9
Волга–Кама	1805	507000	3800	Снеговое, подземное, дождевое	264	332	20.8	20.6	18
Волга–Б.Иргиз	675	24000	23	Снеговое	329	370	19.7	20.3	1
Волга–Курдюм	53	980	10	Дождевое, подземное	330	331	20.4	20.5	0.2
Волга–Камышинка	15	200	5	Дождевое, подземное	352	360	23.1	23.5	2.7

воды оказалась достаточной, чтобы не вызвать закисления, которое происходит при $\text{pH} < 6$.

Несмотря на высокую антропогенную нагрузку на водосбор Волги, по всему маршруту экспедиции установлено характерное для летней межени низкое содержание взвеси и органических соединений. Например, распределение **концентраций БПК₅** (показателя лабильного органического вещества) в поверхностных водах свидетельствовало о незначительном загрязнении (рис.8). Средняя величина БПК₅ (3,3 мг/л) оказалась немногим выше ПДК хозяйственно-питьевого водопользования (2 мг/л), но ниже ПДК для водоемов культурно-бытового водопользования (4 мг/л). Наиболее высокие значения установлены в Куйбышевском водохранилище выше Казани (6,7 мг/л) и на Нижней Волге в районе села Верхнее Лебяжье (6,8 мг/л), т.е. в районах, не связанных с городской деятельностью. Скорее всего, они обусловлены присутствием природных органических соединений. Эти данные оказались близки к результатам, полученным в поверхностных водах Камского водохранилища. Считается, что биологическое потребление кислорода во все фазы водного режима и по всей акватории Камского водохранилища весьма низкое.

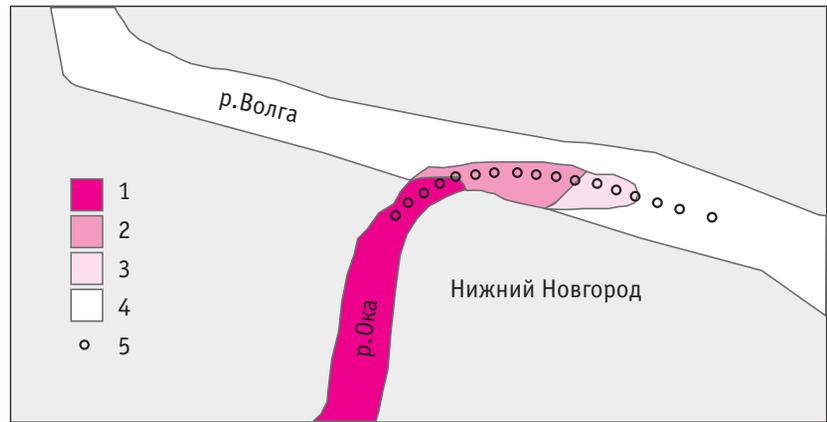


Рис.6. Схема смешения вод Волги и Оки в районе Нижнего Новгорода. 1 — зона окских вод с максимальной минерализацией и температурой (485 мкСм/см, 20,8°C); 2 — зона медленного уменьшения минерализации и температуры воды (до 400 мкСм/см, 20,5°C); 3 — зона резкого уменьшения минерализации и температуры воды до волжских показателей; 4 — зона волжских вод (до 214 мкСм/см, 19,5°C); 5 — станции наблюдений.

Концентрация взвеси в среднем была ниже ПДК (10 мг/л) и значительно ниже концентрации для «средней мировой реки» (460–500 мг/л) [3]. **Содержание хлорофилла** (биогенная часть взвеси) в поверхностных водах также достаточно низкое (≤ 35 мкг/л).

Прозрачность вод Волги, определенная по диску Секи, в среднем составила $2,9 \pm 1,1$ м (27 определений), а по данным прозрачномера достигала 9 м^{-1} (в среднем $3,5 \pm 2,9 \text{ м}^{-1}$, 41 определение), с максимумом в устье Оки ($12,7 \text{ м}^{-1}$)*. Низкие значения

прозрачности волжских вод связаны не с высоким содержанием взвеси, а с их окраской — благодаря высокому содержанию гуминовых кислот [3]. Наиболее низкие концентрации взвеси (в среднем 2,7 мг/л) отмечались между Горьковским и Волгоградским водохранилищами. На этом участке маршрута началась зона «чистой воды» — значения

* Для сравнения: прозрачность вод Атлантического океана изменяется в интервале $0,2-0,3 \text{ м}^{-1}$ и только в зонах апвеллингов повышается до $0,8-1,9 \text{ м}^{-1}$ [3].

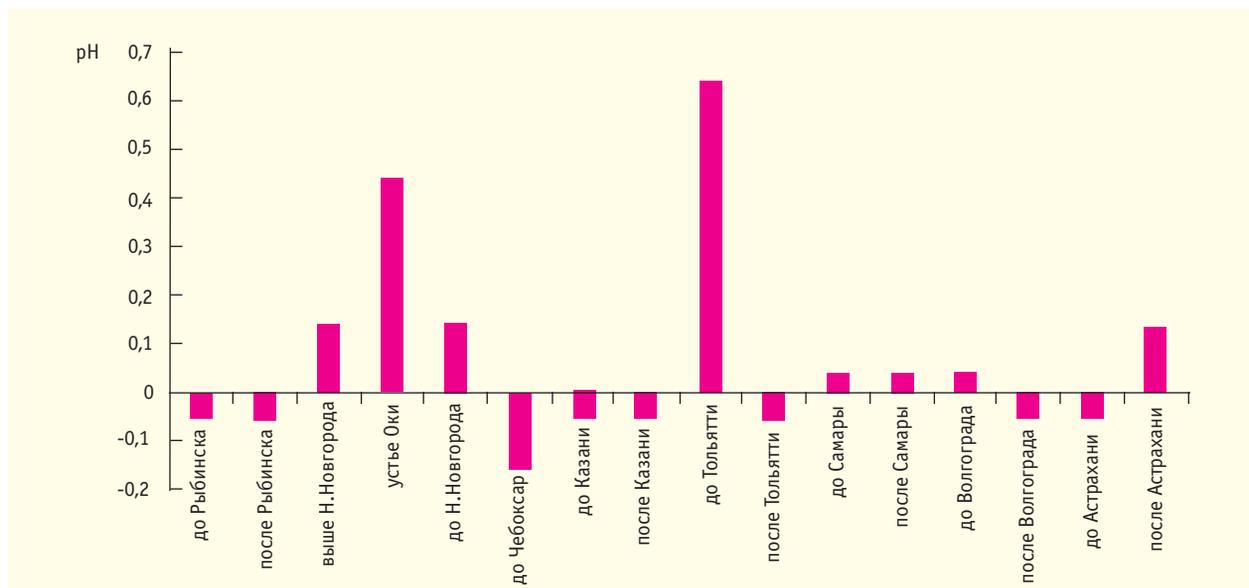


Рис.7. Отклонение pH от средней величины (7,96) в поверхностных водах по маршруту экспедиции.

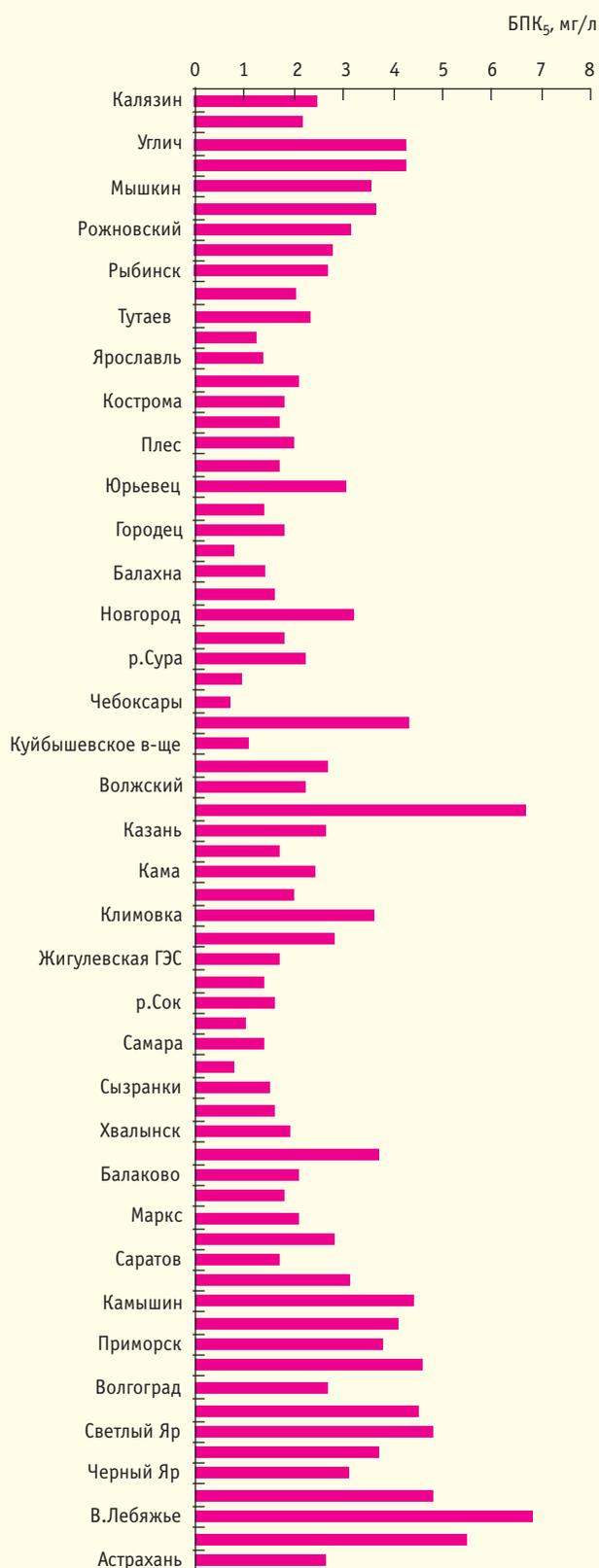


Рис.8. Распределение величины БПК₅ (биологического потребления кислорода через 5 сут инкубации) в поверхностных водах Волги по маршруту экспедиции.

прозрачности колебались в интервале 0,5—1,2 м⁻¹. В большинстве случаев профили прозрачности отличались однородностью до самого дна. Лишь в узлах смешения Волги с притоками фиксировались максимумы на глубинах 1,5—2 м. Особенно это характерно для устьевых областей Оки и Камышинки, которые выносят в Волгу много органических соединений.

Для нас оказалось неожиданным, что после больших городов содержание взвеси не увеличилось. Например, до и после Нижнего Новгорода концентрация взвеси составила 3,6 и 3,9 мг/л соответственно, с максимумом в устье Оки (12,7 мг/л). Содержание хлорофилла в этом районе изменялось от 12 до 33 мкг/л, также с максимумом в устье Оки. Аналогичное распределение взвеси и хлорофилла наблюдалось при слиянии с Волгой и других рек. В устье Камышинки содержание взвеси составило 2,6 (до и после — 1,6 и 1,0 мг/л), для хлорофилла — 12 мкг/л (до и после — 1,6 и 8 мкг/л). Несмотря на то, что фильтрационная взвесь включает как минеральные, так и биогенные частицы, а хлорофилл формируют биогенные соединения, между распределением концентраций взвеси и хлорофилла установлена корреляция $r=0.75$. Связь между этими параметрами также видна на снимках из космоса. В северной части Куйбышевского водохранилища содержание как взвеси, так и хлорофилла *a* было значительно выше, чем в южной. Возможно, такое распределение обусловлено влиянием вод Камы. Нужно подчеркнуть, что по маршруту движения судна концентрации взвеси и хлорофилла *a* менялись незначительно. Однако на площади водохранилища отмечалась их сильная изменчивость.

Исследования в лаборатории

После окончания рейса изучение отобранного материала продолжилось в стационарных лабораториях Института океанологии. Просмотр взвеси под электронным сканирующим микроскопом показал присутствие большого количества биогенных частиц, состоящих из пресновод-

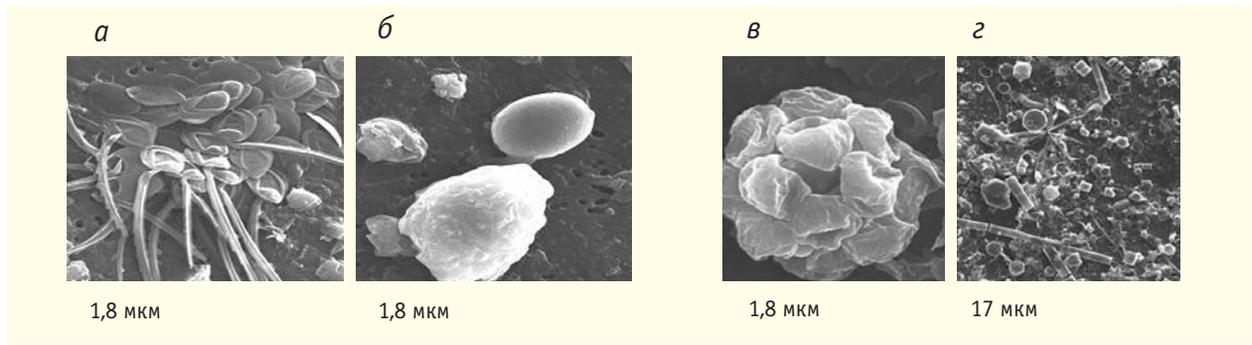


Рис.9. Вещественный состав фильтрационной взвеси, собранной: *а* — до Ярославля (пресноводные водоросли); *б* — после Ярославля (минеральные и биогенные частицы); *в* — до Нижнего Новгорода (спустки спор); *г* — после Нижнего Новгорода (диатомовые водоросли на минеральных частицах).

ных водорослей (диатомовых, отдельных клеток пеннатных, центрических и их колоний), а также спор и пыльцы (рис.9). В незначительном количестве встречались клетки фитопланктона (рис.9,а). Среди минеральных частиц обнаружены угловато-окатанные и ограненные зерна, глобулярные скопления (агрегаты) из мелких чешуйчатых образований, глинистые минералы и очень тонкая взвесь, иногда плотным слоем покрывающая всю поверхность фильтра. Частицы пепла установлены только в пробах, отобранных после сильных дождей в районе Ярославля (рис.9,б). Высокое содержание крупных минеральных зерен и агрегатов глинистых частиц отмечалось в районе больших городов (например, Нижнего Новгорода или Волгограда). Вероятно, скорость потока здесь замедлялась и происходило агрегирование глинистых частиц за счет броуновского движения. В пробах взвеси из Оки и Камышинки также обнаружены глинистые частицы и рыхлые органо-минеральные агрегаты, состоящие из биогенного детрита и терригенных зерен.

Наиболее высокие концентрации растворенного **органического углерода** установлены в водах Верхней Волги, где на участке Конаково — Нижний Новгород они составили в среднем 26,8 мг/л (11 определений), а в водах Нижней Волги уменьшились в среднем в 2,8 раз — до 9,53 мг/л (14 определений). Скорость разложения органических соединений обычно увеличивается с повышением температуры [4]. Кроме того, в менее населенную

часть Волжского бассейна должно поступать меньше органических соединений.

Распределение взвешенного органического углерода в поверхностных водах в общем зависело от концентраций взвеси и хлорофилла. Однако впадение в основное русло Волги притоков эту зависимость нарушало. В частности, смешение Камы и Волги вызвало увеличение концентрации взвеси в три раза (затем она опять снизилась в 2,6 раза), концентрация органического же углерода во взвеси при этом практически не менялась. Напротив, при движении на юг в районе Сызрани содержание органического углерода возросло, а концентрация взвеси оставалась постоянной.

Содержание **алифатических углеводородов** (которые во многих работах отождествляют с нефтяными) в фильтрационной взвеси из поверхностных вод не достигали ПДК для нефтяных углеводородов (50 мг/л). Их средняя концентрация (16,4 мг/л) соответствовала фоновому уровню углеводородов в прибрежных акваториях (16—20 мг/л) и незначительно отличалась от концентраций в дельте Волги в предыдущие годы (≈ 18 мг/л) [5—7]. Наиболее высокое содержание углеводородов установлено в водах Нижней Волги перед Астраханью и в районе села Новое Икряное. Но и эти величины ниже ПДК для нефтяных УВ. Необходимо отметить, что в последние годы произошло снижение концентраций углеводородов в воде устьевой области Волги (по сравнению с 1995—2004 гг.), а их средние кон-

центрации в рукавах дельты колебались в интервале 10—30 мг/л (табл.2) [1, 7]. Нефтяные пленки на нашем маршруте практически не встречались, и только в створах плотин, где стояли суда, наблюдались нефтяные слики [6].

В осадках содержание углеводородов изменялось в широком интервале: от 2 до 485 мг/г. На их распределение влияет не только местоположение станций, но и гранулометрический тип осадка. В тонкодисперсных осадках (илистых) содержание органических соединений выше, чем в грубодисперсных (песках). Средние концентрации органического углерода и углеводородов для условно песчаных осадков составили соответственно 0,096% и 10 мг/г, для заиленных песков — 1,88% и 94 мг/г, для всего массива данных — 0,73% и 27 мг/г. При ведущей роли сорбционных процессов в донных осадках обычно наблюдается прямая зависимость между содержанием углеводородов и органического углерода и их влажностью. Действительно, в Волжском бассейне между влажностью осадков и органическим углеродом наблюдается положительная корреляция: $r(C_{\text{орг}}-\text{Вл.}) = 0,96$. Зависимость между распределением влажности и углеводородов, а также между органическим углеродом и углеводородами более слабая: $r(\text{Вл.}-\text{УВ}) = 0,63$; $r(C_{\text{орг}}-\text{УВ}) = 0,64$. Объясняется это тем, что для углеводородов контролирующей гранулометрический фактор не проявляется в зоне лавинной седиментации, в области смешения пресных и соленых вод и в ареалах массивированного

поступления нефтепродуктов [5, 6]. На одних станциях в дельте Волги при изменении концентраций органического углерода в 2.7 раза содержание углеводородов изменилось в 21.5 раз, на других же при изменении концентраций органического углерода более чем в 24 раза содержание углеводородов изменилось всего в 1.3 раза. При этом доля углеводородов в составе органического углерода в песчаных осадках резко возросла, достигая в районе Гандуринского банка 33.8%, а в рукаве р.Камазяк 10.7% (рис.10). В современных морских донных осадках содержание углеводородов в составе органического вещества обычно не превышает 1% [5]. В заиленных осадках, несмотря на более высокие концентрации углеводородов (в пересчете на сухую массу), их относительные концентрации составили всего 0.03–0.29%. Таким образом, наблюдается обо-

гащение углеводородами грубо-дисперсных осадков по сравнению с истыми, что может быть обусловлено пассивной сорбцией нефтяных высокомолекулярных углеводородов песчанистыми отложениями.

Песчаные осадки считаются загрязненными при концентрациях в них углеводородов более 10 мкг/г, а истые — при более 100 мкг/г [8]. Полученные нами величины сопоставимы с концентрациями, при которых биологические эффекты практически отсутствуют. Однако несмотря на довольно низкие концентрации, изученные углеводороды имели нефтяное (антропогенное) происхождение. Особенно это характерно для осадков устья Камышинки и некоторых станций в дельте Волги. В пробах осадков на рейде Тольятти при довольно высокой концентрации углеводородов (107 мкг/г) в их составе доминировали терриген-

ные (т.е. природные) гомологи. Скорее всего, это обусловлено тем, что нефтяные, особенно низкомолекулярные, соединения (в том числе четные алканы) довольно быстро разлагаются в воде, и в осадках аккумулируются высокомолекулярные нечетные углеводороды [4–6]. С удалением от основных источников загрязнения относительная доля пленочной нефти, как правило, уменьшается, а других форм — возрастает. В умеренной зоне летом водоем, даже сильно загрязненный нефтью, может очиститься в течение одного-двух месяцев. В то же время при постоянном поступлении загрязняющих веществ на небольших глубинах скорость осадения превышает скорость трансформации даже в проточных водоемах. Именно поэтому осадки в устье Камышинки и в дельте Волги оказались загрязненными нефтяными углеводородами.

Таблица 2

Суммарные массы загрязнений, сброшенных со сточными водами в реки и водохранилища бассейна Волги (обработаны данные, приведенные в [1])

Вид загрязнения	Год					
	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Объем загрязненных сточных вод, млн м ³	12128.4	11502.2	11416.2	113.19.2	11200.2	11170.2
Органические вещества по БПК _{полн.}	171956.8	157077.2	139509.1	124739.8	126231.6	128308.5
Взвешенные вещества	199793.0	192110.7	175465.7	182242.6	193516.3	174309.6
Нефтепродукты	5829.7	4471.8	3968.0	2988.1	3213.9	2541.2
Фенолы	27.3	20.2	16.2	16.8	12.6	16.2
СПАВ*	1932.3	1812.9	1585.7	1454.5	1217.6	1054.6
Сульфаты	1224.7	1039.0	1085.2	953.4	887.2	852.9
Хлориды	1895215	1500438	1463260	1451199	1660850	1744228
Азот аммонийный	53820.2	49254.0	47570.2	42830.6	39855.6	39434.8
Нитриты	4516.2	6961.6	4498.0	9775.4	4257.5	3906.5
Нитраты	10645.5	117294.8	127087.4	126126.2	146499.6	133322.0
Фосфор	19790.8	14429.4	16113.8	15615.0	14864.7	12981.6
Ионы железа (общего)	21912.7	14182.8	14970.8	7152.0	5186.0	3556.6
Соединения меди**	139.3	117.7	125.3	82.1	72.4	58.7
Соединения хрома	172.0	140.3	157.0	100.5	107.3	53.4
Соединения цинка	463.4	431.6	414.9	335.9	336.5	280.7

* Синтетические полиароматические вещества.

** Определено по иону металла.

Концентрации полициклических ароматических углеводородов (ПАУ), обладающих мутагенными и канцерогенными свойствами и считающиеся наиболее токсичной фракцией нефти, также оказались довольно низкими. Их содержание изменялось в интервале 2–252 нг/г, а в большинстве проб не превышало 100 нг/г. Осадки относятся к слабозагрязненным при содержании суммы 3–6-кольчатых полиаренов менее 100 нг/г. При постоянном поступлении загрязняющих веществ концентрации ПАУ в донных осадках обычно более 1000 нг/г, при величинах более 4000 нг/г они становятся токсичными [8].

Более высокое содержание ПАУ (так же как и алифатических углеводородов) наблюдалось в илистых осадках. Однако непосредственной связи между концентрациями этих углеводородных классов в донных осадках не установлено. Скорее всего это объясняется различным их происхождением. Алифатические углеводороды в природных объектах в основном являются продуктами биосинтеза органического вещества живыми организмами, а также биогеохимического или геохимического преобразования различных неуглеводородных соединений, входящих в состав биомассы отмерших организмов почвы, воды, донных отложений, осадочных пород. Кроме того, алифатические углеводороды относятся к доминирующим в нефтях и нефтепродуктах [9]. Утечки нефти (из-за аварий, судоходства и т.д.) в большей степени приводят к увеличению концентраций алифатических углеводородов по сравнению с ПАУ. Основной источник ПАУ — продукты горения. Их концентрации увеличиваются в зимний период из-за большей загрязненности атмосферы.

В районе Тольятти мы смогли отобрать слой осадка до глубины 7 см. Оказалось, что содержание ПАУ увеличилось на фоне уменьшения концентраций органического углерода. Связано это с тем, что в 50-х годах прошлого века в качестве топлива использовали уголь, а при его горении образуется максимальное количество ПАУ [9]. Кон-

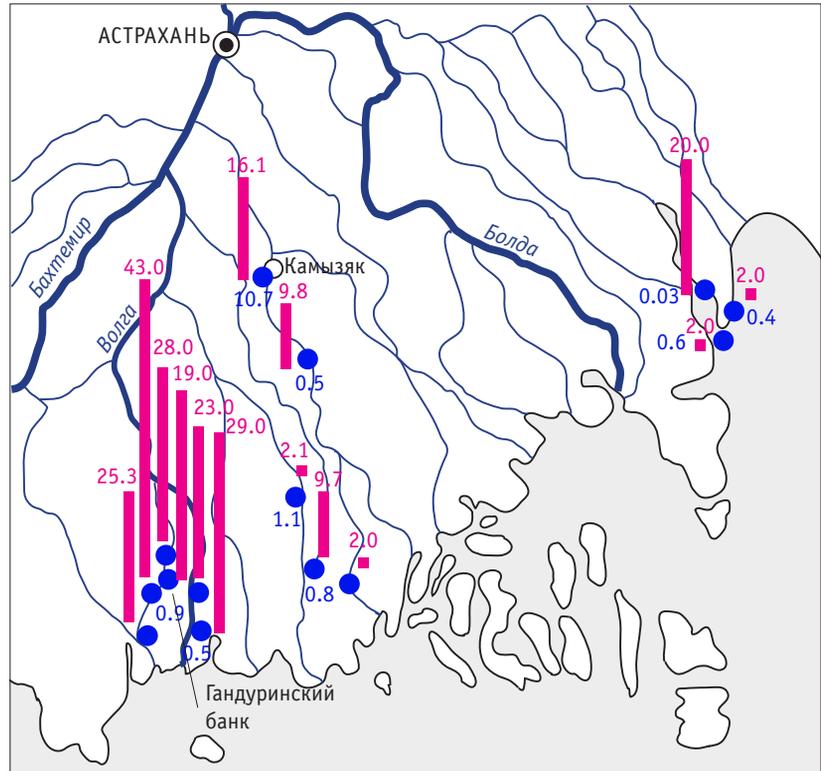


Рис. 8. Содержание углеводородов в осадках дельты Волги. Столбцы и числа под ними — концентрация углеводородов (мкг/г сухого остатка); числа над столбцами — в составе $C_{орг}$. Кружками показаны места отбора проб.

центрирование полиаренов происходит в подповерхностных слоях донных осадков, а доминирует в их составе пирен, на долю которого приходится от 10 до 34%. В районах с непосредственными антропогенными поступлениями при горении преимущественно образуются переконденсированные полиарены: пирен, бенз(а)пирен и др., в природных процессах — фенантрен, перилен, пизен. На этом основании легко устанавливать происхождение полиаренов, однако жизнедеятельность микроорганизмов и влияние света и температуры эти различия сильно сглаживают. Концентрации индивидуальных полиаренов в окружающей среде зависят не только от источников эмиссии, но и от их устойчивости. Так, например, разложение наиболее канцерогенного полиарена — бенз(а)пирена — по модельным экспериментам составило 53% в час (от исходного количества), в поверхностных водах — всего 5.6% в час на глубине 30 см [4].

Повышенная доля пирена в составе полиаренов в осадках Волги говорит о поступлении свежих пирогенных ПАУ, так как со временем должна увеличиваться доля более стабильного флуорантена. Кроме того, в донных осадках повышена доля фенантрена и перилена, имеющих природное происхождение. Фенантрен в относительно чистых районах в осадках, богатых гумусом, образуется при трансформации органического вещества в процессах диагенеза или при дегидрировании стероидов микроорганизмами [9]. Низкие концентрации нафталина, одного из наиболее лабильных ПАУ, указывают на отсутствие непосредственных нефтяных поступлений. Перилен преобладал в донных осадках Оки и в донных осадках в районе Тольятти. Наиболее вероятный его источник — разложившиеся продукты торфа, которые попадают в Волгу. Смена окислительно-восстановительных условий осадконакопления отражается на образовании этого полиарена в осадочной толще.

* * *

Подводя итоги проведенной экспедиции, можно заключить, что по всему маршруту летом 2009 г. изменение концентраций исследованных соединений в основном происходило под влиянием природных процессов. Поступление же загрязняющих веществ носило локальный характер. При слиянии Волги с ее притоками главную роль играли диффузия и разбавление. В период резкого спада производства сократились объемы загрязненных сточных вод, сбрасываемых в водоемы, и газовых выбросов промышленных предприятий в атмосферу [1]. В результате произошло некоторое улучшение экологического состояния воды и атмосферного воздуха Волжского бассейна. Видимо, из-за

этого установлено низкое содержание взвеси и не зафиксировано ее увеличения после крупных городов. В поверхностных водах отмечалось снижение концентрации не только углеводородов, но и тяжелых металлов. На протяжении всего маршрута не было установлено превышения ПДК для алюминия, никеля, свинца и цинка. Только в верховьях реки наблюдались повышенные концентрации железа, марганца (в 1,5–2 раза) и меди (в 1,5–3 раза).

Исследования, проведенные ранее [10], показывали превышение ПДК для меди, марганца, иногда железа и цинка (хотя аномально высокие концентрации и тогда не фиксировались) в Ивановском, Горьковском и Куйбышевском водохранилищах. Однако о благополучной экологической си-

туации говорить рано, так как в донных осадках происходило аккумулятивное накопление нефтяных и пирогенных углеводородов. В то же время их концентрации оказались также более низкими. Например, в осадках дельты Волги содержание органического углерода по сравнению с летом 2003 г. уменьшилось в два раза (от 0,36 до 0,16%), а углеводородов — в пять раз (от 150 до 30 мкг/г).

Таким образом, можно утверждать, что почти на всем протяжении Волги в 2009 г. уровни концентраций углеводородов и тяжелых металлов соответствовали фоновым (за исключением отдельных проб воды), и с ее водами в Каспийское море стало поступать значительно меньше загрязнений по сравнению с предыдущими годами. ■

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проекты 09-05-10084-а, 10-05-00456-а и 09-05-13510-офи_ц), Президиума РАН программа № 20 Совета по грантам Президента РФ.

Литература

1. *Найденко В.В.* Великая Волга на рубеже тысячелетий. Нижний Новгород, 2003.
2. Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Л., 1986. Т.1. Вып.23.
3. *Лисицын А.П.* Маргинальные фильтры и биофильтры Мирового океана // *Океанология на старте XXI века.* М., 2008. С.159–224.
4. *Израэль Ю.А., Цыбань А.В.* Антропогенная экология океана. Л., 1989.
5. *Немировская И.А.* Углеводороды в океане (снег — лед — вода — взвесь — донные осадки). М., 2004.
6. *Немировская И.А.* Нефтяные углеводороды в океане // *Природа.* 2008. №3. С.17–27.
7. *Островская Е.В., Немировская И.А., Бреховских В.Е. и др.* Углеводороды воды и взвеси в районе геохимического барьера дельта Волги — Северный Каспий // *Юг России: экология, развитие.* 2009. №4. С.150–159.
8. *Tolosa I., Mora S., Sheikholeslami M.R. et al.* Aliphatic and Aromatic Hydrocarbons in coastal Caspian Sea sediments // *Mar. Pollut. Bull.* 2004. V.48. P.44–60.
9. Sources, Inputs and Concentrations of Petroleum Hydrocarbons. Oslo, 2007. Ch.4.
10. *Моисеенко Т.И., Кудрявцева Л.П., Гашкина Н.А.* Рассеянные элементы в поверхностных водах суши: технофильность, биоаккумуляция и экотоксикология. М., 2006.

Сами с усами

Р.К.Расцветаева,
доктор геолого-минералогических наук
Институт кристаллографии им.А.В.Шубникова РАН
Москва

Бериллия в земной коре очень мало, а алюминий, наоборот, — наиболее распространенный элемент после кислорода и кремния. Несмотря на различия зарядов, кремний (4+), бериллий (2+) и алюминий (3+) образуют близкие по размеру тетраэдры, из которых строятся разнообразные структуры в алюмосиликатах, берилло-силикатах и алюмобериллосиликатах. Кремний самодостаточен и вполне может обходиться и без алюминия, и без бериллия, а вот минералы бериллия или алюминия без кремния встречаются значительно реже.

Пролог

Сянхуалит устроил День открытых дверей своего дворца. Этого события ждали давно. Когда он родился, ему дали имя, в переводе с китайского означающее «ароматный цветок». Окружающие недоумевали — ничто в его внешности не напоминало цветок, тем более ароматный. Хотя он и ощущал внутри себя какую-то красоту, но с именем это никак не связывал. Напротив, имя приносило ему одни неприятности — его мужественность ставилась под сомнение, а чего стоили вечные проблемы с написанием по-английски — hsianghualite.

Прошло более 30 лет. И, наконец, удалось раскрыть тайну его жилища. Взорам предстала мешанина из тетраэдров кремния, бериллия и лития, сцементированных кальцием. Отдаленно жилище напоминало **анальцим**, если заменить Be на Al, Ca на Na, а H₂O на F. Хотя сянхуалит при этом проигрывал

в размерах ячейки на целый ангстрем, но зато у него было то, чего не было в анальциме — тетраэдр лития. Один из гостей (несомненно поэт) увидел то, что никому не удавалось увидеть — цветок с шестью лепестками из тетраэдров кремния и бериллия. В сердцевине цветка находился тот самый тетраэдр лития, увенчанный фтором. Цветок был так прекрасен, что, казалось, источал тонкий аромат, а с другими точно такими же цветками соединялся в огромный букет.

Серия первая

Сянхуалит радовался вместе со всеми открытию своего дворца. И только бериллий грустил. Он чувствовал себя одиноким. Здесь, как и в **одинцовите*** и многих других минералах, он всегда зависит от кремния. Кремний захватил целый класс минералов. Только и слышно: ах, силикаты с изолированными тетраэдрами кремния; ах, силикаты с кольцами из тетраэдров кремния; а это — силикаты с цепочками из тетраэдров кремния, а вот это... И так далее и тому подобное. Как будто другие не существуют, хотя практически все силикаты не обходятся без их помощи! А ведь начиналось все так хорошо... Он пребывал в неизвестности, но потом сам **берилл** подарил ему свое имя, когда незнакомец спас его дворец. Берилловые кольца из шести кремниевых тетраэдров начали разъезжаться в разные стороны, и даже алюминий не мог их удержать. И тут герой (будущий бериллий) своим

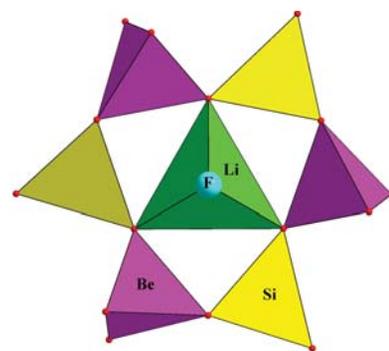
тетраэдром уцепился за два верхних и два нижних кольца так, что им некуда было деваться. А что в результате? Вся слава досталась кремнию. Берилл по-прежнему называют силикатом, а про бериллий и его подвиг почти не вспоминают.

С тех пор бериллий и кремний часто видели вместе, а ему так хотелось самостоятельности...

«Ну-ну, — усмехнулся кремний. — Сначала алюминий, а теперь и ты туда же. Заряд у тебя маловат, без сильной руки в этой жизни тебе придется туго. Вот я могу прожить самостоятельно. Всем известны мои творения. А на что ты рассчитываешь? На что надеешься?»

«Хочу попробовать себя в деле», — упрямо проговорил бериллий и пошел своей дорогой. Кремний поглядел ему в след и вздохнул: «Зря он это затеял. Ничего у него не получится».

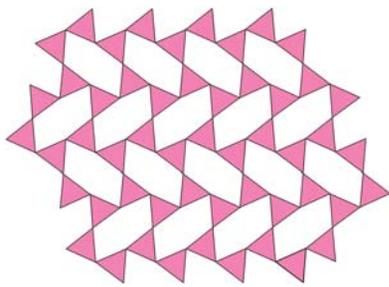
Но бериллий был непреклонен. Ведь существует RbBe₂F₅, в котором сетки Be₂F₅ состоят из таких же диортогрупп (и такие же двусторонние), как и Si₂O₅ в **санборните**. А BeF₂ не отличишь от кварца, кристобалита и коэсита.



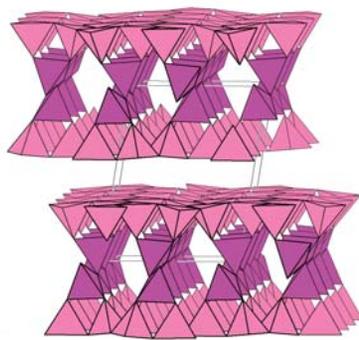
сянхуалит

© Расцветаева Р.К., 2011

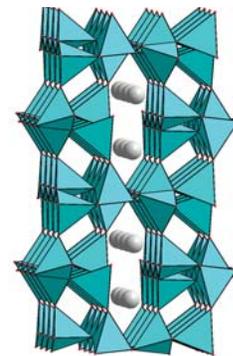
* См. Расцветаева Р.К. Дружба народов // Природа. 2010. №4. С.51—56.



клинобехоитовая сетка



клинобехоит



гроссит

Правда, и фторбериллат рубидия, и BeF_2 родились в пробирке, но и в природе такое возможно. Взять хотя бы цинк или кадмий, они тоже двухвалентные, а смогли же создать **вюрцит**, **сфалерит** и **кадмоселит**.

«Чем я хуже? — хорохорился бериллий. — Ведь **бромеллит** (BeO) точно такой же, как вюрцит (ZnS). Вот бы построить что-нибудь такое, чего нет даже у кремния. Тогда все увидят, на что я способен», — размечтался бериллий.

После недолгих размышлений он привлек к своему проекту водород. Проект так и назывался (по его участникам) — **бехоит** ($\text{Be}+\text{H}+\text{O}$). Вернее, это были два проекта: один «бехоитовый», а другой — «клинобехоитовый». Бехоит из Мурзинки, что на Урале, выстроил цепочки в шахматном порядке и затем сцепил их друг с другом. Вот и вся работа. Сооружение выглядело ажурным — с шестиугольными окошками и длинными коридорами, тоже шестиугольной формы, по которым сновали водороды. Но было оно скучным и не оригинальным. Сами ступенчатые цепочки точь-точь как в силикате $\text{Ba}_2\text{Si}_2\text{O}_6$, хотя и синтетическом, и высокотемпературном. К тому же они уже использовались в RbBeF_3 .

Со вторым проектом повезло больше. Он реализовался там же, на Урале, — в окружении бавенита, битиита, анальцима, альбита и филлипсита. Они и стали свидетелями чуда под названием **клинобехоит**. Прямо на кристаллах **бавенита** выросли лучистые прозрачные кристаллы с пер-

ламутровым блеском. Хотя, как и в бехоите, цепочки не оригинальны (такие уже встречались в синтетическом $\text{Ba}_2\text{Si}_2\text{O}_6$), но вместе с двумя сетками из овальных шестерных колец, уложенных паркетным способом, образуют великолепное трехэтажное здание, которого нет даже у кремния. Конечно, у кремния есть трехэтажные строения, но другие — как, например, в **зусманите**. Ну а водород тоже пригодился. Надо же как-то соединить эти трехэтажные здания друг с другом.

Серия вторая

Вдохновленный успехами бериллия, алюминий построил цепочки из тетраэдров и объединил их в слой. Слой получился не хуже, чем кремниевый в **антигорите**: такие же шестиугольные окошки, такие же цепочки, смотрящие в противоположные стороны. Только алюминиевые цепочки вывернуты не коллективно, как в антигорите, а по очереди. Благодаря этому два слоя смогли соединиться вместе. И тут все увидели, что там в каждой вершине сходятся три тетраэдра... Такое кремнию не могло присниться даже в страшном сне!!! А как же это удалось алюминию? Легко! Ведь его заряд ниже, чем у кремния.

Хотя слои получились корявыми и из боков выпирали тетраэдры, именно через них двойные слои соединились с соседними двойными же слоями. Строение получилось не только оригинальное, но и удивительно симпатичное. Даже Са захотел

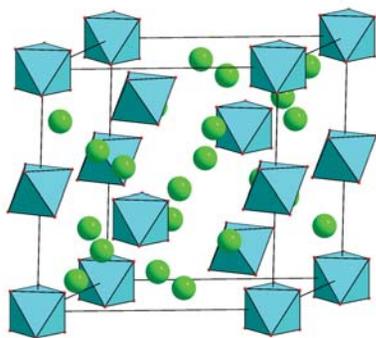
поселиться в этом дворце, и Al не возражал, благо места хватает — на всех этажах есть просторные каналы.

Это была победа! Все поздравляли Al с замечательным минералом CaAl_4O_7 , торжественно названным **гросситом**. Но Al скромничал, считая такое имя чересчур претенциозным. В конечном счете цепочки так похожи на пироксеновые! И вообще — из тетраэдров все давно придумано кремнием, и, сколько ни старайся, ничего нового не сочинишь.

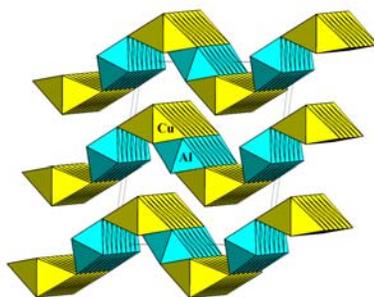
И тут Al вспомнил о своих преимуществах. Он одинаково комфортно чувствует себя как в тетраэдре, так и в октаэдре. В отличие от кремния, который соглашается на октаэдр в исключительных случаях и только под большим давлением (как в **стишовите**). Да и бериллий, хотя и создал кое-что оригинальное, тоже не вылезает из тетраэдров.

Октаэдры должны быть самодостаточными — вот в чем задача. С помощью подручных средств алюминий построил несколько водных октаэдров и окружил их хлором. Получилось что-то вроде коттеджей, стоящих в морской воде. Ну прямо как в Венеции... Эту экзотическую панораму назвали в честь алюминия и хлора **хлоралюминитом** $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$.

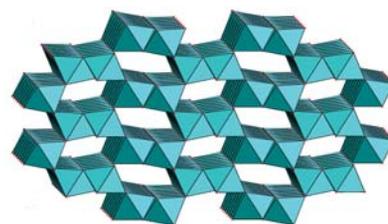
Но морской пейзаж надоел алюминию, и он решил, соединив октаэдры ребрами, соорудить цепочки. Окружил октаэдры не кислородом, как обычно делают другие, а гидроксидом, фтором и водой (возможно, в жарком климате Хайдаркана, что в Киргизии, это и оправданно). Цепочки расположил параллельными рядами,



хлоралюминит



хайдарканит



диаспор

между которыми, пытаясь изо всех сил удержать расплывающиеся цепочки, суетились бесчисленные водороды. Но им это плохо удавалось, и алюминию пришлось призвать на помощь медь. Недолго думая, медные октаэдры объединились ребрами и прислонились к алюминиевым цепочкам с двух сторон, тоже ребрами. Алюминиевые цепочки, опираясь на медные, почувствовали себя в безопасности. Но соседние, которым не повезло, остались без опоры и продолжали разъезжаться. Тогда медные октаэдры зацепили их своими вершинами. Ничего удивительного, что при этом они сильно растянулись, а слои получились изогнутыми и разной толщины. Как бы то ни было, они, в дополнение к ярко-синим игольчатым кристаллам, стали достопримечательностью **хайдарканита**. Зря он скромничал и прятался в укромных пустотках-закоулках (а может, потому и прятался, чтобы уцелеть).

Укрепить цепочки, не прибегая к помощи меди, алюминий смог, соединив их ребрами попарно в ленты. Уложил ленты в шахматном порядке и сцепил их вершинками. Незатейливое строение $AlOON$ выглядело довольно однообразным и вдобавок оказалось хрупким. При нагревании оно растрескивалось и рассыпалось на мелкие осколки, из-за чего и получило название **диаспор** (от греческого «диаспора», что значит «рассыпаться»). Имя красивое (особенно если не знать греческого), а диаспор из месторождений Саранского, что в Свердловской обл., и Кайракты, что в бывшей Казах-

ской ССР, еще и внешне красив — красновато-фиолетовый (правда, при искусственном освещении).

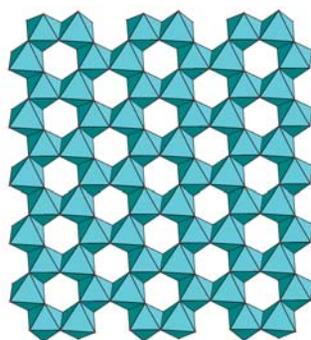
Алюминий предпринял вторую попытку с тем же $AlOON$ и двоянные цепочки соединил в гофрированные слои, объединив их опять же водородом. Как оказалось, прочности это сооружению не прибавило, зато твердость его в два раза уменьшилась. Несмотря на проживание минерала в Вишневых горах на Урале, назвали его **бемитом**, в честь немецкого геохимика Бема.

Серия третья

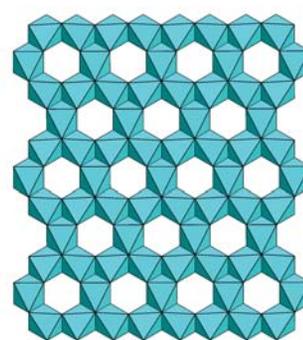
В конце концов надоели алюминию октаэдрические цепочки, а также изготовленные из них ленты и слои. Захотелось ему попробовать свои силы в другом жанре. Объединил он октаэдры ребрами в шестерные кольца и соорудил из них сетку. Да не одну. Развернул октаэдры по-другому, и получилась другая сетка — еще красивей и ажурней. Сетки из октаэдров стали его коронным номером, а из них строй что хочешь.

Одну сетку он подарил корунду, она так и называется корундовой. А вторую — шпинели, с тех пор она называется шпинелевой.

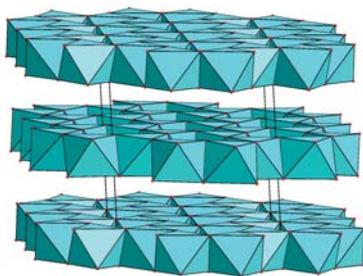
Корунд Al_2O_3 набросал сетки друг на друга со сдвигом на один октаэдр, наглухо перекрыв все дырки. Они тотчас слиплись гранями октаэдров в плотную, без единой щелочки, постройку. Результат превзошел все ожидания — корунд стал чемпионом по твердости, уступив только алмазу. Он и сверкал, как алмаз, а по желанию окрашивался примесями то в красный, то в фиолетовый, то в желтый, то в синий или голубой. Все любовались оттенками рубина и сапфира, а модницы стали носить украшения из них. Корунд нашел себе применение и в точной механике, и в лазерах, и в других оптических устройствах. И хотя само название «корунд» индийского происхождения, он слыл интернационалистом и жил не только в Кашмире в Индии, а повсюду — от Ильменских и Вишневых гор Урала до провинции Онтарио в Канаде, г.Ратнапур в Республике Шри-Ланка, доли-



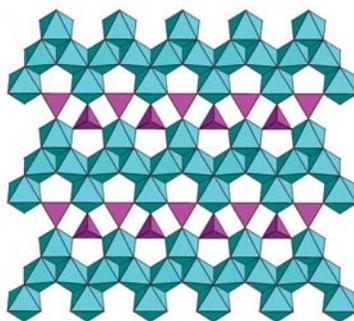
корундовая сетка



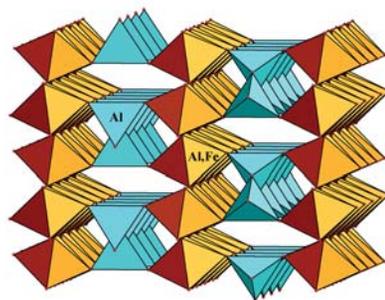
шпинелевая сетка



байерит



хризоберилл



браунмиллерит

ны Могок в Бирме, а также в Сиаме. И даже на Луне, откуда его доставил «Аполлон-11». Его научились выращивать и получать кристаллы весом аж до 10 кг.

И все же, несмотря на такую популярность, постройка корунда АВ-АВ-АВ выглядела скучно и однообразно. Ей явно не хватало воздуха, и алюминий решил изменить тактику и использовать отдельные сетки. Для их объединения потребовался водород, но с ним проблем не было. Сетки и сами по себе выглядели неплохо, к тому же их можно было сдвигать в разные стороны и получать новые постройки. Так родились близнецы-братья $\text{Al}(\text{OH})_3$ — **байерит**, **дойлеит**, **нордстрандит**. Они похожи как две, точнее, как три капли воды и отличаются только перестановками букв А и В, а в дойлеите из Монт-Илер (Квебек) — еще и дополнительными сдвигами то в одном, то в другом направлении. И только **гиббситу** повезло больше. Его сетки уложены в другом порядке — АВВА-АВВА-. А все потому, что, где бы ни проживал этот минерал (в штате Невада в США или в fumarолах Везувия), он любил низкие температуры на поверхности земли, а его братья предпочитают глубины с высокими температурами. Когда-то (аж в позапрошлом столетии!) его называли гидраргиллитом (от греческих «гидор» — вода и «аргиллос» — белая глина, а попросту — глина, содержащая воду). Но это название устарело и ныне забыто. А новое имя ему дали в честь американского полковника Дж.Гиббса,

который, как говорят, был большим любителем собирать минералы.

И все же, несмотря на некоторые различия, эти постройки однообразны и скучноваты. Шаг вправо, шаг влево — вот и вся свобода действий. К тому же еще они и не прочные, не говоря уже о твердости. Так что гордиться особенно нечем...

Серия четвертая

В поисках своего стиля алюминий решил использовать все имеющиеся ресурсы — и октаэдрические, и тетраэдрические.

Для начала он пригласил в совместный проект бериллия. Тот уже имел опыт самостоятельной жизни. Вместе они построили золотисто-желтый **хризоберилл**. Недаром его имя происходит от греческого «хризос» — золото. Алюминий соорудил зигзагообразные цепочки из октаэдров, соединенных ребрами. А бериллий объединил их в слой. Ну а уж наложить слой друг на друга — дело нехитрое, нужно только их немножко подвинуть. И хотя дворец получился точь-в-точь как в силикатном **оливине**, бериллий с алюминием доказали, что вполне могут обойтись без кремния. И никто уже не назовет хризоберилл силикатом, его будут величать оксидом и даже сложным оксидом. Хризоберилл стал признанным драгоценным камнем — не хуже берилла, граната и топаза. Он пользуется успехом повсюду — от Урала до Канады и США, а также на Мадагаскаре и Цейлоне.

Однако алюминий понимал, что опять оказался на вторых ролях. Если смотреть правде в глаза, то хризоберилл по научной классификации — бериллат (хотя бы и алюминия). И он решил обойтись без бериллия... В конце концов, тетраэдры бериллия вполне можно заменить своими собственными.

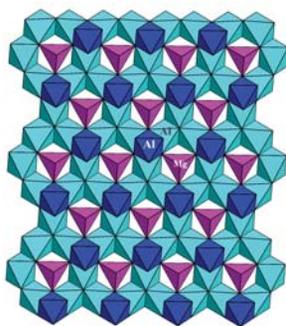
Сказано — сделано. Соединив октаэдры по вершинам в слой, он добавил к ним цепочки из Al-тетраэдров, точно такие же, как в гроссите. Цепочки расположил в шахматном порядке между слоями и соединил слои вместе. Получилось красивое, прочное и просторное здание. Но вот беда, алюминий так увлекся дизайном, что не заметил железо, которое притаилось в некоторых октаэдрах. Его присутствие вскоре обнаружилось, когда здание проржавело и окрасилось в рыжий цвет. Может быть, поэтому его и назвали **браунмиллеритом**?

Для новых построек алюминий предпочел шпинелевые сетки. В них шестерные кольца расположились так, что октаэдры объединяются ребрами по три, а не по два, как в корунде. Благодаря этому можно пристроить к сетке сверху и снизу дополнительные октаэдры, как раз закрывающие углубления между тремя октаэдрами. А в середину самих колец — также сверху и снизу — хорошо вставляются крупные тетраэдры.

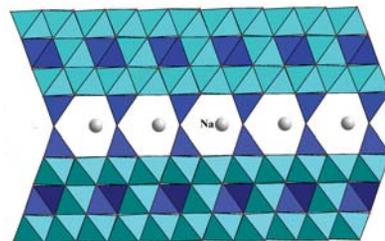
На такие ошетилившиеся сетки легко накладываются с двух сторон другие — со сдвигом. По твердости эти строения уступают корунду на целую единицу, но по разнообра-



шпинелевая сетка с «шипами»



шпинель



дяюйдаоит

зию превосходят его многократно. Так, сама **шпинель** $MgAl_2O_4$ магниевая, а среди ее многочисленных родственников кого только не встретишь — железистый **герцинит**, цинковый **ганит**, марганцевый **галаксит**, оловянный **лимаит**.

Серия пятая

Шпинель заслужила титул «благородная». Ее имя происходит от латинского *spinnella* — маленький шип (благодаря октаэдрической форме кристаллов). Она очень популярна — даже в вулканических породах оз.Вико (Италия). Однако именно на Цейлоне, Мадагаскаре, в Бирме, Сиаме и Афганистане шпинель славится чистотой окраски — красной, розовой, зеленой, синей, фиолетовой — и потому используется как драгоценный камень.

Все бы ничего, но магний привык к октаэдрам, как в **периклазе** MgO , а в шпинели он оказался втиснутым в тетраэдр. Да и в **магнетите** такая же несурaziца — крупные двухвалентные катионы железа в тетраэдрах, тогда как меньшие по размеру трехвалентные — в октаэдрах.

— Это несправедливо, — возмущался магний. — Я не согласен ютиться в кислородных тетраэдрах, тогда как Al располагается в просторных октаэдрах. Я же крупнее его аж на 0.21 \AA . Ну и пусть его заряд больше. Получается, что кто сильнее, тот и прав?

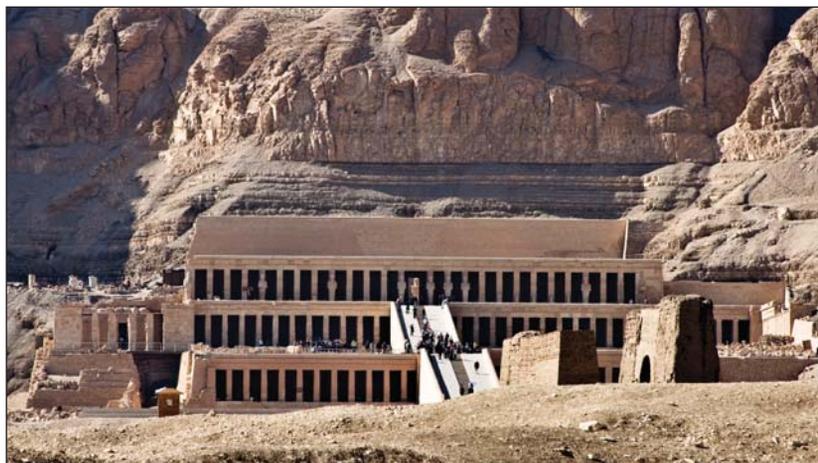
— Прости брат, что я тебя подставил, — сказал алюминий. — У меня не было другого выхода. Когда мы с тобой варились в этой ужасной

магме, кислороды норовили затащить меня в свои тетраэдры. Они уверяли, что октаэдр слишком велик для меня и я буду чувствовать себя неуютно. И тогда я пошел на хитрость. Я пристроился к твоему тетраэдру, и мои октаэдры уменьшились в объеме и стали как раз впору.

— Ну что ж, — вздохнул магний. — Он не виноват — его заставили. И, в конце концов, это его проект, а хозяин — барин.

Однако алюминий решил в дальнейшем обходиться собственными силами, не прибегая (без крайней необходимости) к услугам чужих мелких или крупных тетраэдров. Он задумал создать полностью алюминиевый дворец. И самое простое решение — заменить Mg-тетраэдр на алюминиевый — пришло само собой. **Акдалаит** $4Al_2O_3 \cdot H_2O$ стал еще одним родственником шпинели — на этот раз алюминиевым.

Дяюйдаоит — китайский житель с именем, которое невозможно выговорить и тем более прочесть (*diaoyudaite*) — мечтал о тишине и покое. Он выбрал простой проект типового культового сооружения. Полы и потолки из шпинелевых сеток настолько гладкие, что глазу зацепиться не за что. И хотя сами сетки дырявые, две сетки расположились со сдвигом одна на другой так, что все дырки оказались закрытыми, а внутренние помещения надежно защищены от дождя и солнца. Чтобы сетки не слиплись, между ними поставили распорки из одиночных Al-октаэдров и таких же одиночных Al-тетраэдров. Пространство между полом и потолком разгородили колоннами из сдвоенных Al-тетраэдров (диортогруппы, по-научному) на абсолютно одинаковые кельи, в которых проживают скромные послуш-



Храм царицы Хатшепсут

ники натрия. Постройка дяюндаоита очень похожа на храм царицы Хатшепсут (ныне христианский монастырь), что в провинции Дейр-Эль-Бахари в Египте. Она напоминает также ламаистские монастыри, что в горах Тибета. Глядя на нее, так и представляешь себе Чакпори, где прошло детство легендарного ламы Лобсанга Рампы. Где никогда не нарушается раз и навсегда установленный порядок. Где трапезы под названием завтрак, ланч, обед и ужин означают одно и то же — чай и ячменную лепешку «тсампа». Где время не имеет значения и нет никаких часов и будильников, только Солнце на небе да фазы Луны отмечают дни и месяцы...

Серия шестая

Но настоящей сенсацией в минеральном мире стал другой алюминиевый дворец. **Ташелгит** — коренной сибиряк и проживает у р.Ташелги, которая течет по Томском высту. Место красивое, недаром его называют Горной Шорией. С виду неприметные — то ли голубоватые, то ли зеленоватые крохотные иголки — не привлекали к себе внимания. Когда-то их называли лодочниковитом, но потом это имя забыли. Да и что интересного в минерале без собственного дома (структуры по-научному). Нет-нет, дом у него, конечно, есть (в мире минералов божей не бывает), но хозяин слыл нелюдимым и никого к себе не пускал. Более полувека никто не мог разгадать тайну его жилища. Поговаривали, что дом огромный

и народу в нем проживает видимо-невидимо: Al, Mg, Fe, Ca, O, H. Но сколько их и как они там размещаются — никто не знал. И вот совсем недавно хозяин распахнул двери своих апартаментов. Взору посетителей предстало нечто фантастическое...

Видно, архитектор попался с необузданным воображением. По его замыслу стены оказались не прямыми и гладкими, как в дяюндаоите, а ступенчатыми. Он изрезал шпинелевый слой на широкие ленты и с нахлестом уложил их друг на друга. Чтобы ленты не слиплись между собой, их поставили на распорки из дополнительных октаэдров алюминия, а между ними рядами вытянулись остроконечные шипы из Al-тетраэдров, своими донышками закрывающие дыры в шестичленных кольцах. Однако алюминия на все дырки не хватило. Мелкие тетраэдры Si, P или Be для этих целей не годились — они проваливались. Нужны были более крупные детали. Mg охотно взялся помочь, но он слишком мягок и не мог удерживать вес массивных лент. На выручку пришло двухвалентное железо. С трудом втиснулось оно в тетраэдр, и ряды железных шипов между алюминиевыми и магниевыми надежно скрепили ленты между собой.

Вдохновение не покинуло архитектора и тогда, когда выяснилось, что толщина стен разная — местами перекрывались две ленты, а местами три. И это еще не все. Архитектор, по-видимому, был не в себе, и одна стенка покосилась. Но он не растерялся и быстро наклонил другую в противоположную сторону. Равновесие было достигнуто.

В конце концов получилось нечто разудалое — под стать сибирскому характеру хозяина. Когда идешь вдоль стены, кажется, что ленты вот-вот врежутся друг в друга. Но за поворотом они неожиданно кончаются, и появляются новые, но уже на другой высоте. Что ни говори, но это круто. Такого сооружения свет не видывал. Правда, есть один чудак по имени **афвиллит**, но его стенки с выступающими Ca-восьмивершинниками все-навсего волнистые.

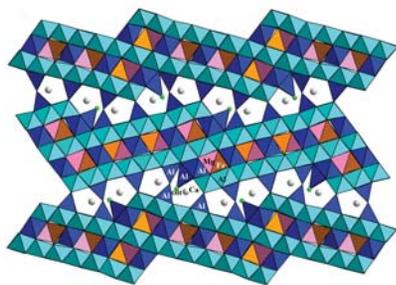
Архитектор так увлекся стенами, что совсем забыл про пол и потолок. Но Ca взял инициативу в свои руки. Он объявил, что отныне стены будут называться полами и потолками, затем разгородил пространство между ними, как колоннами, тетраэдрами алюминия и оказался в привычных для себя помещениях — октаэдрах и семивершинниках. Там, где тетраэдры с потолка не дотягивались до пола, Ca надстраивал их другими тетраэдрами, а к некоторым подвешивал ОН-группы (умывальники тоже пригодятся). Все эти колонны — двойные и одинарные, с умывальниками и без — расположились под разными углами друг к другу. Но это соиздателя не смутило: Хундертвассер свои несуразные колонны тоже поставил вкривь и вкось, а тем не менее его Хаус стал величайшей достопримечательностью Вены.

Жизнь в алюминиевом дворце закипела. Правда, ходить по лестницам все время утомительно, но, как говорят, полезно. Вот в Хундертвассерхаусе полы и потолки тоже неровные, но люди в нем живут, да еще платят бешеные деньги.

Зря хозяин стеснялся показывать свое сооружение народу. И хотя специалисты до сих пор спорят об архитектурном стиле алюминиевого дворца, он тотчас был признан шедевром, а его владелец прославился и получил имя ташелгит (по месту проживания). Нет никакого сомнения, что этот новый алюминиевый шедевр будет занесен в списки охраняемых ЮНЕСКО памятников архитектуры.

Эпилог

Дружба и взаимопомощь нужны малым и большим народам. Но если какой-нибудь народ попадает в зависимость от другого, он может утратить свою самобытность. Алюминий и бериллий доказали, что способны на многое. И хотя они по-прежнему участвуют в совместных проектах с другими народами, они с удовольствием отмечают и День независимости от кремния. ■



ташелгит

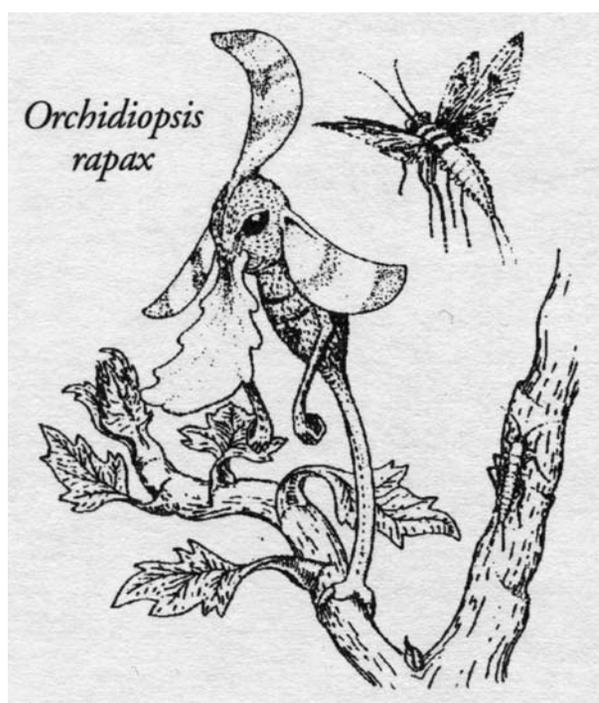
Эориностентор — древнейший представитель отряда носоходок

М.А.Рогов,
кандидат геолого-минералогических наук
Геологический институт РАН
Москва

Одним из наиболее значительных открытий в зоологии последнего столетия, пожалуй, стало обнаружение носоходок (*Rhinogradentia*) — реликтового отряда млекопитающих, отличающегося огромным экологическим разнообразием, но обладающего в настоящее время очень небольшим ареалом. Долгое время считалось, что носоходки обитали только в южной части Тихого океана на небольшом архипелаге Хей-Эй, в настоящее время не существующем [1–4]. Только недавно небольшие популяции высокоспециализированных морских носоходок, включающих в числе прочего колониальные и паразитические таксоны, были обнаружены вблизи побережья Антарктиды [1] и на сублиторали о.Путятин в Охотском море [5, 6].

Носоходки весьма разнообразны — среди них известны свободноживущие и паразитические, одиночные и колониальные, водные, зарывающиеся, наземные и летающие формы. Столь высокое экологическое разнообразие этих животных обусловлено в первую очередь уникальной, резко отличающих их от других млекопитающих особенностью: носоходки наделены специфическим носовым выростом (насариемом), который они используют для перемещения или прикрепления к субстрату, а также для питания.

До последнего времени геологическая история носоходок и их связь с другими группами млекопитающих оставались совершенно неизученными. Только в середине 80-х годов XX в. появились первые указания на присутствие носоходок в верхнем мелу Монголии [7]. К сожалению, попавшие в руки исследователей костные остатки имели недостаточно хорошую сохранность даже для того, чтобы соотнести их с каким-либо из известных семейств. Удалось только установить принадлежность верхнемеловых носоходок к подотряду однорылов (*Monorhina*). Вместе с остатками носоходок были обнаружены кости небольших хищных динозавров, которые, по всей видимости, могли охотиться на носоходок. Также имеются данные о присутствии



Один из вымерших видов носоходок, обитавших на архипелаге Хей-Эй [4].

носорождок в кайнозой Восточной Азии [2]. Как отмечает Йорг Малетц, находки ископаемых носорождок ограничены азиатским побережьем Тихого океана [8].

Высокая специализированность современных носорождок и редкость ископаемых представителей этой группы позволяют лишь с некоторой долей условности установить их филогенетические соотношения с другими группами млекопитающих. Похоже, носорождка относится к надотряду *Afrotheria* [9] и наиболее близки к современной группе млекопитающих — псевдоунгулятам (*Pseudoungulata*), в которую входят хоботные, трубкозубые, сирены, землеройки и др. [8]. Для многих из них также характерно значительное удлинение носовой части, хотя оно и не достигает столь высокой степени развития, как у носорождок.



Внешний вид разреза Михаленино. Стрелкой отмечен уровень, с которого происходят изученные носоходки.

Здесь и далее фото автора

Новые находки

В июле 2010 г. в рамках совместной российско-польской экспедиции, в которой принимали участие сотрудники Геологического института РАН, Ярославского педагогического университета им. К.Д.Ушинского, Варшавского университета и Института геологических наук Польской АН, было проведено изучение выходов юрских отложений на берегах р.Унжи (левого притока Волги) и на правом берегу Волги (в окрестностях г.Юрвец).

Наиболее важное из изученных местонахождений расположено между пос.Унжа и деревней Михаленино (Костромская обл.) на правом берегу р.Унжи. Здесь в средней части склона обнажаются серые глины суммарной мощностью чуть более 10 м, датированные оксфордским и кимериджским веками поздней юры (примерно 150–160 млн лет назад) [10]. Эти глины накапливались в мелководном морском бассейне, глубины которого, по-видимому, не превышали здесь 50 м. В глинах содержится значительное число окаменелостей, главным образом представленных беспозвоночными (аммонитами, белемнитами, двустворчатыми моллюсками). Остатки позвоночных встречаются достаточно редко, за исключением одного единственного слоя, на характеристике которого мы остановимся подробнее.

В нижней части разреза, примерно в 1 м ниже видимого основания глин, обнажается слой высокоуглеродистых глинистых сланцев мощностью 0,15–0,2 м, отвечающий основанию верхнеоксфордского подъяруса. Этот слой, распространенный в пределах Московской, Костромской и Ивановской областей, характеризуется высоким (до 15,5%) содержанием C_{org} . Его образование, судя по геохимическим данным, обусловлено резким кратковременным увеличением уровня продуктивности фитопланктона, связанным с эпизодом эвтрофикации вод [11]. В водной толще в течение накопления высокоуглеродистых осадков

не существовало стабильных аноксических (бескислородных) условий. Однако эпизодически они наступали на дне и в придонной части водной толщи, что обусловило присутствие здесь большого числа окаменелостей хорошей сохранности, включая уникальные находки кальмаров и белемнитов с отпечатками мягкого тела [12].

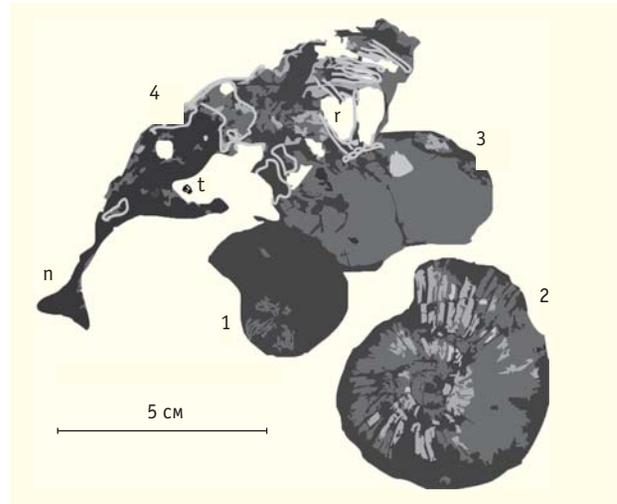
Именно в этом слое был обнаружен небольшой раздавленный скелет, чье таксономическое положение сначала было не совсем ясным. То, что эта уникальная находка должна относиться к классу млекопитающих, было понятно по деталям строения скелета и сохранившемуся зубу. Еще несколько небольших костей и зубов, принадлежащих, по всей видимости, близким млекопитающим, было в дальнейшем обнаружено в коллекции Государственного геологического музея им. В.И.Вернадского (ГГМ) в Москве. Эти образцы были собраны М.И.Соколовым в начале 20-х годов XX в. в бассейне р.Унжи и, судя по всему, происходят из того же самого слоя, где была сделана наша находка. Сравнив наш образец с другими юрскими и нижнемеловыми млекопитающими, мы нашли существенное отличие в строении его скелета от всех известных находок, выраженное в развитии специфического выроста носовых костей. Из всех известных позвоночных подобными выростами обладают только носоходки. Дальнейшее изучение собранных материалов убедило нас в том, что найденные окаменелости — действительно остатки носоходов, причем самых древних из всех известных к настоящему времени представителей этих необычных животных.

Все изученная коллекция теперь хранится в ГГМ им. В. И. Вернадского и сопровождается следующей записью:

Отряд *Rhinogradentia* (носоходки)
Подотряд *Monorhina* (однорылы)
Семейство *Rhinosiphonidae* (сифонные носоходки в широком смысле)
Род *Eorbinostentor* gen. nov.
Типовой вид *Eorbinostentor unzbensis** sp. nov., верхняя юра, оксфордский ярус, верхний подъярус, зона *Amoeboceras glosense*, бассейн р.Унжи (Костромская область).

Описание рода. Животные небольшого размера (10–15 см в длину), с длинным расширяющимся на конце насариумом. Глаз окружен многочисленными мелкими косточками. Заднекоренные зубы мелкие (2–3 мм в длину) с тремя острыми, четко выраженными бугорками. Сочленение черепа с телом неясное, количество шейных позвонков установить невозможно. Передние конечности были, вероятно, хорошо развиты. Ребра многочисленные, тонкие. Строение задней части тела неизвестно.

* Родовое название дано в честь древнегреческой богини утренней зари Eos и отражает близость к роду носоходов *Rbinostentor*, описанных H.Stuempke, видовое — связано с р.Унжей, откуда происходит типовой материал.



Фотография и зарисовка *Eorhinostentor unzhensis* sp. nov., голотип ГГМ 1/2643. Цифрами и буквами обозначены аммониты (1 — *Amoeboceras ilowaiskii*, 2 — *Dichotomosphinctes* sp.), устрица (3), *Eorhinostentor* sp (4) и его насариум (n), зуб (t), ребра (r).

Сравнение. Строение головного отдела и характер ребер нового рода необыкновенно близки к таковым у рода *Rhinostentor*, от которого новый род отличается несколько более крупными размерами, более узкой носовой розеткой, а также явной связью фильтрующего аппарата с ребрами. От других представителей семейства *Rhinostentoridae* новый род отличается насариумом с выраженным расширением и присутствием фильтрующего аппарата.

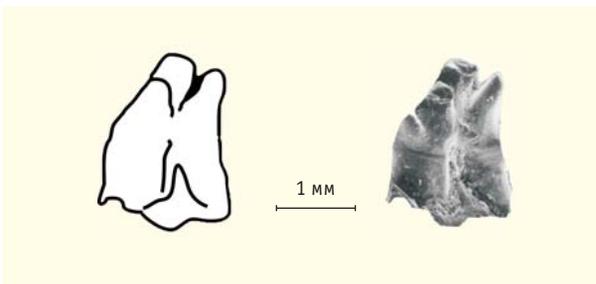
Замечания. Строение зубов *Eorhinostentor* близко к таковому у некоторых нижнемеловых млекопитающих Монголии, относимых к недостаточно изученной группе симметродонтов, таких как *Gobiotheriodon* [13]. По предположению Ж.Луо с соавторами [14], симметродонты в нынешнем объеме — парафилетическая группа. Возможно, некоторые из описанных в литературе зубов относятся не к симметродонтам, а к древним носоходкам. Судя по всему, соответствующий тип строения зубного аппарата был одним из шагов на пути «маммализации», пройденным в разное время разными группами млекопитающих. Вероятно, *Eorhinostentor* — предок рода *Rhinostentor*, хотя значительный (около 150 млн лет) промежуток между находками обоих родов не позволяет утверждать это с уверенностью. Возможно, родство обсуждаемых

родов более отдаленное, а сходство обусловлено близким образом жизни.

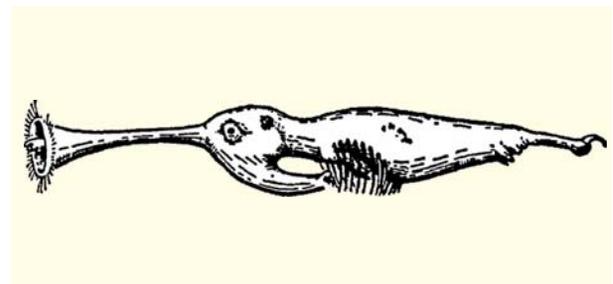
Описание вида. Небольшое животное длиной 10—15 см, с хорошо развитым насариумом (n) трубковидной формы, слегка расширяющимся на конце. Череп сохранился плохо. Кроме костей, составляющих насариум, частично могут быть идентифицированы кости нижней челюсти, а также мелкие косточки вокруг глаза, составляющие подобие склеротических колец у ихтиозавров. Все имеющиеся в коллекции зубы (их размер не превышает 2—3 мм) представлены заднекоренными, для них характерно наличие трех острых бугорков. Кости передних конечностей сохранились плохо и почти не заметны на голотипе, однако несколько обломков позволяют предположить присутствие развитых хватательных рук. Ребра многочисленные, тонкие, длинные.

Замечания. М.И.Соколов, в чьей коллекции имеются представители данного вида, понимал всю важность данной находки. На сохранившейся этикетке им было подписано: «река Унжа, секванский ярус, *Mammalia indet.* (по сообщ. проф. Симпсона, отличается от всех известных мезозойских млекопитающих)».

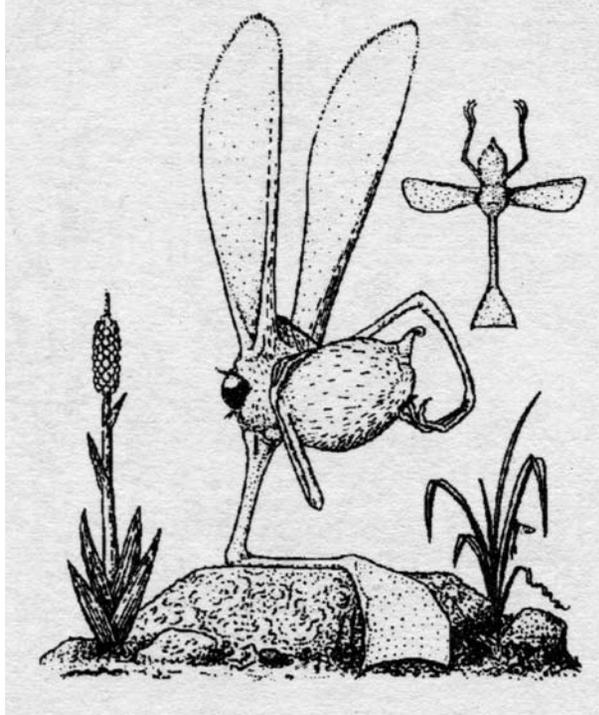
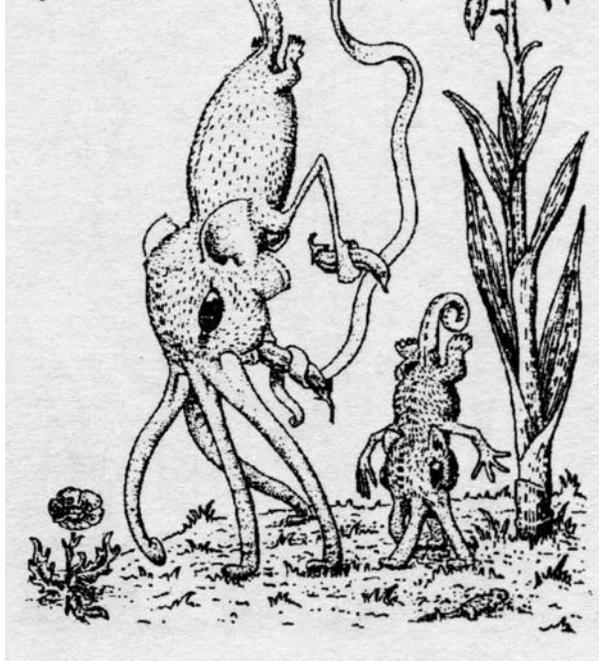
Материал. верхняя юра, оксфордский ярус, верхний подъярус, зона *Amoeboceras glosense*, голотип ГГМ



Зуб *Eorhinostentor unzhensis* sp. nov. (коллекция М.И.Соколова).



Современный вид носоходок *Rhinosentor foetidus* [4].

*Otopteryx
volitans**Nasobema
lyricum*

Типичные представители двух подотрядов носоходок: однорылов – крылоух (вверху) и многоносов – насобема [4].

1/2643 (почти полный скелет на плитке глинистого сланца), разрез Михаленино (Костромская обл.), слой 8, сборы М.А.Рогова, Д.Н.Киселева, Х.Вежбовского; ГГМ V-6/82, 6/97 (два зуба), ГГМ V-6/112 (обломки костей на плитке глинистого сланца), бассейн р.Унжи, коллекция М.И.Соколова.

Уточнения эволюции, экологии и биогеографии носоходок

По образу жизни зориностенатор, видимо, мало чем отличался от риностенатора. Судя по строению насариума с расширением на конце и присутствию примитивного ловчего аппарата, зориностенаторы питались планктоном. Это предположение хорошо согласуется с уровнем находки наших экземпляров, который отвечает резкому повышению продуктивности планктона на обширной территории. Как это обычно бывает, всплеск обилия планктона привел к быстрому росту популяции редких до этого носоходок, населявших мелководные лагуны со спокойными водами. По крайней мере часть популяции переселилась в открытые части бассейна за пределы лагун и дала начало полностью морским носоходкам. Присутствие мелких косточек вокруг глаз, образующих подобие склеротических колец у ихтиозавра, свидетельствует о том, что зориностенатор мог погружаться на большие глубины. Весьма вероятно, что, как и многие ныне живущие морские организмы, зориностенаторы совершали вертикальные суточные миграции вслед за планктоном. К сожалению, имеющийся в нашем распоряжении материал совершенно не достаточен для того, чтобы можно было изучить изотопный состав кислорода в биоапатите, которым сложена зубная эмаль зориностенатора, и установить температуру обитания этого животного. Как и современные представители носоходок, *Eorhinostentor* был вторично водным животным и дышал с помощью легких, время от времени выныривая на поверхность воды. Некоторые черты строения скелета зориностенатора, в первую очередь характер передних конечностей, позволяют с уверенностью говорить о том, что его предки обитали на суше.

Обнаружение носоходок в юре, причем вдали от регионов, откуда они были известны до сих пор, позволяет уточнить ряд спорных вопросов эволюции и биогеографии этих животных. С.Д.Фелдоянц и А.Зельбстандер предполагали, что для носоходок свойственно биполярное распространение и в целом эти животные характерны для умеренного и субтропического климата [1]. Скудные данные по мелкайнзойским носоходкам, скорее, свидетельствовали об их приуроченности к сравнительно небольшому району на востоке Азии с жарким климатом, откуда носоходки в дальнейшем могли расселиться вдоль побережья Тихого океана, будучи вытесненными более продвинутыми группами млекопитающих. Находки зориностенаторов в верхнеюрских отложе-

ниях европейской части России позволяют предположить, что уже 150—160 млн лет назад ареал носоходок включал умеренно теплые области и эти животные были широко распространены в пределах Лавразии. Как показывают результаты изучения биогеографии мезозойских млекопитающих [15], в мелу (особенно позднем мелу) для большинства групп млекопитающих был свойствен достаточно высокий эндемизм, что связано с появлением многочисленных преград, вызванных распадом Пангеи. Однако в юре степень их эндемизма была еще очень невысока, и большинство семейств млекопитающих отличались космополитным распространением. Можно предположить, что появление первых носоходок произошло на рубеже средней и поздней юры, когда завершился один из крупнейших экологических кризисов в истории мезозойских наземных позвоночных [16]. Этот кризис (в отличие от «вымираний» на рубеже триаса и юры, а также мела и палеогена) не сопровождался заметным оскудением растительности и других компонентов сухопутной биоты. Достаточно высокая специали-

зация найденного экземпляра носоходок позволяет предположить, что, возникнув на завершающем этапе крупного кризиса в условиях присутствия большого числа свободных экологических ниш, носоходки испытали быструю адаптивную радиацию и, вероятно, уже в начале поздней юры их экологическое разнообразие мало отличалось от современного. У небольших по размеру и не занимавших видного положения в наземных экосистемах носоходок, судя по всему, постепенно (в течение мезозоя и кайнозоя) сокращался ареал, но при этом сохранялось высокое разнообразие.

Наберемся терпения и будем ждать новых находок носоходок — уникальных, можно даже сказать фантастических, животных. Особенное внимание следует уделить местонахождениям средне-верхнеюрских наземных позвоночных России. Следующая экспедиция, целью которой будет поиск носоходок в ближайших окрестностях Москвы, запланирована на 1 апреля 2011 г., когда, по прогнозам синоптиков, снег уже стает на значительной части Московской области. ■

Работа выполнена в рамках совместного исследовательского проекта Российской и Польской академий наук по изучению загадочных явлений в юре и нижнем мелу и Программы Президиума РАН «Эволюция и экология выдуманных мезозойских животных из гранитных интрузий».

Литература

1. Фелдояниц С.Д., Зельбстандер А. Загадочные носоходки // Природа. 2000. №4. С.46—54.
2. Gizard F. L'Affascinante mondo dei Rinogradati // Konrad. 2010. №158. P.16.
3. Papapanayotakis P., Chatsientomologos A. Ein Beitrag zur Bionomie und Morphologie von Emunctator sorbens (Rhinogradentia, Rhinocolumnidae), einem stenophagen Prädatör von Hughscottiella stümpkei (Trichoptera, Atriplectididae) // Jahresbericht der Biologischen Station Lunz. 1985. Bd.8. S.76—80.
4. Stümpke H. Bau und Leben der Rhinogradentia. Heidelberg; Berlin, 2001.
5. Букашкина В.В. Паразитический представитель колониальных Rhinogradentia // Биология моря. 2004. Т.30. Вып.2. С.165.
6. Каушкина М.И. *Dendronasus* sp. — новый представитель отряда носоходок (Rhinogradentia) // Биология моря. 2004. Т.30. Вып.2. С.163—164.
7. Arndt K., Gross K., Werner J. Hinweise auf Rhinogradentia in der Oberkreide // Vertebraten der Kreide / Ed. G.Gerstner. Berlin, 1989. S.34—67.
8. Maletz J. The Rhinogradentia — an exercise in evolution. Pegrum Lecture Series, Department of Geology, University at Buffalo, 2008.
9. Seiffert R.E. A new estimate of afrotherian phylogeny based on simultaneous analysis of genomic, morphological, and fossil evidence // BMC Evolutionary Biology. 2007. V.7. №224. P.13.
10. Główniak E., Kiselev D.N., Rogov M., Wierzbowski A., Wright J. The Middle Oxfordian to lowermost Kimmeridgian ammonite succession at Mikhalenino (Kostroma District) of Russian Platform, and its stratigraphical and palaeogeographical importance // Volumina Jurassica. 2010. V.8. P.8—45.
11. Бушнев Д.А., Щенетова Е.В., Львов С.В. Органическая геохимия оксфордских высокоуглеродистых отложений Русской плиты // Литология и полезные ископаемые. 2006. №5. С.1—14.
12. Rogov M.A., Инполитов А.П. Первые находки колеоидей с остатками мягкого тела в оксфорде Русской плиты // Палеострат-2008. Тез. докл. Годичного собрания секции палеонтологии МОИП и московского отделения Палеонтологического общества (Москва, 28—29 января 2008 г.) / Ред. А.С.Алексеев. М., 2008. С.47—48.
13. Averianov A.O. Early Cretaceous «symmetrodont» mammal Gobiotheriodon from Mongolia and the classification of «Symmetrodonta» // Acta Palaeontologica Polonica. 2002. V.47. №4. P.705—716.
14. Luo Z.-X., Kielan-Jaworowska Z., Cifelli R.L. In quest for a phylogeny of Mesozoic mammals // Acta Palaeontologica Polonica. 2002. V.47. №1. P.1—78.
15. Rich T.H. The palaeobiogeography of Mesozoic mammals: a review // Arquivos do Museu Nacional, Rio de Janeiro. 2008. V.66. P.231—249.
16. Каландадзе Н.Н., Раутиан А.С. Симптоматика экологических кризисов // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 1993. Т.1. №5. С.3—8.

Серые жабы, зеленые лягушки: любовь и смерть в холодной воде

Д.А.Шабанов,
кандидат биологических наук
Харьковский национальный университет им.В.Н.Каразина

Год за годом, после того как весеннее тепло съедает зимние запасы снега и льда, в озерах и лужах, реках и прудах разворачивается захватывающее действо. Нерест земноводных. Те виды, которые, как серые жабы, зимуют на суше, пробуждаются, когда тепло проникает во влажную почву и под корни деревьев. Те амфибии, которые, как озерные лягушки, зимуют на дне водоемов, просыпаются с таянием ледового покрова, с изменением температурного и газового режима придонной воды.

Нынешний год — двенадцатый, когда мы с коллегами встречаем нерест серых жаб на Иськовом пруду рядом с биостанцией Харьковского университета. Начиная с 2000 г. мы ежегодно метим пришедших на нерест жаб (в некоторые годы свыше тысячи особей) и регистрируем встречи с уже «знакомыми». И что удивительно, жабы с метками 2000 г. попадались вплоть до прошлого года. Встретим ли мы их этой весной, станет ясно, когда журнал будет выходить из печати. В любом случае для жабьего века это очень много.

Зачем мы их метим? Мы пытаемся определить факторы, управляющие стратегией развития жаб. Что определяет, какую часть энергии серая жаба будет

тратить на собственный рост, а какую — на производство потомков? По нашему предположению, на соотношение этих затрат могут влиять условия развития головастика, в частности — острота конкуренции между сородичами. За время наших наблюдений менялась не только численность популяции жаб в Иськовом пруду, но и темпы роста отдельных особей. Примечательные результаты получены уже сейчас, но останавливать наблюдения никто не собирается. Каждый следующий год оказывается интереснее предыдущего... Но это тема отдельного рассказа. Задача этой статьи — описать ловушки, в которые бесхвостых амфибий загоняет половой инстинкт.

Так вот, у наших бесхвостых амфибий — жаб, лягушек, чесночниц, квакш, жерлянок — наружное оплодотворение. Большая часть нерестящихся в Иськовом пруду видов зимует на суше. Самцы и самки перемещаются к месту нереста независимо. Важно, чтобы самка отметала икру, защищенную разбухающими слизистыми оболочками, в присутствии самца. В отсутствие партнера все затраты энергии на производство икры уйдут впустую. Чтобы обезопаситься от несвоевременного отметывания икры, у бесхвостых выработалась своеобразная форма поведения приспособление — амплексус (от лат. amplexus —

© Шабанов Д.А., 2011



Амплексус серых жаб. Пара может провести в таком положении более суток, необходимых для созревания икры у самки. Брачные мозоли на кисти самца (фото справа), позволяющие удерживать самку в амплексусе.

Фото А.А.В.Коршунова и Д.Д.Королесовой



Самцу (фото слева) повезло: он доедет до водоема на самке. А этой самке, вероятно, совсем нелегко: ее помогают сразу несколько самцов.



Фото А.В. Коршунова

обвивать, охватывать). Найдя самку, самец крепко обнимает ее своими передними конечностями и... стимулирует тем самым дозревание икринок. Он может даже помогать самке во время нереста, выдавливая из нее икру — порция за порцией.

Думаете, легко удержать скользкую самку в холодной воде? Чтобы она не выскользнула, самец во время амplexуса изо всех сил вжимает в ее бока кисти, на внутренней поверхности которых находятся брачные мозоли — бархатисто-шершавые участки набухшей кожи. Во время нереста брачные мозоли темнеют, но даже во внебрачный период они выделяются на фоне соседних участков кожи. По этим пятнам можно отличить самок от самцов. Впрочем, для этого необязательно рассматривать кисти: самцы серых жаб мельче самок, да и фигура у них разная — тело самок расширено за счет запасов икры.

У серых жаб самцы приходят к водоемам раньше самок. На самом деле, самке некуда торопиться — к своему нересту она всегда успеет. Самец в ином положении — он может опоздать и остаться без самки. Вот самцы и торопятся. Приходят к водоемам первыми и ждут у кромки воды — в местах, подходящих для

икрометания. Если самцу повезет встретить самку еще на суше, он возьмет ее в амplexус, и той придется тащить его на себе.

Понятно, что тот из самцов, кто найдет самку раньше других, получит преимущество. Поэтому в ситуации, когда самок не хватает, самцы оказываются крайне неразборчивы. Они готовы наброситься на любой движущийся предмет, по размерам хоть сколько-то напоминающий самку. В ситуации, когда волны шевелят плавающие на поверхности воды предметы, самцов серых жаб может привлечь и прошлогодний побег тростника, и даже мертвая рыба. Особенно привлекательны объекты, которые движутся сами. Впрочем, к счастью, внимания самцов серых жаб чаще всего удостоиваются их сородичи.

Когда одна жаба пытается взять в амplexус другую, та издает характерный крик высвобождения: если это самец, то звук напоминает что-то вроде всхлипывания, если самка — попискивание. Характерный ответ самца приводит к потере интереса у агрессора, ответ самки (особенно, если она еще не сбросила свою порцию икры) — наоборот, заставляет его сжимать объятия еще крепче. Когда самцов



Захватчик может попытаться разбить сложившуюся пару и на суше (фото слева), и в воде. Исход сражения зависит не только от удачи, но и от силы и ловкости самцов.



Фото А.В. Коршунова и Д.А. Шабанова



Сверху — самец остромордой лягушки в голубом брачном наряде, снизу — чесночница (обратите внимание на вертикальный зрачок).

Здесь и далее фото А.В. Коршунова



А самец гребенчатого тритона уж точно тут ни при чем: у хвостатых амфибий оплодотворение внутреннее. Увы, у самца чесночницы крепкая хватка.



Понятно, чем закончится такой гетероспецифичный амplexус: самцу остромордой лягушки станет дурно от воздействия яда серой жабы и он разомкнет свои объятия.

много, они пытаются схватить друг друга в амplexус, но всегда вырываются и отвечают характерным «мужским» криком высвобождения. В результате такого поведения группа пойманных на нересте самцов серых жаб издает звуки, напоминающие чирикающие выводки цыплят или утят.

Какая самка привлекательна для самца? Большая. Если она по-настоящему велика, то может привлечь внимание целой группы самцов. Хорошо быть объектом такого повышенного интереса? Повышенная конкуренция между самцами приведет к тому, что ее потомство оплодотворит наиболее успешный производитель.

А столкновения между самцами бывают серьезные. Если одинокий самец встретит пару в амplexусе, он может попробовать вклиниться между партнерами и тем самым разорвать их связь. Удерживающий самку самец прогоняет конкурента, пытаясь оттолкнуть его ногами. В таких соревнованиях в конечном итоге побеждают более крупные и более сильные самцы.

Одни и те же водоемы используют разные виды амфибий. Нерест на Иськовом пруду начинают серые жабы и остромордые лягушки. В это же время к ним присоединяются и обыкновенные чесночницы, и краснобрюхие жерлянки, и обыкновенные квакши, а также тритоны — обыкновенные и гребенчатые. Нерест зеленых лягушек в это время еще не начинается. Зеленые лягушки — не вид, а группа из двух родительских видов (озерной и прудовой) и их гибрида — съедобной лягушки. Озерные лягушки зимуют на дне водоемов и могут выходить из зимовки как раз во время нереста серых жаб. Со временем подтянутся и съедобные лягушки, которые зимовали на суше, а прудовых в Иськовом пруду нет. Зеленые лягушки, а также зеленые жабы начнут нереститься позже, когда вода потеплеет.

Летом все эти амфибии разойдутся по своим постоянным местообитаниям и практически не будут конкурировать друг с другом. А вот их личинкам приходится развиваться в одном пруду. Личинки тритонов отличаются по своему образу жизни — это хищники, заглатывающие мелких водных животных. А вот головастики всех видов Иькова пруда питаются, соскабливая разнообразную растительную и животную пищу откуда придется. Это могут быть растительные и животные обрастания на подводных предметах, водные растения, а иногда даже и животные (мертвая лягушка, к примеру). Несмотря на пищевую специализацию, спектр питания головастиков разных видов пересекается, и это делает их конкурентами.

Так вот, на нересте разные виды амфибий оказываются рядом, и немудрено, что самцы бесхвостых, которых могут привлечь колышущийся тростник и мертвая рыба, реагируют и на более или менее далеких родственников. Поэтому на водоемах с разнообразной фауной амфибий (батрахофауной) образуются гетероспецифичные амplexусы. Мы наблюдали, как самец остромордой лягушки берет

в амplexус чесночницу, а самец чесночницы — самца гребенчатого тритона!

Вообще-то все амфибии ядовиты. Каждый вид производит характерный набор токсинов, предназначенных и для подавления бактерий, и для борьбы с потенциальными хищниками и конкурентами. В типичном случае каждый вид устойчив к своим токсинам и чувствителен к химическому оружию других видов. Что происходит при тесном физическом контакте особей двух видов? Каждой из них через какое-то время становится нехорошо от действия чуждых токсинов, и «неправильный» амplexус распадается без особых последствий.

Из описанной закономерности есть одно важное исключение. Если весна ранняя, у озерных лягушек, выходящих из зимовки, велик шанс встретить на берегах водоемов одиноких самцов серой жабы. Следствием становится гетероспецифичный амplexус, в котором серые жабы удерживают озерных лягушек. На крупную самку озерной лягушки может навалиться сразу несколько самцов. И вот такие-то амplexусы зачастую прекращаются лишь со смертью лягушки.

Жабы достаточно устойчивы к действию лягушачьих токсинов. Наоборот, известно, что жабий яд эффективнее всего действует на других холоднокровных, и лягушки (потенциальные конкуренты жаб на личиночной стадии развития) оказываются к нему более чувствительны, чем млекопитающие и птицы (потенциальные хищники). Посмотрите в глаза лягушки, которую держит самец жабы. Она уже под глубоким наркозом. Не будем приводить здесь фотографии, на которых видно, как распухает тело лягушки, которую удерживают серые жабы, как рвут воспаленную лягушачью кожу сильные конечности самцов жаб... После тех дней, когда происходят такие встречи, по берегам остаются лежать тела убитых жабами лягушек.

Как классифицировать такое взаимодействие? Это очень своеобразный вариант интерференционной конкуренции, то есть конкуренции, сопряженной с прямым взаимодействием между конкурирующими видами. Как вы поняли, этот вариант основан на девиантном половом поведении серых жаб. Кстати, обычно интерференционная конкуренция — приспособление, снижающее остроту эксплуатационной конкуренции — взаимодействия, при котором конкуренты уменьшают друг для друга доступность совместно эксплуатируемых ресурсов. Если головастики лягушек и жаб конкурируют друг с другом, такому поведению самцов жаб вполне может благоприятствовать отбор.

Конечно, пытаться понять, что происходит в психике жаб — напрасное занятие. Но, судя по всем внешним проявлениям, во время химического убийства лягушки в самце жабы работают те же поведенческие программы, что и во время нормального амplexуса, в котором он обнимает самку своего вида.

Надо же, как только не переплетаются любовь и смерть! ■



Серая жаба держит в амplexусе зеленую лягушку.



А эта озерная лягушка оказалась крупнее и потому — привлекательнее.



Глаза самки озерной лягушки скрыла мутная поволока; самец серой жабы, судя по всему, полон энтузиазма.

Образы животных в космогонических мифах

М.А.Дэвлет,
доктор исторических наук
Институт археологии РАН
Москва

Вблизи начала Саянского каньона Енисея, на левом берегу р.Чаа-Холь расположена гора Бош-Даг, что в переводе с тувинского означает «обособленно стоящая гора, с которой осыпается камень». Изображения на скальном панно у подножия горы занимают особое место среди скоплений петроглифов на этом местонахождении в Улуг-Хемском кожууне Республики Тыва. На берегах р.Чаа-Холь в древности и в Средневековье то кипела, то угасала жизнь, о чем свидетельствуют многочисленные археологические памятники. Здесь находилось укрепленное городище уйгуров Бажын-Алаак и пролегла «дорога Чингисхана» — рови оборонительный вал для защиты уйгурских владений, обнаружены стелы со средневековыми надписями, каменные изваяния и остатки горных выработок, а под го-

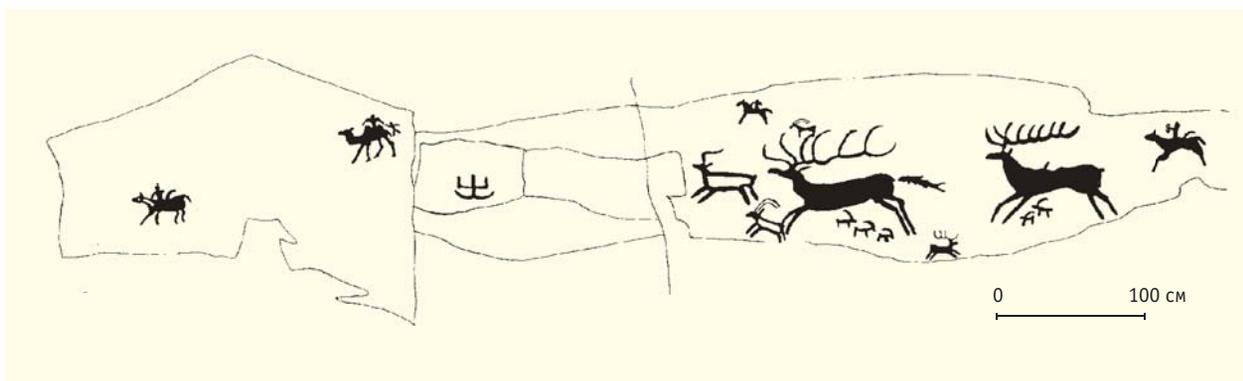
рой и на склонах еще и теперь хорошо видны похожие на мощные укрепления каменные кладки ирригационных сооружений. Вдоль левого берега р.Чаа-Холь более чем на 10 км простирается могильное поле Аймырлыг, посредине этого участка река огибает гору Бош-Даг.

Скалы, на которые нанесены петроглифы, сложены из крупных блоков, которые тянутся полосой в 70 м от берега, образуя своеобразный скальный цоколь. Его разделяют трещины, направленные вертикально, реже наклонно. Петроглифы сосредоточены на примыкающих друг к другу вертикальных плоскостях общей длиной 9,5 м и образуют три группы (понятие «группа» условно, так как на центральном участке имеется только одно изображение). Попробуем нащупать логическую связь между частями предполагаемой композиции и рассмотрим все три группы в едином контексте.

В центре скального панно выбит крупный тамгообразный знак. Своими очертаниями он схож с китайским «пра-иероглифом», означающим «приносящий жертву». Высказывалось предположение, что в основе этого пиктографического знака лежит фигура человека с молитвенно воздетыми руками. «Вероятно, это наиболее упрощенная форма идеи молящегося человека во время принесения жертвы» [1. С.62; 2]. Не вызывает сомнений, что в данном случае для расшифровки семантики всей композиции петроглифов понятие «жертвоприношение» — ключевое.

На блоке в левой части панно (см. общий вид на рис.1) все персонажи направляются влево. Наездник на коне возглавляет это движение. Характерна посадка всадника — боком, с развернутым анфас туловищем. Как и у большинства изображений воинов древнетюркской эпохи, за-

© Дэвлет М.А., 2011



Петроглифы на горе Бош-Даг (Республика Тыва). Силуэтные и контурные изображения выполнены в точечной технике. Размер от 5 до 95 см. Общий вид скального панно.

чехленный лук помещен за спиной, ноги не показаны, видимо, подразумевается, что они вдеты в стремя. У всадника своеобразный головной убор с навершием, которое напоминает очертаниями шлем с плюмажем. Подобная форма шлема встречалась в степном поясе Евразии в первой половине 1-го тысячелетия. Другой бошдагский всадник сидит на двугорбом верблюде-бактриане; верхняя часть его туловища показана анфас, руки разведены в стороны. У него тонкая талия и широкие плечи. Фигура пешего человека, следующего за наездником, значительно уступает ему размерами, но она динамична и предельно выразительна. Всадник верхом на верблюде — уникальный для данного региона сюжет.

В изобразительном искусстве древних народов образ двугорбого верблюда встречается довольно часто. В Средней Азии и на юге Казахстана, где бактриан был одомашнен, он уже в эпоху бронзы стал объектом культа. Чем дальше от предполагаемого района первичной его доместики, тем меньше данных о его роли в религиозных представлениях народов древности [3. С.71].

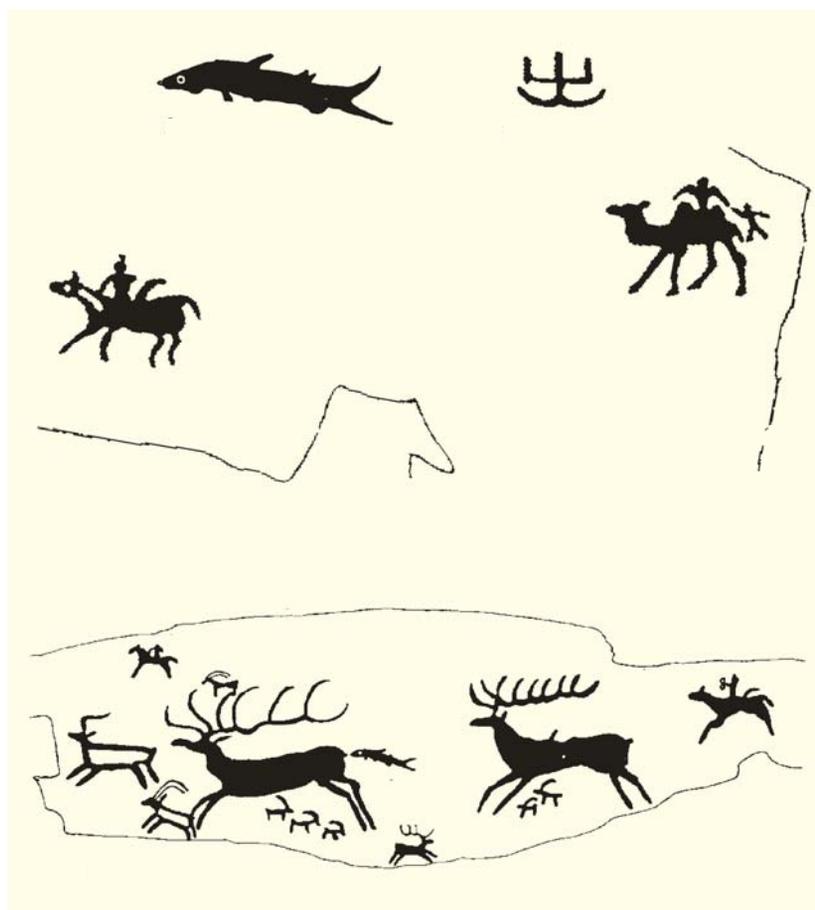
Мифы о небесном (часто огнедышащем) верблюде были распространены у различных народов Средней и Центральной Азии, воспринявших древний среднеазиатский цикл о верблюде — воплощении солярного бога-громовержца. У казахов была легенда о происхождении верблюда от солнца, а у таджиков — сказка о бактриане, высматривающем солнце на востоке. В монгольских сказках он считается ездовым животным тенгриев — божеств-громовержцев. В калмыцком эпосе образ небесного верблюда Хавсала сохраняет космогоническую характеристику: по сюжету это ужасающее чудовище, с которым сражается богатырь. Показательно, что имя древнего арийского пророка Заратуштры означает примерно «староверблюдный», т.е.

«владеющий старыми верблюдами», и относится к именам-оберегам [4. С.19].

Сакральная сущность верблюда и его связь с культом правителя зафиксированы в письменных источниках, содержащих информацию о раннем Средневековье в Средней Азии, и подтверждаются иконографическим материалом. В первые века новой эры в Средней Азии и Согде верблюд почитался как царский зверь. Его изображения чеканили на кушанских монетах. Вид золотых бактрианов имели троны раннесредневековых властителей из Средней Азии и Восточного Туркестана. На скалах урочища Арпаузен в Казахстане имеется сцена поклонения людей с воздетыми к небу руками двухметровой фигуре верблюда. Исследователи определяют содержание этой сцены как гимн бак-

триану. Если в наскальных композициях эпохи бронзы и раннего железного века верблюд был центральной фигурой, вокруг которой разворачивалось действие, то с течением времени он становился рядовым.

Наскальные изображения верблюдов в Саянском каньоне немногочисленны — природные условия здесь малоблагоприятны для разведения этих животных. Среди тысяч различных наскальных персонажей этого региона нет ни одного изображения всадника на верблюде, а среди произведений мелкой скульптуры в Сибири и Северном Китае известны всего лишь четыре фигурки верховых верблюдов, демонстрирующие разные иконографические и стилистические варианты. «Общим является только сюжет, который можно рассматривать как экви-



Петроглифы на горе Бош-Даг (Республика Тыва). Фрагменты изображений; описание сцен — в тексте.

валентный изображениям всадников на других животных — конях, оленях и лосях, известных (в том числе и на территории Сирии) в разные эпохи и представляющих, возможно, персонажей, совершающих путешествие в «иной» мир» [5. С.73]. Полагаю, что именно с таких позиций следует рассматривать фигуры всадников в левой части наскального панно Бош-Даг, тем более что действие в правой части общей композиции происходит в потустороннем, «ином» мире, что я и попытаюсь показать ниже.

Справа на самом значительном по протяженности участке панно, отграниченном от центрального скальными трещинами, находится наибольшее скопление петроглифов. Здесь представлена сцена конной охоты на оленей. В центре внимания — две силуэтные фигуры мчащихся оленей необычно больших размеров, длиной лишь немногим менее метра. На других петроглифических памятниках Тувы столь крупных фигур оленей мне встречать не доводилось. У животных могучие, закинутые за спину рога с отходящими от основного стержня серповидными отростками, стройные туловища, ноги раскинуты в стремительном беге. Их преследует конный лучник. Выпущенная охотником стрела уже впилась в спину ближайшего к стрелку оленя. Еще один всадник на коне изображен в верхней части плоскости. Перед несущимся впереди оленем — две контурные фигурки козлов, ноги которых тоже раскинуты в прыжке, а между отростками рогов этого оленя находится маленькое статичное изображение козла. Еще две миниатюрные фигурки козлов расположены между ногами оленя, следующего за первым. Упомянутые животные, как и всадники, обращены влево. Исключение составляют три небольшие профильные фигурки козлов и силуэтное изображение оленя, расположенные в нижней части плоскости. Возможно, эти петро-

глифы созданы не одновременно с основной композицией.

Между крупными фигурами мчащихся оленей древний художник поместил изображение рыбы, голова которой смыкается с хвостом бегущего впереди оленя и выглядит как хвост этого животного. Олень с рыбьим хвостом — уникальный сюжет петроглифов, хотя в мифологии сибирских аборигенов он встречается довольно часто.

Особенность почитания сибирскими аборигенами дикого оленя состоит, по свидетельству этнографов, в его отождествлении с лосем, что следует как из космогонических сюжетов, так и из промысловых охотничьих обрядов, где образы дикого оленя и лося, как правило, не разделяются, а дублируют друг друга, сливаясь по существу в один образ лося-оленя. К примеру, в карельском эпосе, повествующем о погоне за лосем, термины «лось» и «олень» синонимичны. Даже в разговорной речи финно-ижор лосей и оленей называют одним и тем же словом. Показателем космической сущности оленей — персонажей наскального искусства — служит солярный символ (лучистый диск) на рогах и спирали (или концентрические окружности) на туловище. Такие мифические олени, помеченные астральными знаками, встречаются на памятниках наскального искусства Саяно-Алтая.

Первобытные философы Северной Азии нередко представляли Солнце в виде зверя — гигантского оленя или лося. По верованиям лопарей, божество грома Арома-Телле в образе титана-охотника ростом с десять старых сосен гонится по небу за таким же чудовищным оленем с черной головой и золотыми рогами. «От исхода этой страшной космической охоты зависит не только судьба златорогого оленя, но и участь мира со всеми его обитателями... Нет, однако, никакого сомнения в том, что этот таинственный златорогий олень есть то же самое, что лось-

солнце, т.е. само небо-вселенная, которая погибнет, когда станет жертвой космического охотника» [6. С.62]. У сибирских аборигенов существует несколько вариантов трактовки мотива космической охоты, которые соответствуют различным стадиям развития этого мифа.

Осколки мифа о космической охоте сохранились у эвенков в виде магической церемонии *икэнипкэ* — восьмидневного обряда, представляющего собой погоню за небесным оленем и его жертвоприношение. Многие моменты мифа и обряда обнаруживают смысловое тождество. «Погоня людей за солнечным оленем имитировалась общим хороводом всех присутствовавших, который водился по кругу в направлении по движению Солнца. Солнечного оленя изображали специально изготовленные деревянные фигурки оленей. На седьмой день в них стреляли из лука (как богатырь в мифе), имитируя охоту и убивание оленя» [7. С.155]. По представлению эвенков, в ходе дальнейшего развития действия убитый охотниками космический зверь чудесным образом воскресал. «Из *икэнипкэ*, таким образом, следует божественная связь оленя с Солнцем, со всей живой природой, в которой он выступает как бы стержневой основой — с убиванием оленя и его воскрешением оживает вся природа, а значит продолжается жизнь человека, и отсюда следует животворное значение оленя для человеческого существования» [7. С.156].

Дневной путь мифического оленя-солнца по небу завершался вечером. Ночью путь Солнца лежал в Нижнем мире. Лось-олень Нижнего мира, по верованиям эвенков, — огромный, темный, с рыбьим хвостом [8. С.75; 9]. Некоторые сибирские народы верили, что в конце своей жизни лось-олень терял зубы и рога и переселялся в воду или под землю, где перерождался, получал новый облик и превращался в страшное подземное чудовище — мамонта

[10. С.136, 152]. Находки бивней мамонта, неразложившихся в вечной мерзлоте трупов и костей вымерших животных породили в среде сибирских аборигенов легенды и мифы о фантастическом монстре, обитавшем когда-то на просторах Сибири, а впоследствии ушедшем под землю. У людей, которые сами мамонта не видели, складывалось весьма смутное представление об этом подземном жителе. По костным остаткам они не могли воссоздать его истинный облик и перенесли на него черты хорошо известных им современных представителей местной фауны, комбинируя чаще всего признаки лося и оленя с признаками рыбы. В представлении эвенкийских шаманов мамонт имеет черты наземного копытного животного, но обитает он в воде и потому обладает чертами водного животного или рыбы.

Эскимосы предполагали, что бивни мамонта, которые они иногда находили в земле, принадлежали гигантским оленям, прихоронившим в древние времена откуда-то с востока. Верили, что этих оленей будто бы истребил какой-то великий чародей, поэтому такие олени теперь не встречаются. Другие эскимосы рассказывали, что олени-великаны не исчезли бесследно, а живут под землей, откуда доносятся по временам их рев. Раз в году они ночью выходят на поверхность земли. «Мамонт, по рассказам якутов, имел огромные размеры и относился ими к числу рогатых животных. Его присутствие в воде особенно заметно зимой, когда он своими рогами задевает лед на реке, который при этом трещит и ломается» [10. С.138—139]. Бивни мамонта, поражавшие размерами, люди обычно принимали за рога: эвенки иногда называли их «рога мамонта», а ханты — «подземного зверя рога».

В мифах сибирских народов, рассказывающих о начале Вселенной, могущественный зверь мамонт преобразовал облик земли. А.П.Окладников переска-

зал старинный миф о том, как «стал ходить по земле мамонт *калага* и травить ее; в одном месте, копая рогами, он наворочал горы и поделал овраги, вследствие чего и донныне в таких местах отыскиваются сломанные рога его; в другом месте своей тяжестью он продавливал землю, вследствие чего выступала вода, образовавшая реки и озера. Наконец, разгневав Нума, мамонт утонул в озере и ныне живет под землей» [6. С.59].

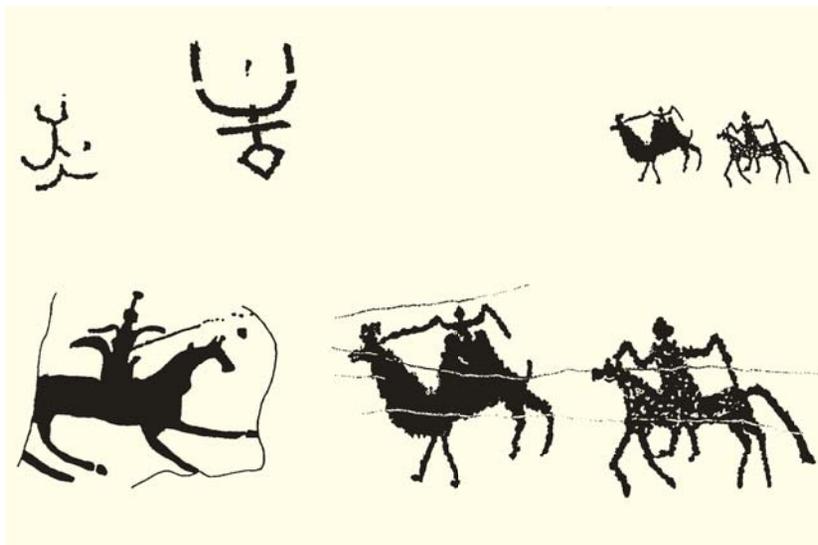
Близкое к мамонту фантастическое существо Нижнего мира — *виткаш*, будто бы ведущий свое происхождение от лося или медведя, переселившихся жить в воду. Считалось, что у лося на месте старых рогов вырастали новые, прямые и удлиненные, и появлялся рыбий хвост. Размеры животного при этом значительно увеличивались. Виткаш избирал своим местопребыванием речные водовороты или озера. «Прежде, — говорили манси, живущие в верховьях Лозвы, — рыбо-лосей было много, теперь же они встречаются в незначительном количестве» [10. С.137].

В представлениях эвенков мифический обитатель подземного мира *калиц* имел облик дикого оленя. Ему приписывались сверхъестественные свойства: он огромен, как сама Земля; способен уничтожить все, что станет препятствием на его пути, может пробить ударом копыта землю, а рогами пропороть горы [7. С.154]. Согласно представлениям селькупов он охранял вход в Нижний мир, его называли «покойников землю охраняющий мамонт» [11. С.159]. У якутов мамонт считался духом-хозяйном воды [10. С.138].

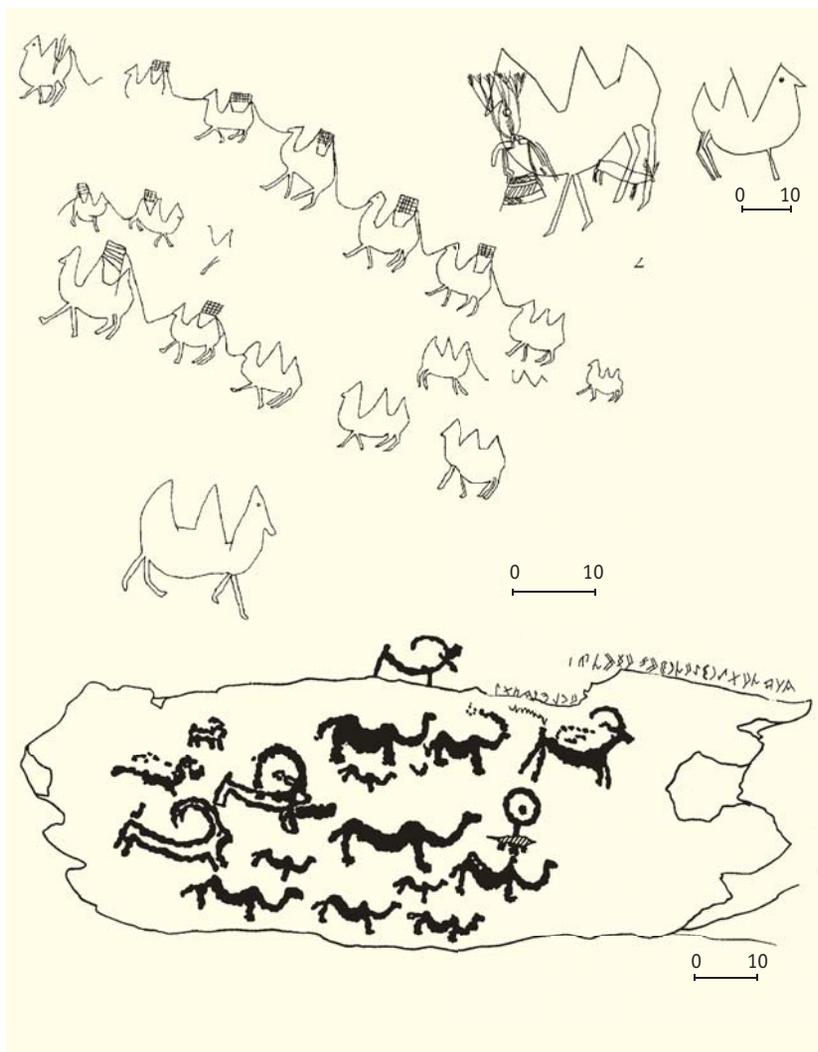
Представления о мамонте были включены в шаманскую мифологию. Он стал одним из самых страшных и могучих духов — покровителей и помощников шамана, необходимых для путешествий в Нижний мир. «Заручиться шаману поддержкой такого гиганта, сделать его своим постоянным помощником, подчинить его своей воле можно

было путем “вселения” его души в изображение, которое затем подвешивалось к одежде шамана рядом с фигурами других крупных и сильных животных — лося, оленя, медведя, а из птиц — орла» [10. С.230—231]. Рыбы в мифологических схемах Вселенной служат основным зооморфным маркером нижней космической зоны и противопоставлены птицам как классификаторам верхней зоны и (менее отчетливо) — крупным животным, часто копытным, символизирующим среднюю космическую зону. Вспомним, что олень с хвостом в виде рыбы изображен на скалах Бош-Даг в сцене героической охоты.

Вернемся к этому панно и попытаемся определить хронологическую последовательность создания композиций на двух его частях, находящихся по обе стороны от центрального блока. Имеется ли разрыв между этими сценами или они одновременны друг другу? Существует ли семантическая связь между ними, т.е. можно ли рассматривать эти сцены как части единой, заранее продуманной композиции? На первый взгляд, между ними нет ничего общего, кроме техники исполнения (точной выбивки) и интенсивности скального загра. И все же при внимательном рассмотрении «общее» удастся выявить. Это динамика, направление движения основных персонажей справа налево. В обоих случаях наблюдается повторяющийся сюжет — фигуры всадников на лошадях, общие детали — лук или налучье за спиной человека. Существенно, что фигуры приблизительно равновелики и выдержаны в одном стиле. Эти обстоятельства позволяют допустить, что обе композиции как составные части общего художественного замысла могли быть выполнены относительно одновременно. Три блока, включая средний со знаком-тамгой, вместе могут составлять фрагмент единого художественного повествования, осколок древнего мифа.



Изображения верблюдов и всадников на горе Большой Улаз.



Петроглифы на скалах Ортаа-Саргол и на «дороге Чингисхана».

Если мы посчитаем, что обе повествовательные части скального полотна созданы одновременно, то наиболее приемлемый вариант «прочтения» в семантическом аспекте, с нашей точки зрения, сводится к следующему. Справа — сцена героической охоты на гигантского оленя, олицетворяющего черное ночное солнце, фантастическое существо, обитателя подземного мира — «мамонта» с рыбьим хвостом. Другой олень тоже демонстрирует нездешнее существование, неживую жизнь — он сражен вписавшейся в спину стрелой. Значение этих персонажей определяется их огромными размерами по сравнению со всеми остальными, включая всадников. Этнографы свидетельствуют, что олени — основные объекты для жертвоприношений. Нижний подземный мир традиционно маркирует рыба, которая на скальном панно Бош-Даг одновременно изображает хвост оленя-мамонта. Слева — сцена смертного путешествия, включающая «царского зверя» — верблюда. Представляется, таким образом, что путники направляются в страну мертвых подобно персонажу средневековой эпифании: «Я ушел в Золотую степь...». Всадник, сидящий на верблюде, судя по всему, держит пешего за руку и тянет за собой. Тот упирается, но все же идет. Похоже, что изображен плененный. Или же это сопроводительная жертва в мире мертвых?

Скалы Бош-Даг отвечают основным характеристикам сакрализованного пространства. Это наличие таких природных объектов как гора, река, «место за водой», доступность для человека при совершении обрядов. Территория Чаа-Холя — это пересечение дорог: здесь шли караваны, происходили сражения. Само слово «Чаа-Холь» означает «место битвы» [12. С.38]. Должно быть, в эпоху раннего Средневековья на краю могильного поля Аймырлыг у подножия Бош-Даг, откуда открывается впечатляющий вид на Золотую степь, люди осу-

ществляли иллюзорное общение с высшими силами, совершали молебны. Залогом благополучной реинкарнации было жертвоприношение, знак которого начертан на этой скале. Возможно, реальное жертвоприношение совершалось здесь же на фоне петроглифов, иллюстрирующих представления о «переходе» в иной мир, а также «связь через мертвых

как «посланников» живых с потусторонним миром» [13]. Все это происходило вблизи кочевых троп, ведущих мимо скал Ортаа-Саргола, вдоль «дороги Чингисхана» и далее зимним путем на север в бассейн среднего Енисея.

На правом берегу Енисея, на горе Большой Улаз, находится писаница Улазы. Это один из самых северных памятников на-

скального искусства Минусинской котловины. Здесь известны наиболее близкие аналоги петроглифам на панно Бош-Даг. Невольно напрашивается вопрос, не соплеменники ли тех кочевников, что проезжали по долине р. Чаа-Холь и чьи образы запечатлены на скалах Бош-Даг, выбили петроглифы и на горе Большой Улаз в Минусинской котловине? ■

Литература

1. Тиваненко А.В. Наскальная пиктографическая письменность Центральной Азии и Сибири (основные принципы дешифровки). Улан-Удэ, 2003.
2. Тиваненко А.В. Дешифровочные ключи семантики азиатских петроглифов // Мир наскального искусства. М., 2005.
3. Акишев А.К. Образ верблюда в легендах Центральной Азии // Этнография народов Сибири. Новосибирск, 1984.
4. Гаты Заратуштры / Перевод с авестийского, вступительная статья и приложения И.М.Стеблин-Каменского. СПб., 2009.
5. Королькова Е.Ф. Образы верблюдов и пути их развития в искусстве ранних кочевников Евразии // Археологический сборник Гос. Эрмитажа. Вып. 34. СПб., 1999.
6. Окладников А.П. Олень золотые рога. Рассказы об охоте за наскальными рисунками. Л.; М., 1964.
7. Ермолова Н.В. Олень в традиционных представлениях эвенков // Традиционные верования в современной культуре этносов. СПб., 1993.
8. Анисимов А.Ф. Религия эвенков в историко-генетическом изучении и проблемы происхождения первобытных верований. М.; Л., 1958.
9. Анисимов А.Ф. Космологические представления народов Севера. М.; Л., 1959.
10. Иванов С.В. Мамонт в искусстве народов Сибири // Сб. Музея антропологии и этнографии. Т. XI. М.; Л., 1949.
11. Прокофьева Е.Д. Мамонт по представлениям селькупов // Сб. Музея антропологии и этнографии. Т. XI. М.; Л., 1949.
12. Ондар Б.К. Топонимический словарь Тувы. Кызыл, 2007.
13. Савинов Д.Г. Ранние кочевники Верхнего Енисея. СПб., 2002.

Республика не нуждается в ученых

Гибель Лавуазье

И.С.Дмитриев

Дело — табак!

Холодной рождественской ночью 5 нивоза II г. (25 декабря 1793) 14 экипажей, каждый в сопровождении двух жандармов, перевезли бывших генеральных откупщиков из *Port Libre* в Дом Откупа на улице Гренель Сент-Оноре. К тому времени здание Откупа было наскоро переоборудовано под тюрьму: поставлены дубовые двери и решетки на окнах. Большинство заключенных спали на матрасах, расстеленных на полу. К моменту их приезда в Дом, там уже работала специальная ревизионная комиссия из бывших служащих Откупа. Комиссия поставила откупщикам ряд вопросов, на которые им надлежало ответить в письменном виде.

«Рабочий» день начинался в 9 часов утра с небольшого собрания, на котором обсуждались текущие вопросы. С 9.30 до 14 часов каждый заключенный занимался решением определенной, поставленной ему на собрании, задачи. Затем — перерыв на обед и отдых. Время с 17 до 20 часов снова отводилось работе. Перед ужином проводилось небольшое совещание и в 22 часа все расходились по своим комнатам. Иногда заключенные работали индивидуально, иногда для обсуждения тех или иных трудных вопросов собирались небольшими группами. По воспоминаниям одного из них, в этих маленьких группах из восьми-девяти человек «мы первыми узнавали об обвинениях, выдвигавшихся против нас так называемыми аудиторами. На всех этих обвинениях лежала печать полнейшего невежества и нечестности. Мы не сомневались, что если наши ответы будут услышаны, то все претензии легко будет опровергнуть. Однако мы опасались, что обвинения будут приняты без учета нашего мнения. Поэтому мы решили, что будет неплохо опубликовать опровержения отдельным мемуаром. Г-н Лавуазье очень хотел написать его, и более подходящей кандидатуры для этого быть не могло» [9. P.272—275].

Ситуация осложнялась тем, что конкретных, четко сформулированных обвинений бывшим откупщикам предъявлено не было. Поэтому ответы и опровержения откупщиков основывались на весьма скудной информации, полученной главным образом от друзей и родственников. Только часть обвинений бы-

ла официально сформулирована Дюпеном 28 брюмера (18 ноября). Суть одного из них заключалась в том, что откупщики незаконно присваивали себе 10% и 6% от полученной прибыли, тогда как по договору им полагалось только 4%. Поэтому они должны были вернуть в казну 53 068 526 ливров. Однако обвинители то ли сознательно, то ли по невежеству путали условия разных договоров, терминологию и происхождение сумм, с которых исчислялись проценты. Другое обвинение со стороны Дюпена, касавшееся методики расчета и техники финансовых операций, также было совершенно несостоятельным, поскольку предложенная Лавуазье и принятая Откупом практика расчетов в действительности принесла казне дополнительные 17 млн ливров.

Кроме того, откупщиков обвиняли в увеличении веса табака на 14% путем его увлажнения. В глазах общественного мнения это было, пожалуй, самым серьезным преступлением Откупа. В действительности же Лавуазье всегда выступал против чрезмерного увлажнения табака. Однако при его производстве добавлять воду в количестве от 14 до 18% от веса табачного сырья технологически необходимо. Вместе с тем степень увлажнения табака следует рассчитывать не по массе воды, добавленной в ходе процесса (поскольку идет выпаривание), но по ее массе в готовой продукции. И тогда оказывалось, что в продававшемся Откупом табаке содержалось не более 3% воды, а с 1786 г. ее количество уменьшилось до 2.5% при одновременном улучшении его качества за счет устранения сгнивших листьев и больших стеблей. Более того, Откуп никогда не брал платы за «лишний» вес, обусловленный присутствием воды: каждая 17-я унция табака не облагалась налогом.

И еще одно обстоятельство необходимо учесть: во время Революции в Париже и провинциях возникло множество табачных фабрик, владельцы которых были свободны в выборе технологии производства табачных изделий, однако практически все они предпочитали использовать методы, ранее применявшиеся Откупом.

Столь же вздорным было обвинение откупщиков в том, что они якобы выплачивали деньги казне с запозданием, используя выигранное время для спекулятивных операций. С цифрами в руках Лавуазье показал, что в действительности все выплаты производились раньше дат, указанных в договорах. «Неужели кто-то

Окончание. Начало в №3 2011 г.

может вообразить, — писал Лавуазье, — будто правительство, всегда следившее за облигациями, знавшее ситуацию с фондами Откупа и использовавшее деньги этих фондов до последнего су, позволило бы себе оставить столь значимые для него суммы в распоряжении откупщиков» [10. P.600].

Остальные обвинения были не менее надуманными и несправедливыми. Лавуазье и другие бывшие откупщики старались, однако, давать ясные и доказательные опровержения, надеясь, видимо, на беспристрастное расследование, что, разумеется, было иллюзией.

7 плювиоза II г. (27 января 1794 г.) бывшие генеральные откупщики представили в Финансовый комитет отчет, составленный Лавуазье. Одновременно Антуан Лоран предпринял ряд шагов для своей персональной защиты от обвинений в нелояльности новому режиму. 29 жерминаля II г. (18 апреля 1794 г.) он попросил своих коллег по Консультационному бюро искусств и ремесел выдать ему свидетельство (сертификат) о том, что «помимо вклада в развитие человеческого знания своими важными открытиями в физике и в химии» он принимал активное участие в работе Бюро на пользу государства. «Я прошу вас, — добавил Лавуазье в конце своего обращения, — не удоставлять ничего кроме фактов, а также прошу представлять факты так, чтобы не выражать дружеские чувства или доверие, которые вы неоднократно мне демонстрировали» [11. P.714].

Спустя четыре дня на собрании Консультационного бюро под председательством Лагранжа было решено удовлетворить просьбу ученого, и соответствующее свидетельство было направлено в Комитет общей безопасности, а копия передана Лавуазье. Аналогичную поддержку он получил от администрации Управления порохов и селитр. Химики Каде де Гассикур и Боме прислали заключение, подтверждавшее, что Лавуазье всегда был последовательным противником чрезмерного увлажнения табака. Несколько ранее секция Пик выдала ученому следующую справку: «Секция свидетельствует почтение за Вашу гражданственность и снимает с Вас все подозрения».

Пока Дюпен изучал отчет откупщиков и готовил свой доклад Конвенту, друзья и родственники заключенных усилили попытки помочь им, но успеха они, как правило, не имели.

И вдруг неожиданно появился уникальный шанс спасти хотя бы некоторых из обвиняемых, в первую очередь — Лавуазье. Жан Клод Плювине (*J.-Cl. Pluvinet*; его деятельность разворачивалась между 1750—1813 гг.), фармацевт, у которого Лавуазье покупал реактивы, был кузеном мадам Дюпен, сводной сестры депутата. Мадам Дюпен, ведшая довольно беспорядочный образ жизни, часто бывала на вечеринках, которые устраивал Бертран Барер, депутат Конвента, якобинец, член Комитета общественного спасения, прозванный Ана-



Вид на Парижский Арсенал и Пороховой склад. Эстамп Симона Лантара (*S.-M. Lantara de Fontainebleau*: 1729–1778). 1770-е гг. (Musée Carnavalet, Paris).

креоном Гильотины. Ее поклонниками были Антуан Фукье-Тенвиль (*A.Q.Fouquier-Tinville*, 1746—1795), обвинитель Революционного трибунала, и Мари-Жозеф де Шенье (*M.J.de Chénier*, 1764—1811), поэт, драматург, историк, депутат Конвента, младший брат А.Шенье. Как вспоминал впоследствии академик Каде де Гассикур, Плювине уговорил свою кузину «приложить все усилия, чтобы убедить Дюпена помочь Лавуазье».

В итоге Плювине договорился через мадам Дюпен с ее сводным братом-депутатом, что дело Лавуазье будет рассматриваться отдельно, его переведут в другую тюрьму, а при переводе попытаются освободить. Кроме того, депутат пообещал сделать свой доклад Конвенту в той части, которая касалась Лавуазье, как можно более мягким. От мадам Лавуазье требовалось немного — обратиться к Дюпену не через аристократов, как она делала до сих пор (что вызывало только раздражение), а лично. Мария Анна явилась к Дюпену, встретив там Плювине. Даже не поздоровавшись с фармацевтом, она заявила Дюпену, что «не унижится до того, чтобы просить милости у какого-то якобинца», что «хочет справедливости», что «если их (откупщиков. — *И.Д.*) осудят, то они умрут совершенно невиновными» и т.д. и т.п. Разгневанный Дюпен выпроводил Марию Анну и с тех пор оставался глух ко всем подобным просьбам. «Разумеется, мадам Лавуазье говорила правду, — резонно замечает Каде, — но было ли тогда то время, чтобы говорить ее?»

Вполне возможно, что Лавуазье мог быть спасен, если бы его жена в решающую минуту вела себя иначе. Но случилось то, что случилось.

16 флореаля II г. (5 мая 1794 г.) Дюпен выступил на заседании Конвента от имени Комитета общей безопасности, Комитетов финансов и отчетности и Комиссии по проверке дел Откупа. «Иски, которые нации надлежит предъявить бывшим откупщикам, — заявил Дюпен, — обоснованы бесспорными фактами».

Согласно отчету Дюпена, сумма, украденная генеральными откупщиками у казны за последние три года существования компании, составляла 107 млн ливров. Из 95 генеральных откупщиков 45 к тому времени перешли в лучший из миров, а потому их долг, согласно закону, надлежало взыскать с наследников. Что касается остальных, то, к примеру, господин Лавуазье, по расчету Дюпена, должен вернуть в казну 1 204 345 ливров и 19 су плюс еще 470 000 ливров за время, когда он был еще ассистентом генерального откупщика Франсуа Бодона.

В целом же, формулируя свои выводы, Дюпен, мягко говоря, лукавил. Во-первых, как уже было сказано, обвинение строилось на подтасовке фактов, игре цифр и терминологической путанице. Во-вторых, доклад Дюпена был построен так, что самым главным обвинением оказывалось политическое. «Если бы бывшие генеральные откупщики, — заявил депутат, — не ожидали с нетерпением возвращения старого режима, разве они посмели бы в течение двух лет игнорировать ваши декреты и не заниматься всерьез составлением отчета?» Иными словами, бывшие генеральные откупщики обвинялись в заговоре против Республи-

ки. После принятия 17 сентября 1793 г. закона о подозрительных обвинение в заговоре против Республики почти автоматически вело к вынесению смертного приговора с конфискацией имущества.

В тот же день, 5 мая 1794 г., в 4.30 пополудни Дюпен огласил решение: «Национальный Конвент передает бывших генеральных откупщиков... в руки Революционного трибунала, чтобы судить их в соответствии с законом» [12. P.27].

Одна из женщин, присутствовавших на этом заседании, после оглашения декрета Конвента немедленно направилась в Дом откупа, чтобы сообщить о решении законодателей заключенным. Первым, кого она встретила там, был Лавуазье. Когда бывшие генеральные откупщики поняли, что спастись не удастся, они сожгли свои личные бумаги и стали писать письма родным и близким. Кроме того, многие из узников решили добровольно уйти из жизни, не дожидаясь суда. Когда яд был предложен Лавуазье, тот категорически отказался: «Я испытываю не большую привязанность к жизни, чем вы. Мной уже пожертвовали. Наши последние мгновения, несомненно, будут мучительными, но нам не следует пытаться их избежать так, как вы предлагаете... Зачем идти навстречу смерти? Только потому, что унижительно принять ее по чьему-то приказу, и к тому же несправедливому?.. Наши судьбы не в Трибунале, перед которым мы предстали, и не в толпе, которая будет нас оскорблять. Чума опустошает Францию... Убить себя — значит освободить от ответственности фанатиков, которые вызвали эти бедствия. Давайте думать о тех, кто был до нас, и будем стремиться стать не менее добрым примером для наших потомков» [13. P.167—168].

Горгона революционного правосудия

Фукье-Тенвиль быстро составил обвинительное заключение и выписал распоряжение о переводе бывших откупщиков из Дома откупа в Консьержери. В семь часов вечера того же дня (5 мая 1794 г.) четыре закрытых фургона в сопровождении конных жандармов и нескольких членов Коммуны Парижа, укутанных в трехцветные шарфы, подъехали к бывшей главной резиденции компании. Консьерж Некар (*Necard*) отправился собирать заключенных, тогда как члены Коммуны расположились в холле. Чтобы всех собрать, понадобилось больше часа. В итоге 32 откупщика были разделены на четыре группы. Тридцать третьим оказался тридцатилетний Николя Франсуа Молльен (*N.F.Mollien*, 1758—1850), который в 1781 г. был назначен контролером Откупа и участвовал в работе над англо-французским торговым договором 1786 г. С началом Революции он служил в финансовом комитете, но во время якобинского террора был смещен с должности и, как бывший откупщик, отправлен в тюрьму. Некар подошел к Молльену, когда тот вместе с другими арестованными стоял на улице. Воспользовавшись моментом, когда на них никто не обращал внимания, консьерж затолкал молодого человека

назад в здание Откупа, прошептал: «Оставайся здесь. Это тебя не касается». Поразительный эпизод: простой консьерж смог сделать то, чего не сделал член Конвента и Комитета общественного спасения. (Спасшись от гильотины, Молльен бежал в Англию, где пробыл в течение пяти лет. Наполеон после переворота 18 брюмера назначил его главой Государственного казначейства и своим главным финансовым советником. В 1808 г. Молльен стал графом Империи. Во время «ста дней» был министром финансов. С 1819 г. — пэр Франции.)

Около 10 вечера процессия неспешно двинулась по улице Гренель Сент-Оноре, через Новый мост, в Консьержери, куда она прибыла к 11 часам. После регистрации заключенных развели по камерам. Некоторым из них достались голые нары, большинству же пришлось спать на полу или на скамейках. Однако клопы и крысы не давали уснуть. Э.Делаант благодаря протекции своего родственника К.Добсента (*Cle.Dobsent*, 1743—1811), судьи революционного Трибунала, получил три отдельные комнаты, которые уступил своим товарищам. Лавуазье, Польз и Н.Девиль де Ноайи (*N.Deville de Noailly*; ?—1794) заняли самую маленькую.

На следующее утро, 17 флореаля II г. (6 мая 1794 г.), узников собрали в зале, который с августа по октябрь 1793 г. занимала Мария-Антуанетта. Вскоре в тюрьму явилась делегация от Лицея искусств во главе с Ш.Дезодрэ (*Ch.E.Gaillard de Saudray*, во время Революции: *Desaudray*, 1740—1832), чтобы увенчать Лавуа-

зье в знак признания его заслуг металлической короной с золотыми звездочками. Это был смелый шаг, на который более не решился никто. В целом же весь день прошел в бесплодном ожидании.

18 флореаля (7 мая) в 6.30 утра узникам объявили, что их скоро вызовут на допрос. Через час прибыли жандармы и после обыска повели по темной узкой лестнице к судье, упомянутому выше Добсенту. Согласно протокольной записи, Лавуазье спросили, виновен ли он в незаконном присвоении государственных фондов, поборах и мошеннической деятельности в отношении народа. Он ответил, что, когда узнал о некоторых обвинениях, в особенности касавшихся табака, то отверг их, сообщив, что мог бы представить соответствующие документы; его спросили, выбрал ли он себе адвоката для защиты. Он ответил, что никого не знает. Тогда адвокатом был назначен некий гражданин Сезий. На этом разбирательство закончилось, и Лавуазье вместе с другими обвиняемыми был препровожден в камеру. Поскольку деньги у них были изъяты, они не смогли заказать себе обед. Узники уже были готовы просить хотя бы хлеба, но тут пришла жена консьержа Дома откупа и принесла еду и хорошее вино. Вскоре заключенным объявили, что суд состоится на следующий день, после чего они стали писать прощальные письма родным. Неизвестно, сколько писем написал Лавуазье. Сохранилось лишь одно из них, адресованное его кузену К.Оже де Виллеру: «У меня была довольно продолжительная, а главное — очень счастливая жизнь и я верю, что меня будут вспоминать с некоторым



Пропускной таможенный павильон Ротонда де ла Вийет и «стена генеральных откупщиков», построенные по проекту К.Н.Леду (*Cl.-N.Ledoux*, 1736—1806). Гравюра Анри Курвуазье-Вуазена (*H.Courvoisier-Voisin*, 1757—1830), ок. 1820 г. (*Bibliothèque des Arts Décoratifs, Paris.*)



Портрет А.Ф.Фуркруа. Художник Франсуа Жерар (*Francois Pascal Simon, baron Gérard, 1770—1837*), 1807. Холст, масло. (Портретная галерея *École Polytechnique, Paris.*)

сожалением и, возможно, удостоят некоторой славы. Чего еще желать? События, которые вовлекли меня в свой водоворот, по-видимому, избавят меня от тягот преклонного возраста. Я умру здоровым, еще одно преимущество, которое следует принять во внимание наряду с другими. И если я испытываю некое горькое чувство, то только от того, что ничего не могу больше сделать для моей семьи, ибо, лишенный всего, я не в состоянии проявить к ней и к вам какие-либо знаки моей заботы и благодарности. Как оказалось, чтобы избежать зловещего конца и обвинений, недостаточно проявить все общественные добродетели, верно служить стране и посвятить себя прогрессу искусств и человеческого знания. Я пишу Вам сегодня, потому что завтра мне уже могут не разрешить. В эти последние моменты моей жизни мне огромное утешение дают мысли о Вас и людях, которые мне дороги. Напомните обо мне тем, кто заботился обо мне и покажите им это письмо, которое, вероятно, станет последним» [14. P.229—230].

Кроме того, Лавуазье, видимо, еще надеясь на некую объективность предстоящего суда, пишет Фуке-Тенвиллю: «Гражданин, когда меня водили в полдень на допрос в совещательную комнату суда, у меня забрали

пачку бумаг, приготовленных мною для защиты. У меня осталось очень мало времени, чтобы подготовить их снова и подготовиться к тому, что я должен буду сказать завтра в Трибунале. Будьте так добры, гражданин, распорядиться, чтобы мне вернули эти бумаги» [15]. Ответа, естественно, не последовало. Никто в Трибунале не собирался выслушивать ни Лавуазье, ни кого-либо из других бывших откупщиков. Последние же провели остаток дня в дискуссиях. Они, или по крайней мере некоторые из них, еще в чем-то сомневались и на что-то надеялись. Но вскоре звук колокольчика, призывавшего всех разойтись по камерам, прервал эту полемику.

Через полтора часа пришел посыльный с документами для заключенных. «Нас вызывали по одному и вручали лист бумаги, — вспоминал один из них, Э.Делаант, — лист был исписан с двух сторон настолько красивой каллиграфией, что трудно было читать. Разобрав первые несколько слов, мы поняли, что это обвинительное заключение» [16. P.302—303]. Однако дочитать до конца не удалось, поскольку кто-то из служащих суда или из тюремщиков потребовал погасить свечи. Как оказалось, в этот вечер в Консьержери привезли мадам Елизавету, сестру Людовика XVI [16].

На рассвете узники смогли наконец ознакомиться с текстом заключения. Их обвиняли в том, что они присваивали себе вместо четырех десятых процентов прибыли, нарушали сроки выплаты в госказну, увлажняли табак и т.д.

«Казнь, привычный пир народу»

Рано утром в четверг 19 флореаля II г. (8 мая 1794 г.) заключенные были доставлены к чиновнику Консьержери. В комнате, куда их привели, их обыскали, изъяли все личные вещи, часы и ювелирные украшения. Затем один из бывших откупщиков — Ж.Ф.Вердан (*J.F.Verdun de Montchiroux*) — был отпущен, скорее всего потому, что его дочь была женой Жана-Николя Бийо-Варенна (*J.-N.Billaud-Varenne, 1756—1819*), известного якобинца, члена Комитета общественного спасения и друга Робеспьера.

После этого обвиняемых в количестве 31 человека отвели в помещение, примыкавшее к залу Свободы, в котором происходили заседания Революционного Трибунала. Бывшим откупщикам представили назначенных им адвокатов. Последние начали было знакомиться с документами обвинения, но вскоре было объявлено, что судебное заседание начинается.

В помещении, куда их ввели, на небольшом возвышении сидели председатель Трибунала Жан Батист Коффиналь (*J.-B.Coffinbal-Dubail, 1740—1794*), а по обе стороны от него расположились судьи Э.Фуко (*E.Foucault, 1739—1794*) и Ф.Ж.Денизо (*F.J.Denizot*). На них были черные мантии, белые галстуки и шляпы с перьями. Перед ними на столе стояла бутылка вина и стакан. За их спинами, на стене зала размещалась «Декларация прав человека и гражданина» в окружении бюстов Брута, Марата и Л.Ле Пелетье (*L.M.Le Peletier de Saint-Fargeau, 1760—1793*). Справа от председател-

ствующего за отдельным столом сидел заместитель Фукье-Тенвиля — Клод Ройе (*C.Royer*), обвинитель. Перед возвышением, на котором восседали судьи, за небольшим столиком расположился судопроизводитель А.Дюкре (*A.Ducray*).

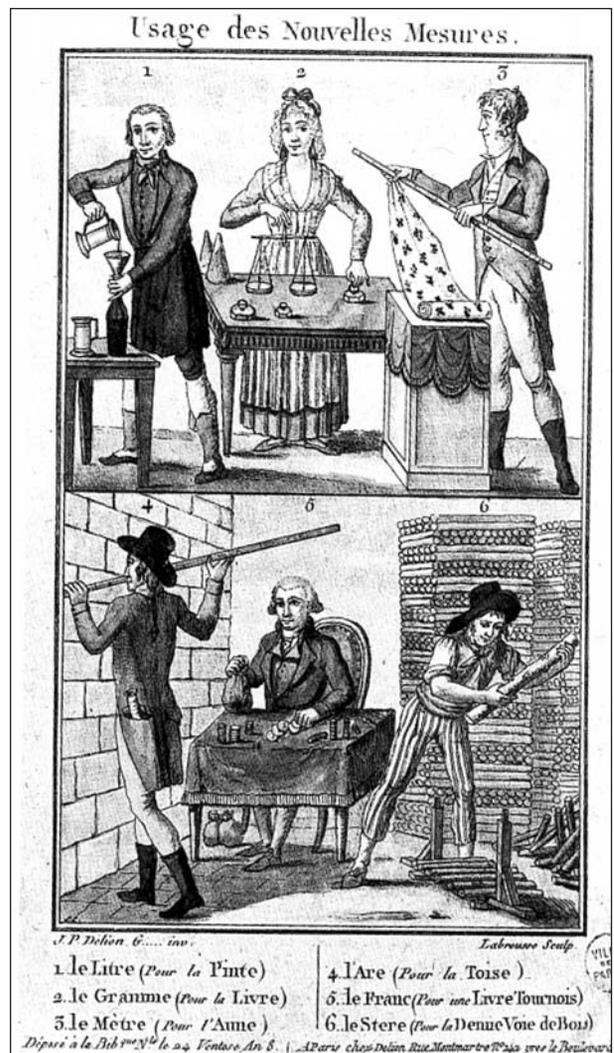
Обвиняемых в окружении жандармов усадили на нижнем ярусе справа от судей, слева от них сидели семеро присяжных. За балюстрадой, в противоположном конце зала, собралась шумная толпа наблюдателей — мужчин, женщин и детей.

Заседание началось в 10 часов с опроса подсудимых. Каждому предлагалось ответить, был ли он аристократом и чем занимался в революционные годы. Опрос, во время которого судьи и присяжные весело посмеивались над ответами подсудимых, не скрывая своего презрения и недоверия к ним, занял около полутора часов. Затем был объявлен получасовой перерыв. Ровно в полдень канцелярист начал чтение обвинительного заключения. После того, как оно было прочитано, Коффиналь объявил, что «можно приступить к сбору доказательств». Тогда Ройе к удивлению присутствующих объявил, что бывшие генеральные откупщики на его вопрос уже ответили. «По-видимому, — вспоминал Э.Делаант, — он сам не понял, что сказал, и наверняка этого не понял никто из присутствующих». Тогда председательствующий предоставил слово Э.Санло (*E.R.Sanlot*, 1730—1811), бывшему помощнику генеральных откупщиков, чтобы тот высказался по поводу предъявленных обвинений.

Коффиналь попросил затем Делаанта прокомментировать обвинительное заключение, но тот, видимо, от волнения, пробормотал что-то неопределенное, после чего председательствующий обратился к А.В. де Сен-Аманду (*A.V.de Saint-Amand*; ?—1794): «Интересно, сможет ли г-н Сен-Аманд, который столь деспотично руководил Откупом, дать нам объяснения?» Однако тот, не понявший сказанного ранее Ройе, попросил разъяснений, на что обвинитель заявил: «Поскольку мой первый вопрос показался неясным, я его опущу, но попрошу г-на Сен-Аманда объяснить, почему, когда наступило время заключать новый договор, генеральные откупщики представили министру ложный реестр, что сделало невозможным установить правильную цену новой аренды (т.е. правильную сумму платежей в казну. — *И.Д.*)».

На это Сен-Аманд резонно заметил, что стоимость «аренды» вычислялась, исходя из данных, имевшихся в распоряжении министра финансов и основанных на суммах, указанных в бюджете, а не предоставлявшихся Откупом.

Тут Коффиналь прервал его, пригрозив, что обвиняемые будут осуждены немедленно, если станут и далее тянуть время, а не отвечать кратко — «да» или «нет». Сен-Аманд возразил, что тогда «не вполне ясно, в чем же они обвиняются», поскольку данное им объяснение показывает, что «у них не только не было никаких фальшивых реестров, но не было необходимости их иметь, поскольку цена аренды определялась исключительно на основании министерских данных» [16. P.310—312].



Реформа мер и весов. Гравюра неизвестного мастера, 1800. (*Musée Carnavalet, Paris.*)

И тут Ройе внезапно выскочил из своего кресла, приказал всем замолчать и зачитал следующий документ, только что доставленный из Конвента: «Национальный Конвент, рассмотрев деятельность тех бывших генеральных откупщиков, которые никоим образом не участвовали в договорах Давида, Маже (*Mager*) и Сальзара (*Salzard*) (договорам, заключавшимся Откупом с правительством, присваивались имена тех чиновников, которые их подписывали от имени государства. — *И.Д.*) и которые, следовательно, не попадают под декрет от 16 флореаля, в соответствии с которыми граждане генеральные откупщики были преданы суду Революционного Трибунала, постановил, что граждане Делаант, Делаж де Беллефай (*C.de Laège de Bellefaye*) и Санло, помощники [генеральных откупщиков], должны быть немедленно выведены из зала суда и возвращены в тюрьму, в которой они ранее содержались» [17. P.402]. То была заслуга судьи Добсента, который сначала обратился с просьбой о выделении дел

помощников откупщиков в отдельное производство к Фукье-Тенвиллю, но, получив от того отказ, уговорил Дюпена составить соответствующее ходатайство и подписать его у председателя Конвента.

К часу дня «прения» сторон были прекращены, и Ройе выступил с обвинительной речью, в которой он, как сказано в отчете, доказал вину бывших откупщиков «успешно и убедительно». В заключение обвинитель потребовал для всех подсудимых в качестве меры наказания смертную казнь, поскольку «степень вины этих вампиров не имеет пределов», а также в силу того, что «аморальность этих людей была запечатлена в общественном мнении» и бывшие генеральные откупщики «явились инициаторами всего дьявольского зла, от которого Франция страдала столь продолжительное время».

Затем свои доводы представили защитники, но поскольку исход процесса был заранее предreshен, то ни судьи, ни присяжные, ни публика их уже не слушали. Ж.Н.Алле (*J.N.Hallé*), член Консультационного комитета искусств и ремесел, представил суду детальный отчет о службе Лавуазье на благо Республики, но Коффиналь отказался даже бегло просмотреть его. Согласно легенде, судья заявил: «Республика не нуждается в ученых». Что же касается мнения присяжных, то оно не было включено в судебный отчет, вместо него там остался автограф Коффиналя, который и зачи-

тал приговор. Все подсудимые подлежали смертной казни, которая должна была состояться «в течение двадцати четырех часов на площади Революции», а «имущество приговоренных переходит в собственность Республики».

После оглашения вердикта заключенных отправили назад, в тюрьму. Каждому связали руки за спиной, обрезали воротник и волосы, чтобы обнажить шею, и на нескольких телегах отвезли из Консьержери на площадь Революции. Один из приговоренных, глядя на беснующуюся толпу, заметил: «Что досажает мне более всего, так это иметь столь неприятных наследников». К пяти часам вечера процессия достигла места казни. Было еще светло. Приговоренных собрали у основания гильотины, и затем они по крутой лестнице поднялись на эшафот в том порядке, в котором их имена следовали в приговоре. Польз был третьим, Лавуазье — четвертым. По свидетельству очевидца, «они встретили свой смертный час с величайшим мужеством». Казнь 28 бывших генеральных откупщиков заняла всего 35 минут.

«Достаточно было всего лишь одного мгновения, чтобы отрубить эту голову, и потребуется, быть может, целое столетие, чтобы породить ей подобную», — сказал Ж.Л.Лагранж, узнав о казни Лавуазье [18. P.14].

Рабочие привычными движениями быстро погрузили тела на телеги, головы сложили в большую плете-



Бывшие генеральные откупщики перед Революционным трибуналом, 8 мая 1794 г. Рисунок неизвестного художника XIX в. из книги Луи Фигье (*L.Figuer*; 1819—1894). *Vies des savants illustres depuis l'antiquité jusqu'au dix-neuvième siècle avec l'appréciation sommaire de leurs travaux*. 2-e édition. En 5 tt. Paris: Hachette, 1872—1874. T. 5: Savants du XVIIIe siècle.

ную корзину, и процессия под охраной конных гвардейцев проследовала на новое кладбище, созданное на пустоши *Errancis* и прозванное «кладбищем уродов». Там в общих могилах покоились останки без малого 1000 жертв террора, которые были гильотинированы между 20 марта и 9 июня 1794 г. Кроме генеральных откупщиков на этом кладбище были похоронены Дантон, Фабр д'Эглантин, Камиль и Люсьен Демулены, а после 9 термидора (27 июля 1794 г.) — их палачи: Робеспьер, Сен-Жюст, Фукье-Тенвиль и многие другие.

Вскоре после казни Лавуазье на бульвар де ля Мадлен явились судебные приставы, чтобы описать имевшиеся в доме книги, мебель, предметы искусства и научный инструментарий. Список занял 178 страниц. Все описанное — от «дилижанса в английском стиле» до «медных весов» — подлежало конфискации в пользу государства. Сама процедура конфискации растянулась на несколько недель, поскольку проводилась различными специалистами. В изъятии химического оборудования принимали участие К.Л.Бертолле и Н.Леблан.

Мадам Лавуазье заняла маленькую комнату на первом этаже, окна которой выходили в небольшой сад. Ей оставили только крашенную деревянную кровать, три плетеных кресла и две шербатые фарфоровые вазы.

Она понимала, что ее тоже вскоре могут арестовать, но не пыталась скрыться. Да и куда бежать? Друзей почти не осталось, поместье Фрешин конфисковано и должно быть выставлено на аукцион.

Рассуждения в сослагательном наклонении

Уместно коснуться вопроса о том, можно ли было спасти Лавуазье? Историки спорят по этому поводу уже не одно столетие. На мой взгляд, в принципе он мог избежать гибели. Кто был тогда в состоянии ему помочь? Прежде всего он сам. Рецепт прост: уехать за границу или в далекую (и даже не очень далекую) провинцию, как сделали некоторые его коллеги. Однако этот способ спасения для него был совершенно неприемлем. Лавуазье был человеком долга и просто порядочным человеком. Бросить начатые проекты, гибнущую Академию и своего несчастного тестя он не мог, ему не хватало для этого совсем немногого — небольшой доли эгоизма и цинизма. Он был неколебим в своих нравственных принципах, и это не позволяло ему спасти себя любой ценой.

Кроме того, при всем своем рационализме и умении просчитывать сложные ситуации Лавуазье страдал определенной политической наивностью: он был убежден, что достаточно отойти от дел уже фактически прекратившего свое существование Генерального откупа, и никто не вспомнит о его бывлой причастности к этой компании; достаточно разяснить с цифрами в руках Дюпену и судьям, что никаких нарушений закона со стороны откупщиков не было, и дело против них будет прекращено; наконец, он долгое время верил, что суд (или Конвент), даже не разобравшись в делах Откупа, учтет его, Лавуазье, заслуги перед нау-

кой и отечеством и сочтет целесообразным использовать его и дальше на благо Республики. Увы, в эпоху Террора власть руководствуется совсем другими принципами, поскольку главарей режима прежде всего заботит сохранение самой власти путем запугивания всех недовольных и подавления их воли к сопротивлению. Кроме того, террор рассматривался Робеспьером и его сторонниками как средство реализации некоей этической утопии — создания Республики всеобщего блага, т.е. общества нравственно совершенных людей, готовых безоговорочно жертвовать своими личными интересами ради общественных. И во имя этой цели можно прибегать к любым средствам. Как справедливо заметил А.В.Чудинов, «по мере того как революция завершала выполнение разрушительной функции и возрастала необходимость перехода к созидательной деятельности, робеспьеристы все больше отрывались от реальной почвы. Их беда становилась трагедией всей Франции, ибо, обладая практически неограниченной властью, мечтатели пытались при помощи организованного государственного насилия перенести абстрактные законы “мира в облаках”... на грешную землю. При господстве утопического взгляда на действительность наука теряла всякую ценность. Зачем познавать объективные законы мира, если все трудности в жизни проистекают только от пороков? Победите безнравственность — и все будут счастливы! Что стоят знания и талант ученого, если главная ценность человека — добродетель?! А ведь она, по словам Робеспьера, достоинство людей “простых, скромных, бедных, часто невежественных, иногда грубых” [19]. На протяжении всей недолгой истории якобинской диктатуры в ее политике причудливо переплетались утопический и реалистический подходы к действительности. Борьба этих двух тенденций определила в тот период и отношение к науке. Без ученых нельзя было успешно вести борьбу с внешним врагом; для построения же идеального общества “по Робеспьеру” они были не нужны» [19]. И в этом смысле робеспьеровская «Республика всеобщего блага» действительно не нуждалась в ученых.

Что же касается окружения Лавуазье, то здесь следует прежде всего отметить роковую роль, которую сыграла Мария Анна, явно не оценившая сложившуюся ситуацию: та капризная резкость тона, которая сходилась ей с рук в обстановке салона, в кругу близких друзей и знакомых, оказалась совершенно неуместной, более того — губительной в столкновении с государственной машиной в эпоху террора. Истерический героизм мадам Лавуазье в разговоре с Дюпенем выглядел бы по-своему привлекательным, но при одном условии — если бы она пришла просить только за себя.

Возможности же тех коллег Лавуазье, которые занимали важные государственные посты, ограничивались страхом за свою жизнь, страхом, защищая Антуана Лорана, навлечь на себя подозрения в «снисходительности» к врагам Революции. Как выразился французский историк Э.Грисон, «по-видимому, Террор, подобно Медузе Горгоне, приводил их в оцепенение». Это молчание коллег вполне понятно. И все же — из 45

генеральных откупщиков, участвовавших в последнем договоре с правительством, 18 избежали смерти и некоторые, как было показано выше, — исключительно благодаря действиям друзей и знакомых. Умелым действиям! Вряд ли судьбе Добсенту удалось бы спасти жизнь троим подсудимым, если б он отправился защищать их перед Неподкупным. Он пошел к Дюпену, с которым договориться было куда легче и которого, как и Коффиналя, и Фулье-Тенвилля, никак нельзя было отнести к числу неподкупных, эти работали отнюдь не за идею.

И разумеется, в поисках ответа на вопрос о причинах гибели Лавуазье, почему он, человек редкост-

ного таланта, трудолюбия, принципиальности и порядочности, всегда живо откликавшийся на социальные запросы, оказался, в отличие от многих его менее одаренных коллег, как бы вытесненным если и не из всех, то из очень многих сфер деятельности, в которых он мог бы принести большую пользу отечеству, — следует иметь в виду, что его трагическая судьба была predeterminedена также и антинаучными (шире — антиинтеллектуалистскими) настроениями части населения, в том числе политической элиты, настроениями, которые с особой силой дали себя знать в обстановке политического террора. ■

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований. Проект 07-06-00128а.

Литература

1. *Фигуровский Н.А.* Очерк общей истории химии: от древнейших времен до начала XIX в. М., 1969.
2. *Дорфман Я.Г.* Лавуазье. 2-е изд. М., 1962.
3. *Héroult de Séchelles M.-J.* Théorie de l'ambition et autres essais / [Présenté par] Gérard Guégan. Paris, 1978.
4. *Duveen D.I., Klickstein H.S.* A Bibliography of the Works of Antoine Laurent Lavoisier, 1743—1794. L., 1954.
5. *Coittan Ph. E.* // Almanach des prisons, ou, Anecdotes sur le régime intérieur de la Conciergerie, du Luxembourg, ect. [sic]: et sur différens prisonniers qui ont habité ces maisons, sous la tyrannie de Robespierre: avec les chansons, couplets qui y ont été faits. 2nd éd. Paris, 1794/1795.
7. Archives de l'Académie des Sciences (Paris), Lavoisier Collection, dation Chabrol, I, f. II.
8. *Grimaux Éd.* Lavoisier: 1743—1794, d'après sa correspondance, ses manuscrits, ses papiers de famille et d'autres documents inédits. 2nd éd. avec dix gravures hors texte en taille-douce et en typographie. Paris: Felix Alcan, 1896. P. 276.
9. *Delabante A.* Une famille de finances au XVIIIe siècle. Mémoires, correspondances et papiers de famille réunis et mis en ordre par Adrien Delahante. Deuxième édition. En 2 tt. Paris, 1881. T.2.
10. *Lavoisier A. L.* Réponses aux inculpations faites contre les ci-devant fermiers généraux avec les pièces justificatives (Paris, 1794) // *Lavoisier A.L.* Oeuvres. En 6 tt. / Publiées par les soins de Son Excellence le Ministre de l'Instruction publique et des cultes. Paris, 1862—1893. T.VI.
11. *Lavoisier A. L.* Lettre aux membres composant le Bureau de Consultation des Arts et Métiers; Le 29 germinal, l'an II de la République française, une et indivisible // *Lavoisier A.L.* Oeuvres. T.IV.
12. *Dupin A.* Rapport fait au nom des Comités de Sûreté générale, des Finances et de l'Examen des Comptes réunis à la Commission sur l'administration des fermiers généraux, 16 floréal An II (5 мая 1794).
13. *Mollien F. N.* Mémoires d'un Ministre du Trésor Public, 1780 — 1815. En 4 tt. Paris, 1845. T.I.
14. Journal du Lycée des Artes, 1795. №3.
15. Archives Nationales. Paris. W1. A193.
16. *Delabante A.* Une famille de finances. V.II.
17. *Tuetey A.* Répertoire général des sources manuscrites de l'histoire de Paris pendant la Révolution française. En 11 tt. Paris: Imprimerie nouvelle, 1890—1914. T.2.
18. *Delambre J. B.* Eloge de Lagrange // Les Mémoires de l'Institut, 1812.
19. *Чудинов А.В.* Ученые и Французская революция (http://www.ateismy.net/content/spravochnik/science/france_revolution.php).

ПРИРОДА

популярный
естественно-научный журнал

Под редакцией

проф. Н. К. Кольцова и проф. Л. А. Тарасевича.

Иностранным научным журналам предоставляется право перевода оригинальных статей и воспроизведение рисунков при условии точной ссылки на источник.

Русским изданиям перепечатка статей и воспроизведение рисунков, помещаемых в журнал «Природа», могут быть разрешены лишь по особому согласию.

«Научные новости» и «Смесь» из «Природы» ранних лет ее существования вызовут у современного читателя лишь улыбку. Поэтому мы и публикуем их в апрельском номере.



Кретинизм у животных

Как известно, кретинизм вместе с другим связанным с ним болезненным явлением — зобом — встречается в некоторых местностях (в Швейцарии, в Австрии) как отличительное свойство целого населения. Помимо местных условий климата и почвы заражение также играет здесь, по-видимому, известную роль. Недавно австрийский ученый Кучера (Kutschera) показал, что зараза эта может передаваться не только людям, но и животным, а следовательно, и распространяться через их посредство.

В одной австрийской деревне, где среди населения очень много кретинизма и больных зобом, Кучера нашел двух собак, совершенно не похожих на своих сородичей. Эти собаки совершенно не поддавались приручению, не умели ни защищаться, ни отыскивать себе корм, ни играть, ни грызться с другими собаками, они не обнаруживали никакой чувствительности ни к ласке, ни к грубому обращению, не умели даже лаять и вообще вели себя в полном смысле как идиоты. Оказалось, что эти собаки принадлежат семье кретинизма и спят среди всякого тряпья на одной постели с членами семьи. Чтобы проверить, действительно ли кретинизм перешел к собакам от их хозяев, Кучера проделал такой опыт: он принес хозяйке дома 4-месячного щенка, и этот щенок стал спать с нею на одной постели. Через

некоторое время он сделался совершенным кретинизмом, и кроме того, у него появился зоб. Брат этого щенка, воспитанный в других условиях, развивался совершенно нормально. В той же крестьянской семье жила еще одна собака, слишком большого роста для того, чтобы помещаться в одной постели с хозяевами; эта собака развивалась нормально и осталась здоровою.

Эта возможность распространения зоба и кретинизма через домашних животных была до сих пор совершенно неизвестна и открывает новое поле для медицинских исследований.

1912



Излучение человеческого тела

За последнее время открыта радиоактивность не только почвы, но и воздуха, дождя, снега, источников и т.д. Нет ничего удивительного в том, что и тело человека испускает лучи, как это выяснилось из исследования д-ра Каан в Гейдельбергском институте изучения рака. Для доказательства существования этих лучей применялось их свойство делать воздух проводником электричества. Обыкновенный электроскоп для измерений непригоден по малой чувствительности, и поэтому д-р Каан употреблял

так называемый струнный электрометр. Исследованию подвергались части трупа, высушенные при высокой температуре. Оказалось, что мозг испускает самое большое количество лучей, затем идут сердце и печень. Почки и селезенка не дают лучей. Значительное влияние на интенсивность лучей оказывает возраст субъекта. Части мужского тела испускают сильнее, чем женского.

1912



Из жизни пауков

Всем известно, что жизнь пауков представляет очень много интересных особенностей. Но наблюдения Авраама (Abraham. Agric. Journ. Union of S. Africa, 1912 г.) поражают даже тех, кто сам занимался изучением жизни этих своеобразных суставчатоногих. Два вида пауков из рода *Moddridgea* живут на деревьях, но только на тех, которые покрыты старой, неровной корой. В щелях и отверстиях этой коры они устраивают, очевидно, выгрызая, гладкостенный ход, закрывающийся в 2 местах самозакрывающимися дверками. Последние устраиваются из кусочков коры, лишаяв и тому подобного, сплетенных паутиной, и так ловко пригоняются к отверстию хода и общему виду коры, что, не зная этого, невозможно их различить даже при самом тщательном осмотре. Одна дверка служит входной дверью домика паука: за ней он сидит и подстерегает добычу, чтобы кинуться на нее с быстротой молнии и так же быстро втащить в свое жилище. Если же более крупные животные угрожают пауку в его жилище, то он, вцепившись в наружную дверку челюстями и упираясь ногами в стенки хода, держит ее изо всех сил. Во время же отдыха он предварительно прикрепляет эту дверку крепкими паутиными нитями. Если же враг все-таки проникает к нему, то он спешит теперь за вторую, «защитную» дверь. Автор наблюдал, что вся постройка с обеими дверями изготовлялась в одну ночь. Еще замечательнее второй паук из рода *Desis*, живущий в полосе прилива, в норках, которые он устраивает себе в старых коралловых рифах между норками червей и других подобных животных. Когда наступает прилив, он плотно закрывает свою норку и ждет отлива. Тогда он выползает из своего убежища и охотится вокруг на мелких ракообразных. В воде и под водой этот паук жить не может; он там так же беспомощен, как и многие другие виды пауков, и несмотря на это, он строит свое жилище в опасной для него полосе приливов. Подобные морские пауки уже известны давно из Южной Африки и Австралии, но об их жизни мы до сих пор ничего не знали. Третий вид паука, самый замечательный, представляет, вероятно, один из видов рода *Dolomedes*. Эти пауки тоже живут возле воды, их находят на суше возле стоячих вод.

Здесь они сидят на берегу, охотнее всего на наклонившемся над водою камне. Задними ногами паук крепко держится за камень, свешивая туловище над водою и вытянув под него шесть остальных, очень длинных ног в разные стороны. Так он висит неподвижно, пока под ним не проплывет маленькая рыбка. Тогда он тотчас же, как хищная птица, бросается в воду, схватывает рыбку своими шестью огромными лапами, вонзает в нее свои челюсти и вытаскивает ее на камень, чтобы здесь спокойно ее съесть.

1913



Симбиоз жука с грибом

Давно известно, что в ходах мелкого жучка, непарного лубоеда (*Anisandrus dispar*), протачиваемых им в древесине разных лиственных деревьев, всегда встречается сплетение нитей — так называемый мицелий — грибка-амброзии. Этот мицелий попадает в ход лубоеда вместе с испражнениями взрослых жуков. По опытам Шнейдера оказывается именно, что споры грибка для прорастания должны предварительно довольно долго пробыть в кишечнике жука. С другой стороны, амброзия составляет главную или даже исключительную пищу личинок жука, живущих в его ходах. Таким образом, амброзия и непарный лубоед представляют интересный пример симбиоза и в природе никогда не встречаются отдельно друг от друга.

1913

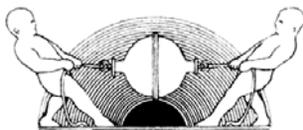


Электричество и питание

Ученых давно занимает вопрос о возможности заменить разнообразные виды пищи, необходимой для поддержания человеческого тела, пищей в концентрированном состоянии, которую организм усваивал бы с меньшим трудом. Французский ученый профессор Бергонье утверждает, что эта задача может быть решена при помощи электричества. Его неутомимые исследования дали наконец результаты едва ли не сенсационного характера. Он давно высказал взгляд, что электричество может заменить собою пищу: пополняя теплоту, расходуемую телом, оно может избавить нас от необходимости вводить в организм большие количества пищи. В последнее время он произвел опыты, по-видимому, доказывающие справедливость его утверждений. Опыты эти он производил

в своей лаборатории при Бордоском университете. Его метод известный под названием «диатермии» заключается в применении токов высокой частоты; токи эти вводят в тело большое количество теплоты, устраняя таким образом необходимость в выработке тепла путем сжигания пищевых материалов. По утверждению профессора Бергонье, такие токи проходят через тело совершенно неощутительно для человека; ток силою в 2—3 ампера и напряжением в 1000—2500 вольт дает около 1000 калорий в час, что соответствует трети суточного пайка. Нижеследующий пример показывает, каких изумительных результатов можно достигнуть при помощи этого метода. Электрическому лечению проф. Бергонье подверг мужчину ростом в 5 футов 10 дюймов, а весом до лечения всего 110 фунтов. Больной этот съедал много животной пищи, но был очень слаб и едва мог пройти 300 футов без посторонней помощи. Работать он не был в силах и вдобавок был очень чувствителен к холоду. После ряда сорокаминутных сеансов электрического лечения, что соответствовало приращению в теле теплоты приблизительно в 1700 калорий каждый раз, больной начал быстро поправляться, а в конце лечения заметно прибавил весу. Вес его оказался равным 140 фунтам, значит, он прибавил 30 фунтов. Проф. Бергонье сообщает, что теперь этот больной ходит часами не утомляясь, а физические силы его пришли в норму. Он свободно переносит значительные температурные колебания в обе стороны, внешний вид у него вполне удовлетворительный. По мнению проф. Бергонье, недалеко то время, когда все заболевания, вызываемые недостаточным питанием, будут успешно лечить электрическими токами высокой частоты по системе д'Арсонваля.

1913



Искусственная кожа из грибов

Если посеять плесневые грибы или бактерии на твердую питательную среду, например на желатину или агар, то можно получить грибковый дерн, который будет равномерно плотным и равномерным по толщине.

Auergesellschaft в настоящее время пришло к весьма оригинальной идее приготовить из этого грибкового дерна искусственную кожу. Общество взяло и патент на приготовление такой кожи. Приготовление основано на том, что пленочки, которые получают в результате роста микроорганизмов, могут быть подвергнуты процессу дубления.

Грибковый дерн обладает такой же плотной войлочной структурой, как и кожа животных,

и понятно, что из такого дерна получается кожа, которая весьма похожа на натуральный продукт. Дальше патент сообщает, что для дубления необходимо спрессовать грибковый дерн, чтобы освободить его совершенно от воды, а затем пропитать белком или клеевым раствором. Это, без сомнения, имеет целью сделать нежную кожу более крепкой и прочной. Так как грибковый дерн можно посеять на какой угодно большой площади, в сосуде или бассейне, то размер получаемой таким образом искусственной кожицы не ограничен. По своей толщине она, конечно, постоянно будет слишком тонкой и нежной, но можно наложить большое число таких кожиц друг на друга или посеять много слоев один на другом и таким образом получить довольно толстую кожу.

Так как существуют всевозможные бактерии и грибки, то чрезвычайно нежные по своей структуре, то поглубже, то можно будет в имитациях получать всевозможные переходы от самой нежной кожи для вещиц роскоши до более грубой кожи для обуви, чемоданов и других вещей.

Существуют бесцветные бактерии, а также такие, которые по природе своей желтого, оранжевого или красного цвета. Таким образом по выбору можно будет готовить кожу любого цвета. Кроме того, бактерии очень хорошо окрашиваются искусственными красками, так что новая искусственная кожа в этом отношении явится серьезным конкурентом естественной.

1913



Влияние кастрации на животных

Речь идет собственно о страусах, наблюдения над которыми сравнительно редки. Директор музея в Порт-Елизабет (Южная Африка) Фицсиммонс наблюдал трех самок страуса, которые были кастрированы на 4-м году жизни. Вскоре после кастрирования они стали утрачивать отличительные черты самок и приобретать особенности самцов. Перья на теле из серо-коричневых постепенно превратились в черные как смола — как у страусов-самцов. Перья же на крыльях и хвосте превратились в перья самцов до такой степени, что, когда их показывали знатокам, все принимали их за типичные перья страуса-самца. Одна из этих «превращенных» птиц убита и помещена в музей. Это влияние половых желез на окраску особенно важно иметь в виду при изучении так называемой «охранительной» окраски животных и влияния на эту окраску окружающей среды.

1913



Фосфоресценция растений

Среди животных фосфоресцируют главным образом различные виды медуз, морских звезд, моллюсков и червей, обитающих в море. В гораздо меньшей степени фосфоресценция встречается у наземных животных — всего известнее в этом отношении насекомые, особенно светлячок, который называется у нас ивановым «червячком», но на самом деле относится к отряду жуков. Во многих случаях фосфоресценция обуславливается окислением фосфорсодержащего вещества, имеющегося в теле животного.

Под именем фосфоресцирующих, или светящихся, растений описаны многие представители растительного царства, но этим общим названием обозначают различные явления, обусловленные далеко не одинаковыми причинами. Так, например, в душные ночи цветы иногда излучают свет; теперь известно, что причина его — не в растении, а в особых электрических явлениях, вроде огней св. Эльма: в бурную погоду на верхушках мачт, деревьев и т. д. рдеют бледные огоньки, обусловленные рассеянием и разрядами атмосферного электричества. В других случаях свечение растений обуславливается насажившими на них мелкими фосфоресцирующими насекомыми.

В строгом смысле слова фосфоресценция растений ограничивается лишь некоторыми бактериями и грибами, светящимися сравнительно очень сильно. Так, изолировав вполне безвредные бактерии, вызывающие фосфоресценцию мяса и рыбы, и разведя их в питательном бульоне, в трубке или склянке, можно смастерить так называемую «бактериальную лампу» и получить при помощи такой лампы превосходную фотографию в комнате. Имея большое количество разводки, нетрудно устроить даже «живой фонарь», который можно применить как ночник; он дает возможность различать циферблат и стрелки часов, читать книгу и даже различать предметы на расстоянии нескольких аршин.



Химические свойства крови и пол животного

Несколько лет тому назад один немецкий ученый обратил внимание специалистов на интересное явление, что у куколок насекомого *Dilephila euphorbiae* цвет крови (гемолимфы) связан с полом насекомого. Предпринятые в этом направлении исследования Курта Гейера (Kurt Geyer, Zeitschrift fur wiss. Zoolo-

gie, 105) не только подтвердили вышеуказанное открытие, но и убедили его в том, что явление это имеет широкое распространение. Так, у шелковичного червя (*Bombyx mori*) и его куколки гемолимфа бесцветна у самцов и яркого золотисто-желтого цвета у самок. Вообще у личинок растительоядных насекомых — бабочек, пилильщиков, жуков, листоедов — разница в окраске гемолимфы у самца и самки настолько велика и так рано появляется, что позволяет без всякого труда отличать пол этих насекомых. Интересно отметить, что у личинок хищных насекомых обычно гемолимфа представителей различного пола несет одинаковую окраску, но у личинок стрекоз (*Aeschna grandis*, *Libellula depressa*) гемолимфа, бесцветная у самца, получает так же, как у растительоядных насекомых, ярко-зеленую окраску у самки; это стоит, по-видимому, в связи с тем обстоятельством, что личинки стрекоз питаются растительоядными личинками и через их посредство сами являются таким образом растительоядными.

Спектральный анализ гемолимфы этих насекомых доказал, что разница окраски обусловлена различным химизмом ее: в гемолимфе самки обнаружено присутствие неизмененного хлорофилла, тогда как у самца хлорофилл гемолимфы подвергся сильному изменению и превратился в так называемый ксантофил. Так как хлорофилл гемолимфы вносится пищей, мы должны допустить две возможности: 1. Он испытывает различную участь в кишечнике самца и самки, подвергаясь сильному изменению при прохождении через кишечные клетки первого и не испытывая никакого влияния со стороны клеток второй. 2. Если же принять, согласно Абдерхальдену, что пища всегда подвергается полному разложению при прохождении через кишечные клетки, иногда синтезируясь снова в крови, мы должны признать наличие такого синтеза лишь в гемолимфе самки. Гейер произвел целый ряд опытов для выяснения того, где лежит причина различного химизма крови. Смешивая *in vitro* гемолимфу личинок того и другого пола, он не получил обесцвечивания и заключил отсюда, что в крови самца не заключается веществ, разрушающих хлорофилл. Опыты с кастрацией и пересадкой половых желез также не дали положительного результата, который позволил бы предположить, что вещество, содействующее синтезу или разрушающее хлорофилл, выделяется половыми железами. Таким образом, автор приходит к заключению, что причина различной окраски крови у разных полов лежит в клетках кишечника, т. е. что из двух указанных выше возможностей в действительности имеет место первая.

Обращает на себя внимание еще одно любопытное обстоятельство: при смешении гемолимфы гусениц шелкопряда монашки *Limanthia monacha* ♂ с гемолимфой *L. monacha* ♀ получается обильный осадок; последний не наблюдается, если смешивается гемолимфа гусениц, принадлежащих к одному полу. Таким образом, в случаях смешения гемолимф,

принадлежащих гусеницам различных полов, наблюдается то же явление, что и при смешении гемолимфы различных животных.

Итак, можно считать установленным, что ткани насекомых отличаются друг от друга в связи с принадлежностью к представителям различного пола, иначе говоря, половая дифференцировка у насекомого распространяется на все тело. Последним обстоятельством нужно, быть может, объяснить то, что у насекомых не удается путем кастрации изменить вторичные половые признаки.

А.Б.

1915



Можно ли хвостом видеть?

В минувшем году американский исследователь Г.Лауренс* поставил ряд любопытных опытов с целью решить вопрос, могут ли ощущать свет животные, лишенные глаз. Для опытов он брал молоденьких личинок аксолотля и вырезал им глаза. Личинки прекрасно переносят операцию. Если затем направить на них луч света, то личинки реагируют на него почти так же, как и зрячие (они «позитивно фототактичны», т.е. поворачиваются к свету). При этом главную роль играет освещение кожи, а особенно кожи хвоста, т.е., очевидно, освещение нервных окончаний, заложенных в коже. Если же осветить центральную нервную систему (мозг), то свет не воспринимается.

Эти наблюдения интересны в особенности тем, что дают нам возможность понять происхождение глаз. Очевидно, для восприятия световых раздражений вовсе нет необходимости в таких сложных аппаратах, каким является глаз: при известных условиях самые нервные окончания воспринимают эти раздражения, а все остальное является, так сказать, техническими усовершенствованиями. Сначала вокруг световоспринимающих окончаний нервов скопляется черный пигмент, улучшающий поглощение света, затем верхний, роговой, слой кожи становится более прозрачным, утолщается, образуя кривизну, собирающую лучи, и т.д.

А.С.С.

1915



Раздражимость у растений

Изучая жизнь растений, приходится неоднократно наталкиваться на факты, заставляющие нас

подозревать присутствие у растений чувствительности особого рода. Мы еще не знаем, где именно локализована эта чувствительность, но, чтобы доказать ее существование, приведем несколько интересных случаев из жизни растений, не вдаваясь в критическую оценку их. Большинство этих случаев описаны Л.Бастэном (Leonard Bastin) в *Scient. American* 1914, №20.

Общеизвестен факт, что росянка (*Drosera*) питается насекомыми, переваривая их при помощи клейкой жидкости, выделяемой головчатыми железистыми волосками, которые расположены на поверхности листьев. Любопытны результаты опыта, сделанного с росянкой. На расстоянии полудня от одного из листьев была укреплена муха. Спустя небольшой промежуток времени можно было ясно видеть, как лист росянки стал определенно наклоняться и приближаться к своей будущей жертве. Движение его продолжалось до тех пор, пока головчатые концы железистых волосков не коснулись добычи. Таким образом, росянка не только питается насекомыми, но и активно нападает на них.

У повилики, паразитирующей на других растениях, семя прорастает в почве, давая длинный и тонкий росток. Лишь только последний окажется вблизи какого-либо растения, вертикальный рост его быстро меняется в определенном направлении, пока он не придет в соприкосновение с хозяином, соки которого начинает затем высасывать при помощи множества присосок. Удивительную «чувствительность» такого же порядка проявляет обыкновенный горошек. На расстоянии двух дюймов от молодого экземпляра горошка была помещена подпорка. Тотчас же усик растения принял горизонтальное положение, стал поворачиваться, пока не оказался в плоскости подпорки. Тогда вся верхушка растения стала изгибаться по направлению к подпорке, пока усик не обвился вокруг последней.

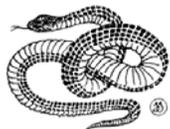
Дарвин однажды высказал мысль, что верхушки корней «разумностью» своего поведения не уступают хищным животным. В подтверждение этой мысли великого ученого, в которой, однако, разумность не следует никоим образом понимать в человеческом смысле этого слова, можно привести следующие факты. Куст орешника, выросший на верхушке ствола старой ивы, следующим образом добился лучших условий питания. Когда куст погрел, его перестала удовлетворять та почва, которая скопилась на верхушке ивы; от земли, однако, его отделяла высота в 12 футов. Куст стал тогда посылать корни по направлению к земле вместо того, чтобы рассыпать их горизонтально. Корни эти, пройдя через пустую внутренность дулистой ивы, достигли почвы у подножия последней, после чего куст стал развиваться еще мощнее. Еще более любопытный случай наблюдался в южной Африке. На крыше одного сарая стался ползучий кактус. Крыша была покрыта оцинкованным железом, но в одном месте ржавчина проела брешь. Лишь только одна из ветвей кактуса

* The Journal of experimental zoology. 1914. T.16. H.2.

оказалась вблизи этой брешы, как она стала посылать внутрь сарая многочисленные корни, которые достигли мягкой и плодородной почвы на дне сарая на глубине 9 футов. Растение не удовлетворялось условиями существования на крыше и «отозвалось на увлекательную приманку». Примеры подобного рода могут быть умножены следующим случаем. Небольшой папоротник рос в горшке, получая воду из подставленной под него тарелки, наполнявшейся водой. По-видимому, такой путь получения воды не вполне обслуживал потребности папоротника, и последний, к удивлению наблюдателя, отозвался на это самым оригинальным образом. Растение послало специальный корень через край горшка; корень этот вдоль стенок последнего добрался до сосуда, наполненного водой, обеспечивая растение новым источником влаги. Приведенные примеры можно заключить крайне интересным наблюдением Карпентера, произведенным им еще в 1860 г. На вершине старого дуба, в углублении между ветвями на образовавшейся там почве, выросло молодое растение. Когда небольшой участок земли перестал удовлетворять его потребности, растение отправило вниз пучок корней. На некотором протяжении корни эти росли строго вертикально. Если бы они продолжали свой рост в этом направлении, они встретили бы на поверхности земли большой камень, размером в квадратный фут. Не доходя, однако, полуярда до препятствия, общий пучок корней разделился на два меньших пучка, развилком отклонившихся друг от друга. Когда обе ветви развилка достигли земли, камень оказалась между ними, и все корни, таким образом, нашли мягкую почву.

А.Бродский

1915



К вопросу о почерствении хлеба

В журнале «Природа» за 1913 г. (стр.1239) была помещена заметка об опытах Катца над процессом почерствения хлеба. Катц на основании своих опытов пришел к выводу, что процесс почерствения белого хлеба независим от потери влаги и представляет собой обратимую реакцию коллоидного характера. Наиболее энергично почерствение совершается при температурах от -5° до $+30^{\circ}\text{C}$. При более высоких и более низких температурах почерствение не только сильно замедляется, но даже при более высоких наступает обратный процесс «освежения» черствого хлеба. Степень свежести хлеба Катц определял степенью его набухаемости, которая, конечно, должна отвечать и степени усвояемости, главным образом, крахмалистых веществ.

Ввиду некоторых сомнений, возбужденных опытами Катца, а также ввиду интереса проверить его данные на сортах русского черного хлеба было предпринято исследование в одной из московских лабораторий, которое привело к следующим основным выводам. Процесс почерствения черного хлеба складывается из двух независимых друг от друга реакций.

Первый процесс — химический, необратимый, ускоряемый при повышении температуры и наступающий вообще при температурах около 50° — 60°C и выше, причем чем чище и лучше хлеб, тем выше лежит этот предел. Хлеб, очерствевший при этом химическом процессе (т.е. очерствевший при высоких температурах), уже не может быть «освежен»: его составные части изменились безвозвратно. Второй процесс — коллоидный, обратимый и замедляющийся при повышении температуры. Очерствение хлеба, происшедшее благодаря этому коллоидному процессу (т.е. при низкой температуре), может быть более или менее устранено путем последующего осторожного нагревания: коллоидный процесс очерствения может идти в обратном направлении, возвращая хлеб к прежнему свежему состоянию.

Очевидно, что для сохранения хлеба свежим надо держать его при некоторой средней температуре, замедляющей второй коллоидный процесс и не слишком ускоряющей первый — химический. Такой температурой минимума почерствения для различных сортов черного хлеба оказалась: для кислого хлеба 45°C , для сладкого — 55°C и для сеяного — 65°C .

Очень характерно соотношение между почерствением хлеба и потерей им влаги. Тогда как скорость потери влаги неизменно возрастает с повышением температуры хранения хлеба, скорость очерствения его, как ясно из предыдущего, падает при повышении температуры до известного предела, и только выше этого предела наступает более быстрое очерствение. Если сохранять хлеб в пространстве, насыщенном парами воды, то это совершенно не предохраняет хлеб от почерствения и даже не замедляет этого процесса. Напротив, как это ни кажется на первый взгляд парадоксальным, присутствие влаги необходимо для почерствения хлеба: если высушить хлеб до состояния сухарей при высокой температуре и сделать это достаточно быстро, чтобы не успел наступить процесс «химического» очерствения, то полученные сухари сохраняют свою свежесть (т.е. набухаемость) в течение очень долгого времени. Только при недостаточном высушивании или вообще в присутствии влаги сухари более или менее быстро черствеют в зависимости от температуры хранения. Опыты с сухарями позволяют сравнить процесс «коллоидного» почерствения хлеба с процессом затвердевания гипса; этот последний также основан не на высушивании, но на образовании твердого соединения (гидрата) с водой, без которой гипс не может «схватиться». Аналогии между обоими процессами можно провести и дальше, так как при очень высокой температуре наступает обратное разложение гидрата гипса и образование исходной безводной соли, которая способна снова затвердеть с водой. Не надо, однако, упускать из вида того обстоятельства, что для гипса процесс затвердевания есть результат типичной, вполне понятной химической реакции, тогда как очерствение хлеба есть сложный коллоидный процесс, сущность которого еще далеко не ясна.

А.Серкина

1915

Новости науки

Астрофизика

Самая массивная звезда?

Один из ключевых вопросов теории образования и эволюции звезд — верхний предел звездных масс. Физические соображения подсказывают, что такой предел обязательно должен существовать. Чем массивнее звезда, тем она ярче, а в случае превышения определенной массы давление излучения становится настолько сильным, что устойчивое состояние звезды невозможно. Более того, такая звезда не способна не только существовать, но и образоваться не может: с началом термоядерных реакций давление излучения останавливает аккрецию вещества на протозвездный объект, тоже ограничивая его массу. Однако вопрос о величине этого предела остается открытым. До сих пор данные наблюдений как будто указывали, что во Вселенной отсутствуют звезды с массой более 150 солнечных. Новые наблюдения звезд в Большом Магеллановом Облаке (БМО) привели исследователей к выводу, что начальная масса некоторых из них составляла до 300 масс Солнца¹.

П.Кроутер и его коллеги из Университета Шеффилда (Великобритания) исследовали звезды двух «экстремальных» скоплений — NGC 3603 в нашей Галактике и R136 в БМО. Обе эти группировки отличаются большой массой, компактностью и очень малым возрастом. Именно в таких объектах следует искать самые массивные короткоживущие звезды. Однако их число невелико, они далеки от нас, и их изучение сопряжено со значительными наблюдательными проблемами. Достаточно сказать, что каких-

нибудь 30 лет назад скопление R136 принималось за одну очень яркую звезду — настолько трудно различить в нем отдельные светила. Естественно, еще сложнее оценить их массы; более или менее точно установить это возможно лишь для двойных звезд определенного типа. В остальных случаях приходится полагаться на модели, которые позволяют соотнести светимость звезды с ее массой. Ситуация усложняется тем, что в этом случае оценивается масса звезды на данный момент, тогда как для проверки теории образования и эволюции массивных звезд необходимо знать ее начальную массу.

Авторы исследования проанализировали архивные наблюдения ярчайших звезд в скоплении R136, выполненные с помощью телескопов «Hubble» и VLT. Выяснилось, что все они относятся к звездам Вольфа—Райе. Моделирование спектров показало, что поверхностные температуры этих светил превышают 50 000 K, а светимости приближаются к десятку миллионов светимостей Солнца. Эти параметры соответствуют современным массам, которые существенно больше 100 M_{\odot} . При этом у двух из четырех исследованных звезд (даже с учетом весьма существенной погрешности в определении) масса заведомо превышает 150 M_{\odot} . Если же учесть очень интенсивный темп потери вещества (который вызывается, вероятно, давлением излучения), то окажется, что начальная масса звезды R136a1 составляла 320 солнечных!

Эта величина, на первый взгляд, вступает в противоречие как с предшествующими наблюдательными оценками, так и с теоретическими пределами звездных масс, однако авторы считают свой результат достаточно надежным. Главный фактор, который мог привести к ошибке, —

незамеченная двойственность звезды, выявить которую на расстоянии БМО действительно невероятно трудно. Однако если бы на месте R136a1 находилась не одна звезда, а две, то потоки истекающего с них вещества сталкивались бы друг с другом и система была бы источником мощного рентгеновского излучения, которое в реальности не наблюдается.

Интересно, что аналогичный анализ галактического скопления NGC 3603 ничего экстремального не выявил. Хотя звезды и в нем весьма заметно различаются по массе, она не превышает «заветного» предела в 150 M_{\odot} . Это может означать, что верхний предел звездных масс зависит от параметров галактики. Давно известно, что звездные скопления в нашей Галактике и в БМО сильно отличаются друг от друга. В частности, в нашей Галактике отсутствуют мощные звездные агрегаты, которые хотя бы отдаленно напоминали R136. То же скопление NGC 3603 существенно уступает ему по размерам и массе. Предполагается, что это связано с дифференциальным вращением Галактики: разная угловая скорость на разных галактоцентрических расстояниях не дает образоваться слишком массивным молекулярным облакам — прародителям звездных скоплений. Неудивительно поэтому, что сверхмассивные звезды обнаружены именно в БМО, где заметное вращение отсутствует. Но вот сами значения этих масс, превышающие 200 и даже 300 M_{\odot} , все-таки пока необъяснимы. Очевидно, что для определения параметров подобных уникальных объектов необходимо их тщательное индивидуальное исследование.

Еще один открытый вопрос, обсуждаемый в работе Краутера и его коллег, касается возможности суще-

¹ *Crawther P.* // Mon. Not. R. Astron. Soc. 2010. V.408. P.731.

ствования подобных звезд в нашей Галактике. Статистический анализ показывает, что иногда такие сверхмассивные светила могут встречаться и в меньших скоплениях, например в скоплениях вблизи центра Млечного Пути. К сожалению, подробное исследование звезд в нашей Галактике затруднено значительным межзвездным поглощением.

© Д.З.Вибе,
доктор физико-математических наук
Москва

Планетология

Откуда взялась вода на планетах земного типа?

Планетологов давно интересует, как образовались океаны на планетах типа Земли, Марса и Венеры, сложенных в основном каменистыми породами. Полагают, что на поверхностях Марса и Венеры вскоре после их образования существовали океаны жидкой воды. Имеются веские свидетельства в пользу того, что эти планеты возникли в результате столкновения и слипания более мелких каменистых тел (планетезималей). При таких столкновениях выделялось достаточно энергии, чтобы планетезимали расплавились, в связи с чем поверхности только что возникших планет должны были покрыться расплавленной магмой. Поэтому большинство планетологов считают наиболее вероятным, что вода на таких планетах появилась уже после их остывания и была привнесена извне ледяными метеоритами и ядрами комет, образовавшимися во внешних областях протопланетных дисков.

Однако в недавнем исследовании планетолога Л.Элкинс-Тантон (L.Elkins-Tanton; Массачусетский технологический институт, США) утверждается, что планетезимали все-таки содержали небольшое количество воды, достаточное для образования океанов. Хотя точный размер планетезималей неизвестен, считается, что поперечник тел, из которых сформировалась Земля, составлял от сотен до тысяч километров, а по оценкам Элкинс-Тантон, 0,01—0,001% всей массы таких тел приходилось на воду.

Исследовательница полагает, что даже из столь небольшого количества воды могла в результате столкновений планетезималей возникнуть атмосфера из водяного пара, которая после охлаждения конденсировалась в океаны жидкой воды на поверхности планет.

Элкинс-Тантон построила новые модели, которые включают детали физико-химических процессов, происходящих при затвердевании планет из расплавленного вещества. Как показал анализ метеоритов, образовавшихся из планетезималей, эти тела содержали некоторое количество воды. Чтобы выяснить, что происходило с водой, исследовательница изучила все этапы затвердевания вещества каменистых тел Солнечной системы после их расплавления. Хотя попытки промоделировать этот процесс предпринимались и ранее, никто специально не изучал, могла ли содержащаяся в планетезималах вода образовать океаны.

Сначала Элкинс-Тантон построила математическую модель кристаллизации минералов из магмы для предполагаемой каменной планеты. Это позволило вычислить, какое количество воды из планетезималей окажется связанной в минералах, а какое останется в жидкой магме по мере ее остывания. Затем были включены данные о предельной растворимости воды в силикатных расплавах при разных давлениях и температурах, и оказалось, что вся вода, не растворившаяся в магме, образует пузыри. По мере остывания планеты и образования твердой мантии эти пузыри всплывают на поверхность расплавов и создают плотную атмосферу из водяного пара, который окутывает планету. В конце концов пар конденсируется в жидкую воду, образуя океаны.

Представление о том, что следовые количества воды способны образовать огромные океаны, кажется странным лишь до тех пор, пока мы не осознаем, насколько мал океан в сравнении с массой и размерами планеты. Например, современные океаны Земли составляют лишь 0,02% массы нашей планеты даже без учета ее металлического ядра. Поэтому, если большая часть воды из планетезима-

лей достигнет поверхности планеты в процессе кристаллизации мантии и дегазации расплавленной магмы, этого окажется достаточно для образования океанов, подобных земным.

Относительно самой Земли Элкинс-Тантон рассчитала, что этот процесс происходил в течение десятков миллионов лет после столкновения планетезималей, а значит, наша планета стала пригодна для жизни через очень короткое время после ее образования. Модель предсказывает, что для недавно открытых экзопланет земного типа, вдвое больших, чем Земля, аналогичный процесс потребовал бы всего нескольких сотен миллионов лет, и, следовательно, вполне возможно, что на них была или даже до сих пор есть жизнь.

Astrophysics and Space Science, 2010
(doi: 10.1007/s10509-010-0535-3).

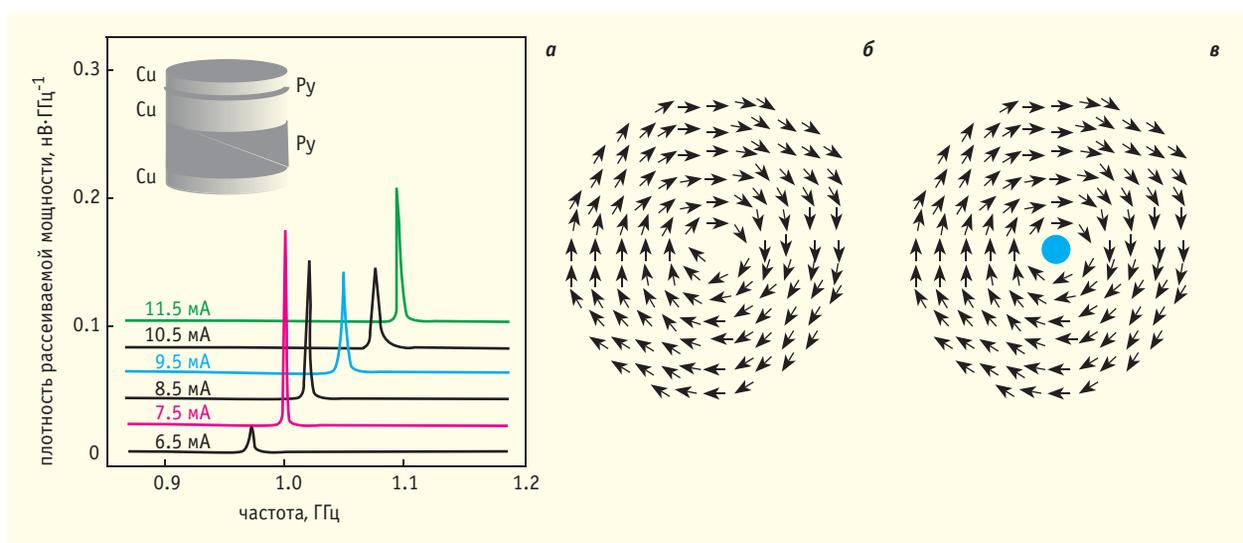
Физика

Подобное подобным, или Как возбудить колебания вихря

В последнее время большой интерес специалистов в связи с возможными приложениями в области магнитной памяти и телекоммуникаций вызывают исследования магнитных вихрей. Недавняя работа российских и французских ученых показала, что ток, пропущенный сквозь магнитный слой с вихревым распределением намагниченности, весьма эффективно возбуждает в нем колебания вихря¹.

Несколько лет назад динамические свойства вихрей благодаря обнаружению их осцилляций в СВЧ-диапазоне привлекли особое внимание. Колебания возникали в наноразмерных столбиках сечением порядка 100—200 нм, которые состояли из двух магнитных слоев, разделенных немагнитными прослойками (спиновый вентиль). Первый слой играл роль спинового поляризатора для протекающего через него тока, а второй, «свободный», слой с вихревым распределением намагниченности, — роль осциллятора, которому под дей-

¹ Kbvalkovskij A.V. et. al. // Appl. Phys. Lett. 2010. V.96. P.212507.



Пример поведения спектрального отклика системы при различных токах, пропускаемых через образец (а). На вставке — схематическое изображение системы — Py(пермаллой, 60 нм)/Cu(40 нм)/Py(5 нм). Круговое (б) и вихревое (в) распределение намагниченности в поляризаторе различаются наличием ядра (вертикальная компонента намагниченности показана синим цветом).

ствием спин-поляризованного тока передавался момент количества движения; благодаря этому возникало периодическое движение ядра вихря по круговой траектории. Такая колебательная система отличалась высокой добротностью (около 4000) и сравнительно большой для объекта столь малых размеров излучаемой мощностью — около нановатта. Матрицы из когерентно излучающих наностолбиков могут всерьез рассматриваться как источники электромагнитных волн СВЧ-диапазона.

До сего времени при теоретическом анализе описанного эффекта предполагалось, что намагниченность слоя-поляризатора однородна и направлена вдоль оси наностолбика. Однако это далеко не всегда соответствует реальной экспериментальной ситуации, что заставило российско-французскую группу ученых рассмотреть конфигурацию, при которой намагниченность поляризатора лежит в плоскости слоя. Оказалось, что при неоднородном распределении намагниченности в поляризаторе создаются условия для возбуждения колебаний в свободном слое. Любопытно, что наиболее эффективно возбуждение колебаний достигалось тогда, когда поляризатор был подобен самому осциллятору — при круговом или вихревом распределении намагниченности.

Радиус и частота кругового движения ядра вихря возрастали с величиной тока по сублинейному закону.

Отличительная особенность нового способа возбуждения — зависимость условий возникновения колебаний от хиральности (направления закручивания) вихрей, в то время как при старом механизме возбуждения можно было бы ожидать зависимости от полярности вихря (направления намагниченности в ядре). Так что в феноменологическом плане эти два эффекта легко различимы, что и подтверждается результатами недавних экспериментов¹.

<http://perst.issp.ras.ru>
(2010. Т.17. Вып.11/12).

Химия

Хлорофилл d

Хлорофиллы (*Хл*) — важнейшие фотосинтетические пигменты, которые поглощают и преобразуют свет в химическую энергию органических соединений. До недавнего времени были известны четыре разновидности хлорофилла, названные в порядке их открытия *a*, *b*, *c* и *d*. Все они присутствуют в поглощающих свет комплексах, но долгое время

¹ Locatelli N. et. al. // arXiv:1005.0290v1 (2010)

ученые полагали, что только *Хл a* обязателен для фотосинтеза. Лишь недавно выяснилось, что *Хл d*, считавшийся артефактом со времени его открытия в 1943 г., составляет до 99% всего хлорофилла синезеленых водорослей (цианобактерий) *Acaryochloris marina*. У этого вида и родственных ему цианобактерий *Хл d* может заменять *Хл a* в фотосинтезе, используя для связывания углерода энергию красной части светового спектра.

М.Чен (M.Chen; Университет Сиднея, Австралия) и его коллеги выделили еще один пигмент фотосинтеза — *Хл f*. Исследователи обнаружили его в экстракте из строматолитов — известковых образований, возникающих в результате жизнедеятельности сообществ синезеленых водорослей. В мелководных соленых водоемах залива Шарк Бэй (Западная Австралия) строматолиты образуются и ныне, тогда как во многих других частях света известны лишь ископаемые образцы. В экстрактах оказалась сложная смесь хлорофиллов, среди которых и был обнаружен новый пигмент — *f*. Исследователи связывают его с жизнедеятельностью нитчатых цианобактерий. Поглощение (706 нм) и флуоресценция (722 нм) обнаруженного *Хл f* максимальны по сравнению с таковыми у четырех

других пигментов фотосинтеза и смещены в красную часть спектра. Исследователи предполагают, что новый хлорофилл — это [2-формил]-хлорофилл *a* ($C_{55}H_{70}O_6N_4Mg$).

Открытие пигмента *f* свидетельствует о том, что окисленный фотосинтез возможен на более широком, чем считалось ранее, инфракрасном участке спектра. А это может иметь применение в области биоэнергетики.

Science. 2010. V.329. №5997. P.1318—1319 (США).

Физика. Медицина

Углеродные нанотрубки в легочной ткани

После теракта 11 сентября 2001 г. прошло почти девять лет, но его последствия продолжают сказываться. У многих спасателей — пожарников, медиков и тех, кто разбирал завалы, — здоровье полностью не восстановилось. В результате взрыва, обрушения башен Всемирного торгового центра и пожаров образовалось огромное плотное облако токсичной пыли и дыма. Оно содержало тысячи различных компонентов — продукты сгорания топлива для реактивных двигателей, цементную пыль, асбест, тяжелые металлы, многочисленные органические соединения, микроскопические кусочки стекла... Ухудшение здоровья наблюдалось не только у спасателей, но и у окрестных жителей. Больше всего у них пострадали органы дыхания.

Американские медики недавно опубликовали результаты семилетних исследований состояния здоровья 13 тыс. пожарных и сотрудников скорой медицинской помощи, работавших на месте трагедии в период между 11 и 24 сентября¹. Проверка, проведенная через 6 мес, показала резкое ухудшение у них состояния легких. Более того, у многих и через шесть с лишним лет заметного улучшения не наступило. Другая группа медиков изучала легочную ткань у семи пострадавших, которые оказывали первую помощь или занимались восстановительными работами

11—12 сентября². У этих людей — прежде здоровых, некурящих — обнаружены серьезные заболевания дыхательных путей и непонятные изменения в легких. В 2005—2007 гг. в одном из американских медицинских центров им провели видеоторакоскопическую биопсию легких (торакоскопия — метод осмотра плевральной полости с помощью специального оптического инструмента, который вводят через прокол или небольшие разрезы в грудной стенке; сейчас часто используют с видеосопровождением). С разрешения пациентов ученые использовали видеоматериалы и образцы биопсии для клиничко-патологических исследований и минералогического анализа. Неожиданно в легочной ткани были обнаружены одностенные углеродные нанотрубки разных размеров и длины, которые оказались идентичны тем, что были найдены в образцах пыли, собранной у Всемирного торгового центра.

Конечно, кроме углеродных нанотрубок в легочной ткани было обнаружено много другого: силикаты алюминия и магнезия необычной пластинчатой конфигурации, хризотил-асбест (в концентрации, немного превышающей фон в Нью-Йорке), фосфат и сульфат кальция, кусочки стекла. Исследователи повторно проанализировали около 60 образцов легочной ткани, собранных за 20 лет при изучении воздействия асбеста, а также взятых при операциях на легких у пациентов, не подвергавшихся воздействию пыли во время теракта 2001 г. Нанотрубки (и пластинчатые силикаты) во всех образцах отсутствовали.

Маловероятно, что в дни теракта в легкие пострадавших попали искусственно синтезированные нанотрубки. Скорее всего, к их формированию в больших количествах привели высокие температуры при горении топлива, наличие углерода и катализаторов — металлических частиц. Экспериментальные исследования на мышах показали, что вдыхание длинных нанотрубок может со временем привести к патологическим изменениям в легких.

Результаты минералогического анализа, а также клинических и гистопатологических исследований указывают на связь между попаданием в организм пыли при теракте и легочными заболеваниями. Однако пока неясно, каков здесь вклад углеродных нанотрубок. В дальнейшем это предстоит выяснить.

<http://perst.issp.ras.ru> (2009. Т.17. Вып.11/12).

Биология

Феноменальная холодоустойчивость яйцевых коконов дождевого червя

Адаптации животных к экстремальным условиям существования, в том числе к низким отрицательным температурам, представляют общебиологический интерес. Сотрудники Института биологических проблем Севера ДВО РАН (г.Магадан) под руководством Д.И.Бермана показали, что в этом отношении большинство видов дождевых червей имеют ограниченные возможности. Лишь два из 14 изученных на данный момент видов червей, широко распространенных в России, переносят температуры ниже -20°C . Их яйцевые коконы более устойчивы к отрицательным температурам, но и в этой фазе развития способны выживать при названной температуре лишь около трети исследованных видов.

Дождевой червь дендродрилюс тонкий (*Dendrodrilus rubidus tenuis*) известен на всех континентах, кроме Антарктиды, он населяет многие острова, широко распространен в европейской части России, но отсутствует в природных ландшафтах Сибири, проникая в регион лишь по освоенным южным территориям. На северо-востоке России в суровых климатических условиях Якутии, Магаданской обл. и Чукотки дендродрилюс встречается исключительно в почве теплиц, где достигает огромной численности (до 120 тыс. коконов на 1 м^2 почвы). Зимой теплицы не отапливаются, и температура в них падает ниже -40°C . Однако весной из коконов, перенесших зимовку при столь низких температурах, появляется молодь червей.

¹ Aldrich TK. et. al. // New Engl. J. Med. 2010. V.362. P.1263.

² Wu M. et. al. // Environ. Health Perspect. 2010. V.118. P.499.

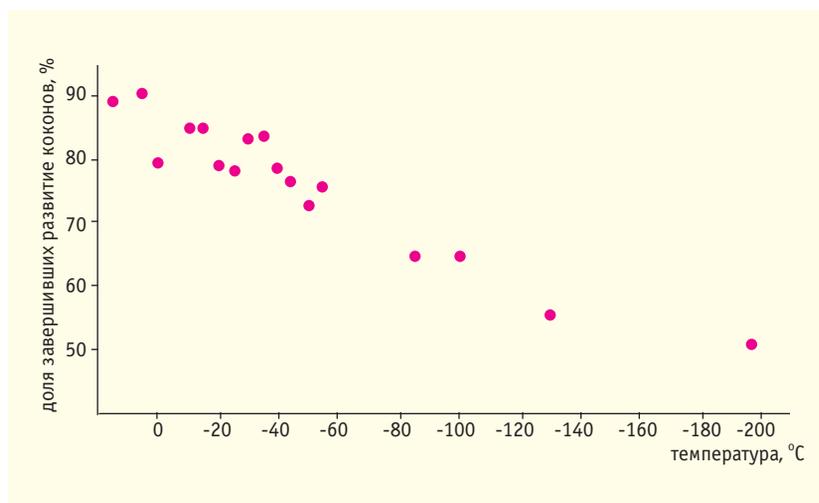


Рис. 1. Доля завершивших развитие коконов *D. rubidus tenuis* после охлаждения в течение суток до различных температур (точки — выборки по 40—125 коконов).

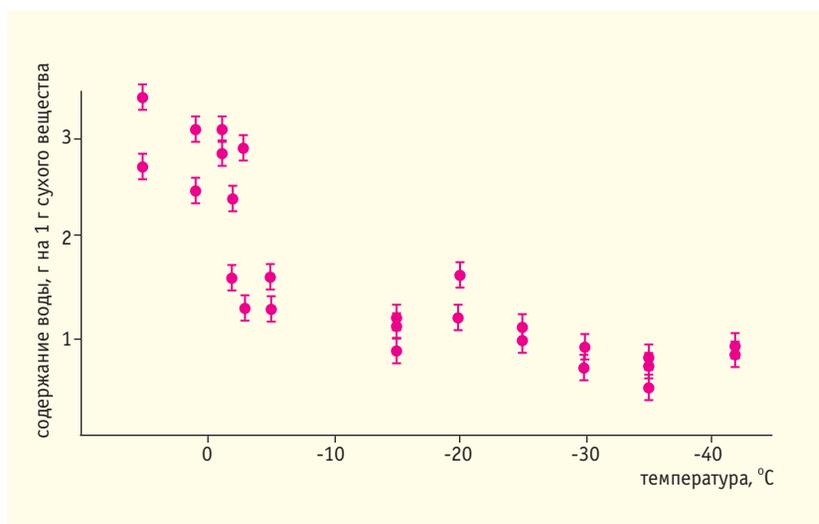


Рис. 2. Среднее содержание воды в коконах *D. rubidus tenuis* при различных температурах (точки — выборки по 10—20 коконов).

Степень холодоустойчивости дендродрилюса невозможно было представить до начала экспериментов. Оказалось, что эти дождевые черви в любом возрасте не переносят даже незначительного воздействия холода и гибнут уже при $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$. Кокон же проявили феноменальную холодоустойчивость. Половина выборки (как и в контроле при положительных температурах) выжила после суточной экспозиции при $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$ (температура жидкого азота)! Это дает исследователям надежду на успешность экспериментов с большей про-

должительностью пребывания коконов в жидком азоте и, не исключено, что и в жидком гелии ($-269\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Постепенное охлаждение коконов дождевых червей сопровождается падением содержания в них воды, которая, конденсируясь на поверхности оболочки, формирует своеобразную ледяную «скорлупку». В конечном итоге значительная часть несвязанной воды выводится из кокона, и клетки не разрушаются при ее кристаллизации. Этот механизм, называемый «защитной дегидратацией», находит свое макси-

мальное выражение и при замораживании коконов.

Обращает на себя внимание факт, что коконы *D. rubidus tenuis* теряют воду одинаково быстро как в замерзшей почве при охлаждении до $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ (выплод 71—85%), так и при комнатной температуре и 98%-й влажности воздуха (выплод 58%). Это сравнение позволяет предполагать, что феноменальная холодоустойчивость коконов дендродрилюса не результат отбора на адаптивность в холодных регионах, а побочный продукт формирования устойчивости к потере воды при положительных температурах.

Хотя онтогенез у *D. rubidus tenuis* один из наиболее быстротечных среди изученных видов дождевых червей, в континентальных районах северо-востока России он может за лето завершиться лишь в тепличных (в прямом смысле слова) условиях. В течение теплого периода года черви должны успеть завершить эмбриогенез, вырасти, достичь половозрелости и отложить коконы до наступления осенних заморозков. В естественных биотопах даже южной части региона, например в окрестностях Магадана, черви в холодные годы не успевают пройти развитие «от яйца до яйца» за один сезон, что ведет к краху популяции.

Практически неограниченная холодоустойчивость коконов *D. rubidus tenuis* делает их индифферентными к температуре зимовки, и от нее не зависят ни географическое распространение, ни биотопическое распределение вида. Между тем он отсутствует на обширных пространствах бореальной Евразии и Северной Америки с континентальным и ультраконтинентальным климатом, где для него нет благоприятного сочетания тепла и влаги, но, возможно, также и из-за отсутствия источника инвазии. Это обстоятельство позволяет заключить, что феноменальная устойчивость коконов *D. rubidus tenuis* к низким отрицательным температурам занимает скромное место в адаптивной стратегии вида и лишь в некоторой мере определяет его инвазионный потенциал.

Доклады Академии наук. 2010. Т.434. №6. С.834—837 (Россия).

Биология

Синдром белого носа — причина гибели летучих мышей в США

Вспышки инфекционных болезней все чаще становятся причиной угасания или исчезновения естественных популяций диких животных. В.Ф.Фрик (W.F.Frick; Бостонский университет, США) совместно с коллегами выявил, что беспрецедентную смертность среди зимующих на востоке Северной Америки летучих мышей вызывает инфекционное заболевание, названное синдромом белого носа (WNS). Его связывают с недавно описанным грибом *Geomyces destructans*, который успешно существует при относительно низких температурах пещер — мест зимовки рукокрылых. Поселяясь на морде, ушах, крыльях и других открытых участках тела, грибок изъязвляет ткани¹, что, видимо, вызывает преждевременное пробуждение летучих мышей зимой и критическую потерю у них жировых запасов, приводящую к гибели.

Предполагается, что *G.destructans* был непреднамеренно интродуцирован в США из Европы, где он тоже обнаружен на зимующих летучих мышах. Однако в Европе гибель рукокрылых, пораженных этим грибом, пока не зафиксирована².

Смертность летучих мышей от WNS впервые была отмечена в 2006 г. в окрестностях г.Олбани (штат Нью-Йорк). За последние четыре года болезнь распространилась с северо-востока США на сотни километров и сейчас отмечена уже в прилегающих районах Канады и в центральных штатах Америки среди как минимум семи видов рукокрылых. Быстрая экспансия инфекции объясняется образом жизни летучих мышей, которые зимуют в огромных скоплениях, а весной разлетаются по обширной территории, образуя небольшие группировки.

Моделирование динамики численности с учетом скоростей естественного прироста популяций и

¹ Meteyer C.U. et al. // J. Vet. Diagn. Invest. 2009. V.21. P.411—414.

² Puechmaille S.J. et al. // Emerg. Infect. Dis. 2010. V.16. №2. P.290—293.

инфицирования животных предсказывает катастрофическое уменьшение регионального населения нескольких видов летучих мышей. Исследователи считают, что смертность от WNS может привести к скорому исчезновению широко распространенного и обычного на континенте вида рукокрылых — *Myotis lucifugus*. Даже если смертность от WNS через некоторое время уменьшится, численность этого вида менее чем за 20 лет сократится с 6.5 млн примерно до 65 тыс. особей.

Антропогенное распространение новых для регионов патогенов оказывает серьезное воздействие на естественные популяции в живой природе, угрожая биоразнообразию и целостности экосистем.

Science. 2010. V.329. №5992. P.679—682 (США).

Охрана природы

Черепашье «ранчо» в Узбекистане

Создание питомников по выращиванию диких животных — один из путей эффективного сохранения биологического разнообразия. Это касается не только редких видов, но и обычных диких, широко используемых, например, в качестве домашних питомцев.

Среднеазиатская черепаха (*Agriemys horsfieldii*) встречается в пустынях, степях, предгорьях, а также в оазисах и на окультуренных землях Средней Азии, Северного и Восточного Ирана, Афганистана, Северо-Западной Индии и Пакистана. Из-за промысла черепах для продажи, а также вовлечения обширных территорий в земледелие происходит снижение численности вида и сокращение его ареала. Падение численности черепахи столь значительно, что ее включили в международную Красную книгу (VU A2cd) и в список Конвенции о международной торговле видами дикой флоры и фауны (Приложение II СИТЕС)³.

В Узбекистане наряду с охраной местообитаний действует с 2001 г.

³ Аманьева Н.Б. и др. Атлас пресмыкающихся Северной Евразии. СПб., 2004.

Программа по разведению и выращиванию среднеазиатской черепахи методом ранчинга (*ranching*), которую осуществляют сотрудники ташкентского Зоокомплекса⁴. Яйца *Aborsfieldii*, собранные в природе или взятые от маточного поголовья питомника, инкубируют. Полученную молодь выращивают для выпуска в природу и для экспорта в страны Западной Европы, где *Aborsfieldii* в массе содержатся в неволе. Только в 2007 г. на ферме было выведено около 17 тыс. черепашат. Благодаря подбору оптимальных режимов температуры и влажности срок инкубации короче наблюдаемого в природе почти на треть и составляет около 70 сут. Эмбриональная и постэмбриональная смертность молодых *Aborsfieldii* в питомнике невелика — около 30% в совокупности. В условиях питомника черепашата не впадают в спячку и поэтому уже в восьмимесячном возрасте достигают веса около 70 г при длине панциря в среднем 65 мм, что в зооторговле соответствует разрешенным к экспорту размерам животных. В естественных условиях Узбекистана такой величины *Aborsfieldii* достигают лишь к трем-четырем годам жизни.

Таким образом, метод ранчинга может быть весьма перспективным для увеличения в экспорте доли искусственно выращенных *Aborsfieldii*, а тем самым — снижения прессы на природные популяции.

© Н.А.Булахова,
кандидат биологических наук
Томск

География

Лавинный риск для населения горных районов России

В научно-исследовательской лаборатории снежных лавин и селей географического факультета Московского государственного университета им.М.В.Ломоносова разрабатываются методики, позволяю-

⁴ Быкова Е.В. и др. // Герпетологические исследования в Казахстане и сопредельных странах. Алматы, 2010. С.69—74; Быкова Е.В. и др. // Современная герпетология. 2009. Т.9. Вып.1/2. С.3—11.

щие оценивать риск и возможный ущерб от опасных природных процессов для местного населения и туристов, а также различного вида защищаемых объектов — автомобильных дорог, транспортных средств и т.п. В работе Ю.Г.Селиверстова, А.Л.Шныпаркова и Г.Г.Глазовской представлены результаты оценки полного социального и индивидуального лавинного риска для населения горных регионов страны, которая выполнялась с использованием специально разработанной методики расчета и картографирования в мелком масштабе; за основу был взят метод оценки риска от карста.

Под лавинным риском авторы понимают вероятность потерь вследствие воздействия снежных лавин за определенное время на конкретной территории. Учитываются как геофизические характеристики (параметры лавинного режима), так и социальные показатели. Источником снеголавинной информации служили лавинные карты Атласа снежно-ледовых ресурсов мира, а данные о населении лавиноопасных районов были взяты из Всероссийской переписи населения 2002 г. Расчеты проводились отдельно для горных районов каждого федерального округа России. Территорию района разбивали на квадраты со стороной 3 км и для каждого последовательно рассчитывали ряд показателей: уязвимость населения во времени (длительность нахождения в опасном месте); уязвимость в пространстве (определяется подверженностью территории воздействию снежных лавин); полный социальный лавинный риск (среднее количество погибших за год); индивидуальный лавинный риск (вероятность гибели произвольного индивида из некоторой совокупности людей за год).

В соответствии с рекомендациями МЧС РФ на картах лавинного риска выделены три зоны с разным уровнем индивидуального риска. «Приемлемый уровень» имеют территории с риском менее $1 \cdot 10^{-6}$; в этих случаях безопасность населения обеспечивается в основном организационно-хозяйственными мероприятиями. «Допустимый уро-

вень» ($1 \cdot 10^{-6} - 1 \cdot 10^{-4}$) имеют районы, где развитие инфраструктуры возможно, но требует значительных затрат на профилактические мероприятия. «Неприемлемый уровень» (более $1 \cdot 10^{-4}$) характеризует районы, где для существующих объектов необходим весь спектр противолавинных мероприятий, а строительство новых объектов не допускается.

Согласно расчетам, полный социальный риск составил, к примеру, на Сахалине 26 погибших за год, на Кавказе — 47. Это самые лавиноопасные районы страны. Причем на Кавказе около половины жертв — туристы. На Сахалине высокие значения индивидуального риска наиболее характерны для участка вдоль западного побережья. Хотя лавины здесь небольших объемов, однако в этой зоне находятся транспортные магистрали, ЛЭП и населенные пункты. Здесь же отмечаются участки с неприемлемым уровнем индивидуального риска; максимальный ($4 \cdot 10^{-3}$) получен для г.Синегорска. На территории России большая часть лавиноопасных территорий находится в зоне приемлемого риска (около 85% общей лавиноопасной площади страны). В зоне допустимого индивидуального риска — около 15% территории Сахалина; к районам с неприемлемым уровнем на Дальнем Востоке относятся города Петропавловск-Камчатский и Магадан. На Кавказе территории с приемлемым уровнем риска составили 41% площади всех лавиноопасных районов, с допустимым — 52%, неприемлемым — 7%. Для крупнейших горнолыжных курортов — Красной Поляны, Домбая, Приэльбрусья, района Транскавказской магистрали характерен неприемлемый уровень риска.

В целом на территории России преобладают районы с приемлемым уровнем риска, что в первую очередь определяется их низкой заселенностью. Жители лавиноопасных районов составляют около 6,2 млн человек, плотность населения в них — менее 2 чел./км². Однако среднее значение индивидуального лавинного риска для России равно $5,6 \cdot 10^{-6}$, что соот-

ветствует уровню допустимого риска.

Лед и снег. 2010.
№4(112). С.41—44 (Россия).

Антропология

Австралопитек седиба — новое звено в эволюции человека?

Филогенетические отношения между ранними представителями рода *Homo* и различными видами австралопитеков до конца не ясны, несмотря на значительное количество ископаемых останков гоминид. Южноафриканский палеоантрополог Л.Бергер (L.R.Berger, Университет Витватерсранда, г.Йоханнесбург) с коллегами считают, что ими обнаружено недостающее в этом ряду звено — *Australopithecus sediba*, новый вид австралопитеков.

Фрагменты скелетов мальчика-подростка и женщины найдены в пещере Малапа на территории объекта Всемирного наследия ЮНЕСКО «Колыбель человечества», что находится примерно в 50 км к северо-западу от Йоханнесбурга. Около 60 лет назад здесь же были обнаружены ископаемые останки другого вида австралопитеков — *Africanus* возрастом около 2,3 млн лет, считавшегося до недавнего времени наиболее вероятным предком людей.

По реконструкциям антропологов австралопитеки седиба были низкорослыми (до 120 см), с длинными верхними конечностями, небольшим объемом черепа (около 420 см³ у мальчика-подростка), передвигались они на двух конечностях. Несмотря на достоверное сходство с *Africanus*, седиба существенно отличаются от них, а по строению таза, черепа и зубов — даже близки к *Homo erectus*. При этом седиба похож на ранних представителей *Homo* больше, чем какой-либо другой известный ныне вид австралопитеков.

Исключительная сохранность костных останков двух гоминид объясняется особенностями их захоронения¹. Они были погребены

¹ Dirks P.H.G.M. et al. // Science. 2010. V.328. №5975. P.205–208.

ны под отложениями аллювия в одной из нижних камер разветвленной пещерной системы, занимающей участок около 5 га. Здесь же найдены кости млекопитающих, часть которых позже была идентифицирована (вымершие и современные кошки, мангусты, антилопы, свинья, гиена, лошадь и заяц). Вероятно, эти пещеры соединялись с поверхностью земли глубокими вертикальными шахтами, которые сработали как ловушки-западни. Поскольку подземные камеры были недоступны для животных-падальщиков, останки упавших хорошо сохранились. Характер отложений в месте окончательного захоронения свидетельствует о том, что в нижнюю камеру многочисленные фрагменты скелетов были снесены потоками воды с вышележащих уровней пещеры. Возраст окаменелостей определен различными методами (в том числе по времени обитания сопутствующей фауны) и оценен в 1,95–1,78 млн лет, а это говорит о том, что *A.sediba* существовал еще некоторое время после появления ранних людей (*H.habilis*).

Установить точное филогенетическое положение *A.sediba* в ряду от австралопитеков до ранних людей пока не удастся. Палеоантропологи предполагают, что *A.sediba* — наиболее вероятный потомок *A.africanus* и может быть либо предком рода *Homo*, либо представителем родственной этому предку группы.

Science. 2010.

V.328. №5975. P.195—204 (США).

Археология

Произведения первобытного искусства из Хотылево 2

На широком мысу правого берега р.Десны, у западной окраины села Хотылево Брянского р-на Брянской обл., находится верхнепалеолитическая стоянка. Ее первооткрывателем в 1970-х годах был Ф.М.Заверняев, а ныне на этом памятнике уже многие годы (с небольшими перерывами) работает Хотылевская археологическая экспедиция Института археологии РАН (руководитель К.Н.Гаврилов).

Культурный слой стоянки Хотылево 2 был зафиксирован в четырех пунктах, расположенных в центральной и западной частях широкого мыса и обозначенных буквами от А до Г. Начиная с 2003 г. наша экспедиция исследует участок В, который находится на некотором удалении от края высокого берега и пока не имеет определений радиоуглеродного возраста. Однако его стратиграфическая позиция, аналогичная зафиксированным при раскопках участков А, Б и Г, позволяет предположить, что, как и в этих пунктах, возраст культурного слоя участка В тоже находится в пределах 24—21 тыс. лет назад.

К настоящему времени культурный слой изучен нами на площади 45 м². Он весьма насыщен разнообразным археологическим материалом — скоплениями костей мамонта (в том числе преднамеренно уложенных), изделиями из расщепленного кремня, бивня и кости, фаунистическими остатками, пятнами охры, кучками костного угля и отдельными угольками. А в июле 2009 г. на этом участке мы обнаружили два новых произведения первобытного искусства — реалистическое изображение двух обнаженных женских фигур и схематическую антропоморфную фигурку, вырезанную из мела.

Двойная женская статуэтка (58,5х44,5х15 мм) выполнена на лицевой стороне плитки мела в технике барельефа, в реалистической манере, характерной для памятников восточного граветта. Изображены груди, живот и ноги по шиколотку. Руки и головы отсутствуют. Тыльная поверхность плитки заглажена, однако детально не проработана. Статуэтка была разбита древними обитателями Хотылево 2 на несколько фрагментов, поверхности граней этих сколов заглажены. В культурном слое статуэтка залегала лицевой стороной вниз, ногами — в северо-восточную сторону, а той частью, где должны быть головы, — в юго-западную. Само расположение статуэтки в слое говорит о том, что ее части не были выброшены: они уложены в правильном порядке, соответствующем их состоянию до фрагментации.



Вписанное в трапецию изображение двух обнаженных женских фигур на плитке мела. Женщины стоят плечом к плечу; головы, руки и голени ног отсутствуют. Стоянка Хотылево 2. Верхний палеолит.

Фото Д.В.Ожерельева

Подобная иконография женского образа зафиксирована в мелкой пластике впервые. Необычен и материал, из которого изготовлен этот предмет, — все женские фигурки, найденные прежде при раскопках Хотылево 2, вырезаны из бивня мамонта.

Рядом со статуэткой была обнаружена схематическая фигурка (18х6х6–7 мм). Она имеет уплощенную форму и трапециевидные очертания. Характерно, что по своим пропорциям двойная статуэтка и фигурка достаточно близки между собой, несмотря на разницу в размерах. И морфология фигурки, и ее археологический контекст дают основания предполагать, что это антропоморфное произведение, скорее всего символизирующее женский образ.

Новые находки из раскопок Хотылево 2, несмотря на свою уникальность, вполне органично вписываются в изобразительный ряд, который характеризует иконографию женского образа в искусстве верхнего палеолита Восточной и Центральной Европы.

© К.Н.Гаврилов,

кандидат исторических наук

О Мишеле Жуве и его романе «Похититель снов»

К 85-летию классика нейрофизиологии
и сомнологии

В.С.Ротенберг,
доктор медицинских наук,
Тель-Авивский университет (Израиль)

Это — не рецензия на беллетристическое произведение, неожиданно написанное выдающимся ученым, и тем более не попытка анализа научных идей, в изобилии пронизывающих это произведение. Это скорее эссе, посвященное профессору Мишелю Жуве — великому французскому нейрофизиологу, одному из основоположников современного учения о сне (сомнологии). Роман, написанный от первого лица, позволяет понять личность автора, несмотря на «камуфляж», созданный детективным сюжетом.

Как-то при обсуждении влияния идей И.П.Павлова на современную науку один профессор сказал: «Величие ученого определяется количеством лет, на которые ему удалось задержать развитие науки». Разумеется, это парадокс, ведь великий ученый двигает науку вперед, и чем масштабнее его открытия и теории, тем шире научный прорыв. Но, как во всяком хорошем парадоксе, в нем содержится элемент истины — оборотной стороны такого прорыва, имеющей психологические корни. Когда ученый обнаруживает ранее неизвестные явления и устанавливает связи между ними, он, как правило, стремится дать объяснение максимальному числу ранее непонятных фактов и создать новое целостное пред-

ставление о объектом исследования. Он стремится включить в эту новую картину мира все, что не получало объяснения в рамках предыдущих представлений, разрешить максимальное число противоречий. В результате новая концепция становится нередко экспансивной и стремится не просто к объяснению, но буквально к поглощению всего, что так или иначе соприкасается с предметом изучения. А ведь великие открытия тем и велики, что совершаются не в узкой конкретной области, а в очень широкой сфере исследования. И если открытие в этой сфере действительно фундаментально и убедительно, оно вызывает энтузиазм у множества последователей, которые поддерживают претензию этой концепции стать истиной в последней инстанции. Так, вместо того чтобы открывать пути к следующим прорывам в понимании нашего сложного и многозначного мира во всех его противоречиях, глобальная новая концепция часто закрывает эти пути. В частности, в современной науке о мозге и психике такую роль выполнили идеи и И.П.Павлова, и отчасти З.Фрейда.

В подобном повороте событий трудно винить автора новой концепции: он, человек творческий, выполнил свой долг, а следующий шаг должны сделать другие. Павлов, находясь на вершине своего признания, с раздражением



М.Жуве. ПОХИТИТЕЛЬ СНОВ /
Пер. с фр. В.М.Ковальзона и В.В.Незговоровой.

М.: Время, 2008, 320 с.



М.Жуве (слева) накануне 85-летнего юбилея с переводчиком книги «Похититель снов» — В.М.Ковальзоном (российским нейрофизиологом, специалистом по экспериментальному изучению сна) — на Конгрессе Европейского общества по изучению сна. Сентябрь 2010 г.

Фото из архива В.М.Ковальсона

говорил о попытках его последователей объяснить все происходящее в человеческой психике условными рефлексам. Но для принявших концепцию было очень комфортно защититься ею и вписать в нее все свои конкретные, пусть мизерные, дополнения. Зачастую такие люди пытаются подвести под нее даже те новые данные, которые должны были бы побудить пересмотреть хотя бы некоторые аспекты глобальной теории. Да и сам автор теории обычно столь вдохновлен (без вдохновения принципиально новое не создашь), что не способен отнестись к ней критически и тем более подвинуть на это своих последователей и учеников. Нередко одаренный и творческий человек не принимает ничего, что могло бы поставить под сомнение исчерпывающий характер его идей. Таким был и великий Фрейд, безжалостно изгонявший учеников (Юнга и Адлера), проявлявших интеллектуальную самостоятельность.

Исключения встречаются. Известна история с выступлением в

Москве перед физиками Нильса Бора. Он говорил по-английски, и хотя большая часть слушателей знала этот язык, для тех немногих, кто испытывал трудности с пониманием, речь Бора переводил профессор Лифшиц — ученик и соавтор великого Ландау. Бора спросили, как ему удалось создать такую замечательную научную школу. Бор ответил, Лифшиц перевел, в зале начался смех. Бор сказал: «Это произошло потому, что я никогда не боялся сказать моим ученикам, что я дурак». Лифшиц явно не поверил своим ушам и перевел: «Это произошло потому, что я никогда не боялся сказать моим ученикам, что они дураки». Тут поднялся Петр Капица и сказал: «Разница между ответом и переводом отражает разницу школы Бора и школы Ландау». Похоже, что и среди выдающихся физиков Бор был исключением.

Попробую доказать, что такое же исключение — Мишель Жуве, который способен отвлекаться от впечатлений, производимого его идеями. И его роман «Похититель снов», как мне кажется, это рассказ

об освобождении автора от сковывающих рамок собственной концепции генетического программирования в быстром сне — концепции оригинальной и вызвавшей всеобщий интерес.

Автор устами своего героя объявляет эту концепцию ошибочной и отказывается от нее. Более того, автор-герой вообще отвергает свой профессиональный физиологический подход к проблеме сна и сновидений и впадает с позиции академической науки в настоящую ересь. Он теперь интересуется вещами снами (существование которых научно не доказано), верит в их истинность и в таинство души, проверяет и подтверждает справедливость гороскопов событиями собственной жизни и объявляет, что электрическая активность мозга не отражает ничего существенного. Выступления со столь эпатажными заявлениями вызывают у научной аудитории в романе ощущение шока. Думаю, чтобы уберечь читателя от подобных эмоций, автор вводит в повествование детективный сюжет. На итальянском курорте с профессором, уснувшим после грязевых ванн, происходит фантастическая история: некие преследующие его шпионы меняют его личность с помощью похищенного у него же таинственного вещества и загадочной стимуляции мозга. Таким образом, его отказ от собственных выношенных и выстраданных теорий отражает это насильственное, ответственное изменение его личности. Я же позволю себе предположить, что этот детективный сюжет — попытка оправдать и объяснить не изменение личности автора, внезапно поднявшегося над собственной концепцией, а как раз полную, свободную и непосредственную реализацию его личности. Автору тесно в рамках условностей научного сообщества, и он видит, насколько его собственная концепция, даже открывающая новые горизонты, все же беднее мира его живой души, мира, который она призвана объяснить. Настоящий Жуве — это как раз тот

Жуве, который способен пересмотреть собственные признанные достижения и безо всякого сожаления и ущерба начать сначала во имя свободы духа и ощущения причастности к неисчерпаемому и многозначному миру.

Моя уверенность в том, что в романе действует не подставной герой с его именем, а он сам, совершенно не изменившийся, подкрепляется и постоянно мелькающими в тексте, как бы брошенными вскользь, замечаниями, и моими личными впечатлениями от Жуве. Так, когда герой обдумывает очередную публикацию в традиционном ключе (которая так и не была завершена), он говорит себе, что нужно «постараться сделать статью скучноватой — как большинство статей в этом престижном журнале». А ведь герой говорит себе это еще до всех фантастических воздействий на его мозг! «Я не раз подтрунивал над собственной теорией генетического программирования. <...> Я не могу больше читать собственные сочинения. Все это надо выбросить и сжечь. <...> Напишу-ка я статью о взаимосвязи между искусством и сновидениями, особенно живописью», — и этому намерению веришь, когда читаешь, как ярко описывает он и свои сны, и природу, и картины, и вообще все, что видит.

Нет, все это говорит не условный герой детективного романа, подвергшийся изменению личности. Это говорит сам автор, чья личность не менялась: живой, остроумный, свободный, думающий и чувствующий человек, получающий удовольствие от жизни во

всех ее проявлениях — от еды, природы, общения со случайными людьми и хорошими знакомыми, от чувственных наслаждений, творчества.

Когда я читал эпизод романа, где главного героя — знаменитого профессора Жуве обкрадывают на улице, далеко от его отеля, и он превращается в нищего, я тут же подумал, что это метафора. Ведь превращение в нищего освобождает от всего прошлого, от всех обязывающих и осточертевших условностей, и жизнь может начаться как бы с чистого листа. И буквально через несколько абзацев я прочитал подтверждение автора: «Я превратился в бродягу, но стал свободен и счастлив». А облегчение, которое он испытывает, сбросив роскошные, но жмущие туфли, — разве это не облегчение от навешанных регалий, облегчение, совершенно недоступное его амбициозным коллегам, о которых в другом месте он пишет: «Конгресс ученых ослов, смешных и тщеславных».

Когда он пишет от лица героя «Я бы сидел там под солнцем и смотрел на вапоретты, корабли и лодки», я вспоминаю, как Жуве в кулуарах одного из международных конгрессов поделился со мной своей мечтой, что на пенсии будет сидеть в роще и слушать птиц и это будет главным его занятием. И когда герой романа говорит: «Я смог раскрыть свою истинную натуру — исследователя, который сомневается и верит в таинство души, в гороскопы, вещие сны и больше интересуется искусством, чем наукой», — я вижу Мишеля, каким я его помню,

и не забываю при этом, что это тот же человек, который внес неоценимый вклад в современную биологическую науку о сне. Но его научные исследования — только часть его более глобального интереса к миру, и его свободная художественная фантазия, так увлекающая читателей его книг (в прекрасном переводе В.М.Ковальзона и В.В.Незговоровой) тоже часть этого целостного ощущения мира.

В 1974 г. я впервые увидел Жуве на конгрессе по сну в Ленинграде. Он был уже всемирно признанным ученым, изменившим представления о природе сна. Доклад, который был очень интересным и, возможно, главным на конгрессе, он завершил словами: «Мы все еще ничего не знаем о сне, но на более высоком уровне». И мне стало ясно, что он масштабнее собственных открытий.

И последнее, что я хочу сказать. Я очень признателен Мишелю Жуве за отзыв на мою концепцию поисковой активности. Он написан не формально: за достаточно подробным изложением сути основных моих идей шло замечание, что они нашли подтверждение в экспериментах его лаборатории. А ведь моя концепция представляла другой подход к функции быстрого сна, не совпадавший с мнением самого Жуве. Когда в 1991 г. он выступал в Хайфе в Технионе с описанием некоторых своих исследований, он сказал: «Мы тогда не могли дать им правильное объяснение. Объяснение пришло из Москвы». Надо знать нравы академического мира, чтобы оценить уровень личности автора такого признания. ■

Физика. Космология

А.Н.Черный. РЕЛЯТИВИСТСКАЯ ФИЗИКА КОСМОСА. М.: Научный мир, 2010. 480 с.

Монография посвящена основам специальной теории относительности (СТО). На базе глубокого теоретического анализа трудов Эйнштейна и других релятивистов, а также с учетом реальных физических условий в мире сверхбыстрых частиц автор приходит к заключению о неточности преобразований Лоренца, которые составляют математическую основу СТО. Получены новые преобразования координат и времени, проведена коррекция ряда математических выражений релятивистской кинематики и динамики. Есть экспериментальные данные, подтверждающие выводы автора. Новая релятивистская концепция позволила разрешить парадоксы СТО (электромагнитной массы покоя электрона, рычага и др.), а также понять истинную сущность абберации света, поперечного эффекта Доплера и механизма релятивистского торможения; обнаружить ряд неизвестных релятивистских эффектов: голубое релятивистское смещение, усиление магнитного поля вокруг ускоряемого заряда.

В краткой форме излагаются основы общей теории относительности, проводится критический анализ ее отдельных положений, даются новые теоретические выводы, уточняющие геометродинамическую сущность гравитации.

Автор поднимает современные проблемы астрофизики, связанные с природой черных дыр, квазаров, галактик с активными ядрами — самых удивительных во Вселенной. Новое понимание физики квазаров и других объектов с активными ядрами позволило объяснить феномен ускоренного разбегания далеких галактик без привлечения темной энергии.

Книга предназначена для широкого круга специалистов, работающих в области атомной

физики, астрономии, астрофизики, космологии, гравиметрии.

Информатика

В.А.Лапшин. ОНТОЛОГИИ В КОМПЬЮТЕРНЫХ СИСТЕМАХ. М.: Научный мир, 2010. 224 с.

Развитие информационных технологий последней четверти прошлого века тесно связано с разработкой баз данных и повсеместного их внедрения. Сегодня подобные процессы наблюдаются в разработке технологий, связанных с онтологическим моделированием. У большинства исследователей уже сформировалось понимание того, что использование библиотек онтологий в организации информационных процессов в ближайшие десятилетия будет таким же обычным делом, как использование баз данных сейчас. Между тем, литература на русском языке об информационных инженерных онтологиях и технологиях их использования практически отсутствует.

Книга предназначена для восполнения этого пробела. Она представляет собой систематическое изложение различных вопросов, связанных с понятием «инженерная онтология», бурно развивающегося направления информатики. Различные приложения инженерных онтологий можно найти в самых разных областях инженерии: от интеллектуальных систем до поисковых программ для сети Интернет. Книга содержит большое количество информации по конкретным реализациям систем конструирования онтологий, поэтому ее можно использовать как справочник. Некоторым популярным системам управления онтологиями и языкам их создания посвящены целые главы. Так, третья глава представляет собой систематическое изложение идей, связанных с языками RDF и OWL, созданными для описания семантики Web. В четвертой главе изложена информация, касающаяся системы

Ontolingua и языка KIF, на котором эта система предоставляет интерфейс. Пятая глава представляет собой описание наиболее объемной на сегодня базы знаний — системы Сус.

И профессионал, и пользователь-«чайник» найдут для себя в книге много интересного.

Математика

Дж.Дербишир. ПРОСТАЯ ОДЕРЖИМОСТЬ: БЕРНХАРД РИМАН И ВЕЛИЧАЙШАЯ НЕРЕШЕННАЯ ПРОБЛЕМА В МАТЕМАТИКЕ. Пер. с англ. А.Семихатова. М.: Астрель; CORPUS, 2010. 463 с. (ЭЛЕМЕНТЫ)

Сколько имеется простых чисел, не превышающих 20? Их восемь: 2, 3, 5, 7, 11, 13, 17 и 19. А сколько простых чисел, не превышающих миллиона? Миллиарда? Существует ли общая формула, которая могла бы избавить нас от прямого подсчета?

В 1859 г. немецкий математик Бернхард Риман выдвинул гипотезу, касающуюся распределения простых чисел — одной из центральных проблем теории чисел в целом. С тех пор и до наших дней его гипотеза, изящная, интуитивно понятная и совершенно недоказуемая, будоражит умы самых блестящих исследователей мира. Гипотеза Римана включена в список семи «проблем тысячелетия», за решение каждой из которых Математический институт Клея установил награду в 1 млн долл. Она остается одной из величайших нерешенных задач в современной математике. Увлекательная и остроумная книга американского публициста Джона Дербишира рассказывает о многочисленных попытках доказать (или опровергнуть) эту гипотезу, предпринимавшихся за последние 150 лет, а также о судьбах людей, для которых она превратилась в навязчивую идею, проклятие и неисчерпаемый источник научного вдохновения.

История науки

В.А.Тряпицын. СУДЬБА ЭНТОМОЛОГА (ВОСПОМИНАНИЯ О ЕВГЕНИИ МИХАЙЛОВИЧЕ СТЕПАНОВЕ). М.: Т-во науч. изд. КМК, 2010. 92 с.

Монография посвящена описанию жизни и деятельности известного энтомолога Евгения Михайловича Степанова — основателя и директора центров по биоконтролю на Черноморском побережье Кавказа (в Сухуми и Батуми), систематика жуков-щелкунов, натуралиста, работавшего во Всероссийском НИИ биологической защиты растений в Краснодаре. На Кавказе он подготовил несколько важных тем по интродукции и акклиматизации полезных насекомых для подавления вредителей сельскохозяйственных культур, в особенности цитрусовых. Евгений Михайлович был одним из энциклопедически образованных людей своего времени, талантливым художником и знатоком китайской письменности.

Заслуга Степанова, главный итог его деятельности — создание в Аджарии, на окраине Батуми, Лаборатории по биологической защите растений. Грузбиолaborатория — под таким названием она впоследствии приобрела известность — на многие годы стала притягательным центром для энтомологов нескольких поколений. Здесь закладывались основы для многих исследований, которые затем были продолжены в разных

регионах СССР. Молодые ученые изучали здесь энтомофауну субтропиков, проводили успешные работы по акклиматизации и расселению полезных насекомых и энтомопатогенных грибов, интродуцируемых из самых отдаленных уголков мира. Они с теплотой вспоминают гостеприимство Евгения Михайловича. Он много сделал, хотя мало написал, оставив после себя четыре книги и несколько статей в научных журналах.

Книга написана его учеником, известным энтомологом В.А.Тряпицыным. Автор не претендует на детальное освещение биографии Е.М.Степанова. Это, скорее, эссе, основанное на личных воспоминаниях, попытка восстановить образ очень талантливого человека с непростым, противоречивым характером и сложной судьбой.

Физиология

Л.А.Фирсов. ПОВЕДЕНИЕ АНТРОПОИДОВ В ПРИРОДНЫХ УСЛОВИЯХ. 2-е изд., доп. М.: URSS, 2010. 162 с.

Леонид Александрович Фирсов (1920—2005) — выдающийся отечественный физиолог, ученик Л.А.Орбели и Л.Г.Воронина — изучал высшую нервную деятельность приматов. Особый интерес представляют его исследования наиболее сложных когнитивных функций у человекообразных обезьян (антропоидов). В этой книге описан уникальный цикл работ Леонида Александровича,

посвященных системному изучению всех сторон поведения и психики антропоидов, а также созданию оптимальных условий их выживания в неволе. В течение 1972—1986 гг. он вывозил своих шимпанзе на лесистые озерные острова Псковской обл. Позднее (1994—2004) такие же эксперименты он проводил с низшими обезьянами уже прямо в Санкт-Петербурге, на одном из островов в ЦПКиО им.С.М.Кирова.

Леонид Александрович стремился проверить, как обезьяны в природных условиях, «на свободе», будут решать когнитивные тесты, с которыми они сталкивались в лабораторных условиях. Тем самым он предвосхитил некоторые подходы современной этологии — науки, которая в те времена еще не оформилась как самостоятельное направление в изучении интеллекта животных. Написанная прекрасным языком, эта книга адресует не только специалистам, но и для более широкому кругу читателей, интересующихся поведением животных.

Леонид Александрович продолжал интенсивно работать до последних дней жизни, даже во время тяжелой болезни. В 2000-х годах он (совместно с А.М.Чиженовым) написал несколько монографий, посвященных эволюции интеллекта животных, а также замечательную книгу воспоминаний, которая воссоздает обстановку его жизни и работы в непростое советское время.

Загадка Сфинкса

О.М.Иванова-Казас,
доктор биологических наук
Санкт-Петербург

В начале марта текущего года писатель-фантаст И.Г.Сандомирский пригласил к себе нескольких друзей, интересующихся (так же, как и он сам) мифологией, чтобы совместно обсудить небольшое, но необычное событие. Когда гости собрались, он попросил свою секретаршу (автора этих строк) подготовить диктофон, чтобы записать выступления присутствующих и составить нечто вроде протокола, который можно будет потом перечитать и обдумать. Вот эта запись:

Сандомирский. Дорогие друзья, хотя все вы прекрасно знаете историю древнегреческого Сфинкса, я все же напомним, что это была химера, имеющая голову и грудь женщины, тело и ноги льва и крылья орла; некоторые авторы отмечали, что на конце хвоста Сфинкса находилась голова змеи. (Хотя это существо относилось к женскому полу, но его имя обычно склоняется как существительное мужского рода.) Этот Сфинкс сидел на скале недалеко от г.Фивы и всем прохожим задавал загадку: «Кто утром ходит на четырех ногах, днем на двух, а вечером на трех?». Сейчас ответ на эту загадку знает каждый школьник,

© Иванова-Казас О.М., 2011



Бронзовый Сфинкс из Помпеи.

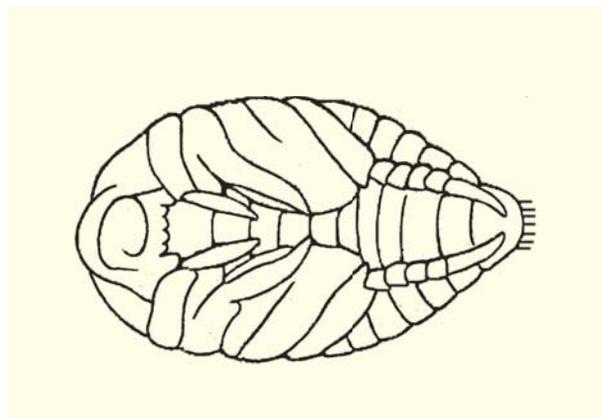
а в древности не знал никто, и Сфинкс всех не знающих разгадки душил своими львиными лапами и съедал. Когда же наконец Эдип дал правильный ответ, Сфинкс с досады (ведь других загадок он не знал) бросился со скалы и убили.

А причина нашей сегодняшней встречи состоит в том, что Дима Кубарев принес мне камень — на первый взгляд, просто кусок мрамора, похожий на скорчившуюся фигуру Сфинкса, причем хорошо различаются все части его тела. Невольно напрашивается предположение, что, свалившись со скалы, Сфинкс не разбился вдребезги, а сжался в комок и впал в состояние анабиоза. Как известно, очень многие организмы при неблагоприятных условиях впадают в такое состояние: они «одеваются» плотной защитной оболочкой, все жизненные процессы в них резко замедляются, почти прекращаются, а тело их усыхает и теряет до трех четвертей содержавшейся в нем воды. Но при этом организмы сохраняют жизнеспособность очень долго и при наступлении благоприятных условий оживают. Но наш Сфинкс пролежал в земле около пяти тысячелетий и окаменел. Такова моя гипотеза, но я хотел бы знать мнение присутствующих, рассмотрите этот камушек и подумайте, что это — произведение искусства или причудливая игра природы (с этими словами он положил камень посередине стола, за которым сидели присутствующие).

Кубарев. Разрешите мне кое-что добавить. Когда в Греции наша тургруппа проходила мимо одной обрывистой горы, с нее посыпались камни и один из них очень больно ударил меня по голове. Все стали смеяться надо мной: «Вот тебе греческий сувенир!», и я шутки ради сунул этот камень в рюкзак. А когда я вернулся домой, этот «сувенир» затерялся среди разного хлама (он вообще выглядел малоинтересным — просто грязный камень). Но недавно, занимаясь уборкой, я на него наткнулся и заметил, что кое-где налипшая на него земля отвалилась и под ней оказался мрамор. Когда же я очистил камень, стали хорошо различаться все части тела Сфинкса — лицо, львиные ноги, крылья и змееподобный хвост. Может быть, удаляя грязь, я отколупал и оболочку...

Сандомирский. Поскольку здесь присутствует Изольда Юрьевна Мифотворцева — знаток древнегреческой мифологии, первое слово предоставляем ей.

Мифотворцева. Насколько мне известно, в греческой мифологии не описано таких случаев, что какой-то персонаж впал в столь долгую спячку, но исключить такую возможность все же нельзя. Быть может, Сфинкс



Каменный Сфинкс Кубарева и куколка жука (вид с брюшной стороны).

Здесь и далее рисунки О.М.Кашкиной

превратился в такую мумию по воле богов и когда-нибудь по их же воле сможет ожить. Но мне кажется маловероятным, что это изделие какого-то из греческого скульптора, захотевшего изобразить Сфинкса в таком униженном состоянии.

Карбус. А я хочу отметить, что этот камень очень похож на куколку некоторых насекомых, например жуков. Очень многие насекомые проходят в своем индивидуальном развитии довольно продолжительную стадию куколки, совершенно (или почти) неподвижной, которая кажется покоящейся. Но на самом деле под покровом более или менее плотной оболочки (куколочной кутикулы) в это время происходит формирование органов взрослого насекомого (имаго). Иногда сквозь кутикулу хорошо различаются почти полностью сформированные и аккуратно сложенные имагинальные органы. Может быть, и наш Сфинкс просто оуклился и в нем теплится искра жизни, так что когда-нибудь он сможет, так сказать, очнуться.

Мифотворцева. Хотя во всех мифологиях, не только в греческой, описано множество случаев волшебных превращений (метаморфозов), они обычно совершаются очень быстро, за несколько минут, и метаморфозирующие люди или животные никогда не впадают в промежуточную покойную стадию куколки. Впрочем, некоторые авторы все-таки допускают, что метаморфоз иногда задерживается на полпути и тогда получаются химеры.

Полубесов. А что будет, если Сфинкс снова оживет и начнет задавать загадки? Интересно, какую загадку он задаст на этот раз.

Кубарев. Камень, который вы сейчас держите в руках, и есть его загадка. Учтите, что оживший Сфинкс представлял бы большую опасность для людей! Необходимо на всякий случай принять какие-то меры защиты.

Лягушенков. Такое воскресение из мертвых маловероятно. Палеонтологи нашли уже много окаменевших останков живших когда-то чудовищ, но никто из этих чудовищ никогда не оживал.

Мифотворцева. Для олимпийских богов нет ничего невозможного. Ведь ожила же изготовленная Пиг-

малином мраморная статуя Галатеи! Правда, сейчас и сами боги находятся в состоянии, близком к анабиозу. Но если бы Дима (к которому они явно благоволят) захотел...

Кашкина. Между прочим, Сфинкс был очень крупным животным, и его куколка должна была бы иметь размеры побольше метра, а в наших руках предмет величиной всего 12 см. Поэтому более вероятно, что Сфинкс, вернее Сфинга (так как это существо женского пола), прежде чем умереть, успела снести яйцо, которое, пролежав несколько тысячелетий в земле,



Молодой Сфинкс в полете.

попало в наши руки. За это время эмбриональное развитие успело завершиться, и перед нами вполне сформированный маленький сфинксик. Если он оживет (а прецедент такого рода уже существует — он описан в рассказе Герберта Уэллса «Остров Эпиорниса»), то на первых порах будет не больше голубя. Может быть, это резвое юное существо даже будет летать — ведь оно имеет крылья, которыми взрослый Сфинкс никогда не пользовался.

Конечно, при этом он не будет представлять никакой опасности для людей, более того, его надо будет защищать от кошек и более крупных птиц вроде ворон. А когда он вырастет, его придется держать в зоопарке, и пусть он там, сидя в клетке, задает через решетку свои загадки.

Лягушенков. Наша Мария Ивановна совсем размечталась, но лично я вообще не уверен, что мифологический Сфинкс когда-то существовал на самом деле. По моему мнению, этот камень есть типичный артефакт — изделие рук человеческих. Вопрос только в том, кем и когда он изготовлен.

Председатель. Итак, относительно рассматриваемого предмета были высказаны следующие мнения: что это Сфинкс в состоянии анабиоза, что это куклолка Сфинкса, что это его яйцо и что это артефакт. В первых трех случаях допускается, хотя и не очень уверенно, что Сфинкс способен вернуться к активной жизни. Но если существует хотя бы ничтожная вероятность возрождения Сфинкса, который может представлять опасность для людей, я думаю, что на всякий случай следует хранить этот камень в специальном контейнере под наблюдением. А Дима не имеет права держать этот «сувенир» у себя и должен передать свою находку палеонтологам, приложив в качестве сопроводительного письма протокол нашей сегодняшней беседы. Кто за это предложение? Все, кроме Димы... Но где же он? (А Дима вместе со своим камушком бесследно исчез).

Ну, раз мы лишились этого «окаменевшего Сфинкса», то обязаны довести до сознания общественности все, что мы о нем знаем. И нам остается только поблагодарить редакцию «Природы» за то, что она предоставила нам такую возможность. ■

От редакции

Когда номер был уже сверстан, в редакцию пришло письмо от Д.И.Кубарева, в котором он признается, что все вышеописанное есть подготовленный заранее первоапрельский розыгрыш. Камень, о котором шла речь, изготовлен его приятелем, студентом Академии художеств. Так ли это и не поторопился ли Сандомирский, узнав об этом, исключить Кубарева из рядов Общества русалковедов? Мы постараемся провести собственное журналистское расследование, о результатах которого сообщим читателям в одном из ближайших номеров. А пока мы благодарим О.М.Иванову-Казас — выдающегося отечественного эмбриолога — за предоставленный материал, помня, что первая ее публикация в нашем журнале вышла в 1936 г. (!), когда ей было всего 23 года. Дорогая Ольга Михайловна, спасибо за верность!

ПРИРОДА

Над номером работали

Ответственный секретарь
Е.А. КУДРЯШОВА

Научные редакторы
О.О. АСТАХОВА
Л.П. БЕЛЯНОВА
Е.Е. БУШУЕВА
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 22.03.2011
Формат 60×88 1/8
Офсетная печать, усл. печ. л. 10,32,
усл. кр.-отт. 67,8 тыс., уч.-изд. л. 12,2
Заказ 1219
Набрано и сверстано в редакции

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