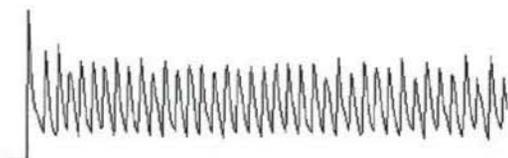
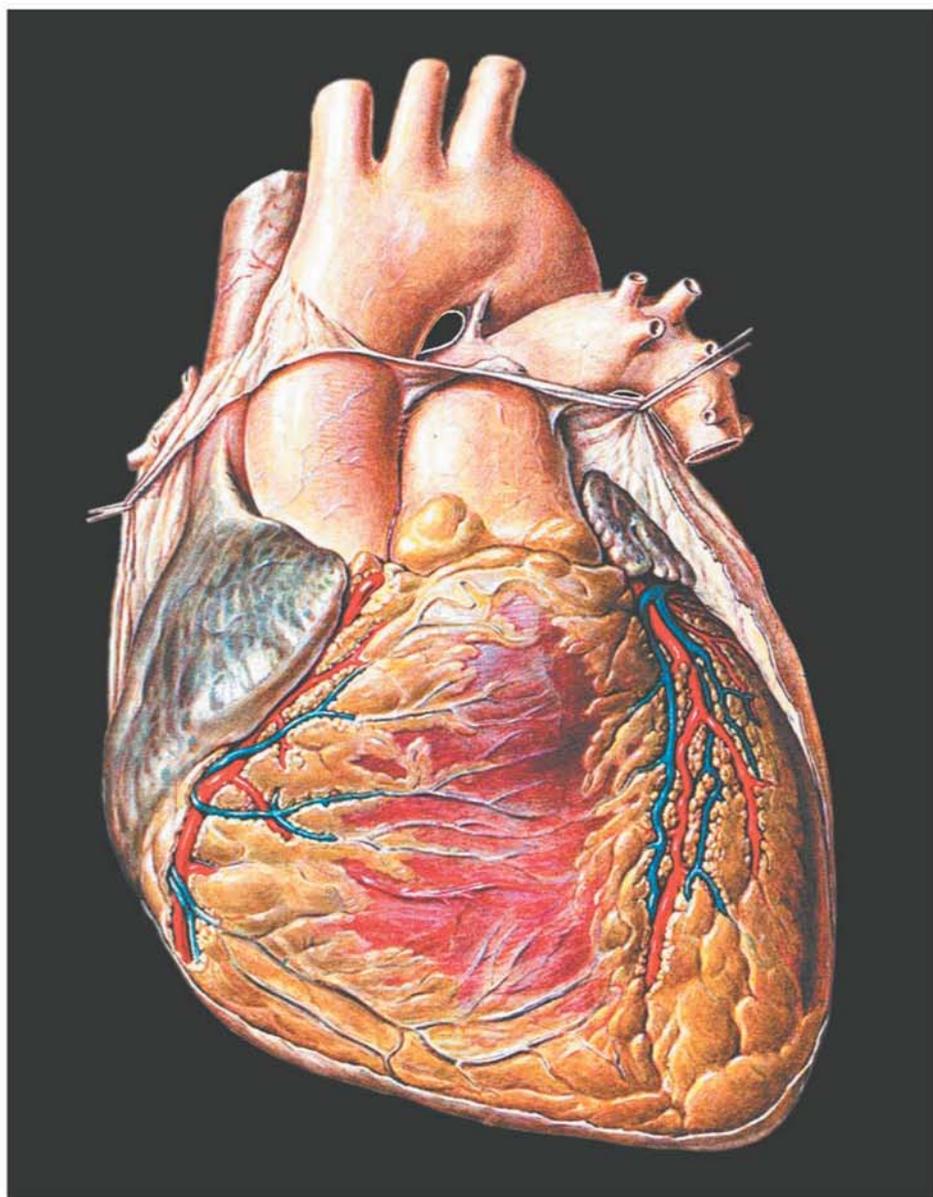


# ПРИРОДА

4 02



**В НОМЕРЕ:****Апрельский факультатив****3****Геофизика обращается к оракулу****Иванова-Казас О.М.****Страна Мифландия, или Типы симметрии у Mythozoa (17)****Свердлов Л.М.****Знаменитый мореход или поручик Кижэ в Арктике? (61)****Ламарксизм и птичка кольраби (65)****6****Камкин А.Г., Киселева И.С., Ярыгин В.Н.****Фибрилляция, дефибрилляция...**

*Как возникает фибрилляция, которая грозит остановкой сердца? Ответ, кажется, найден, остается «всего лишь» отыскать вещество, которое предотвратило бы и фибрилляцию, и другие виды сердечных аритмий.*

**25****Трахтенгерц В.Ю., Демехов А.Г.****Космические циклотронные мазеры**

*Слово «мазер» придумано для созданных человеком генераторов микроволнового излучения. Однако есть и природные мазеры — они работают в космосе.*

**32****Приходько В.И.****Олень с роковым запахом****40****Расцветаева Р.К.****Страна Лабунцовития**

Минералогическая сказка

**43****Михайлов В.Н.****Эти изменчивые речные дельты**

*На участках земной поверхности, занимаемых чуть больше 3% суши, идет непрерывная борьба. Если побеждает река — дельта растет и выдвигается вперед, если море — дельту разрушают и затопливают волны.*

**Заметки и наблюдения****50****Булавинцев В.И.****Куличок фифи****Заметки и наблюдения****Коньшин В.П.****В подводном царстве (51)****Несис К.Н.****Осьминог, подражающий всем (54)****56****Кузьмин А.В.****Жертвоприношение: таинство в зеркале неба****Достойные... но недостойные****67****Блох А.М.****«Нобелиана» Петра Лебедева и Владимира Ипатьева****Биография современника****72****ПРИСТРАСТИЯ Л.В. КРУШИНСКОГО**

К 90-летию со дня рождения

*Тонкая наблюдательность, высокий профессионализм, широкая эрудиция и искусство экспериментатора позволили Л.В.Крушинскому намного опередить свое время. Его по праву можно считать основоположником общей теории поведения.*

**Крушинская Н.Л.****Отец (73)****Крушинский Л.В.****«В таинственном мире, нас окружающем» (79)****Новости науки****83**

Рентгеновские вспышки в центре Галактики. **Сурдин В.Г.** (83). Противогазовая вакцина (84). Мины живут дольше людей. **Парафонова В.А.** (84). Когда слон топчет... (85). В московских лужах — солелюбивые грибы (85). Вулкан Мерапи обрушился (85). Эцци — жертва убийства (86). Кто кому «подарил» сифилис? (86). Объявления (49)

**Рецензии****87****Ефремов Ю.Н.****Сон разума порождает чудовищ...****Новые книги****90****Встречи с забытым****92****Удальцова В.А.****Ремесло или искусство**

## CONTENTS:

3

### April Topics

#### Geophysics Turns to an Oracle

Ivanova-Kazas O.M.

**A Tale of Mythland, or Symmetry Types in Mythozoa (17)**

Sverdlov L.M.

**The Famous Seafarer or Lieutenant Kizhe in the Arctic? (61)**

**Lamarcksism and the Kohlrabi Bird (65)**

6

**Kamkin A.G., Kiseleva I.S., and Yarygin V.N.**

#### Fibrillation, Defibrillation...

*What causes fibrillation, which can lead to cardiac arrest? The answer appears to have been found, but the problem is to find a substance that could prevent fibrillation and other kinds of cardiac arrhythmias.*

25 **Trakhtengerts V.Yu., and Demekhov A.G.**

#### Cosmic Cyclotron Masers

*The word "maser" was coined to refer to man-made generators of microwave radiation. There are, however, natural masers as well: these operate in outer space.*

32 **Prikhodko V.I.**

#### A Deer with a Fatal Smell

40 **Rastsvetaeva R.K.**

**The Fairyland of Labuntsovita**  
A Mineralogical Tale

43 **Mikhailov V.N.**

#### These Mutable River Deltas

*Areas of the Earth's surface accounting for slightly over 3% of all landmass are sites of incessant struggle. If the river wins, the delta grows and advances. If the sea wins, the delta is destroyed and flooded by waves.*

### Notes and Observations

50 **Bulavintsev V.I.**

#### The Wood Sandpiper

### Notes and Observations

**Konshin V.P.**

#### In the Submarine Kingdom

**Nesis K.N.**

**The Octopus that Imitates One and All (54)**

56 **Kuzmin A.V.**

**Sacrifice: A Sacrament in the Mirror of the Sky**

### Honorable... but Unhonored

67 **Blokh A.M.**

**The Nobel Nonprize to Petr Lebedev and Vladimir Ipatyev**

### Biography of Our Contemporary

72

#### THE PREDILECTIONS OF L.V. KRUSHINSKY

On the 90th Anniversary of His Birth

*Because of his subtle heedfulness, superior professionalism, extensive erudition, and great ingenuity as an experimenter L.V. Krushinsky was far ahead of his time. He can be rightfully regarded as the founder of the general theory of behavior.*

**Krushinskaya N.L.**

#### Father (73)

**Krushinsky L.V.**

**"In the Mysterious World that Surrounds Us" (79)**

### Science News

83

X-Ray Bursts in the Center of the Galaxy. **Surdin V.G. (83)**. Antigas Vaccine (84). Mines Live Longer than People. **Parafonova V.A. (84)**. When the Elephant Stamps Its Foot... (85). Salt-loving Mushrooms in Moscow Puddles (85). Merapi Volcano Has Collapsed (85). **Utzzi — a Victim of Murder (86)**. Who Gave Syphilis to Whom? (86). Notices (49)

### Book Reviews

87 **Efremov Yu.N.**

**The Dormancy of Reason Begets Monsters...**

### New Books

90

### Encounters with the Forgotten

92 **Udaltsova V.A.**

#### Craft or Art

# Геофизика обращается к оракулу

Древние римляне, эллины и даже жители относительно далекой Анатолии, прежде чем предпринять какой-либо важный для себя шаг, нередко отправлялись в Дельфы. Здесь, в известном на всю тогдашнюю ойкумену храме Аполлона, они спрашивали совет — начинать ли новую войну, заменять ли одних придворных и полководцев другими, переносить ли столицу в иное место и даже — жениться ли сейчас или отложить до лучших времен.

Дельфийское святилище — обиталище муз, стоявшее на южном склоне знаменитой горы Парнас в Центральной Греции, первоначально служило кульгу богини Земли — Геи. Место было обжитое еще с бронзового века. Раскопанные археологами слои говорят о времени, отстоящем от нас на 3600 лет. Позже святилище «взял под свое покровительство» бог Солнца и музыки — Аполлон. Храм Аполлона Дельфийского процветал веками, пока в 392 г. уже нашей эры его не приказал закрыть как вредное языческое капище римский император Феодосий I, преисполненный новообретенного христианского благочестия и рвення...

Прорицательницей в Дельфах одно время «служила» женщина из местных по имени Пифия. Ее устами и вещал светозарный Аполлон. Способность вдохновенно предсказывать будущее к ней являлась лишь в адитоне (некоем аналоге христианского, запретного для непосвященных, заалтарного по-

мещения) — крохотной, почти закрытой со всех сторон полуподвальной комнатке. Вступив в нее, Пифия усаживалась на треножник, и действие начиналось.

Древние свидетельства рассказывают, что пророческие звуки доносились к жрецам, которые толпились в соседнем, более просторном помещении, сквозь клубы пара, заполнявшие весь адитон. Лишь вдыхая его, Пифия становилась рупором божества и получала дар более или менее связно отвечать на вопросы «заказчика». Во время сеанса она казалась слегка опьяневшей, но узнавала посетителей, реагировала на их речи. Когда же ее принуждали быть вещуньей, насильно заталкивая в адитон, могла впасть в перевозбужденное, лихорадочное состояние, и тогда жрецам приходилось толковать ее слова по собственному разумению.

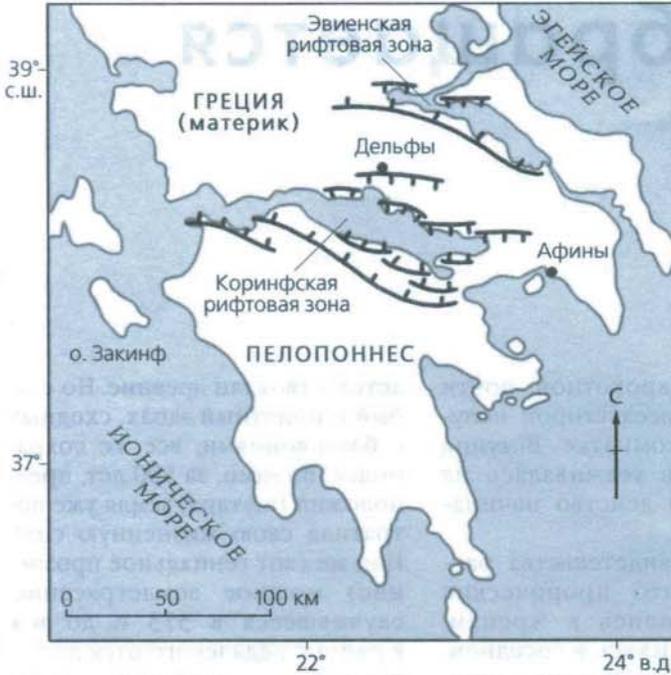
Более здравые и образованные из эллинов объясняли пророческие способности дельфийского оракула геологическими причинами. Во-первых, замечали они, в пределах святилища, в земле, была глубокая щель, из которой валил вдыхаемый Пифией пар, а во-вторых, тут же загадочно журчал необычный ручеек.

Знаменитый древнегреческий писатель (и сам «по специальности» жрец) Плутарх, живший примерно между 46 и 125 г., посетил Дельфы и отметил, что клубы газов, выделяющиеся из расселины и с поверхности ручья, уже не столь густы, как сви-

детельствовали древние. Но слабый и приятный запах, сходный с благовониями, все же сохранился. Видимо, за 500 лет, предположил Плутарх, земля уже потратила свою жизненную силу. Или же (вот гениальное прозрение) мощное землетрясение, случившееся в 373 г. до н.э. в районе недалекого отсюда Коринфского залива, могло перекрыть движение глубинных потоков газа.

Начиная с XIX в. в континентальной части Греции и на противоположном берегу Коринфского залива, на п-ове Пелопоннес, поработало немало геологов. Объектами их изучения были Кастальское ущелье на востоке от святилища и Корикьянская пещера на севере, не раз упоминавшиеся в древних эллинских мифах, а также ранее не исследованная трещина в земной коре, соответствующая Федриадскому (Парнасскому) разлому.

Надо сказать, в современную эпоху большинство специалистов отказалось от мнения, что Пифия пророчествовала, находясь под воздействием глубинных газов. Лет 100 назад французские археологи, возглавляемые Ф.Курби (F.Courby), провели тщательные раскопки на террасе, где стоял храм, но никаких свидетельств существования расселин, по которым могли вздыматься газы, они не нашли и сочли версию с опьянением жрицы Аполлона пустыми рассказками. Американский геолог Дж.Э.Фонтенроуз (J.E.Fontenrose), работавший поблизости в 1978г., пришел



Карта-схема тектонической обстановки вокруг Дельф.



Адитон, где Пифия подвергалась воздействию опьяняющих газов, которые выделялись из расселины в полу.

к такому же выводу. Правда, в 2000 г. его итальянский коллега Л.Пиккарди (L.Piccardi) обнаружил трещину, которая, может быть, связана с более крупным разломом, проходящим с востока на запад у подножия Федриадских высот, и тем самым попытался воскресить древний миф о подземных силах. Но исследователь и сам назвал это лишь слабо обоснованной гипотезой.

Но вот проблемой занялись геофизики и сейсмологи. Они обратили внимание на то, что Дельфы стоят прямо на северном краю рифтовой зоны, которая как бы раскалывает пополам всю Центральную Грецию. Геодинамические данные свидетельствуют о том, что движущиеся Африканская, Анатолийская и Евразийская плиты заключают Грецию в тиски. Глубоко вдающийся в сушу Коринфский залив — порождение воздымающейся и растягивающейся здесь земной коры.

«Игра» геодинамических сил такова, что растяжение земной коры приводит к расширению Коринфского залива и дальнейшему отрывудвигающегося на юг Пелопоннеса. Вся изобилующая трещинами зона характеризуется развитием сбросов и постепенным длительным нарастанием напряжения в недрах, иногда прерываемым резкими сейсмическими эпизодами.

Древние хроники гласят, что в 373 г. до н.э. в результате внезапного подземного толчка погибли два небольших портовых городка — Хелике и Бура, стоявшие на южном берегу Коринфского залива. Они полностью ушли под воду со всеми обитателями. Это же событие привело к образованию сброса вдоль трещины, идущей с востока на запад в дельфийском районе. Именно тогда и обрушилось здание знаменитого святилища. Крупные обнажения этого сброса и сейчас можно видеть неподалеку от руин храма.

В 2000 и 2001 гг. американские геологи в сотрудничестве с археологами и историками во главе с Дж.З.де Буром (J.Z.de Boer) из Веслианского университета в Мидлтауне (штат Коннектикут) и с участием специалистов Луисвиллского университета (штат Кентукки) и Университета штата Флорида в Таллахасси провели в этом районе комплексные междисциплинарные исследования.

На склоне горы, непосредственно над Дельфами они нашли обнажение, связанное со вторым крупным сбросом, который вытянут на север-северо-запад. Исследователи назвали эту структуру Кернским разломом — по имени ручья Керн, протекающего северо-западнее храма. Где-то под храмом проходила зона пересечения Дельфийского и Кернского разломов.

Древние авторы упоминают о щели в полу святилища, очевидно, имея в виду небольшую расселину, ответвляющую-

ся от Кернского разлома или, возможно, от его пересечения с Дельфийским. На фотографии, сделанной французскими учеными при раскопках в 1927 г., в породах под фундаментом храма видны субвертикальные трещины, подтверждающие подобное предположение.

Древнегреческий географ и путешественник Павсаний (143—176) счел своим долгом посетить эти славные края. В его записках упоминается, что на склонах горы, повыше храма, протекает ручей Кассоптис, воды которого прячутся под землей и выскакивают на поверхность прямо в святилище. Именно ими опьянялась женщина-прорицательница. Но в 361 г. до н.э. Пифия внезапно объявила, что больше вещать устами Аполлона не может, так как храм обрушился, а ручей, ей до сих пор подсказывавший, умолк...

Но все эти свидетельства современные нам скептики игнорировали. Еще сравнительно недавно считалось, что подземные пары и газы могут быть продуктами лишь вулканической активности, а в Парнасском районе действующих вулканов нет.

В действительности же геолого-геофизическая ситуация здесь такова, что сейсмотектоническая активность увеличивает степень пористости и проницаемости пород, в основном представленных мощными верхнемеловыми известняками. В зонах разломов образуются сернистые вещества, оксиды углерода и углеводородные газы. Их выделения не так давно зарегистрированы, например, на Коринфском перешейке к востоку от Дельф, а на о.Закинф (несколько западнее) наблюдается просачивание природных асфальтов.

Геохимики из экспедиции де Бура взяли на анализ воду из ручья Керн в том месте, где он протекает по склону над руинами храма, а также образцы травертина (известкового туфа),

который отлагался веками по берегам здешних рек и ручьев.

Хроматография дала важную информацию. В образцах из подпорной стены и помещений храма содержался метан  $\text{CH}_4$  в количестве от 1 до 4 ppm. Во многих пробах обнаружен и этан  $\text{C}_2\text{H}_6$ . Видимо, воды ручья в районе Дельф несли с собою легкие углеводородные газы, причем в таких объемах, что часть из них оседала в быстронарастающих травертиновых отложениях. Однако в пробах воды из холодного Кастальского источника, бурлящего в ущелье в 100 метрах восточнее храма, присутствовал только метан, да и то в количестве в три раза меньшем. Этот факт говорит о том, что места выделения углеводородов локализованы и различаются между собою по концентрации газов.

Кроме того, пробы воды с о.Закинф оказались весьма сходными по химизму с водой ручья Керн. Но ведь там издавна известны насыщенные газами источники и так называемые «смоляные ямы». Еще в древности местные моряки и рыбаки здесь просмаливали корпуса своих судов. Сходство химического состава вод о.Закинф с дельфийскими подтверждает предположение о том, что углеводород и высокая концентрация нефтехимических веществ были свойственны и дельфийским ручьям.

В ручье Керн также обнаружен этилен  $\text{C}_2\text{H}_4$  (0.3 нМ/л). Можно полагать, во времена древних религиозных процессов он играл существенную роль, тем более что этот газ обладает тем сладковатым запахом, упоминаемым Плутархом при описании облака паров, которые заполняли адитон.

Надо сказать, что известный с 1865г. этилен еще в начале XX в. использовался в качестве анестезирующего средства при хирургических операциях. При употреблении малых доз дыхание замедляется, но остается регулярным, и пациент со-

храняет контроль за своими движениями, а затем начинают наблюдаться признаки возбуждения центральной нервной системы. Вдыхание низких концентраций этилена создает ощущение эйфории и бесплотного парения над землей. В отдельных случаях эффект может стать и более сильным, включая горячее состояние и судороги. В конце концов не исключается и полное беспмятство и даже смерть. Плутарх как раз и описывает смерть Пифии, наступившую, по-видимому, от излишне высокой дозы газа (этилена?), который она вдыхала.

Все сказанное выше может сильно поколебать устоявшееся среди археологов и некоторых геологов мнение, согласно которому опьянение выделяющимися из недр веществами не могло быть причиной транса и возбуждения прорицательницы и это всего лишь миф. Редкое, но отнюдь не уникальное сочетание геолого-геодинамических черт местности, сложенной битуминозными известняками и изобилующей разломами земной коры, по которым легко передвигаются подземные воды, несущие углеводородные газы, вполне могло создать условия для подобных эффектов. А медицинские исследования указывают на то, что вдыхание этилена приводит к таким же симптомам, какие наблюдали в святилище древние паломники.

Мы не знаем, насколько сознательно действовали те, кто построил храм Аполлона прямо над местом пересечения разломов земной коры, но своей цели они явно достигли. В других местах их оракул оказался бы бесильным... ■

Публикация подготовлена **Б.И.Силкиным** по материалам статьи J.Z.de Boer, J.R.Hale, J.Chanton «New Evidence for the Geologic Origins of the Delfie Oracle» (Geology. 2001. V.29. №8. P.707—710).

# Фибрилляция, дефибрилляция...

А.Г.Камкин, И.С.Киселева, В.Н.Ярыгин

**М**едицинский термин «фибрилляция», наверное, помнят все, кто смотрел телевизионный сериал «Скорая помощь». За констатацией этого неведомого простому смертному состояния пациента следовала команда: «Разряд!» — после чего врачи сообщали о наступлении дефибрилляции, и сердце восстанавливало свою деятельность. Что же такое фибрилляция? Это состояние, при котором клетки сердечной мышцы — кардиомиоциты — сокращаются несогласованно, асинхронно. В результате сердце как насос не выполняет своей функции: кровь не циркулирует по сосудам и кислород не поступает к клеткам организма. Это кислородное голодание особенно опасно для мозга — он живет в таких условиях всего несколько минут.

Смертность людей от различных заболеваний сердца занимает печальное первое место. Одно из последствий сердечных недугов и есть фибрилляция, причины возникновения которой исследуются во всем мире, но все еще так и не установлены. Мы пытаемся понять механизм этого вида аритмий с 1985 г. и, как нам представля-



**Андрей Глебович Камкин**, доктор медицинских наук, профессор Российского государственного медицинского университета (РГМУ), на медико-биологическом факультете которого заведует курсом физиологии.



**Ирина Сергеевна Киселева**, доктор медицинских наук, профессор того же университета.



**Владимир Никитич Ярыгин**, академик РАН, доктор медицинских наук, заведующий кафедрой биологии и ректор РГМУ. Область научных интересов — популяционная биология клеток. Монографии: «Патологические и приспособительные изменения нейрона» (совместно с Н.Е.Ярыгиным, М., 1973), «Иммунологическая и химическая десимпатизация» (совместно с И.М.Родионовым и А.А.Мухаммедовым, М., 1988), «Механоэлектрическая обратная связь в сердце» (совместно с А.Г.Камкиным и И.С.Киселевой, М., 2002).

ется, близки к его раскрытию. О результатах многолетней работы и пойдет речь.

В предыдущей статье мы рассказали о новом типе ионных каналов, открытом примерно 15 лет назад [1]. Теперь мы убедились, что именно эти каналы имеют прямое отношение к фибрилляции.

## Механика, электричество и аритмии

Функция сердца, как известно каждому, — обеспечивать циркуляцию крови по сосудам. Происходит это благодаря последовательному расслаблению предсердий и желудочков (фаза диастолы), а потом их сокращению (фаза систолы). Заканчивается цикл общим расслаблением всех четырех камер. Сокращение сердечной мышцы (миокарда) вызывается электрическим импульсом, который возникает в клетках синусно-предсердного узла, называемого водителем ритма. Далее возбуждение передается по предсердиям и достигает предсердно-желудочкового узла, через пучок Гиса доходит до его конечных разветвлений — волокон Пуркинье — и передается желудочкам. Клетки сердечных камер сокращаются и расслабляются согласованно, и тем обеспечивается отчетливый ритм в деятельнос-

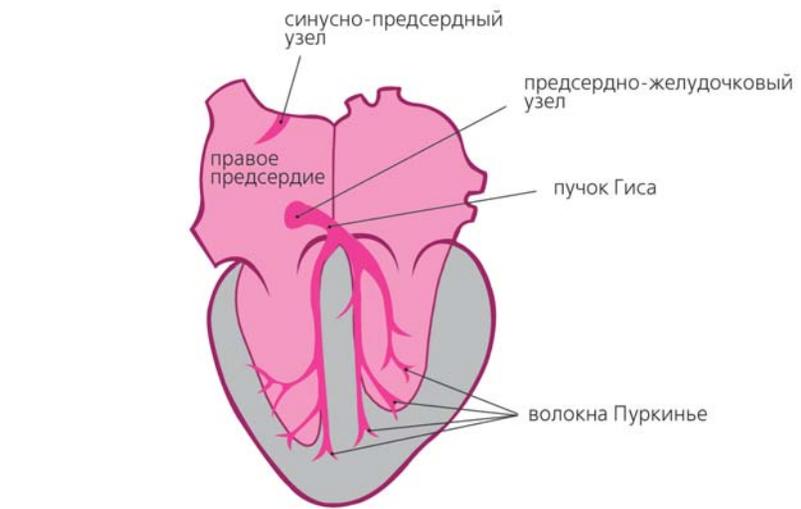
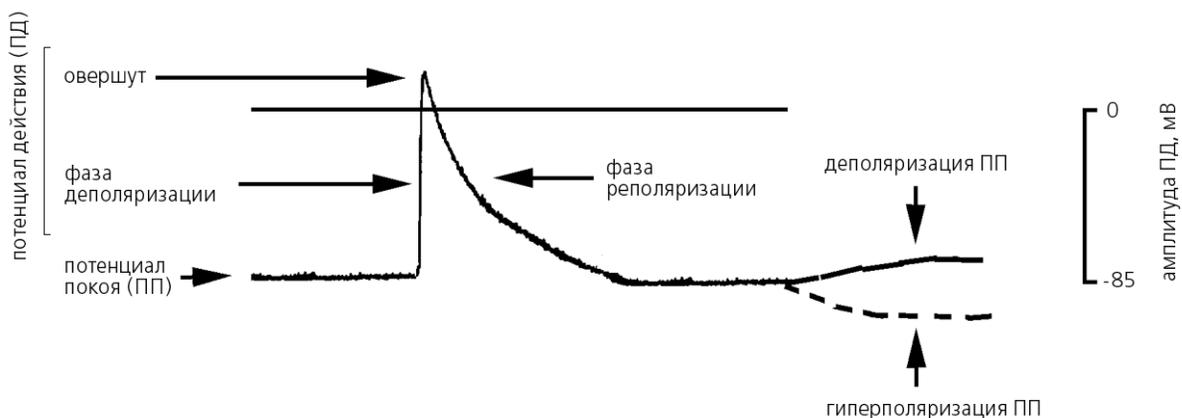


Схема расположения в сердце водителя ритма и системы, проводящей возбуждение.

ти насоса, перегоняющего кровь.

Невозбужденные клетки миокарда обладают потенциалом покоя (от  $-70$  до  $-90$  мВ), который под действием различных стимулов меняется. Он может стать более отрицательным, тогда мембрана гиперполяризуется, но может и уменьшиться при ее деполяризации. Входящие в клетку катионы (прежде всего  $\text{Na}^+$  и  $\text{Ca}^{2+}$ ) всегда деполяризуют мембрану, а выходящие (в основном  $\text{K}^+$ ) — гиперполяризуют. Быстрый сдвиг потенциала

покоя в положительном направлении называют потенциалом действия (ПД). В нем принято выделять три фазы: деполяризации, овершута (перескока) и реполяризации. Во время первой фазы потенциал стремительно нарастает и мембрана теряет свой нормальный заряд; во второй фазе потенциал приобретает положительное значение, а в течение третьей возвращается к исходной величине — потенциалу покоя. Именно потенциал действия и побуждает клетки сердца к сокращению.



Фазы потенциала действия.

Прямая зависимость сокращения кардиомиоцита от его возбуждения (возникновения ПД), т.е. электромеханическое сопряжение, уже детально изучена. Но существовали клинические данные, свидетельствующие также о наличии в миокарде обратной связи — изменении электрических процессов под действием механических факторов: растяжения миокарда и (или) изменения его сократительной активности. Такая зависимость фактически была установлена еще в 1915 г. английским кардиофизиологом Ф.А.Бейнбриджем. Он показал, что растяжение правого предсердия вызывает учащение ритма сердца у крыс. Соотечественники Бейнбриджа О.Франк и Е.Х.Старлинг, растягивая сердечную мышцу до определенной длины, добились увеличения силы ее сокращения. Из этого можно было бы заключить, что механическая стимуляция ткани сердца должна приводить к изменению мембранного потенциала в клетках. Однако до недавнего времени влияние обратной связи не изучалось и не

учитывалось. О ее существовании в 1968 г. лондонский физиолог М.Дж.Лаб высказал лишь предположение, но не доказал его из-за несовершенства экспериментальных методов.

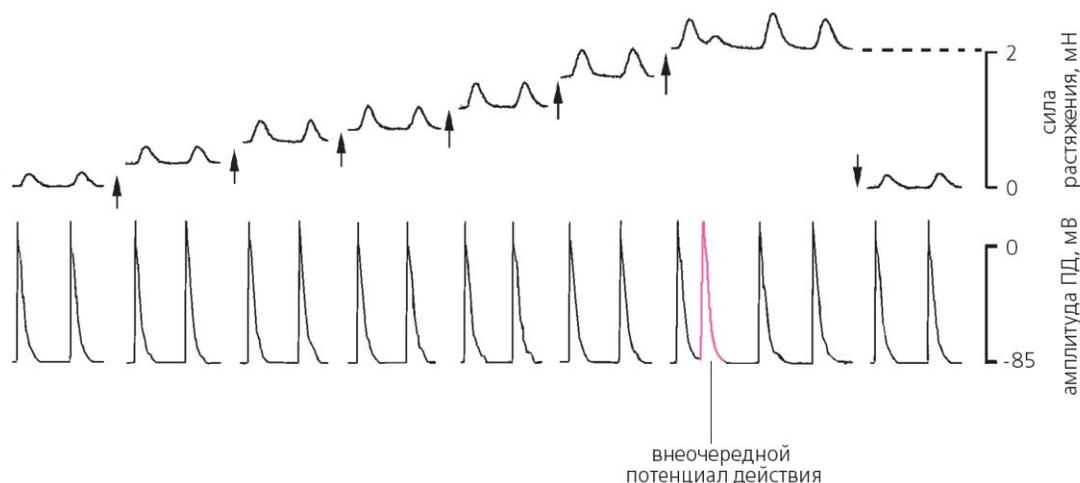
К настоящему времени накопилось множество подтверждающих эту мысль клинических наблюдений. Хорошо известны, например, предсердные аритмии — фибрилляция, пароксизмальная тахикардия, — которые возникают у больных с острым растяжением предсердий или при постепенном увеличении их размеров. Описаны случаи, когда механически индуцированная аритмия возникала у пациентов и без этих патологий, просто при введении катетера в сердце. К различным нарушениям сердечного ритма могут приводить также постоянные механические перегрузки, вызванные артериальной гипертензией, застойной сердечной недостаточностью и хроническим растяжением миокарда. Взаимосвязь механики и электричества подтверждается и давно принятой в медицине механической стимуляцией сердца.

Этот непрямой массаж успешно применяют, чтобы восстановить сокращения миокарда или вывести его из состояния фибрилляции.

Таким образом, клинические наблюдения иллюстрируют, что растяжение камер сердца, особенно при его патологии, приводит к аритмиям, но механическая стимуляция может и восстанавливать нормальный сердечный ритм, предотвращать развитие фибрилляции. Поэтому чрезвычайно важно понять, благодаря каким процессам осуществляется механоэлектрическая обратная связь.

### Работа кардиомиоцитов

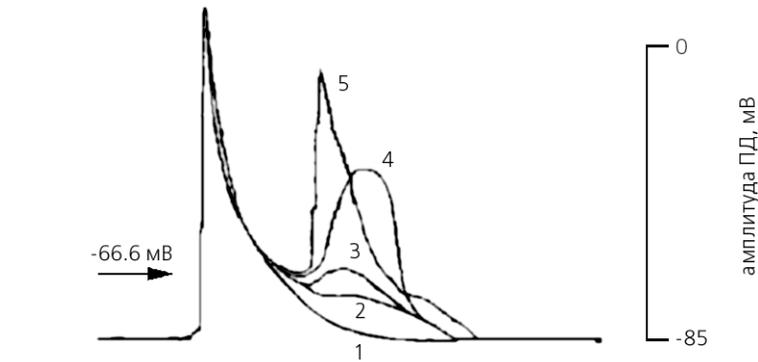
В физиологических условиях во время расслабления сердечных камер (т.е. в диастоле) механическое воздействие на миокард приводит к изменению потенциала покоя на мембране кардиомиоцитов и следовательно протекающего через нее тока. Этот ответ обусловлен работой механочувствительных



Регистрация механической (мН) и биоэлектрической (мВ) активности ткани правого предсердия здоровой крысы во время механического воздействия на препарат. Растяжение, превышающее физиологическую величину (принята за ноль на механограмме, вверху), вызывает обычный потенциал действия, и он остается почти неизменным, пока приложенная сила не достигнет 2 мН. Растяжение такой силы вызывает отчетливый внеочередной потенциал действия и сокращение ткани. Когда дополнительная растягивающая сила снимается, амплитуда потенциала возвращается к норме. Стрелками указаны моменты приложения растягивающей силы.

ионных каналов (в научной литературе их называют механосенситивными и обозначают аббревиатурой МСК, которую мы сохраним в данном тексте).

Зависимость электрической активности кардиомиоцитов от механических воздействий на них мы начали изучать давно. В экспериментах имитировали нормальные сокращения этих клеток в зависимости от величины растяжения ткани, для чего растягивали фрагменты ткани миокарда с силой, равной физиологической, а затем превышали эту силу и измеряли мембранный потенциал. В результате выяснилось, что дополнительное растяжение (1.5 мН) ткани правого предсердия приводит к изменению обычной формы потенциала действия: в фазе реполяризации, на уровне 90%, начиналась деполяризация мембраны. Если растяжение продолжали, возникал внеочередной потенциал действия. В опытах на ткани предсердий, взятой от животного, перенесшего инфаркт левого желудочка, достаточно было превысить силу растяжения над физиологическим значением всего на 0.1 мН, чтобы вызвать более се-

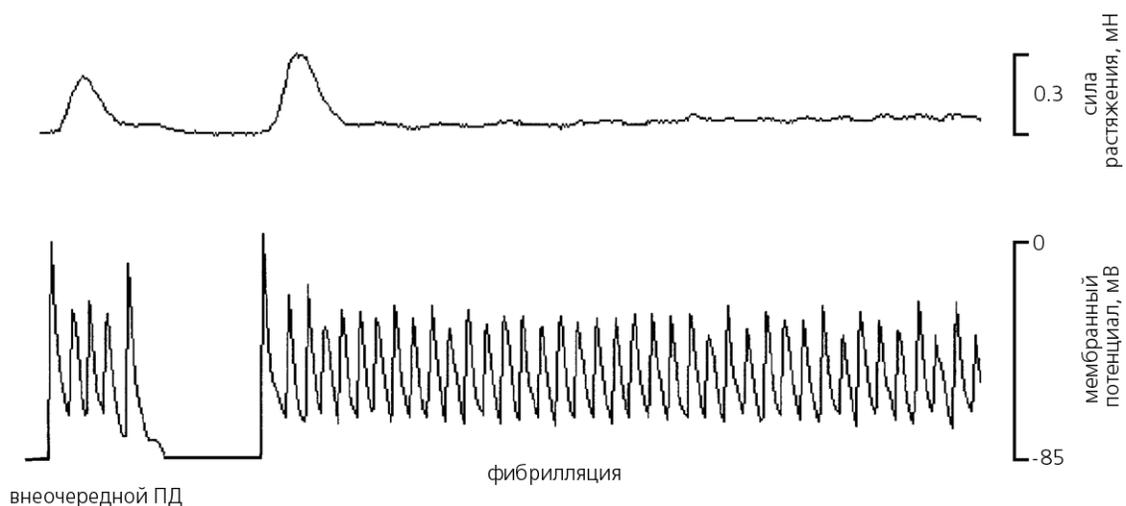


**Зависимость величины мембранного потенциала от степени растяжения препарата предсердной ткани крысы, перенесшей инфаркт миокарда. Кривая 1 соответствует потенциалу при физиологическом растяжении, на каждом следующем шаге (кривые 2—5) сила увеличена на 0.05 мН. Когда растяжение приводит к критическому уровню деполяризации (равному  $-66.6$  мВ), возникает внеочередной потенциал.**

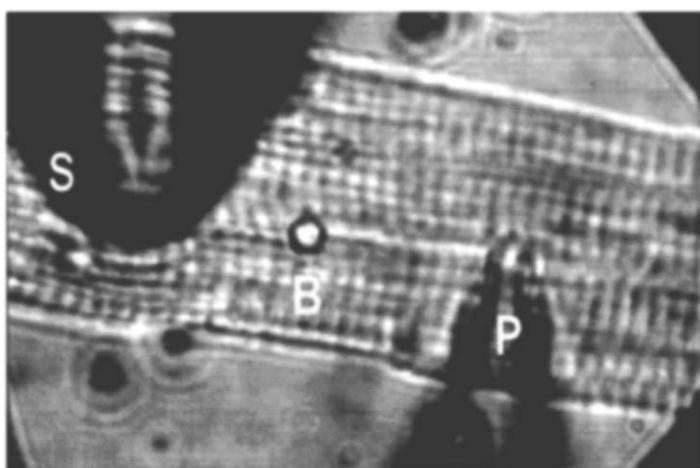
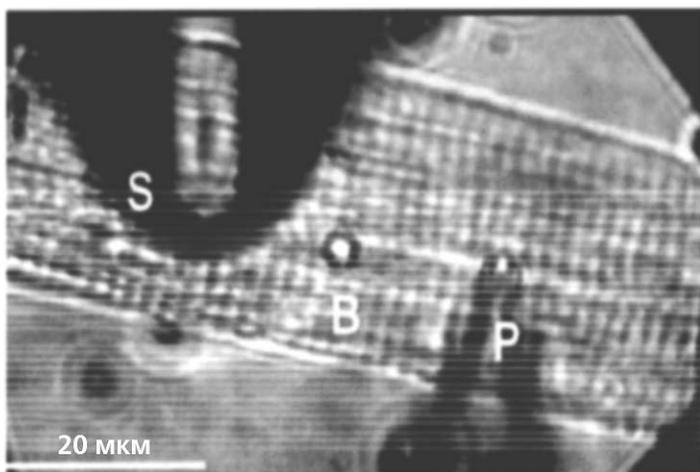
резные изменения: увеличивалась длительность реполяризации уже на двух уровнях (50 и 90%); вдвое большая сила приводила к дополнительному потенциалу действия; если же она достигала 0.3 мН, начиналась фибрилляция предсердия [2]. Сходные результаты дали эксперименты на фрагментах желудочков сердца [3].

Итак, при растяжении миокарда или изменении силы со-

кращений сначала наступает деполяризация мембраны и меняется длительность потенциала действия главным образом за счет аномально протекающей реполяризации (на разных ее уровнях). Затем на этой же фазе может начаться повторная деполяризация, в результате чего нарушается нормальный ритм сердца — возникают аритмии, вплоть до фибрилляции [4].



**Запись механической (мН) и биоэлектрической (мВ) активности кардиомиоцитов из предсердия крысы, перенесшей инфаркт, при растяжении клеток. Когда растягивающая сила увеличена всего на 0.2 мН (вверху), появляются внеочередные потенциалы действия (внизу). Дальнейшее растяжение с силой, превышающей 0.2 мН, приводит к фибрилляции.**



Микрофотографии изолированного кардиомиоцита. Вверху: клетка, к мембране которой подведены две микропипетки — регистрирующая (P) и растягивающая (S), — но ни одна еще не задействована; внизу — растянутый кардиомиоцит. Для визуального слежения за растягиванием между пипетками помещен резиновый шарик (B). Через первую пипетку, которая содержит электролит, подается отрицательное давление такой силы, чтобы прорвать мембрану и установить контакт между содержимым клетки и электролитом, после чего и регистрируется ионный ток. Второй пипеткой клетка только растягивается. По результатам измерения силы тока до и после механического воздействия можно судить о влиянии последнего на генерацию ионного тока клетками сердечной мышцы.

Поскольку эффект растяжения ткани миокарда блокировался ионами гадолиния — ингибиторами механочувствительных каналов, — напрашивался вывод об их участии в описанных событиях [5]. Но чтобы доказать это, необходимо было исследовать ионные токи и сами МСК не на ткани сердца, а на отдельных

жизнеспособных клетках. Для растяжения единичного кардиомиоцита и измерения в нем тока, мы разработали специальный прием, который и использовали в дальнейших экспериментах на изолированных клетках из желудочков сердца [4].

Результаты оказались сходными с теми, что были получены

на ткани предсердий: чем с большей силой растягивалась клетка, тем значительней для нее были последствия; кардиомиоциты больного сердца оказались чувствительнее к растяжению, чем здорового, независимо от того, были это клетки морской свинки или человека; сильнее, по сравнению с кардиомиоцитами здоровой крысы, отвечали на растяжение клетки животного, страдающего артериальной гипертензией. Сила ответа зависела также и от возраста: для изменений величины потенциала покоя и длительности потенциала действия требовалось гораздо большее растяжение клеток сердца молодых крыс, чем старых.

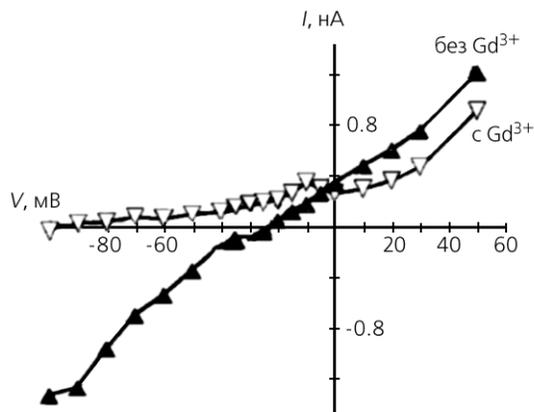
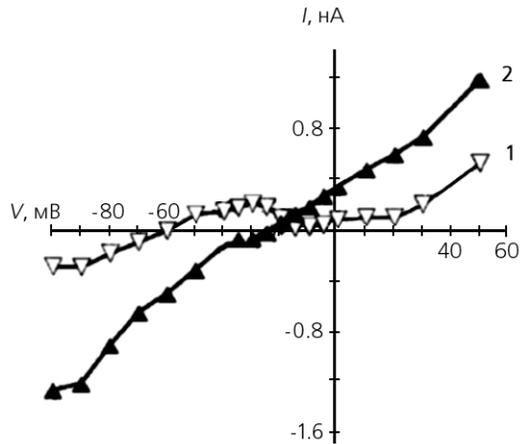
Таким образом, прямое растяжение как предсердных, так и желудочковых кардиомиоцитов вызывает деполяризацию их мембраны и увеличение фазы реполяризации на уровне 90%. Если оба эти процесса достигают критических величин, возникает дополнительный потенциал действия, что приводит к экстрасистоле — внеочередному сокращению сердечных камер.

Суммарный ток, протекающий через мембрану кардиомиоцита, тоже увеличивался по мере растяжения клетки и исчезал при возвращении ее длины к исходной. Какими ионами вызван ток, мы установили в экспериментах, заменяя один ион на другой, например  $K^+$  на  $Cs^+$ ,  $Na^+$  на более крупный катион триэтиламмония, а  $Cl^-$  на  $F^-$ . В результате выяснилось, что при растяжении клетки за ток ответственны ионы натрия, входящие в нее через механочувствительные каналы. В опытах по исследованию токов изолированных кардиомиоцитов использовались образцы, взятые из тех же объектов, т.е. здоровых морских свинок и крыс (молодых и старых), людей с заболеваниями сердца и крыс с гипертензией. И здесь картина была такой же, как в экспериментах по изучению потенциала действия: чувствительность клеток к экспериментальному растяжению увеличивалась с возрастом

животных, но еще сильнее была связана с гипертензией. Такое повышение чувствительности мы объясняем увеличением на мембране числа механочувствительных каналов [6].

Итак, полученные нами результаты позволяют заключить, что не только электрическое возбуждение приводит к сокращению или расслаблению клеток сердца, т.е. к их механическому изменению, но и наоборот — на механическое воздействие кардиомиоциты отвечают электрической активностью. Однако если прямая связь обеспечивает нормальный сердечный ритм, то обратная сказывается противоположным образом — нарушением ритмики при всех патологиях.

Считается, что механические раздражения воспринимаются лишь кардиомиоцитами — электровозбудимыми сократительными клетками. Мы же доказали, что в обратной связи, особенно при заболеваниях сердца, могут участвовать не только они, а еще и фибробласты — немые электрические клетки.

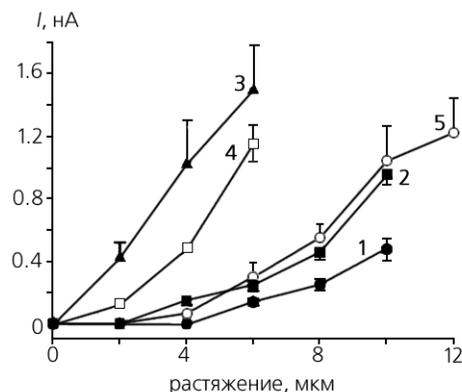


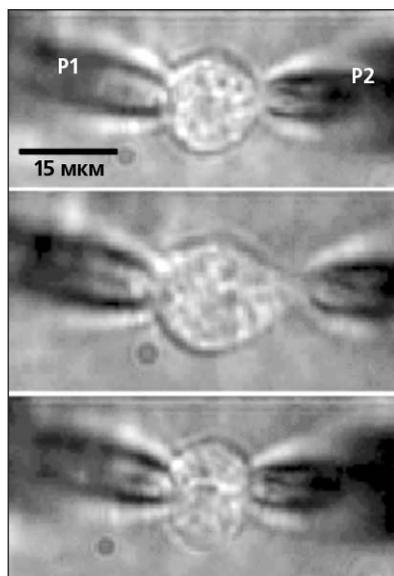
## Новая роль фибробластов

В нормальной миокарде группа немые электрические клетки состоит из разных типов, но преобладают в ней фибробласты, которым приписывается роль опорных структур. Однако, судя по накопившимся сведениям о других сторонах метаболес-

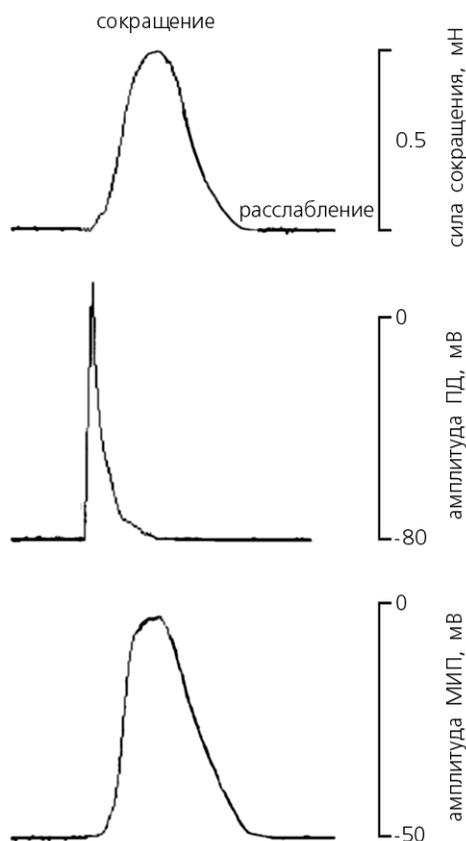
Изменение силы неселективного катионного тока и потенциала его реверсии в кардиомиоците из левого желудочка человеческого сердца после инфаркта миокарда. Вверху — общий ток до механического воздействия на клетку (1) и после ее растяжения на 4 мкм (2). Видно, что в растянутой клетке меняется как сила тока, так и потенциал, при котором выходящий из клетки ток меняется на входящий: уменьшается по абсолютной величине с  $-60$  мВ примерно до  $-20$  мВ. Внизу — ток, протекающий через растянутый кардиомиоцит с добавлением ионов гадолиния (Gd) и без них. Здесь проявляется роль этих ионов как ингибиторов механочувствительных каналов.

Зависимость силы тока от величины растяжения желудочковых кардиомиоцитов из сердца крысы (1–3), больного человека (4) и трехмесячной морской свинки (5). Как видно из графика, меньше всего реагирует на такое механическое воздействие клетка молодой крысы (1), несколько сильнее — старой (2), и наиболее силен электрический ответ кардиомиоцита у крысы того же возраста, но больной гипертензией (3); реакция же клетки из больного сердца человека немногим ниже, чем у такой крысы, а клетка миокарда молодой морской свинки отвечает на растяжение током почти той силы, что кардиомиоцит старой крысы.





Микрофотография изолированного сердечного фибробласта: исходного (вверху), механически растянутого на 30% (в середине) и сжатого на 15%. P1, P2 — растягивающие микропипетки.



Механограмма (вверху) и потенциалы, возникающие в кардиомиоците (в середине) и фибробласте (внизу) правого предсердия крысы. Видно, что потенциал действия (ПД) кардиомиоцита приводит к сокращению сердца, а механоиндуцированный потенциал (МИП) фибробласта появляется при сжатии этой клетки во время сокращения ткани.

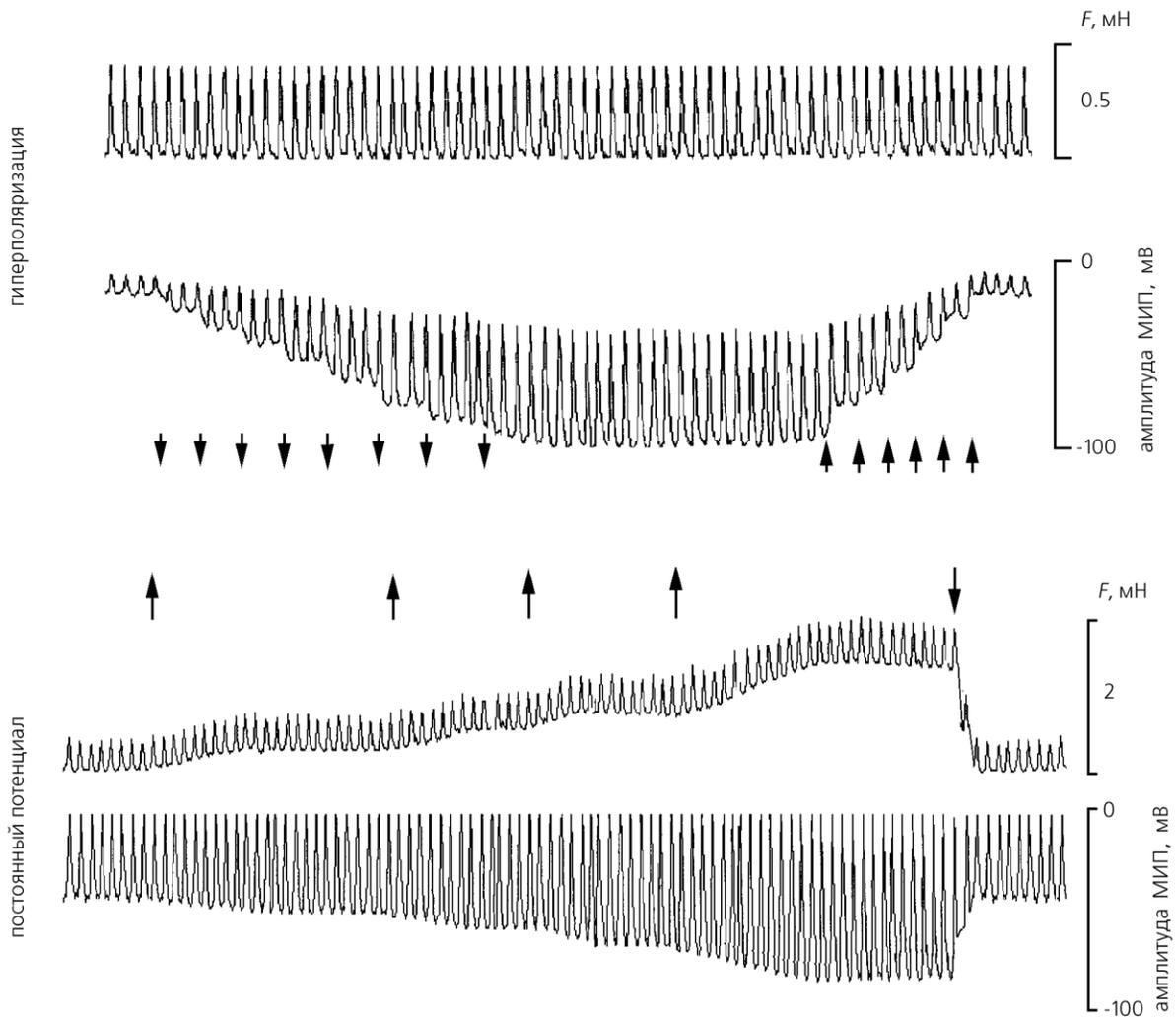
кой активности фибробластов, они участвуют и в регуляции работы сердца [4, 7]. К такому предположению мы пришли еще в 1986 г. Изучение электрофизиологических характеристик фибробластов бьющегося сердца и их межклеточного взаимодействия привело нас к мысли, что деятельность миокарда обеспечивается не одними лишь кардиомиоцитами, а их совместным функционированием с этими опорными клетками. В таком случае работа и здорового сердца, и измененного болезнью должна выглядеть иначе, чем принято считать.

В сердце млекопитающих не так много фибробластов, примерно 5–10%, но в зоне синусового узла их количество достигает 45–75%. Эти немышечные

клетки отличаются от кардиомиоцитов целым рядом электрофизиологических особенностей. К их числу относятся низкая величина потенциала покоя (в среднем  $-25$  мВ) и высокое входное сопротивление — около 1 ГОм. В ритме спонтанных или вызванных сокращений миокарда фибробласты генерируют механоиндуцированные потенциалы (МИП), форма которых совершенно не похожа на форму потенциала действия кардиомиоцитов. Амплитуда МИП фибробластов либо соизмерима с величиной потенциала покоя кардиомиоцитов, либо значительно меньше его. Характерно, что МИП никогда не перескакивает через нулевое значение, т.е. в его форме отсутствует овершут. В экспериментах

величина потенциала реверсии зависит от степени растяжения препарата, но при стандартной силе воздействия она составляет всего  $-5$  мВ. В одинаковых экспериментальных условиях механоиндуцированный потенциал фибробластов генерируется позднее, чем потенциал действия кардиомиоцитов: в сердце лягушки на 90 мс, крысы — на 10, человека — на 40 мс. По длительности МИП совпадает со временем сокращения препарата.

В нормальных физиологических условиях МИП фибробластов возникает в ответ на сокращения сердца. В период систолы фаза нарастания этого потенциала связана с активацией неселективных механочувствительных каналов, через которые в клетку поступают различные



Реакции фибробластов из предсердия крысы на искусственную поляризацию мембраны и растяжение клетки. Растянутая ткань ритмично сокращается (верхняя механограмма) с силой около 0.4 мН. Амплитуда потенциала (МИП), индуцированного таким воздействием, увеличивается на каждом шаге искусственного усиления гиперполяризации мембраны (моменты усиления отмечены стрелками, направленными вниз) и уменьшается, когда гиперполяризация так же ступенчато снимается (стрелки, направленные вверх). Если же потенциал мембраны поддерживать на постоянной величине, а силу растяжения увеличивать несколько раз, то по мере роста растягивающей силы амплитуда МИП тоже увеличивается. Все это подтверждает участие фибробластов в механических и электрических событиях в сердце.

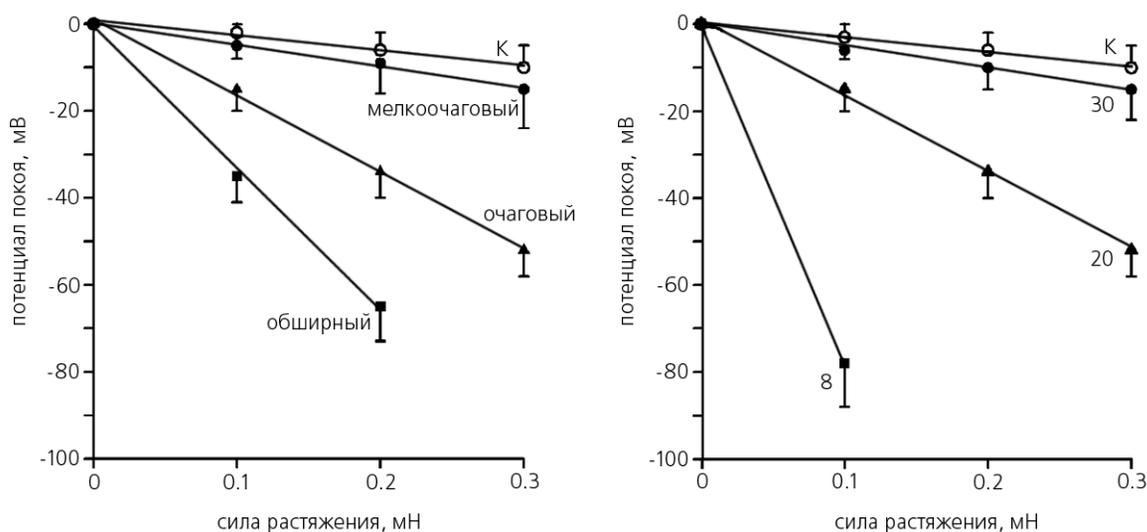
ионы, в том числе  $Ca^{2+}$ . Если увеличивается концентрация ионов кальция, входящий ток резко сдвигает потенциал покоя фибробластов и возникает МИП. Его амплитуда растет до той поры, пока не начнется ослабление миокарда, ведущее к инактивации этих каналов. Нисходящую фазу МИП обуславливает, видимо, ток, который возникает за счет выхода из

клетки  $K^+$  через калиевые каналы, активируемые кальцием. Но возможно, эта фаза связана с инактивацией МСК.

Фибробласты специфически, иначе, чем кардиомиоциты, реагируют и на искусственную поляризацию мембраны, и на растяжение ткани сердца. Так, вызванная гиперполяризация внутренней мембраны фибробластов спонтанно сокращающегося

сердечного фрагмента обычно приводит к увеличению амплитуды МИП, а деполяризация — к уменьшению. Примечательно, что первый сдвиг зависит от величины, на которую сместился потенциал покоя фибробластов, а второй — от степени искусственной поляризации.

Дополнительное растяжение ткани спонтанно сокращающегося фрагмента правого пред-



Изменение потенциала покоя фибробластов при растяжении ткани правого предсердия крысы с инфарктом миокарда левого желудочка. Слева: изменения, зависящие от размера инфарктного очага, справа — от количества дней, прошедших после инфаркта; К — контрольные измерения, проведенные на фибробластах здоровых крыс. Видно, что потенциал покоя снижается по мере увеличения очага болезни, т.е. эти «опорные» клетки становятся более чувствительными к механическому воздействию. Отчетливо заметна и повышенная чувствительность фибробластов к растяжению ткани в ранние сроки после инфаркта.

сердца вызывает сдвиг потенциала покоя в сторону гиперполяризации мембраны фибробласта. Соответственно увеличивается и амплитуда МИП, причем ее величина прямо связана со степенью гиперполяризации. Если растяжение устранить, потенциал покоя возвратится к исходной величине. Столь выраженная реакция фибробластов на растяжение свидетельствует, на наш взгляд, об их участии в осуществлении механоэлектрической обратной связи.

Роли стромы (соединительной ткани, в состав которой входят фибробласты), в нормальном и больном сердце уделялось мало внимания. А между тем еще в 1971 г. описаны случаи ишемии и инфаркта миокарда, сопровождавшиеся воспалительным процессом ткани, который привел к частичному или полному повреждению кардиомиоцитов, но работа фибробластов активировалась. Эти клетки превратились в миофибробласты с более крупным ядром, обильным эндоплазмати-

ческим ретикулумом и актиновыми филаментами. Наличие последних структур вполне допускает мысль, что такие трансформированные фибробласты способны сокращаться.

Мы изучали электрические характеристики фибробластов правого предсердия крысы после инфаркта (его вызывали перевязыванием коронарной артерии) миокарда и установили, что потенциал покоя и сопротивление мембраны зависели от размера зоны, охваченной инфарктом. Чем больше она была, тем больше сдвигался потенциал покоя фибробластов: от  $-22$  мВ у контрольных животных и  $-25.8$  у крыс с мелкоочаговым инфарктом до  $-46.5$  мВ — с обширным.

Как могут сказаться более отрицательный потенциал покоя и повышенная амплитуда МИП фибробластов? По нашему мнению, первый эффект способен снизить спонтанную активность клеток водителя ритма, а второй — вызвать удлинение потенциала действия соседних кардиомиоцитов.

У животных с разной величиной инфарктной зоны отличалась также и чувствительность фибробластов к механическому фактору. Примечательно, что проявлялась та же зависимость, которую мы установили в опытах по измерению электрических характеристик. Однако реакция фибробластов была связана и со временем, прошедшим после инфаркта — чем меньше количество дней отделило наступление болезни от начала опыта, тем сильнее сдвигался потенциал покоя фибробластов даже при их незначительном растяжении.

Мы объясняем повышенную чувствительность фенотипически измененных инфарктом фибробластов (т.е. миофибробластов) к механическому воздействию увеличением числа МСК в мембране (их участие подтверждается действием ингибитора каналов — ионами гадолиния). Даже небольшое растяжение способно активировать дополнительное количество МСК и тем повысить входящий

ток. А поскольку возрастает и концентрация свободного внутриклеточного кальция, открываются зависимые от этого иона калиевые каналы и мембранный потенциал сильно сдвигается в сторону гиперполяризации.

Как же передаются потенциалы между фибробластами и кардиомиоцитами? В сердце фибробласты взаимодействуют между собой преимущественно через высокопроницаемые контактные зоны мембран, содержащие кластеры специфических межклеточных каналов. Они резко снижают сопротивление мембраны соседствующих клеток и делают возможным их электрическое взаимодействие. Такие же каналы, но распределенные диффузно, существуют и в зоне контакта фибробластов с кардиомиоцитами. Изменение, скажем, мембранного потенциала первых клеток может вызвать такой же отклик в соседних с ними кардиомиоцитах. Вокруг клеток водителя ритма в сердце образованы кольца из фибробластов. Именно их мембранный потенциал увеличивается по абсолютной величине и сдвигает потенциал покоя кардиомиоцитов. В результате такого смещения у клеток водителя ритма

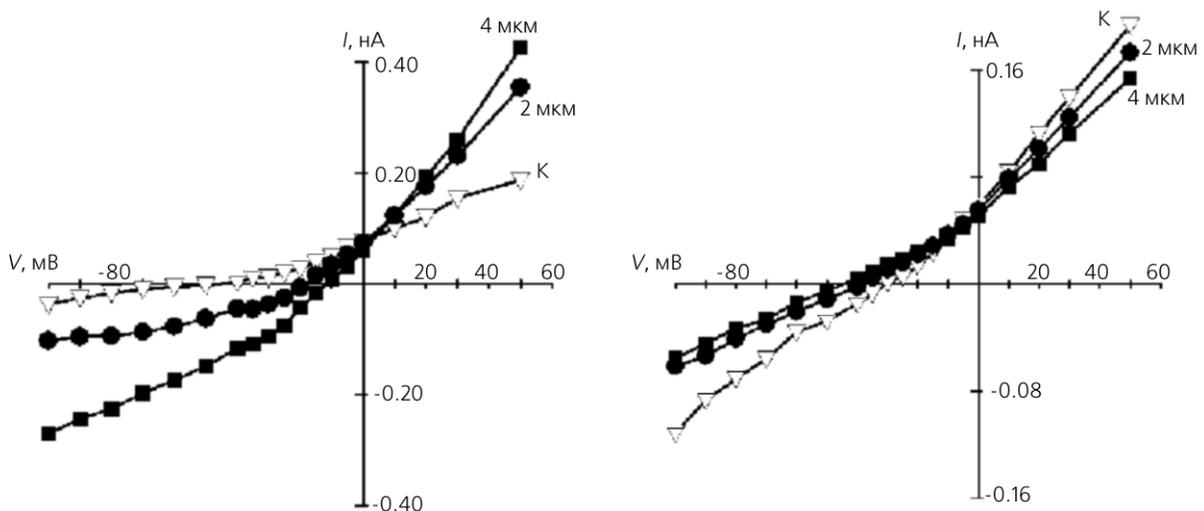
уменьшается частота возникновения потенциала действия, а значит, и частота сердечных сокращений. Как раз это и наблюдается после инфаркта.

Чтобы понять, как фибробласты отзываются на механический стимул (растяжение или сдавливание), мы измеряли токи, протекающие через мембрану изолированных, единичных клеток [8]. По результатам выяснилось, что сдавливание всегда приводит к смещению потенциала покоя в сторону деполяризации и реверсии входящего тока на выходящий. Четко проявлялось и ингибирующее действие гадолиния. Далее следовало узнать, потоком катионов или анионов обусловлены выявленные эффекты. Для этого мы заменили ионы  $K^+$  на ионы  $Cs^+$  в условиях сдавливания клетки и обнаружили ту же тенденцию, что и в предыдущих экспериментах: потенциал покоя смещался в сторону деполяризации (при сжатии на 4 мкм он сдвигался от  $-32$  мВ в среднем до  $-13$  мВ), полярность дифференциальных токов тоже менялась. В экспериментах по выявлению роли анионов  $Cl^-$  мы не обнаружили их влияния ни на потенциал мембраны, ни на токи. Сле-

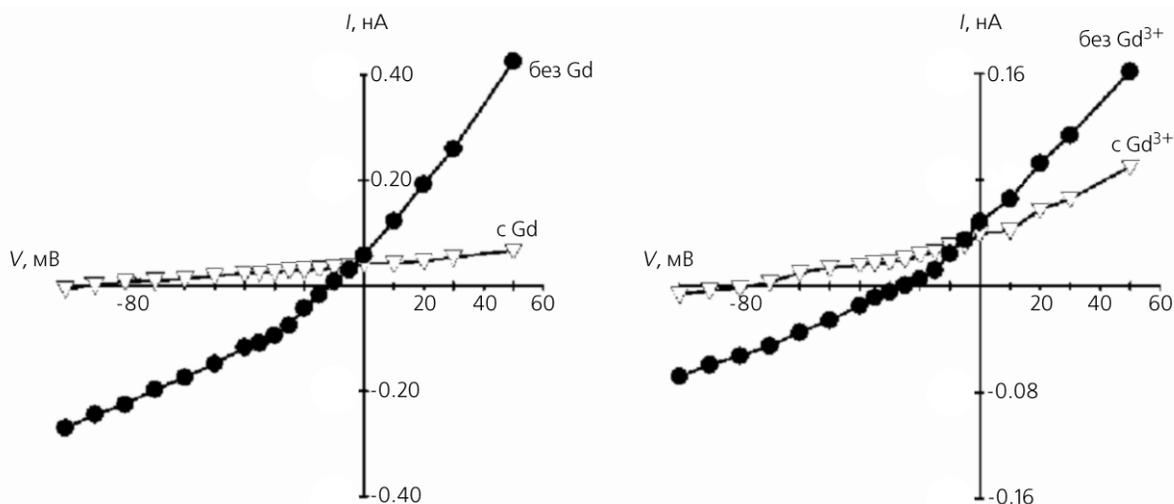
довательно, ответ фибробласта на сдавливание осуществляется через катионные потоки.

А что происходит при растяжении этой клетки? Оказалось, что оно приводит к гиперполяризации мембраны и значительно уменьшает силу тока по сравнению с контролем. (Интересно, что ионы гадолиния действуют еще сильнее, чем механический стимул.) Влияние анионов хлора здесь тоже не было обнаружено.

Таким образом, результаты, полученные на изолированных фибробластах и на многоклеточных препаратах, совпадают. Этим мы доказали свое исходное предположение о том, что фибробласты сердца отвечают на механическую стимуляцию изменением ионных токов. Обусловлено это, как мы полагаем, неселективной катионной проводимостью. Поскольку механочувствительные каналы фибробластов реагируют на направление приложенной силы (инактивируются растяжением и активируются сдавливанием), можно полагать, что сокращающиеся в систоле кардиомиоциты действуют на лежащие между ними фибробласты как биологическое сдавливающее устройство.



Реакция изолированного фибробласта на сдавливание (слева) и растяжение. Видно, что в первом случае электрическая проводимость увеличивается по сравнению с нормальной клеткой (K), и чем больше она сжата, тем сильнее ток, но потенциал покоя при этом уменьшается. Ответ фибробласта на растяжение противоположен — его мембранная проводимость снижается, а потенциал покоя увеличивается.



Влияние ионов гадолиния на сжатый (слева) и растянутый фибробласт. Ингибирование тока этими ионами проявляется на той и другой клетке и, кроме того, приводит к увеличению потенциала покоя.

Итак, кардиомиоциты и в еще большей степени фибробласты эффективно преобразуют механическое раздражение в электрические ответы, причем работа первых клеток модулируется вторыми. В здоровом сердце растяжение кардиомиоцитов, приводящее к деполяризации их мембраны, и растяжение фибробластов, вызывающее гиперполяризацию, находятся в равновесии. При патологии же реакция на такое механическое раздражение выражена особенно сильно — но по-разному — в тех и других клетках. Если величина гиперполяризации фибробластов больше, чем деполяризации кардиомиоцитов, сердечный ритм становится реже и даже может прекратиться. И наоборот, если преобладает последняя, начинается аритмия и может развиваться фибрилляция. Математическое модели-

рование полностью подтверждает такие выводы из экспериментальных данных.

Выявленное нами взаимодействие этих двух типов клеток и его влияние на работу сердца важно не только для фундаментальной науки, но и для практической медицины. Если учесть, что медленное хроническое растяжение миокарда за счет внутрисердечного давления вызывает сдвиги потенциалов и как результат — нарушение ритма, то можно понять, что даже изменение позы больного, перенесшего инфаркт, может привести к драматическим последствиям. Мы близки к тому, чтобы перенести исследования в клинику, но до этого предстоит изучить электрофизиологические характеристики кардиомиоцитов и фибробластов человеческих сердец — здоровых и с разными патологическими

изменениями. Исходя из наших представлений об участии в механоэлектрической обратной связи специфических ионных каналов, необходимо найти для них селективный блокатор, который прерывал бы эту связь и тем восстанавливал нормальную работу сердца. Пока такого блокатора не существует. Но им могли бы стать антитела к механочувствительным каналам, правда, сначала их нужно «клонировать». Можно блокировать одно из звеньев той цепочки, которая приводит к экспрессии МСК, однако эту цепочку прежде необходимо выявить. Поиском блокаторов мы уже занимаемся, и когда эксперименты принесут желаемый результат, не понадобятся ни электрический разряд, ни прямой механический массаж, чтобы вывести пациента из состояния фибрилляции. Она просто не возникнет. ■

## Литература

1. Камкин А.Г., Киселева И.С., Ярыгин В.Н. // Природа. 2002. №3. С.13—20.
2. Kamkin A., Kiseleva I., Wagner K.D. et al. // J. Mol. Cell. Cardiol. 2000. V.32. P.465—477.
3. Kiseleva I., Kamkin A., Wagner K.D. et al. // Cardiovasc. Res. 2000. V.45. P.370—378.
4. Камкин А.Г., Киселева И.С. // Успехи физиол. наук. 2000. Т.31. С.51—78.
5. Kamkin A., Kiseleva I., Isenberg G. // Cardiovasc. Res. 2000. V.48. P.409—420.
6. Камкин А.Г., Киселева И.С., Ярыгин В.Н. // Успехи физиол. наук. 2001. Т.32. С.75—104.
7. Камкин А.Г., Киселева И.С. // Успехи физиол. наук. 1998. Т.29. С.72—102.
8. Kamkin A., Kiseleva I., Husse B., Isenberg G. // Europ. J. Physiol. 2001. V.441. P.15—4, R191.

# Страна Мифляндия, или Типы симметрии у Mythozoa

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

В мифах, легендах, сказках многих народов упоминаются фантастические существа (назовем их условно мифозоями — Mythozoa), анатомическое разнообразие которых значительно превышает таковое реально существующих животных. Попробуем рассмотреть план строения некоторых мифических существ — ведь иногда неврдно, да и небезынтересно отвлечься от высоко теоретических проблем (а заодно от прозы повседневной жизни). Понятие «план строения» включает в себя перечень составляющих тело животного органов и их взаимное расположение, причем один из важнейших его элементов — тип симметрии. Поэтому В.Н.Беклемишев в «Сравнительной анатомии» предпосылает анализу фактических материалов рассмотрение типов симметрии, представленных в животном царстве [1]. Поскольку все известные нам мифозои — многоклеточные животные, для понимания их своеобразия в этом отношении ограничимся рассмотрением типов симметрии лишь у Metazoa.

Все многоклеточные животные гетерополарны — они имеют главную ось тела, на концах которой располагаются органы, выполняющие разные функции. Даже у наиболее примитивного

многоклеточного — лепешкообразного трихоплакса — различается дорсо-вентральная (спинно-брюшная) полярность. Если у прикрепленных животных имеется несколько одноименных органов (щупалец, карманов гастральной полости, половых желез), они часто располагаются вокруг главной оси, что приводит к возникновению радиальной симметрии. При переходе от сидячего образа жизни к свободноплавающему (например, на медузоидной стадии жизненного цикла кишечнополостных) радиальная симметрия сохраняется.

Но для большинства активно плавающих и ползающих животных характерен более сложный тип симметрии. Передний конец тела приобретает особое значение, так как на нем формируется голова с ротовым отверстием, органами чувств и главным нервным центром. Через главную ось тела можно провести две взаимно перпендикулярные плоскости. Одна из них — фронтальная — разделяет тело на две различные части: брюшную, которая при плавании и ползании обращена вниз, к субстрату, и спинную, обращенную кверху. Вторая плоскость — сагиттальная — разделяет тело на две зеркально сходные (правую и левую) половины. Такая симметрия называется билатеральной (дву-

сторонней). В случае перехода к прикрепленному образу жизни билатеральная симметрия тоже сохраняется довольно устойчиво, хотя при этом могут происходить изломы и искривления главной оси (например, сближение переднего и заднего концов, которые утрачивают свое первоначальное функциональное значение). Но все же существует интересное исключение из общего правила — у иглокожих произошел переход от билатеральной симметрии к почти полной радиальной. Промежуточные стадии этого перехода характеризуются диссимметрией (этим термином Беклемишев обозначает вторичную асимметрию, возникающую из-за нарушения существовавшей ранее симметрии). Таким образом, у многоклеточных животных представлены два основных типа симметрии — радиальная и билатеральная. Обратимся теперь к мифозоям.

Подавляющее большинство мифозоев (кентавры, сфинксы, грифоны и т.д.) близки к позвоночным животным (условно можно принять, что мифозои произошли от позвоночных, хотя проблема их происхождения очень сложна и должна быть рассмотрена в специальной статье) и характеризуются билатеральной симметрией, т.е. у них различается передний и задний концы тела, брюшная, спинная

© О.М.Иванова-Казас

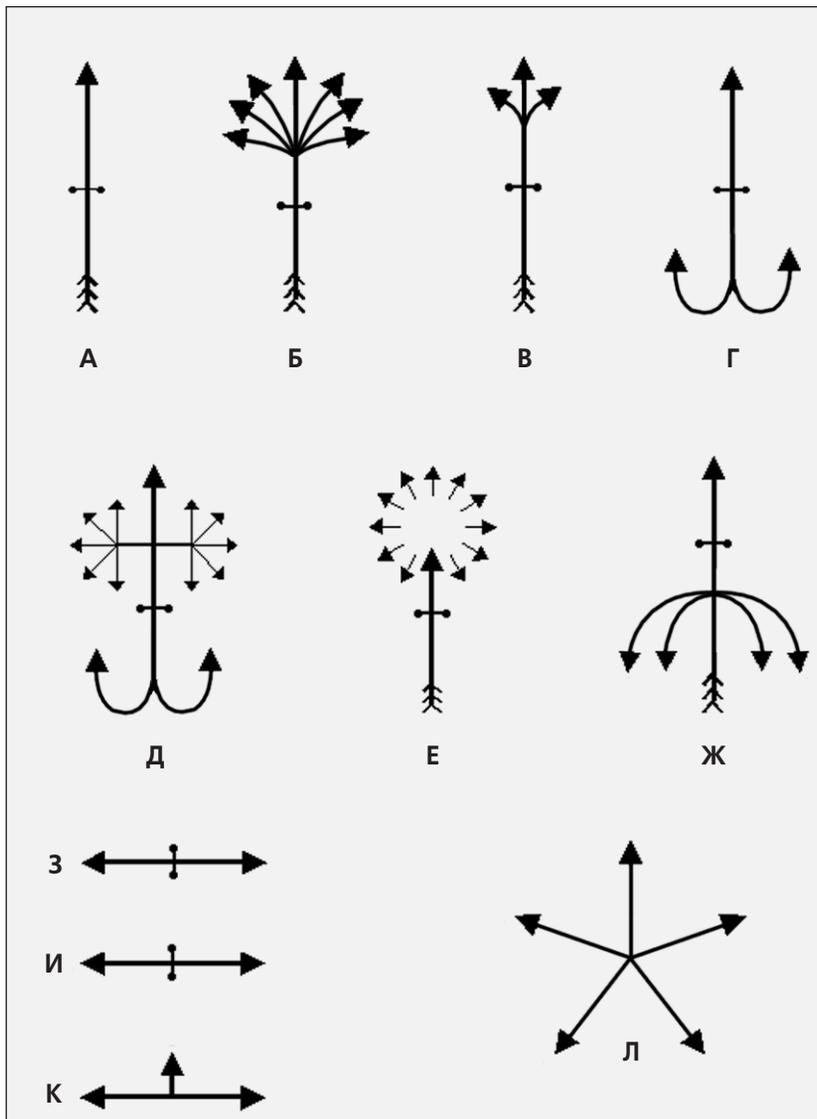


Рис. 1. Типы симметрии у мифозоев. А — Билатеральная симметрия позвоночных животных и большинства мифозоев, Б — Лернейская гидра, В — Баал, Г — гигант, Д — Тифон, Е — Медуза, Ж — Сцилла, З — Амфисбена, И — Анзериканис, К — Химера, Л — Эктозавр. Переднезадняя ось обозначена стрелкой; фигура, похожая на гантель, должна изображать билатеральную симметрию; плоскость бумаги соответствует фронтальной плоскости там, где она совпадает с сагиттальной плоскостью (кроме К).

и симметричные правая и левая стороны (рис.1, А), но при этом наблюдаются и различные, более или менее значительные отклонения от этого типа. У многих из них по нескольку голов, которые, повторимся, являются маркерами переднего конца тела. Так, например, Лернейская гидра

(водяная змея, не имеющая ничего общего с реально существующей пресноводной гидрой) с девятью головами, одна из которых (средняя) была бессмертной и которую Гераклу, отрубившему чудовищу все головы, для надежности пришлось зарыть в землю [2]. Наличие нескольких голов

означает, что продольная ось тела Лернейской гидры спереди как бы расщепилась (рис.1, Б). Такое расщепление зашло еще дальше у знаменитых гекатонхейров, у которых не только 50 голов, но и 50 пар рук, так что каждого из них можно считать кормусом — колонией многоклеточных животных, отдельные особи которой (зооиды) сохраняют органическую связь друг с другом. За неимением каких-либо сведений о расположении зооидов в этом кормусе нам остается предположить, что они располагаются беспорядочно (рис.2), как у кишечнополостных из рода *Stephanoscyphus*. Таким образом, ясная билатеральная симметрия сохраняется в древовидных колониях гекатонхейров только в нижней, так сказать, ствольной их части.

Особенный интерес представляют Амфисбена (в переводе с греческого означает двигающаяся в двух направлениях) — бесхвостая гигантская змея с двумя головами (рис.1, З и 3, А). Естественным было бы предположить, что ползала Амфисбена в зависимости от обстоятельств то одной головой вперед, то другой, однако, по преданию, Амфисбена могла катиться подобно обручу в любом направлении, засунув одну голову в пасть другой. Не понятно только, как при таком странном способе передвижения контролируется его направление — ведь оставшаяся снаружи голова с расположенными на ней органами чувств должна при этом все время крутиться. И зачем вообще нужна вторая голова — ведь обыкновенная змея тоже могла бы принять форму колеса, засунув хвост в рот. На этот вопрос ответил Плиний Старший: по его мнению, Амфисбена содержит такое количество яда, что в одной голове оно не уместилось бы. Замечу, Амфисбена невероятно опасна: она не боится холода и может жить в любом климате, глаза у нее светятся, как свечи, и если ее разрубить на две части, обе половинки снова срастутся [3, 4].

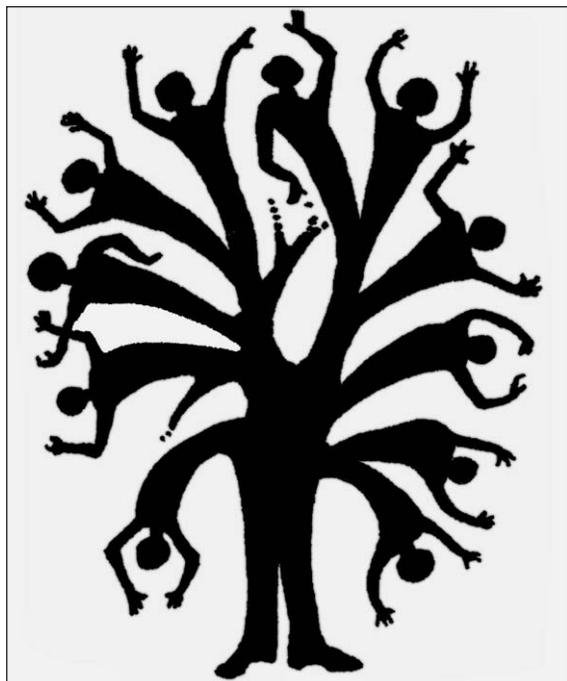


Рис. 2. Схема строения колонии гекатонхейра [11].

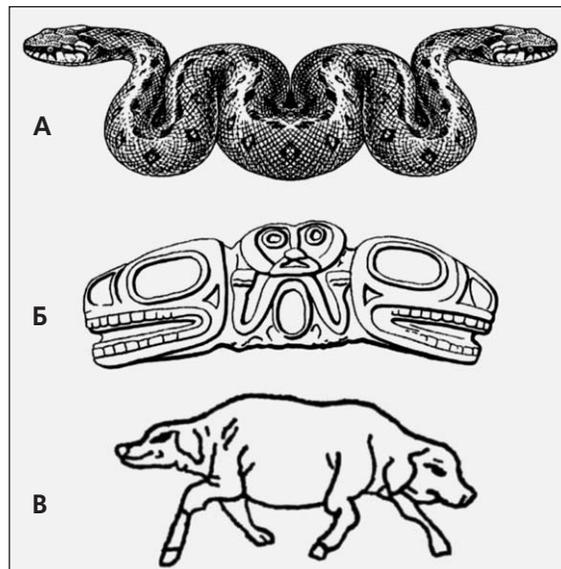


Рис. 3. Амфицефалы: А — Амфисбена, Б — Сисиютль, В — Бинфэн [5].

С зоологической точки зрения Амфисбена — нонсенс. Хотя похожие на нее двухголовые уроды с частично извращенной переднезадней осью иногда получаются в результате некоторых экспериментов по физиологии развития, они, как правило, нежизнеспособны, а, будучи разрезанными пополам, если и выживут, не срастаются, скорее каждая передняя половина регенерирует недостающий задний конец.

Впрочем, среди пресмыкающихся есть группа родственных змеям и ящерицам животных — двухходки (*Amphisbaenidae*), которые ведут роющий образ жизни и имеют червеобразное тело, ног у них нет, а головной конец (если не очень присматриваться) мало отличается от хвостового, и эти твари действительно могут ползать как головным, так и хвостовым концом вперед. Сходные «двуходки» встречаются и среди

кольчатых червей — например, обитающая в Белом и Баренцевом морях *Fabricia sabella*, у которой на заднем конце даже образовалась дополнительная пара глаз, но это все-таки не означает, что задний конец превратился в голову.

Двухголовые гомополлярные существа встречаются и в мифологии других народов. Так, североамериканские индейцы опасаются огромного безногого морского змея Сисиютля с двумя зубастыми головами на обоих концах тела: взгляд его смертелен, победить его можно только величием духа и моральной чистотой (рис.3, Б) [5]. Замечу, однако, что, судя по приведенному рисунку, он обладает таким коротким и толстым телом, что назвать его змеем трудно, а о том, чтобы кольцеобразно изогнуться, как Амфисбена, не может быть и речи. Кроме того, посередине его тела угадываются еще одна голова — человеческая (с глазами, носом и ртом) — и пара рук, так что Сисиютля можно принять за трехголовую химеру, но более вероятно, это

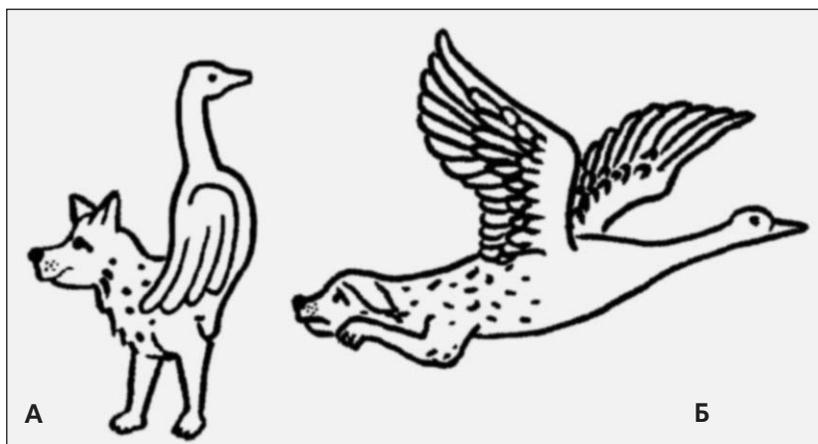


Рис. 4. Анзериканис: А — идущий, Б — летящий.



Рис. 5. Очертания одного из гигантов на фризе Пергамского алтаря. Левая рука и левая змея частично заслонены другими фигурами, поэтому на рисунке не отображены [12].

всего лишь рисунок на коже. А у китайцев имеется Бинфэн — страшная черная свинья, состоящая из двух передних половин тела (рис.3, В) [6].

У всех этих животных — амфицефалов — помимо сагиттальной есть еще одна плоскость симметрии — поперечная, которая делит тело на две совершенно одинаковые половины. Они, в сущности, обладают бирадиальной (двулучевой) симметрией, ось которой совпадает с дорсо-вентральной осью, проходящей по линии пересечения сагиттальной и поперечной плоскостей.

Теперь обратимся к химерам, у которых несколько голов, относящихся к разным видам животных. Примером такой гетероцефалии может служить филистимлянский и западносемитский бог грома, молнии, дождя и плодородия Баал. Его изображали с тремя головами — кошки и жабы по бокам и человеческой посередине. Функции и символические значения боковых голов остаются неясными. Возможно, их присутствие означает, что от Баала и его животворящих дождей зависит благоденствие не только растений, но и животных. В нашем же контексте расположенные по бокам головы кошки

и жабы свидетельствуют о резкой асимметрии (диссимметрии) переднего конца (рис.1, В), причем более значительной, чем, например, асимметрия внутренних органов у брюхоногих моллюсков, так как голова — основной признак, определяющий видовую принадлежность и индивидуальность животного.

Теоретически можно себе представить комбинацию амфи- и гетероцефалии. Для примера искусственно создан Анзериканис — гусепес (рис.1, И и 4). Должно быть, при ходьбе направление движения этой химеры определяет собака, а гусиной половине, чтобы сохранить равновесие, приходится занимать горделивое, почти вертикальное положение, из-за чего главная ось тела искривляется. При полете направление выбирает гусь, главная ось распрямляется, а собака вынуждена прижимать уши и лапы, чтобы сделать тело более компактным. Если же гусю захочется поплавать в воде, направление движения будет снова определять собака, так как при плавании движителем служат собачьи ноги.

Анзериканис ничуть не нелепее многих других упомянутых здесь мифозоев, и при желании можно домыслить и его внутреннее строение. При этом надо учесть, что гусь — животное травоядное, а собака — хищное, поэтому верхние отделы кишечника у них должны быть разные и объединяться могут только на уровне толстой кишки, а общее анальное отверстие должно располагаться где-то в пограничной области. Размножаться такое существо сможет, только если допустить, что Анзериканис состоит из кобеля и гусыни. При этом условии становится возможным внутреннее самооплодотворение и откладка яиц, из которых вылупляются щенюгусята.

Надо, однако, признать, что в чистом виде такая амфигетероцефалия в мифологии не встречается, но нечто подобное представлено у древнегреческих гигантов, у которых вместо ног —

две змеи (рис.1, Г и 5). Однако у них человеческий компонент явно преобладает над змеиным не только по массе, но и в физиологическом отношении — обе змеи, перегибаясь, обращены головами вперед, как и человеческая голова. По всей вероятности, гиганты передвигались, опираясь на эти змеиные перегибы, как на колени; во всяком случае представить себе их ползущими змеиными головами вперед совершенно невозможно.

Еще более причудливый вид имел Тифон, которого Аполлодор характеризует следующими словами: «Он превосходил всех существ, которых родила Гея, ростом и силой. Часть его тела до бедер была человеческой и своей огромной величиной возвышалась над всеми горами. Голова его часто касалась звезд, руки его простирались: одна — до заката солнца, другая — до восхода. Они оканчивались ста головами драконов. Часть его тела ниже бедер состояла из огромных извивающихся кольцами змей, которые вздымались до самой вершины тела, издавая громкий свист. Все тело было покрыто перьями, лохматые волосы и борода широко развевались, глаза сверкали огнем... Буря огня вырывалась из его пасти». Его 100 глоток могли одновременно рычать, лаять, выть и шипеть. Эти звуки наводили ужас даже на Олимпийских богов. (Следует заметить, что древние греки называли драконами змей.)

Изобразить Тифона в полном соответствии с этим описанием так трудно, что художники придавали ему обыкновенные человеческие руки, а перья заменяли птичьими крыльями. Но это затруднение можно обойти, если сначала каждую руку разделить на пять главных ветвей (по числу пальцев), а потом продолжать ветвление, чтобы увеличить количество ветвей, оканчивающихся змеиными головами (рис.1, Д и 6). У Тифона билатеральная симметрия проявляется не только в строении человеческого тела, но и в расположении

змей, которые при этом сохраняют свою собственную билатеральную симметрию.

Тифона в сущности тоже можно считать колонией, притом диморфной, так как в ее состав входят головы двух видов — человека и змеи. Кроме того, эту колонию можно отнести к так называемому монархическому типу, поскольку в ней присутствует один главный зооид — человек, а змеи, хотя преобладают количественно, занимают явно подчиненное положение. Создается впечатление, что увеличение количества змей в составе тела Тифона приводит к их дальнейшей девальвации: змеи низводятся до роли конечностей, а их головы окончательно утрачивают значение передних концов.

Еще нагляднее эта тенденция проявляется у горгоны Медузы (не путать с гидроидными и сцифоидными медузами). Медуза сначала была обыкновенной девушкой, но она имела неосторожность устроить любовное свидание с Посейдоном в храме Афины-Паллады, за что и была превращена этой оскорбленной девственной богиней в чудовище. В результате такого насильственного метаморфоза тело Медузы покрылось крепкой, как металл, чешуей, руки стали медными и приобрели острые когти, у нее появились золотые крылья, а волосы превратились в змей (рис.1, E и 7). Из полукрытого, оснащенного длинными клыками рта Медузы высовывался язык, а взгляд стал превращать в камень все живое [7]. Поскольку Медуза убивала взглядом, расположенные на ее голове змеи были, видимо, всего лишь атрибутом устрашения.

Заслуживает упоминания также Химера, имя которой стало нарицательным не только для обозначения всех животных, состоящих из частей разных видов, но и для нелепых фантазий и несбыточных проектов. Как сказано Гомером, юноше Беллерофонту было поручено убить Химеру,



Рис. 6. Тифон.

*Лютую, коей природа была  
от богов, не от смертных:  
Лев головою, задом дракон  
и коза серединой,  
Страшно дышала она пожирающим  
пламенем бурным [8].*

Соответственно у Химеры было три головы: спереди — льва, посередине — козы, а голова змеи располагалась на самой задней точке, на кончике хвоста (рис.1, K и 8). Химера весьма злобное существо, ее следовало убить, потому что она пожирала скот. Делала это, очевидно, львиная голова, убивать жертву, возможно, помогала змея, а что делала голова козы? (Существует интересное, но пока еще не подтвержденное предположение, что когда Химера сидела в засаде, подстерегая очередную жертву, из кустов высовывалась только голова козы, которая вела наблюдения, не вызывая подозрений.)

Амфигетероцефалия Химеры усложнена расположенной на спине третьей головой, она имела как бы третий передний конец, но едва ли можно сомневаться в том, что передвигалась она на четырех ногах львиной головой вперед.

Нетрудно заметить, что во всех рассмотренных случаях ге-

тероцефалии (кроме Анзериканиса) одна какая-то голова (обычно человеческая, если таковая имеется) играет ведущую роль, так что сохраняется главная переднезадняя ось, а у всех (кроме Баала) — билатеральная симметрия. Тем не менее наличие нескольких голов создает предпосылку для возникновения радиальной симметрии, направление оси которой зависит от их расположения. Осью радиальной симметрии у Лернейской гидры могла бы стать ее продольная ось. У Химеры она могла бы пройти во фронтальной плоскости в поперечном (право-левым) направлении, на том месте, где ось головы и шеи козы соединяется с главной продольной осью. А у Амфисбены она проходит в дорсо-вентральном направлении.

Обычно радиальная симметрия предполагает полную равноценность всех радиусов, но у гетероцефальных химер она может тоже стать гетерономной. Удивительный пример такой гетерономной радиальной симметрии представлен у Эктозавра. О нем, к сожалению, известно немного. «Изображение этого чудовища не раз встречалось археологами на из-

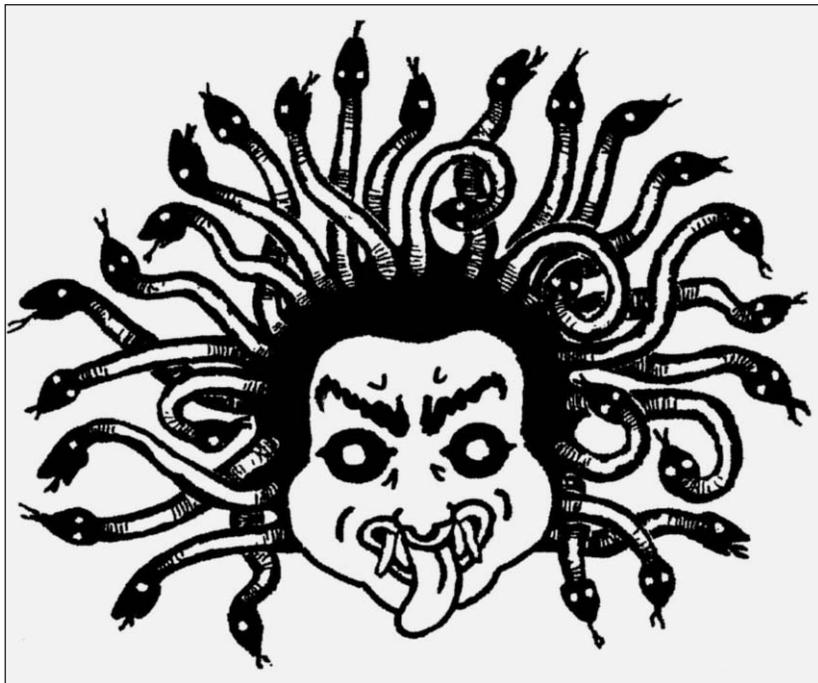


Рис. 7. Голова горгоны Медузы.

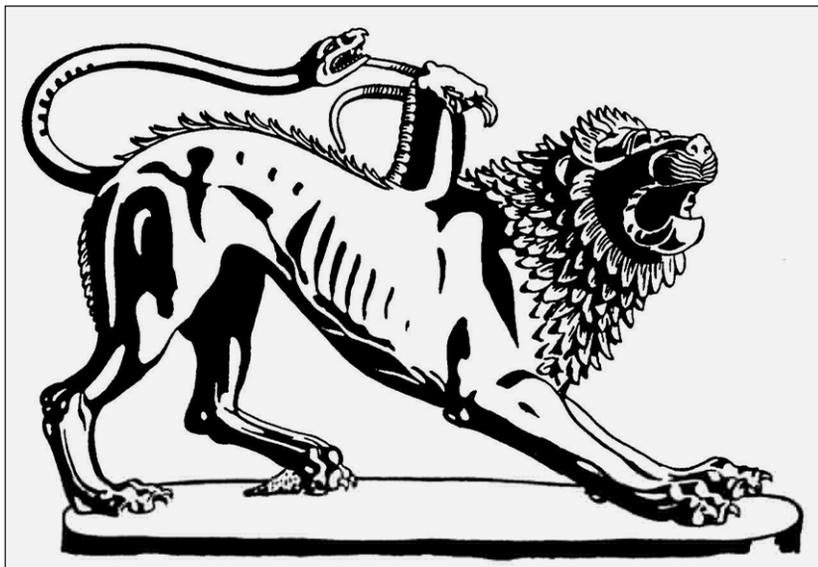


Рис. 8. Химера (бронзовая статуэтка V в. до н.э.) [13].

делях протоиндийской цивилизации. Эктозавр имеет туловище в форме пятиконечной звезды. На конце каждого из лучей этой звезды — по голове: тура, буйвола, тигра, зебу и быка. Смотрят головы не внутрь звезды, а во внешний мир, отсюда и название» [5]. Мотивировка

названия звучит несколько странно — можно подумать, что у других животных головы смотрят внутрь. Таких «внутрь смотрящих» монстров нет даже среди мифозоев!

Безусловно, Эктозавр самая удивительная химера, которой присущ уникальный гетероном-

но-радиальный тип симметрии (рис.1, Л). К сожалению, подлинное изображение Эктозавра составитель «Мифологического бестиария» не приводит. Поэтому пришлось создать аналогичную химеру, снабдив ее, однако, головами более далеких друг от друга животных (для наглядности — узнаваемо изобразить головы четырех представителей крупного рогатого скота довольно трудно) (рис.9). Чтобы не путать с настоящим Эктозавром, назовем ее Пентазавром.

В завершение нашего обзора рассмотрим Сциллу, описания внешности которой очень противоречивы (мифология отнюдь не относится к точным наукам!). По Гомеру, это чудовище с 6-ю собачьими головами и 12-ю собачьими ногами [9]. Гигин пишет, что верхняя половина Сциллы была женщиной, а нижняя — рыбой, а спустя несколько страниц вдруг отмечает, что нижняя часть ее тела была собачьей и она сама породила еще шестерых собак. Наиболее подробные сведения о Сцилле мы находим у Овидия: сначала Сцилла была, подобно Медузе, прекрасной женщиной, но потом волшебница Цирцея из ревности превратила ее в чудовище — вместо ног образовался змеиный хвост, а на уровне бедер к телу «причленились» передние половины тела шести собак [7]. Видимо, эти собаки располагались кольцом и смотрели в разные стороны.

Сцилла не относится к амфицефалам, ее тело состоит из трех линейно расположенных разнородных отделов: за передним человеческим отделом следуют собачий, так сказать, пояс и змеиный хвост. Сколько-нибудь удовлетворительное изображение Сциллы найти не удалось; художники обычно сокращают количество собак до двух или трех, поэтому нам пришлось «сотворить» ее самим (рис. 10). Из описания можно заключить, что у Сциллы представлено сочетание билатеральной симметрии осевого стержня (человекозмеи) с радиальным расположением

собак (рис. 1, Ж). Сцилла была существом сухопутным. Она жила на каком-то острове, в пещере, и питалась разными морскими животными, а когда мимо плыл корабль Одиссея, собаки схватили и сожрали шестерых его спутников. Трудно себе представить, как могла Сцилла передвигаться по земле и как могли собаки дотянуться до своей добычи. Гомер сообщает, что у них были очень длинные шеи, но не исключено, что их тела могли змееобразно вытягиваться. По своей структуре Сцилла тоже может быть причислена к диморфным колониям (лишенный головы змеиный хвост особым индивидом считать не приходится) монархического типа.

Похоже, увеличение количества голов также первый шаг в направлении развития колониальности. Наличие колониальных форм среди мифозоев до сих пор не привлекало внимания, и потому на нем стоит задержаться. Обычно колонии возникают у водных животных, а все три упомянутые выше вида (гекатонхейры, Тифон и Сцилла) составляют исключение — это существа наземные и довольно неуклюжие.

Колонии формируются путем не доведенного до конца бесполого размножения — чаще всего почкования. Первый зооид, развившийся непосредственно из оплодотворенного яйца (оозоид), отпочковывает от себя несколько вторичных бластозооидов, которые тоже почкуются. Процессы почкования, увеличения количества составляющих колонию зооидов и рост колонии в целом обычно происходят уже во время постэмбрионального развития. Как в мономорфных, так и в полиморфных колониях все зооиды генетически идентичны.

По Беклемишеву, в эволюции колоний проявляются две основные тенденции: усиление интеграции колонии и превращение ее в организм высшего порядка и ослабление индивидуальности составляющих колонию зоо-

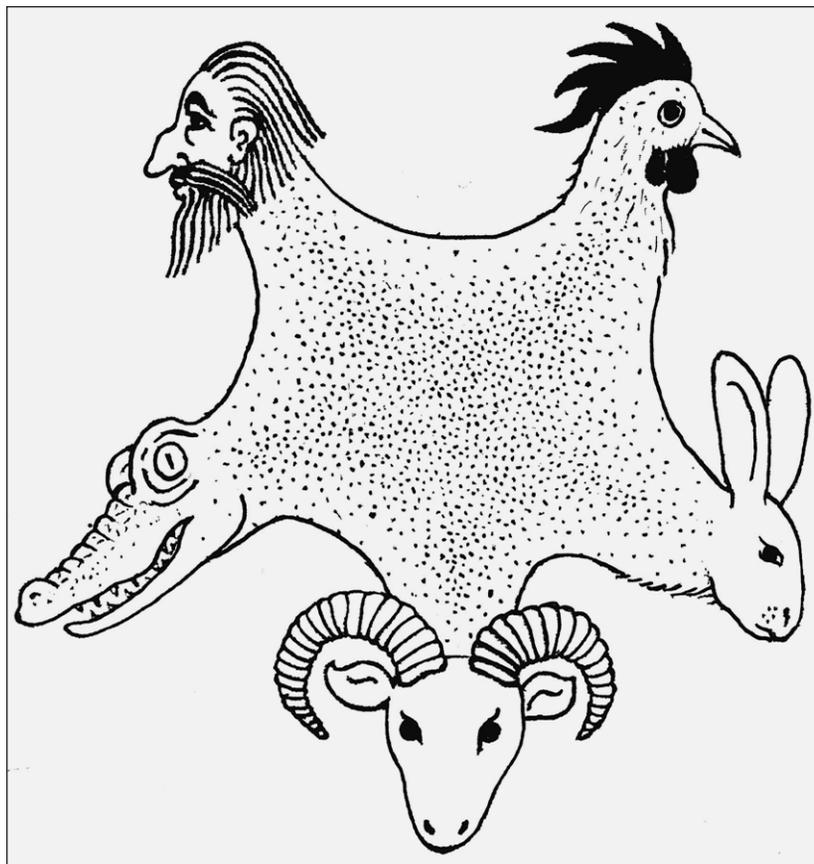


Рис. 9. Пентазавр.

идов, которые иногда низводятся до состояния органов, выполняющих разные специальные функции, что и приводит к полиморфизму. В монархических колониях один из зооидов начинает играть доминирующую роль, а остальные группируются вокруг него в определенном порядке. Одно из проявлений целостности колонии — приобретение ею более или менее устойчивой формы. Посмотрим, в какой степени эти общие правила приложимы к мифозоям.

Среди мифозоев мономорфные колонии представлены у гекатонхейров. Из того, что никаких вариаций в количестве составляющих эти колонии зооидов нет, можно заключить, что весь процесс кормогенеза завершился у них еще в утробе матери, богини Земли — Геи. Такое внутриутробное почкование изредка наблюдается и у обычных

животных, например у огнетелок (класс Pygosomida). Кроме того, иногда рождаются двухголовые телята и цыплята, и даже сросшиеся близнецы у человека. Поскольку позвоночным животным почкование не свойственно, появление таких уродов обусловлено какими-то нарушениями в ходе эмбрионального развития. Какой из этих двух возможных типов развития привел к возникновению гекатонхейров, не известно.

К колониям диморфного типа относятся Тифон и Сцилла. Тифон тоже рожден Геей в полностью сформированном виде, и о его эмбриональном развитии тоже ничего не известно. Но существенное отличие этой колонии от обычных состоит в том, что составляющие ее зооиды относятся к двум разным видам животных, т.е. генетически различны. Такая колония не

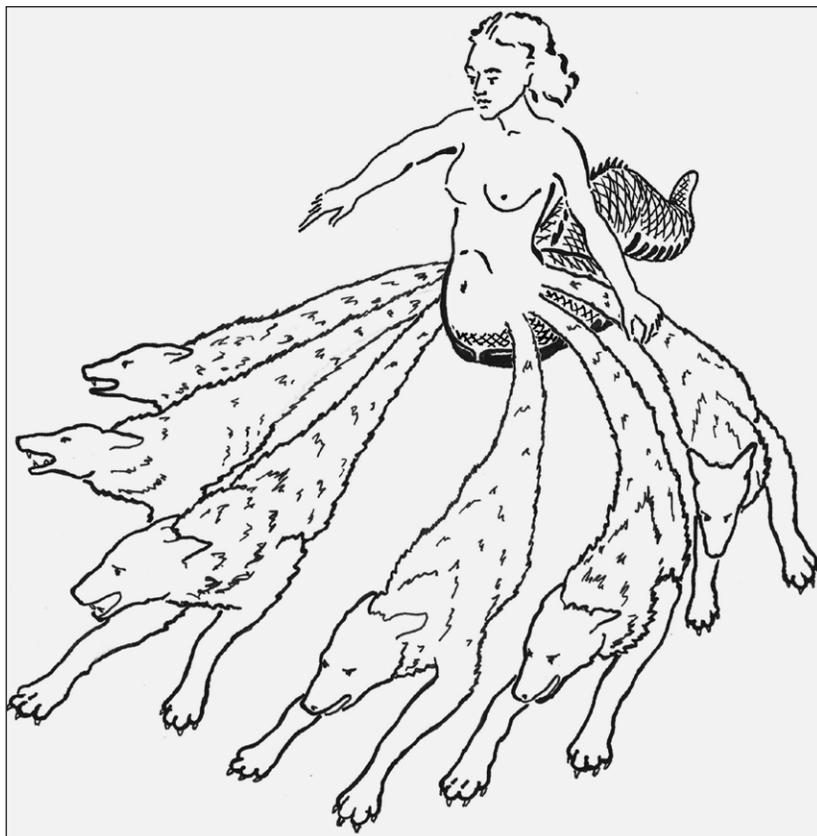


Рис.10. Сцилла указывает собакам на приближающийся корабль Одиссея.

могла возникнуть из-за случайных нарушений эмбрионального развития или путем обычного почкования. Приходится допустить, что в этом случае у оозоида (которым, очевидно, был человеческий зародыш) ка-

ким-то образом возникла генетически обусловленная способность путем почкования производить собакообразных бластозоидов. Однако мы вновь приблизились к проблеме происхождения химер, рассмотрение

которой в нашу задачу сейчас не входит. Что касается Сциллы, то она приобрела свой колониально-химерический облик в результате колдовства, механизмы которого также находятся вне нашей компетенции.

Итак, основной тип симметрии у Mythozoa — билатеральный с более или менее значительными отклонениями, связанными обычно с полицефалией и усугубляемыми иногда гетероцефалией. В крайних случаях билатеральная симметрия сменяется радиальной (двулучевой у Амфисбены и пятилучевой у Эктозавра). Типы симметрии у мифозоев гораздо разнообразнее, чем у обычных животных. Рассмотрение мифозоев даже по одному выбранному нами признаку показывает, что человеческой фантазии тесно не только в рамках строгой науки, но и простого здравого смысла. Поистине страна Мифландия живет по своим собственным законам!

С другой стороны, надо сознаться, что ничего принципиально нового человеческого воображение не создало: все упомянутые выше мифозои — новые комбинации из давно известных элементов. Даже превращающий в камень взгляд горгоны Медузы всего лишь гиперболическое отображение взгляда змеи, якобы оказывающего гипнотически парализующее действие на робкую жертву. ■

## Литература

1. Беклемишев В.Н. Основы сравнительной анатомии беспозвоночных. М., 1964. Т.1.
2. Аполлодор. Мифологическая библиотека. Л., 1972.
3. Беляев Ю.А. 100 чудес древнего мира. М., 1977.
4. Борхес Х.Л. Энциклопедия вымышленных существ. Минск, 1994. С.3—94.
5. Мифологический бестиарий / Составители: Голь Н.М., Елоева Ф.А., Норин Д.Н., Стрельцова Е.М. Калининград, 1999.
6. Юань Кэ. Мифы Древнего Китая. М., 1987.
7. Публий Овидий Назон. Метаморфозы. М., 1977.
8. Гомер. Илиада / Перевод Н.И.Гнедича. СПб., 1884.
9. Гомер. Одиссея / Перевод В.А.Жуковского. М.; Л., 1935.
10. Гигин. Мифы. СПб., 2000.
11. Иавнова О.М. Почти все о русалках. СПб., 2001.
12. Петискус А.Г. Олимп. СПб. — М., 1913.
13. Иллюстрированный мифологический словарь / Составители: М.А.Коган, М.Б.Рабинович, Б.П.Селецкий. Калининград, 1999.



# Космические циклотронные мазеры

В.Ю.Трахтенгерц, А.Г.Демехов

**М**азеры\* как генераторы когерентного микроволнового электромагнитного излучения, в том числе мазеры на циклотронном резонансе, хорошо известны и широко применяются в физических экспериментах, новых технологиях и медицине. Но «приоритет» в их изобретении принадлежит не человеку, а природе: в космических условиях мазеры, например циклотронные, — не менее типичное явление для планетных и звездных магнитосфер. Космические циклотронные мазеры, которые служат уже источником не микро-, а макроволн, выполняют там важнейшую функцию, определяя уровень низкочастотного электромагнитного излучения и регулируя количество заряженных частиц высоких энергий в околопланетном пространстве.

## Осцилляторы, уровни, волны...

Работа мазеров — в общем случае генераторов и усилителей микроволн — основана на стимулированном электромагнитном излучении распределенных в пространстве осцилляторов. В отличие от спонтанного излучения, интенсивность которого равна сумме интенсивностей излучения отдельных

\* Слово *maser* — аббревиатура английского выражения *microwave amplification by stimulated emission of radiation*.

© В.Ю.Трахтенгерц, А.Г.Демехов



**Виктор Юрьевич Трахтенгерц**, доктор физико-математических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, ведущий сектором физики магнитосферной и ионосферной плазмы в отделении астрофизики и физики космической плазмы Института прикладной физики РАН (Нижний Новгород). Занимается исследованиями в области геофизической электродинамики и физики околоземного космического пространства.



**Андрей Геннадьевич Демехов**, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник того же сектора. Область научных интересов — взаимодействие волн и заряженных частиц в магнитосфере и ионосфере Земли, динамика радиационных поясов, происхождение электромагнитных излучений.

независимых осцилляторов, стимулированное излучение является когерентным. Это означает, что волна, излучаемая одной частицей, влияет на излучение другой частицы таким образом, что волны оказываются скоррелированными по фазам.

Тогда складываются не интенсивности (квадраты амплитуд), а сами амплитуды волн от отдельных осцилляторов, и излучение нарастает лавинообразно из-за усиления эффектов согласования фаз в поле когерентных волн. Однако электромагнитное

поле возрастает не в любой системе осцилляторов: необходима инверсия населенностей энергетических уровней (осцилляторов на верхних энергетических уровнях должно быть больше, чем на нижних, — иначе будут преобладать процессы поглощения). Совокупность осцилляторов с такой инверсией получила название активного вещества. В квантовых генераторах активным веществом служат возбужденные молекулы и атомы; роль энергетических уровней играет дискретный набор их разрешенных энергетических состояний. В классических мазерных системах, например в космических циклотронных мазерах, осцилляторами являются заряженные частицы в магнитном поле; спектр их энергий непрерывен. Как известно, заряженная частица в плоскости, перпендикулярной направлению магнитного поля, движется по окружности с частотой вращения (циклотронной частотой, или гирочастотой)  $\omega_H = eH/mc$  ( $e$  и  $m$  — заряд и масса частицы,  $H$  — напряженность магнитного поля,  $c$  — скорость света). Заселенность энергетических уровней такими осцилляторами задается распределением частиц по поперечным относительно направления магнитного поля скоростям. Для функционирования космического циклотронного мазера необходимо преобладание осцилляторов с большими поперечными скоростями.

При наличии инверсии в этой системе развивается так называемая циклотронная неустойчивость, которая приводит к лавинообразным переходам заряженных частиц с верхних энергетических уровней на нижние и генерации стимулированного электромагнитного излучения. Но для функционирования мазера, помимо активного вещества, нужно иметь высокодобротную электродинамическую систему, обеспечивающую положительную обратную связь в генераторе. Технически эта

связь организуется с помощью зеркал, которые возвращают часть излучения в объем генерации. Родственный по физическим основам лабораторный аналог космических циклотронных мазеров — мазер на циклотронном резонансе — был разработан нижегородскими учеными в начале 60-х годов под руководством А.В.Гапонова-Грехова. Этот электронный прибор предназначался для генерации мощных электромагнитных сигналов в сантиметровом и миллиметровом диапазонах длин волн [1].

Интересно, что ученые столкнулись с эффектами циклотронного мазера еще в одной важной области физики плазмы — касающейся проблем управляемого термоядерного синтеза. В 1960 г. Р.З.Сагдеев и В.Д.Шафранов теоретически предсказали существование циклотронной неустойчивости в плазме, близкой по параметрам к плазме околосферного космического пространства. С точки зрения управляемого термоядерного синтеза циклотронная неустойчивость играла уже вредную (паразитную) роль, препятствуя накоплению горячей плазмы в магнитных ловушках пробочной конфигурации. Именно последний эффект оказался в первую очередь существенным в космическом циклотронном мазере как регулятор плотности потоков заряженных частиц высоких энергий, образующих радиационные пояса Земли.

### Космические атрибуты мазера

В природе, разумеется, циклотронные мазеры появились гораздо раньше, чем ученые создали их лабораторные аналоги. Однако потребность понять, как они функционируют в магнитосфере Земли, возникла лишь с началом эры космических полетов и открытием радиационных поясов Земли [2]. Оказалось, что наша планета окружена

кольцом очень горячей плазмы, состоящей из электронов и ионов с энергиями от ~10 кэВ до десятков МэВ. Эта область пространства, получившая название радиационных поясов, располагается на расстоянии от 2 до 6 радиусов от центра Земли (напомним, что радиус Земли  $R_0 \approx 6400$  км). Различают внутренний и внешний радиационные пояса, находящиеся, соответственно, на расстоянии 2—3  $R_0$  и 3.5—6  $R_0$ . Сразу возник вопрос: как формируются радиационные пояса и какую опасность они представляют для космических полетов? Этот вопрос находится в тесной связи с функционированием космического циклотронного мазера, поэтому мы начнем с анализа движения частиц в окрестности Земли.

На рис.1 схематически показана траектория движения отдельной частицы вдоль силовой линии магнитного поля Земли. Частица движется по спирали в соответствии с законом сохранения первого адиабатического инварианта

$$\mu = \sin^2\theta \frac{H_L}{H}, \quad (1)$$

где так называемый питч-угол  $\theta = (\mathbf{v} \wedge \mathbf{H})$ ,  $\mathbf{v}$  — скорость частицы, величина магнитного поля  $|\mathbf{H}| = H$  растет при движении от экватора к основаниям магнитной силовой трубки (магнитным пробкам),  $H = H_L$  — значение  $H$  на экваторе. Как видно из (1), отражение частицы происходит в точке, где  $\theta = \pi/2$  и  $H = \mu^{-1}H_L$ .

Спиралеобразно двигаясь вдоль магнитной силовой линии, заряженные частицы дрейфуют также поперек силовых линий по замкнутой поверхности, опоясывающей Землю, образуя в результате радиационный пояс.

Очень существенно, что точки отражения частиц с малыми поперечными скоростями попадают, согласно (1), в плотные слои атмосферы (высоты  $\leq 200$  км), где быстро теряют энергию в столкновениях с ней-

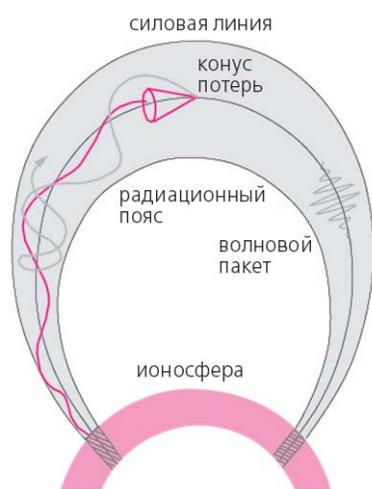


Рис. 1. Схема движения частиц в радиационном поясе. Частицы, скорость которых лежит внутри «конуса потерь» (цветная линия), остаются в плотных слоях атмосферы. Частицы со скоростями вне «конуса потерь» (линия со стрелкой) отражаются от «магнитных пробок» и захватываются геомагнитной ловушкой. Картина движения симметрична относительно экваториального сечения магнитной силовой трубки.

тральными частицами и уже не возвращаются в радиационный пояс. Количественно данная область в пространстве параметра  $\mu$  характеризуется конусом потерь, который отвечает неравенству:

$$\mu < \mu_c = H_i/H_0 \equiv \sigma^{-1}, \quad (2)$$

где  $H_0$  — величина  $H$  у поверхности Земли; величина  $\sigma \equiv H_0/H_i$  именуется пробочным соотношением.

Таким образом, магнитным ловушкам пробочной конфигурации органически присуща инверсия населенностей по поперечным скоростям: частицы с малыми поперечными скоростями отсутствуют. Но надо ответить на вопросы: откуда берутся электроны и ионы столь высоких энергий в радиационном поясе? Какие механизмы регулируют концентрацию этих частиц?

Дело в том, что в околоземном космическом пространстве действуют ускорительные механизмы, которые особенно интенсивны во время магнитных бурь. В первую очередь эти механизмы обусловлены электрическими полями, генерируемыми при взаимодействии солнечного ветра с магнитным полем Земли: поля ускоряют и переносят заряженные частицы во внутренние области магнитосферы, формируя радиационный пояс. Удивительным оказался тот факт, что полная концентрация частиц (как электронов, так и ионов) в радиационном поясе переставала расти, достигнув определенного значения, хотя ускорительные механизмы продолжали действовать. Это открытие не только породило фундаментальную физическую проблему — оно имеет и практическое значение. Обнаруженный эффект принципиально важен для безопасности космических полетов на околоземных орбитах, и для него решающее значение имеют процессы, происходящие в космических циклотронных мазерах. Но прежде чем переходить к анализу работы последних, остановимся еще на одной группе экспериментальных фактов.

## Говорит ближний космос

При измерениях электромагнитного излучения в звуковом диапазоне частот ( $0.1 \div 30$  кГц) были обнаружены сигналы естественного происхождения с аномально большой интенсивностью. Сигналы такой амплитуды не удалось связать с какими-либо известными источниками спонтанного излучения. По аналогии с привычной аббревиатурой СВЧ их назвали КНЧ (крайне низкочастотные,  $f \sim 0.1 \div 3$  кГц) и ОНЧ (очень низкочастотные,  $f \sim 3 \div 30$  кГц) излучения. Они повторялись регулярно и были тесно связаны с магнитными бурями. Продол-

жительность КНЧ и ОНЧ излучений достигала нескольких часов, а частотные динамические спектры демонстрировали большое разнообразие. На рис.2 приведены взятые из [3] примеры спектрограмм наиболее типичных сигналов: шипение (шумовое излучение), квазипериодическое излучение с периодами модуляции интенсивности  $10 \div 10^2$  с и дискретные эмиссии, представляющие собой последовательности узкополосных сигналов с растущей частотой и периодом следования  $0.1 \div 1$  с. В настоящее время ясно, что эти сигналы и динамика радиационного пояса Земли тесно связаны между собой. По существу КНЧ и ОНЧ излучения разных типов имеют общее происхождение как электромагнитные волны, которые генерируются в радиационном поясе благодаря мазерному механизму, а различные динамические спектры излучений суть следствие различных режимов генерации волн в этом мазере. КНЧ и ОНЧ излучения генерируются электронной компонентой радиационного пояса. В то же время сходные по динамическим спектрам сигналы были обнаружены в диапазоне так называемых короткопериодных геомагнитных пульсаций (частоты  $f \sim 0.1 \div 10$  Гц). Эти сигналы возбуждаются ионной (в основном протонной) компонентой радиационного пояса.

Следует заметить, что электродинамическая система рассматриваемого магнитосферного циклотронного мазера существенно отличается от его лабораторного аналога. Ведь наряду с радиационным поясом магнитосфера Земли заполнена гораздо более плотной холодной компонентой плазмы. Так, если концентрация собственно частиц радиационного пояса составляет  $n_{\text{рп}} \sim 10^{-3} \div 10^{-1}$  см $^{-3}$ , то плотность холодной компоненты достигает значений  $n_{\text{х}} \sim 10^2 \div 10^4$  см $^{-3}$ . Эта плазма существенно меняет характеристики участвующих во взаимо-

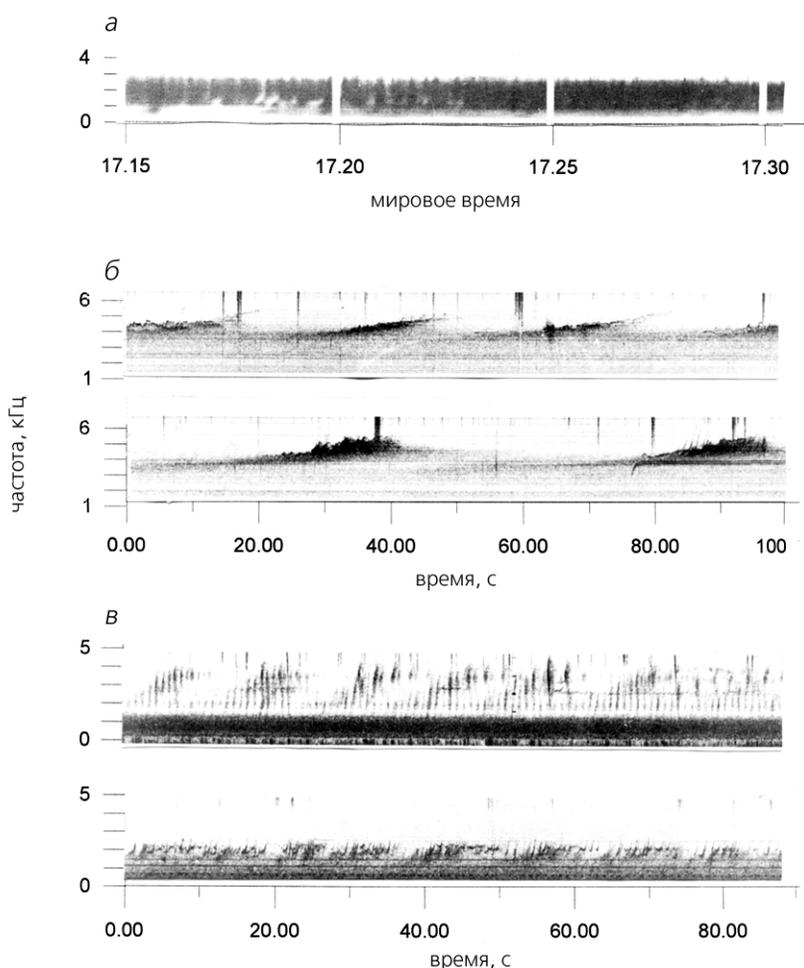


Рис. 2. Наиболее типичные спектрограммы КНЧ—ОНЧ сигналов, генерируемых в радиационном поясе Земли (степень почернения на плоскости частота—время характеризует интенсивность сигналов): а — хиссы (шумовые излучения); б — квазипериодические излучения; в — последовательность дискретных сигналов типа так называемых хоров, которые, как правило, регистрируются на фоне шумовых и квазипериодических излучений.

действии электромагнитных волн. Фазовая скорость таких волн становится много меньше скорости света, частота их — меньше гирочастоты соответствующих частиц (электронов или ионов), а магнитная компонента (по своему энергетическому вкладу) — много больше электрической. В ОНЧ—КНЧ диапазоне они эффективно взаимодействуют с электронами и получили название свистовых волн, или геликонов. В диапазоне короткопериодных геомаг-

нитных пульсаций это — альвеновские волны, которые эффективно взаимодействуют с ионами радиационных поясов. Важная особенность обоих типов волн состоит в том, что их групповая скорость практически мало отклоняется от направления магнитного поля. Итак, электродинамической системой в космическом циклотронном лазере, который реализуется в магнитосферах планет и звезд, является заполненная холодной плазмой магнитная

силовая трубка. Эта трубка упирается торцами в ионосферу в противоположных полушариях (области ионосферы, соединенные одной силовой линией магнитного поля, называются магнитосопряженными — см. рис.1). Данные области ионосферы служат зеркалами для свистовых и альвеновских волн, а плазма радиационного пояса выступает в качестве активного вещества.

### Немного о теории

Основы теории космического циклотронного лазера были заложены в работах одного из авторов данной статьи и его коллег (см. монографию [4]) и получили дальнейшее развитие при выполнении грантов РФФИ. Действие подобного лазера основано на циклотронном резонансе вращающегося в магнитном поле электрона с волной, когда частота вращения  $\omega_n$  совпадает с частотой волны  $\omega'$  в системе координат, движущейся вместе с электроном вдоль магнитного поля.

В лабораторной системе координат эта частота равна

$$\omega' = \omega_n + (\mathbf{k}\mathbf{v}_{\parallel}), \quad (3)$$

где  $\mathbf{k}$  — волновой вектор,  $\mathbf{v}_{\parallel}$  — компонента скорости электрона вдоль магнитного поля.

Инверсия населенностей по поперечным скоростям частиц радиационного пояса дает начало циклотронной неустойчивости, в результате которой малые возмущения электромагнитного поля на частоте (3) начинают экспоненциально нарастать. В пределах длины магнитной силовой трубки неустойчивость носит конвективный характер: волновой пакет свистовых (или альвеновских) волн распространяется вдоль магнитной силовой линии, усиливаясь из-за эффектов циклотронной неустойчивости в экваториальной области, где сосредоточены частицы радиационного пояса. Положительная обратная связь обеспе-

чивается частичным отражением волн от ионосферных зеркал. Порог генерации достигается при балансе усиления волн и потерь, который записывается в виде

$$\Gamma = |\ln R|, \quad (4)$$

где потери характеризует  $R$  — коэффициент отражения волн от ионосферы, а усиление —  $\Gamma = \gamma \tau_g$  — логарифмическое усиление волн при однократном прохождении радиационного пояса [4]. Здесь

$$\gamma = \frac{n_{\text{рп}}}{n_x} \omega_{\text{нл}}$$

— характерный инкремент циклотронной неустойчивости,  $\omega_{\text{нл}}$  — гирочастота в экваториальном сечении магнитной силовой трубки,  $\tau_g$  — время группового распространения волн между зеркалами. Порог преодолевается, когда начинают действовать источники частиц в радиационном поясе, приводящие к росту  $n_{\text{рп}}$ ; после этого интенсивность волн стремительно нарастает. Время нарастания определяется величиной, обратной инкременту неустойчивости  $\gamma$ , и в случае электронного радиационного пояса составляет доли секунд. Излучая, частицы теряют свою поперечную энергию, которая частично переходит в энергию продольного движения. Вследствие этого уменьшается питч-угол излучающих частиц  $\theta$ , из-за чего они начинают поступать в конус потерь — тем быстрее, чем интенсивнее поставляются новые частицы в радиационный пояс.

В итоге концентрация частиц там стабилизируется в среднем на уровне, соответствующем порогу генерации (4). Излишки частиц высоких энергий высыпаются в плотные слои атмосферы, обеспечивая тем самым передачу энергии от радиационного пояса верхней атмосфере. Какова же реальная динамика волн и частиц в космическом циклотронном мазере?

Наличие фоновой холодной плазмы не единственное отличие мазера, функционирующего в магнитосферах планет и звезд, от его лабораторного аналога. К нему добавляются сильная неоднородность магнитного поля, постоянно действующие источники, которые поставляют частицы в широком интервале энергий и питч-углов. Эти факторы определяют и особенности математического описания процессов. Широкое применение здесь получила известная в физике плазмы квазилинейная теория взаимодействия волн и частиц. Так, она достаточно хорошо подходит для описания взаимодействия широкополосных КНЧ и ОНЧ излучений с электронами радиационного пояса. В нашем случае эта теория учитывает два основных физических процесса: во-первых, диффузионное изменение питч-угла частицы  $\theta$  и ее попадание по данной причине в конус потерь и, во-вторых, самосогласованное изменение разности населенностей, влияющее на генерацию волн. Простейший вариант оказывается близким к двухуровневому приближению в теории оптических квантовых генераторов. Таким образом удалось объяснить целый ряд наблюдательных фактов, касающихся электронных радиационных поясов и КНЧ—ОНЧ излучений [4]. Среди них — стационарные и квазипериодические режимы высыпаний электронов радиационных поясов в ионосферу и сопутствующие им КНЧ—ОНЧ шипения (рис. 2, а, б). Остановимся на них чуть подробнее.

## Полярные сияния и другие всплески

О полярных сияниях в виде пульсирующих пятен на небе авроральных широт слышали, наверно, все. Экспериментальное исследование этого интересного явления свидетельствует: оптические пульсации вызы-

ваются высыпаниями электронов высоких энергий ( $\sim 10$ — $40$  кэВ) в верхнюю атмосферу. Географически они тесно привязаны к основанию вытянутого вдоль магнитного поля волокна с повышенной плотностью холодной плазмы. Пульсации непосредственно коррелируют со всплесками электромагнитных КНЧ излучений. Детальный теоретический анализ показал, что весь комплекс явлений обязан своим происхождением функционированию космического циклотронного мазера внутри волокна. Последнее играет роль высокодобротной электродинамической замедляющей системы, резко усиливающей эффекты циклотронного взаимодействия электронов радиационных поясов со свистовыми волнами. Источником активного вещества здесь служат электроны, которые ускоряются во время магнитных бурь на ночной стороне магнитосферы и затем в процессе магнитного дрейфа на утреннюю сторону пересекают волокна плотной холодной плазмы. Схема такого генератора (его естественно назвать проточным циклотронным мазером), изображена на рис. 3 [5]. Пульсации высыпаний электронов, вызывающие всплески оптического свечения атмосферы, обусловлены автоколебательным режимом работы мазера. Расчет этого режима вести уже в рамках более сложной модели, чтобы учесть нелинейный рост числа осцилляторов, участвующих в генерации волн [5].

До сих пор мы полагали, что прозрачность ионосферных зеркал остается постоянной. На самом деле под действием потоков высыпавшихся через «конус потерь» частиц высоких энергий происходит дополнительная ионизация ионосферы и ее прозрачность изменяется. Роль подобных эффектов особенно велика в случае ионного (протонного) космического циклотронного мазера, поскольку длина возбуждаемых в нем волн сравнима с толщи-

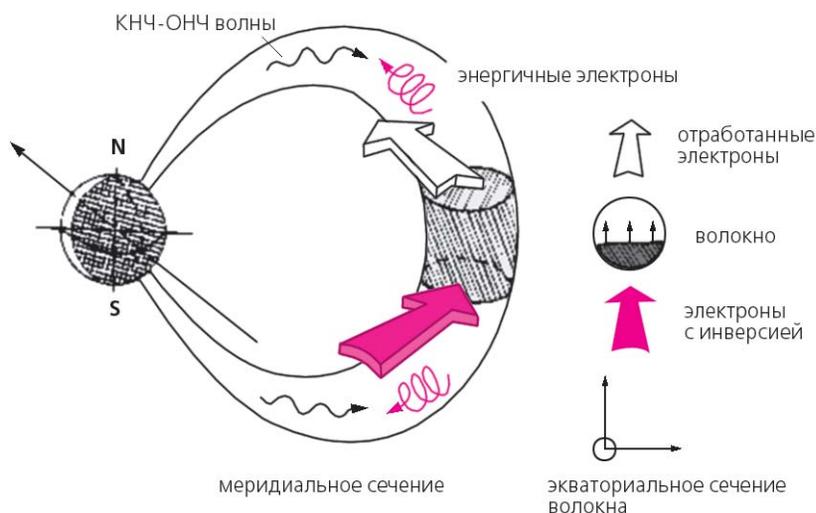


Рис. 3. Схема работы проточного космического циклотронного мазера. Электроны высоких энергий с инверсией населенностей входят в процессе магнитного дрейфа в область генерации (внутри волокна повышенной плотности). «Отработанные» электроны (без инверсии) выходят через противоположную стенку волокна.

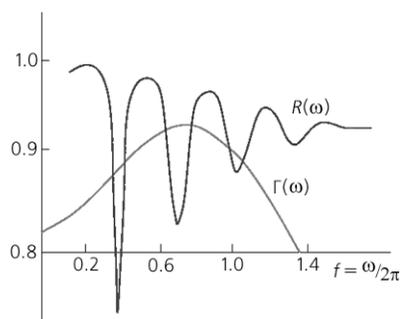


Рис. 4. Частотные зависимости модуля коэффициента отражения альвеновских волн  $R(\omega)$  от ионосферы и логарифмического усиления волн  $\Gamma(\omega)$  при однократном прохождении радиационного пояса в протонном мазере (мгновенная картина).

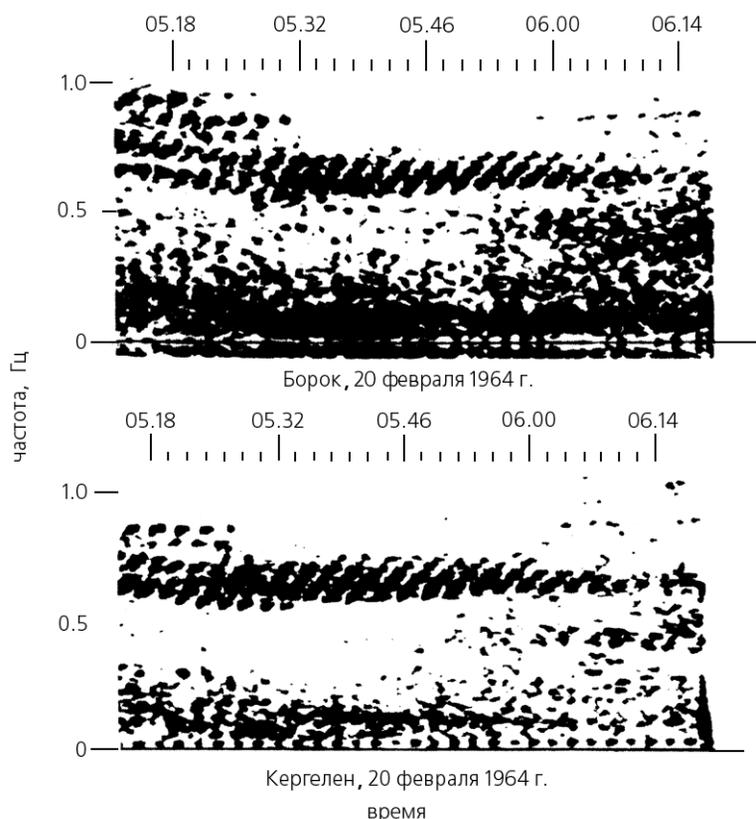


Рис. 5. Примеры динамических спектров в диапазоне короткопериодных геомагнитных пульсаций (Pc 1), которые удается объяснить на основе автоколебательного режима генерации в протонном мазере. Борок (Ярославская обл.) и Кергелен (Kerguelen — остров в южной части Индийского океана, владение Франции) — названия наблюдательных пунктов. Заметим, что эти пункты находятся в противоположных полушариях в окрестности одной и той же силовой линии магнитного поля (как говорят, они магнитно сопряжены)

ной ионосферы. При этом коэффициент отражения альвеновских волн от ионосферы  $R(\omega)$  как функция частоты носит ярко выраженный резонансный характер: на рис. 4 приведен пример такой зависимости для средних параметров ионосферы [4]. Там же изображена линия усиления  $\Gamma(\omega) = \gamma \tau_g$  для протонного мазера. Генерация будет происходить в узкой полосе вблизи частоты, где полное усиление  $\Gamma(\omega) - |\ln R(\omega)|$  максимально. Возникающая в процессе развития циклотронной неустойчивости дополнительная ионизация ионосферы приводит к смещению кривой  $R(\omega)$  относительно линии  $\Gamma(\omega)$ , а следовательно, к перестройке частоты генерации  $\omega(t)$ .

Как видно из рис. 4, при таком дрейфе  $R(\omega, t)$  относительно  $\Gamma(\omega)$  возможна ситуация, когда величина  $\Gamma - |\ln R|$  по мере возбуждения волн в космическом циклотронном мазере не уменьшается, а растет, пока максимум  $\Gamma(\omega)$  в процессе дрейфа кривой не встретится с ближайшим максимумом  $R(\omega, t)$ . Когда полное усиление мазера ведет себя подобным образом, последний переходит в автоколебательный режим пиковой генерации.

С данным режимом удастся связать широкий класс наблюдаемых короткопериодных геомагнитных пульсаций типа «жемчужины» в диапазоне Pс 1 (0.1–5 Гц — см. рис. 5).

## О недосказанном

Мы видим, что разработанная теория функционирования космического циклотронного мазера в магнитосфере Земли находит убедительное экспериментальное подтверждение. Удастся количественно объяснить самые разные типы электромагнитных излучений, которые приходят к нам из ближнего космоса. Космический циклотронный мазер играет ключевую роль в понимании динамики радиационного пояса Земли и количественной интерпретации процессов высыпания частиц высоких энергий в верхнюю атмосферу. Аналогичные процессы наблюдаются и в радиационных поясах других планет.

В то же время остаются очень важные и не понятые до конца проблемы объяснения тонкой структуры излучения. Новые подходы к их решению предло-

жены в работах [6–7]; они опираются на то, что в процессе развития циклотронной неустойчивости деформируется функция распределения электронов радиационных поясов, возникают движущиеся ступени — своеобразные ударные волны в фазовом пространстве скоростей. При этом возможны новые режимы генерации волн в космическом мазере, способные объяснить возникновение дискретных КНЧ—ОНЧ излучений, пример которых показан на рис. 2, в.

За пределами данной статьи остались и чрезвычайно интересные новые приложения теории к таким объектам, как активные области в солнечной короне и атмосферах звезд. Условия существования плотной плазмы, которые там реализуются, радикально меняют динамику мазера, приводя к возникновению взрывных явлений в генерации волн и обмену энергией между горячей и холодной компонентами плазмы [8]. Но об этом — как-нибудь в другой раз. ■

**Работа поддержана Российским фондом фундаментальных исследований. Проект 99-02-16175.**

## Литература.

1. Гапонов-Грехов А.В., Петелин М.И. Мазеры на циклотронном резонансе // Наука и человечество. М., 1980. С.283–290.
2. Тверской Б.А. Динамика радиационных поясов Земли. М., 1968.
3. Helliwell R.A. Whistlers and Related Ionospheric Phenomena. Standford, 1965.
4. Беспалов П.А., Трахтенгерц В.Ю. Альвеновские мазеры. Горький, 1986.
5. Demekhov A.G., Trakhtengerts V.Y. // Journal of Geophysical Research. 1994. V.99. P.5831–5841.
6. Trakhtengerts V.Y. // Journal of Geophysical Research. 1995. V.100. P.17205–17210.
7. Демехов А.Г., Трахтенгерц В.Ю. // Изв. вузов. Радиофизика. 2001. Т.44. №1–2. С.111–126.
8. Трахтенгерц В.Ю. // Изв. вузов. Радиофизика. 1996. Т.39. С.699–712.

# Олень с роковым запахом

В.И.Приходько

Разведением животных человек занимается с древних времен, однако в наши дни содержат их в неволе не только ради мяса, молока, шерсти и т.д., но и для того, чтобы попытаться сохранить редкие, исчезающие с планеты виды. Задача эта лежит в основном на зоопарках и специальных питомниках — своего рода зоологических банках. Не случайно только с 1946 по 1972 г. число зоопарков в мире возросло в три раза, наиболее крупные из них — Пражский, Джерсийский, Слимбриджский... Для оленя Давида, гавайской казарки, белого орикса, лошади Пржевальского и некоторых других видов они стали последним убежищем.

Несмотря на значительные успехи в разведении животных, специалисты столкнулись и с большими трудностями. Оказалось, что существует группа копытных, которых очень сложно содержать даже в питомниках: по тем или иным причинам, попав в непривычные условия, они вскоре гибнут или утрачивают способность к размножению. К числу столь «капризных» животных относится небольшое парнокопытное — кабарга, которую систематики выделяют в отдельное семейство Moschidae. Обитает



*Владимир Иванович Приходько, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории поведения и поведенческой экологии Института проблем экологии и эволюции им.А.Н.Северцова РАН. Область научных интересов — систематика, экология, поведение, биокоммуникация и охрана кабарги.*

она лишь в горно-таежных лесах Азии — от Вьетнама до Якутии (Верхоянска). Издревле кабарга — промысловый вид, добывают ее не ради мяса, которое, кстати сказать, обладает весьма неприятным запахом, а из-за мускуса — пахучего секрета мускусных желез. Она имеется только у самцов и используется в брачный период для индуцирования эструса самок. Кабарожий мускус упоминается в сочинениях древних арабских врачей. Греки и римляне использовали его при изготовлении благовонных мазей. Громкая слава мускуса как эффектив-

ного лечебного препарата впоследствии привлекла внимание и тибетских медиков. С тех пор началось истребление кабарги, что не раз могло привести к ее исчезновению на всей территории обитания, — не случайно кабаргу называют «оленьем с роковым запахом». Более того, еще в 20-м столетии в Европе, где мускус не пользовался популярностью в качестве медицинского препарата, ему нашли неожиданное применение в парфюмерной промышленности. Было установлено, что при добавлении мускуса в духи (например, «Chanel №5»)

© В.И.Приходько

стойкость их запаха повышает-ся в несколько раз. Это обстоя-тельство еще более усугубило положение вида и подстегнуло к круглогодичной добыче жи-вотных, порой варварскими ме-тодами — петлями и ловчими ямами.

Неограниченный спрос на мировом черном рынке на натуральный мускус создавал реальную опасность истребления вида. Это стало одной из причин, по которой в 1973 г., по инициа-тиве Международного союза охра-ны природы (МСОП), 119 стран (включая Российскую Фе-дерацию) подписали Конвенцию о международной торговле видами дикой фауны и флоры, находящимися под угрозой ис-чезновения (Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora — CITES). Кабарга была включена в Приложение №2 CITES. Теперь для вывоза животных за рубеж необходимо получение экспортного разрешения-лицензии как в национальном, так и междуна-родных административных ор-ганах. Однако ни международные правовые документы, ни за-несение подвидов кабарги в Красные книги, ни организа-ция заповедных территорий не спасают кабаргу от браконьеров. Так, в Китае численность попу-ляций вида с 1980 г. сокращается на 50% через каждые пять лет. В Индии, Непале и Пакистане ка-барга встречается лишь в национальных парках и занесена в «Красную книгу МСОП» как исчезающий вид. В России кабарга к концу XX в. утратила промысловое значение, а ее численность из-за неконтролируемого промысла упала до опасного уровня (50—60 тыс. особей). Из четырех подвидов, обитающих на территории нашей страны, сахалинский подвид занесен в «Красную книгу России». Численность дальневосточного и верхоянского подвидов стала критической, что требует принятия срочных охранных мер по их спасению. Несколько уникальных популяций сибирского

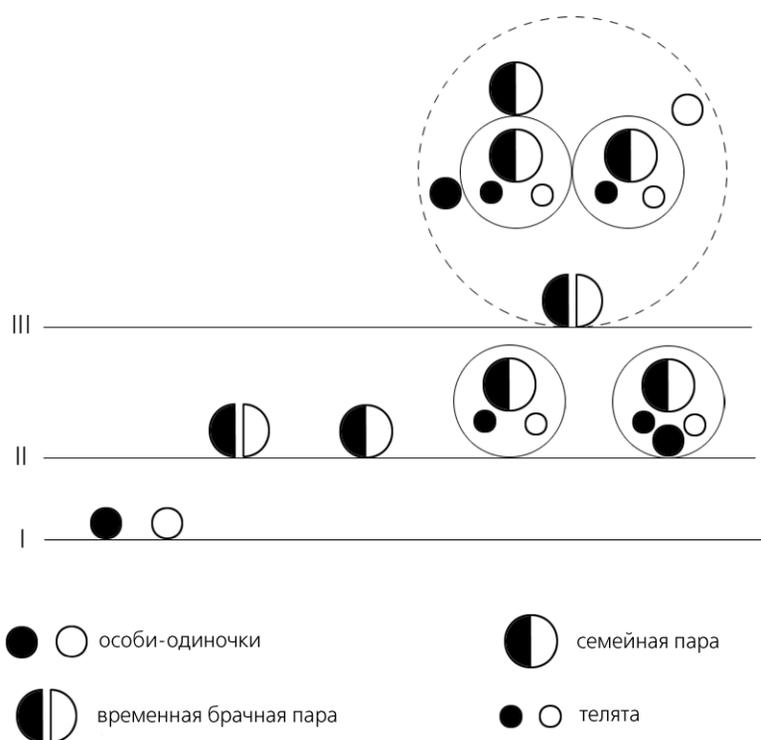


Взрослые самец (вверху) и самка.

подвида почти полностью истреблены за последние 10 лет. Таким образом, неуклонно расту-щая потребность в мускусных железах (кабарожьих струях) привела к прогрессирующему сокращению численности ка-барги в пределах всего ее ареала.

Судя по всему, для сохране-ния кабарги в составе мировой фауны явно недостаточно огра-ничить промысел и наладить

охрану в природе, необходимо научиться разводить ее в нево-ле. Это позволило бы создать за-пас представителей этого вида для продажи, обмена, получения мускуса и даже для реинтродук-ции кабарги в ее исконные мес-тообитания. Такая стратегия очень важна еще и потому, что помогает сберечь отдельные подвиды и популяции в естест-венных условиях.



**Социальная структура группировки кабарги на Алтае (1985).**

Такая структура представлена тремя уровнями (I—III): первый — составляют особи-одиночки; второй — образован временной брачной парой, семейной парой, семейной группой с телятами и такой же группой с самцом-спутником; третий уровень уже представляет собой сложную внутривидовую группировку. Черная заливка — самцы, светлая — самки.

Впервые разведением кабарги занялись на Алтае еще в XVIII в. — в период ее массового истребления в России. Животных даже попытались экспортировать в Европу. Так, А.Брэм сообщал, что с 1772 г. кабаргу три года везли в Париж, и после этого она еще три года прожила в неволе. В Лондонский зоопарк кабарга впервые попала в 1869 г., но погибла спустя семь месяцев. Позднее несколько животных этого вида привезли и выпустили в имении герцога Бедфордского Уоберн-Эбби (Великобритания), которое прославилось восстановлением поголовья оленя Давида. В полувольных условиях кабарга начала размножаться, однако и там не прижилась, и вскоре все животные погибли. Фермовое разведение кабарги впервые было налажено

в Алтайском заповеднике, где еще до Великой Отечественной войны создали специальный питомник для разработки метода отбора мускуса у живых самцов. К сожалению, тематика по кабарге вскоре была закрыта, а всех животных передали в Московский зоопарк. В 60-е годы опыты по разведению кабарги были продолжены в заповеднике «Столбы», но и здесь они закончились неудачей из-за гибели самцов. В Китае кабаргу стали разводить на фермах с 1958 г. В настоящее время в этой стране уже существует более 12 крупных и несколько небольших ферм при сельскохозяйственных коммунах, а общая численность животных в питомниках достигает 2 тыс. особей. Организованы фермы также в Индии, Непале, Монголии и Бутане.

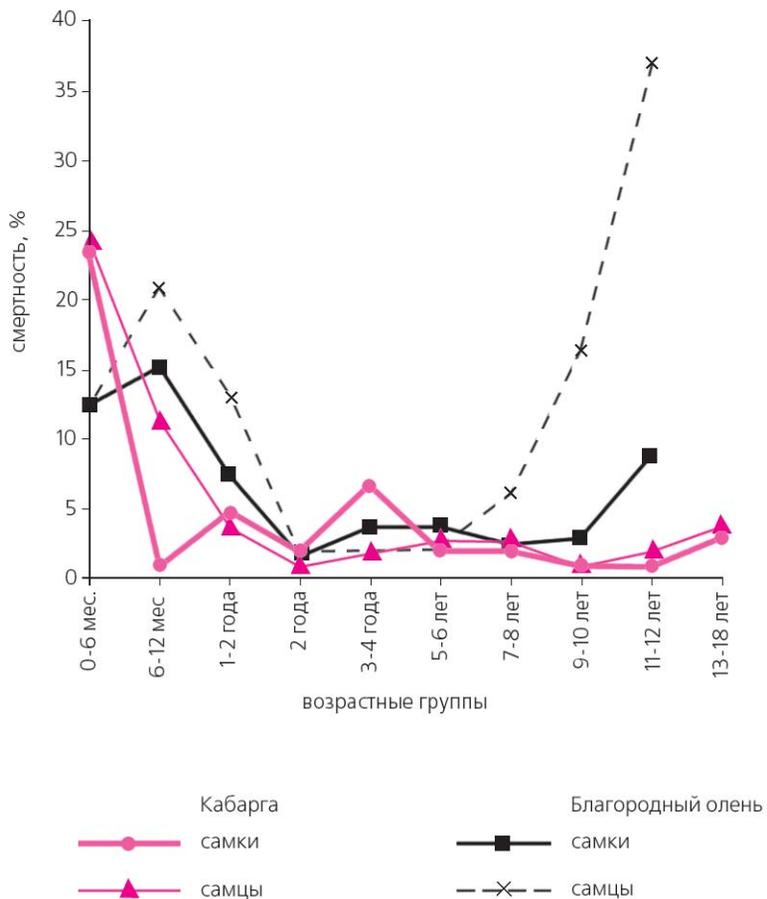
На научно-экспериментальной базе «Черноголовка» в 1976 г. была построена ферма, куда завезли двух самцов и трех самок, от которых на следующий же год получили первый приплод. За все время существования фермы здесь родилось в неволе более 200 телят, среди которых уже есть особи седьмого поколения.

Основные трудности разведения были связаны с недостаточным знанием экологии и этологии кабарги, а также с неправильным выбором места для вольеры. По нашим наблюдениям, для кабарги, как ни для какого другого животного, важно, чтобы условия в неволе были максимально приближены к естественным (напомним, в природе кабарга обитает в горно-таежных лесах). В связи с этим в вольерах обязательно должны быть участки темнохвойного леса с ветровальными деревьями, а под пологом — заросли кустарников и поляны с травостоем. Деревья хвойных пород в верхнем ярусе создают для животных тенивые условия, крайне необходимые для снятия стресса. Кустарники или высокий травяной покров в нижнем ярусе служат не только укрытиями, но и источником корма. Более того, в подстилке темнохвойного леса содержится специфический набор почвенных микроорганизмов, входящих в состав кишечной микрофлоры, который телата должны получить в первые же дни жизни. В вольеры необходимо включать скалы, заменить которые можно деревянными платформами, устроенными на высоте 2.5 м под кронами деревьев, где животные могли бы укрыться от надоедливого гнуса. Оптимальная площадь территории вольера для содержания одной пары животных должна составлять 0.5 га, минимальная — 0.1 га. В небольших по площади вольерах следует содержать животных, которые хорошо адаптированы к условиям неволи и выдерживают присутствие человека на расстоянии 9—17 м.

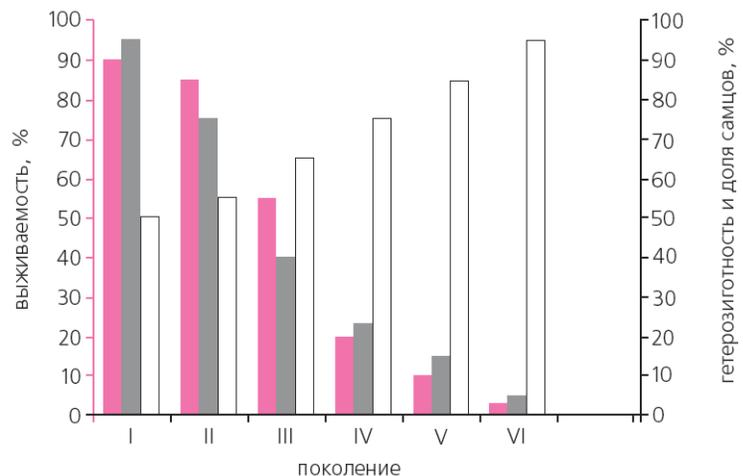
При разведении кабарги в неволе важно учитывать особенности ее социального поведения и структуру природных популяций, которые обычно представлены особями-одиночками, неустойчивыми брачными парами, простыми семьями, семейными парами и семейными группами. В целом они образуют многоуровневую иерархическую систему, основу которой составляют семейные группы из пары взрослых особей (территориального самца и самки) и молодняка текущего года. Иногда к ним могут дополнительно примкнуть одна-две самки и молодой самец-спутник, занимающий, как правило, подчиненное положение в группе, но выполняющий важную территориальную функцию — он метит семейный участок площадью от 55 до 320 га и изгоняет с занятой территории молодых особей.

Чтобы добиться размножения кабарги в неволе, как нам удалось выяснить, животным необходимо содержать семейными парами — в одной вольере должны находиться только самец и самка. В исключительных случаях (при большой площади вольеры и наличии на ее территории хороших защитных условий) семейную пару можно дополнить еще одной самкой, но ни в коем случае нельзя кабаргу содержать целым стадом — с этим, видимо, связаны неудачи в ее разведении в других питомниках. Ежегодно в апреле годовалых телят, как самцов, так и самок, следует отсаживать от родителей и помещать в другие вольеры для формирования новых пар, что способствует, как выяснилось на практике, выживанию детенышей.

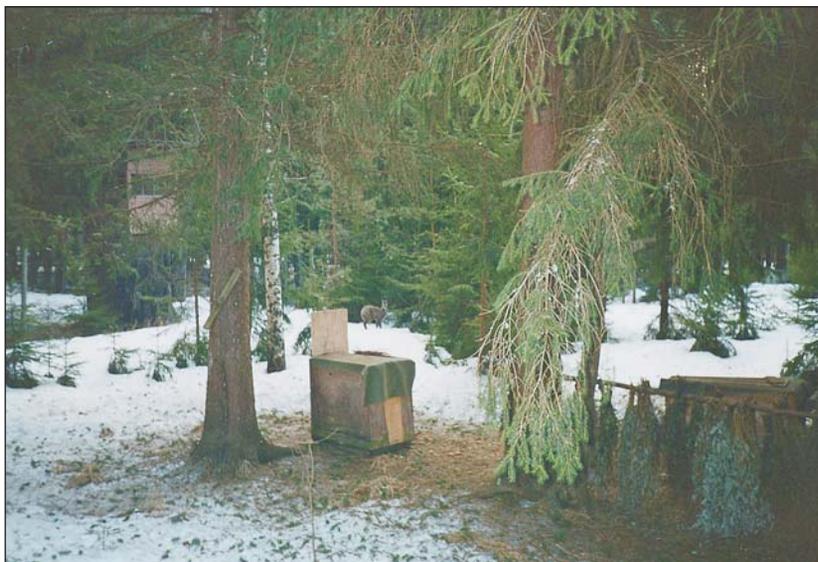
Примечательно, животные разного возраста характеризуются неодинаковым уровнем выживаемости. Даже в экспериментальных условиях, где влияние хищников исключено, чаще погибают телята в первые шесть месяцев жизни, причем как самцы (24.3%), так и самки (23.4%).



Смертность кабарги (данные автора, n = 107) и благородного оленя [3] разного пола и возраста.



Выживаемость (показано цветом) телят кабарги в разных поколениях в зависимости от гетерозиготности (серые столбики) экспериментальной группировки (белые столбики — доля самцов, n = 134 телат).



Вольтера кабарги на биостанции в Черноголовке.



Самка на деревянной платформе.

В возрасте от 6 до 12 месяцев более уязвимы телята-самцы, а в период наступления половозрелости процент смертности выше у самок (6.6% по сравнению с 4.6% у самцов). Основные причины гибели самцов и самок в этот период — травмы, нанесенные при драках во время освоения ограниченной территории, неблагоприятные роды и простудные заболевания.

Высокая смертность (8.4%) была отмечена также среди самок в возрасте активной репродукции — с 3 до 6 лет. Старые животные и особи преклонного возраста характеризуются умеренными темпами отхода, которые компенсируются молодыми, в основном годовиками.

При детальном анализе динамики численности за 23-летний период в эксперименталь-

ной группировке выявились весьма существенные демографические закономерности в смертности кабаржат в возрасте до шести месяцев. В качестве особей-основателей были использованы дикие животные разного возраста. По численности и половому соотношению исходная экспериментальная группа вполне соответствовала основным характеристикам внутрипопуляционной группировки кабарги в природе. В первом поколении большинство телят погибло в первые две недели жизни, что мы связываем со стрессом, который испытывали дикие животные, попав в условия неволи, где была нарушена социальная структура состава групп. Спустя три года смертность среди телят, рожденных от самок первого поколения, была минимальной. В последующих поколениях ювенильная смертность постепенно повышалась, что связано с высоким уровнем инбридинга у размножающихся особей. Снижение гетерозиготности в результате длительного инбридинга определялась косвенным методом — по наличию в приплоде телят со светлым типом окраски, который обусловлен присутствием рецессивных аллелей [1].

Итак, выживание малых по численности групп в неволе очень чувствительно к изменениям двух параметров — жизнеспособности молодняка и относительного генетического груза. Уже во втором поколении инбридинг увеличивает гомозиготность особей и действует как крайне неблагоприятный фактор. В результате постоянного и длительного близкородственного скрещивания снижается воспроизводство за счет увеличения смертности и отчасти потери репродуктивных свойств у самок. Низкие жизнеспособность телят и плодовитость самок сопровождаются также изменением соотношения в приплоде самок и самцов в пользу последних.

Изменение соотношения полов у млекопитающих при инбридинге объясняется тем, что мужская X-хромосома всегда гемизиготна — независимо от степени близкородственного спаривания. Женская же пара X-хромосом увеличивает гомозиготность при росте уровня инбридинга, поэтому доля самцов среди выживающего молодняка, как правило, растет. Сдвиг в соотношении полов свойствен практически всем млекопитающим при увеличении близкородственных спариваний.

На основании данных, полученных в экспериментальных условиях, установлено, что уровень воспроизводства и степень гетерозиготности наиболее сильно снижаются между вторым и четвертым поколениями. Выжившие особи отличаются пониженной приспособленностью к климатическим факторам и закономерными изменениями в окраске и поведении. Следовательно, жизнеспособность и другие аспекты приспособленности уменьшаются пропорционально степени генетических изменений, которые в свою очередь связаны обратной зависимостью с размером групп кабарги.

Репродуктивные и генетические характеристики группировок важны для сохранения минимальных жизнеспособных популяций редких и исчезающих подвидов кабарги. В практике охотничьего хозяйства необходимо поддерживать в популяциях полиморфизм, избегать пространственной изоляции и не допускать резкого снижения численности. Вместе с тем нельзя отдавать преимущества лишь одной какой-то модели управления, поскольку все эти факторы тесно связаны с гетерозиготностью популяций. Чтобы избежать инбридинга при разведении кабарги в неволе, надо использовать специальные схемы для скрещивания животных, а также брать в качестве особей-основателей диких зверей.

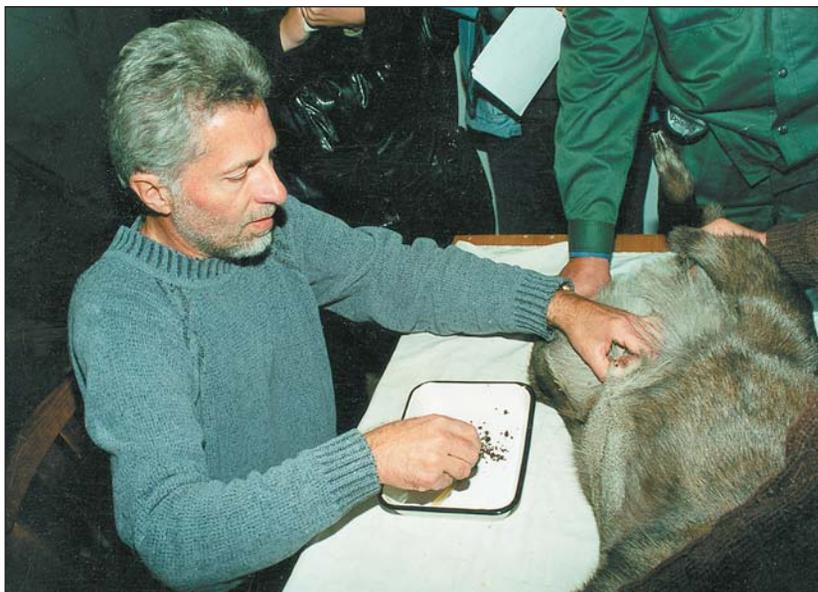


Теленок на третий день жизни.

Пары для размножения подбираются по уровню внутривидовой агрессии каждого партнера и наличию у животных реакции страха на человека. Долговременные семейные пары формируются из взрослого самца и молодой самки, поскольку у особей разного возраста, как правило, легче устанавливаются «дружеские отношения», что чрезвычайно важно для образования устойчивых пар. Замечено также, что первенство в освоении территории в вольере должно принадлежать самке, поэтому подсаживать самца-партнера к самке можно лишь спустя пять-семь дней после того, как она освоила новую вольеру. В таких формирующихся парах, хотя самец и доминирует над самкой, агонистические взаимодействия между будущими партнерами редки и никогда не заканчиваются драками. При длительном разведении кабарги в неволе отбор животных необходимо вести на снижение реакции страха, поскольку с пугливыми животными трудно работать, а кроме того, в результате стресса они отказываются выкармливать и выращивать детенышей.

Успех в разведении кабарги также зависит от правильно подобранного рациона питания. В природе она питается в основном эпифитными и наземными лишайниками (зимой их доля достигает 99% от съеденного корма). В бесснежный период кабарга поедает листья кустарников и деревьев, а также многие травянистые растения и грибы. В условиях фермы привычный для кабарги корм можно заменить или дополнить зерновыми, свежими и сухими фруктами. Так, суточный рацион наших подопечных состоит из 250 г лишайника, 250 г овсяной крупы, 150 г свежих яблок или сухофруктов, веника из свежих (зимой сухих) веток деревьев и кустарников трех-четырех видов и пучка свежей травы четырех-пяти видов. В качестве минеральной подкормки можно использовать каменную соль-лизунец или глину, смешанную с грубой солью. В летний период, особенно во время жары, кабарга ежедневно выпивает до 0.7 л воды, а зимой поедает снег.

Препуциальная (мускусная) железа начинает секретировать мускус, когда самцы кабарги до-



Автор демонстрирует технику отбора мускуса участникам семинара.



Натуральный мускус, полученный прижизненным методом.

стигают половозрелости (т.е. с двухлетнего возраста), и активно функционирует до 11 лет. Секрет мускусовой железы представляет собой творогообразную массу темно-коричневого или черного цвета. По мере накопления в мешочке железы мускус может приобретать структуру уплотненных гранул размером до ореха лещины. Такой мускус ценится выше всего, поскольку обладает наибольшим лечебным эффектом. К концу XIX в. его стоимость была равна половине веса железы в золотом исчислении — за одну кабарожью струю весом 30 г купцы платили от 6 до 15 руб. золотом. Стоимость мускуса в 1974 г., экспортированного из Непала в Японию, стала уже вчетверо дороже золота. В настоящее время его цена на черном рынке составляет от 20 до 24 тыс. долл. за 1 кг мускусных желез.

По нашим данным, мускус пополняется в железе в основном с мая по июль. Для его отбора нет необходимости убивать самца, как это делают охотники. Раньше ошибочно полагали, что мускус легко добыть, слегка надавив на мешочек, однако это часто приводит к разрыву оболочки железы, затем воспалительному процессу и в итоге к гибели животного. В Китае и Индии мускус отбирали хирургическим методом под местной анестезией. В результате процедур гибло до 70% самцов, поэтому специалисты вынуждены были отказаться и от этого способа. Теперь перед выдавливанием мускуса предварительно вводится в мешочек серебряный шпатель с желобом, по которому и выводится секрет железы наружу.

Мы отказались от всех этих способов получения мускуса и разработали новый метод, который не приводит ни к гибели самца, ни к травмам железы. Животных отлавливают стационарными ящичными ловушками, что исключает выработку у животных оборонительной реакции на человека как на

опасный стимул. Для привлечения кабарги в ящик-ловушку используется пищевая приманка — лишайник или зерно. пойманный зверь перегоняется в иммобилизационный бокс, конструкция и размеры которого не позволяют двигаться животному. Затем самца усыпляют с помощью инъекции ксилазина в комбинации с кетаминном. Иммобилизация и сон длятся в среднем 40 минут, а полное восстановление двигательной активности зверя наступает через четыре-пять часов. После отбора мускуса обездвиженный самец передерживается все это время в специальном боксе. Не лишним будет повторить, что ни один самец, участвующий в опытах, не погиб и не был травмирован.

Морфологическое строение препуциальной железы позволяет извлекать мускус из ее полости механическим способом. Для извлечения мускуса мы используем специально изготовленную кюретку, схожую с кухонным половником, но с диаметром ковшика 4—5 мм. При извлечении секрета железы оператор осторожно погружает кюретку через входное отверстие в глубь мешочка железы, затем захватывает и извлекает ковшиком порцию мускуса. Отбор мускуса проводят два человека: оператор извлекает мускус, помощник фиксирует (удерживает) заднюю ногу самца в приподнятом положении. Такой способ нетрудоемок и требует мало времени (на одного самца затрачивается от 15 до 27 мин). Хранить мускус надо в полиэтиленовом пакете или

стеклянной колбе с притертой пробкой и в холодильнике. Отбор мускуса может проводиться не чаще одного раза в год и желательно в августе—сентябре, когда заканчивается его секретирование и относительное усыхание в мешочке железы. От одного самца кабарги можно ежегодно получать 5—11 г чистого натурального мускуса, что эквивалентно весу железа от убитого зверя.

Создавать фермы благоразумно в сибирских и дальневосточных регионах, где ресурсы многих природных популяций почти уничтожены. Здесь содержание животных не требует затрат на закупку лишайникового корма. Наиболее рентабельны небольшие фермы с численностью 20—25 особей. При сравнительно небольших затратах суммарная численность кабарги в неволе может быть доведена до тысячи голов. Продукция ферм могла бы частично обеспечить внутренний рынок мускусом и оградить диких животных от дальнейшего истребления.

По нашему мнению, получать мускус от живых самцов можно и в природе, но для этого необходимо наладить щадящий метод отлова кабарги. Отбором мускуса могли бы заниматься охотники, прошедшие специальную стажировку на ферме в Черноголовке. Сбыт полученной продукции возможен лишь после разработки стандарта на натуральный мускус и теста на его «чистоту» для определения наличия в нем возможных искусственных наполнителей. Сбор мускуса в природе должен

вестись обязательно на лицензионной основе. У предлагаемого метода немало преимуществ. Прежде всего охотник не вкладывает средства в строительство вольер и содержание животных в неволе. Во-вторых, этот метод способствует эффективной охране кабарги, так как каждый охотник заинтересован в поддержании высокой численности животных на закрепленном охотничьем участке. Такой «промысел» содействует повышению уровня благосостояния местного населения, среди которого уровень безработицы в настоящее время очень высок, а заработная плата низка.

Обо всем этом шел разговор на Первом Российском обучающем семинаре по проблеме фермового разведения кабарги, проходившем в Черноголовке в сентябре 2001 г. Накопленный здесь опыт, безусловно, уникален и должен послужить примером будущей стратегии щадящего использования ресурсов вида. На базе фермы в Черноголовке планируется продолжить работу по передаче положительного опыта и технологий разведения кабарги в неволе специалистам охотничьих, общественных, государственных организаций и гражданам России. Только новые подходы к эксплуатации ее ресурсов и активная природоохранная деятельность общественности могут спасти этот древний вид от полного истребления. ■

**Работа выполнена при поддержке Института устойчивых сообществ (США). Проект 017GR7/ISC-ROLL2001.**

## Литература

1. Соколов В.Е., Приходько В.И. // Изв. РАН. Сер. биол. 1998. №1. С.37—46.
2. Сеннер Д. Инбредная депрессия и выживание популяции в зоопарках // Биология охраны природы. М., 1983. С.238—254.
3. Clutton-Brock T.H., Guinness F.E., Albon S.D. Red deer: behavior and ecology of two sexes. Edinburgh, 1982.

# Страна Лабунцовития

## Минералогическая сказка

Р.К.Расцветаева

Разнообразен мир минералов — и не только по внешнему виду, но и по внутреннему устройству. В прошлом году мы рассказали о строении кристаллов эвдиалита\*. Совсем по-другому устроен минерал лабунцовит: главное в его структуре не кольца из тетраэдров, а колонки из октаэдров. Специалисты научились раздвигать такие колонки, помещая между ними крупные атомы или даже группы атомов. А природа пошла другим путем и добилась того же, изгибая их в виде буквы S. Об особенностях лабунцовитов с прямыми и изогнутыми колонками мы и расскажем в нашей новой истории.

### Пролог

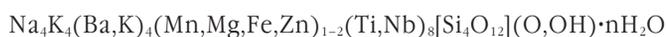
Слава о великолепии дворцов царя Эвдиалита разлетелась далеко за пределы страны Эвдиалитии и достигла слуха царя Лабунцовития. Решил царь Лабунцовит у себя тоже дворец построить — не хуже Эвдиалитового. И даже лучше: чтобы колонны были не такие короткие (из одного октаэдра), а подлиннее, и не из какого-то там циркония, а из дефицитного ниобия, который и по-

\* См.: Расцветаева Р.К. Царь Эвдиалит и его династия // Природа. 2000. №4. С.63—66.



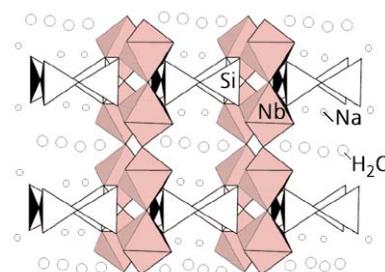
**Рамиза Кераровна Расцветаева**, доктор геолого-минералогических наук, ведущий научный сотрудник Института кристаллографии им.А.В.Шубникова РАН. Специалист в области структурной минералогии.

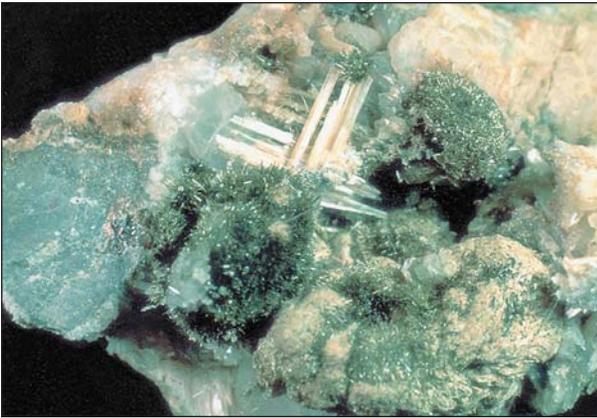
лабунцовит



валентнее и подиковиннее будет. Сказано — сделано. Позвал Лабунцовит мастеров и велел приниматься за работу. А те и рады стараться: знай себе ставят октаэдры друг на друга... Колонны аж до неба вытянулись — конца и края не видать. Да вот беда: на колонны ставить-то нечего. Все кольца — тройные, девятые, шестерные — пошли на строительство дворцов Эвдиалита. Остались одни четверные кремнекислородные. Натянули их на четыре колонны ниобиевые, а что делать дальше — неясно: пол и потолок готовы, а стены нет. Попробовали посмотреть с другой стороны, стены есть,

да ни пола, ни потолка не видно. Как ни смотри — во дворце никаких комнат — одни узкие коридоры на три стороны тянутся. А по ним бродят натрии по колесу в воде. Словом, не дворец, а **ненадkevичит** какой-то.





Решетчатый двойниковый сросток корунда (кремовато-белые призматические кристаллы длиной до 5 мм) в зеленом игольчатом эгирине и бесцветном альбите. Гора Аллуйв Ловозерского массива (Кольский п-ов).



Лабунцовит-Mn (оранжевые призматические кристаллы длиной до 1.5 мм) в полости альбитизированного эвдиалит-мурманитового луврита. Гора Флора Ловозерского массива (Кольский п-ов).

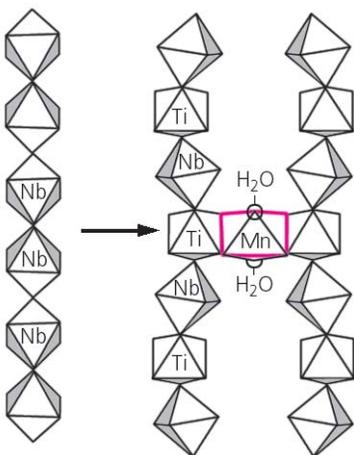
Из коллекции И.В.Пекова. Фото Н.А.Пековой

## Серия первая

Думал-думал Лабунцовит и решил объявить конкурс на лучший проект дворца. А тут главный мафиози, марганец, спасаясь от правосудия, сбежал из Эвдиалитии и попросил политического убежища у царя Лабунцовита. Принял царь беглеца, а взамен потребовал обустроить дворец. Хоть хитрец марганец и прикинулся большим знатоком архитектуры, но строить ничего не умел. Ухватился он за две колонны и потянул на себя. Колонны зашатались и погнулись, октаэды аж посыпались. Но марга-

нец быстренько залатал дыры: одолжил в Аллуйвитовом дворце титановые октаэды (которые на складе завалялись) и поставил их вперемежку с ниобиевыми как попало — вкривь и вкось. А изумленному царю заявил, что так даже лучше стало: колонны, дескать, были слишком прямые и однообразные, а теперь очень даже живописные. А чтобы не торчать на виду у всех в голом квадрате, пристроил по обе стороны по молекуле воды и стал жить-поживать в октаэдре. Квартирка, правда, сыроватая получилась, да выбирать не из чего — других-то во дворце нет.

Решил царь Лабунцовит выпрямить колонны и выписал из страны Эвдиалитии богатыря стронция. Богатырь с трудом втиснулся в квадрат, расправил могучие плечи, колонны закрипели и слегка раздвинулись — так, что квадрат пришелся ему как раз впору. Без труда дотянулся стронций до четверных колец и оказался в уютных апартаментах — просторных и сухих. А вот с колоннами дело дальше не пошло: то ли что-то заело, то ли проржавело (ведь вода кругом). Сколько он ни пытался, колонны так и не выпрямились. Не оправдал царских надежд богатырь и остался без обещанного вознаграждения. Да еще и персоной нон грата был объявлен и выдворен из страны. Но народ наш испокон веку любит и чтит богатырей. Вот и остался стронций в памяти народной, да в названии минерала — **лабунцовит-Sr**.



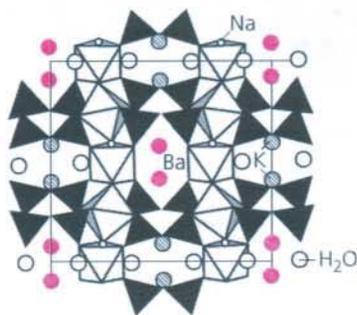
## Серия вторая

Надоело марганцу подпирать колонны, и, выбрав момент, он сбежал, прихватив из казны пару милл... — простите — молекул воды. Разгневанный царь велел догнать беглеца и казнить. Да где там! Ищи ветра в поле. Говорят, угнал ковер-самолет — и был таков. Хорошо хоть — калий не пострадал, который по соседству по другую сторону колонны проживал. Только кривые колонны да пустой квадрат между ними и остались...

## Серия третья

Чтобы хоть какую-то пользу извлечь из недостроенного дворца, решил царь сдавать его в аренду. Конечно, в квадрат мало кто мог влезть, но зато рядом

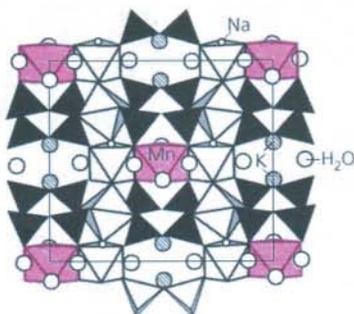
с ним, где раньше молекулы воды располагались, даже солидный калий разместился со всеми удобствами. Его резиденцию **леммлейнитом-К** окрестили. А когда однажды важный барин барий в гости пожаловал, то дворец тотчас в **леммлейнит-Ва** переименовали.



### Серия четвертая

Напрасно старался царь Лабунцовит удлинять колонны: не могут его дворцы сравниться с Эвдиалитовыми по размеру. Даже самый большой — **органоваит** — едва дотягивается до середины обычного Эвдиалитового (а с небоскребами и сравнивать не приходится). Но и такие строения свои достопримечательности имеют — кривые колонны. Что там Пизанская башня? Она наклонилась в одну сторону и то вот-вот рухнет, а эти в обе стороны заваливаются и хоть бы что (видать, хорошо заржавели). Туристы со всех концов света понаехали поглазеть на чудо-колонны. Заживала жизнь в стране Лабунцовитии. И царь доволен: «А ведь неплохим парнем оказался марганец со своей сумасбродной идеей. Может, даже и полезно время от времени дворцовые устои расшатывать...» И повелел Лабунцовит назвать тот дворец, где марганец когда-то в сыром октаэдре проживал, **лабунцовит-Мп**. У нас на Руси всегда так: сначала ругают, а потом хвалят. Или того хуже: сначала рубят головы, а потом памятники ставят.

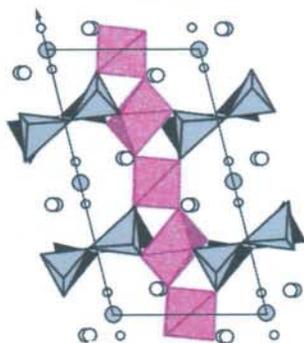
Гости стали заглядывать в октаэдр, где теперь Музей марганца открыли. В книге записей свои автографы оставляют — **лабунцовит-Fe**, **лабунцовит-Mg**, **лабунцовит-Zn**.



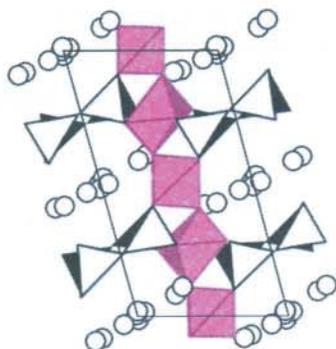
### Серия пятая

Только нигилист натрий недоволен и ворчит: «Уж очень утомительна и суетлива стала жизнь во дворце. Уединиться негде (чтобы поразмыслить

C2/m



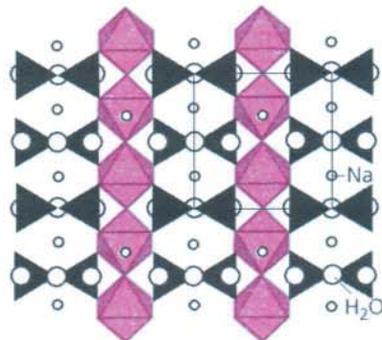
C2m



о бренности существования). Вон в **вуориярвите-К** (сразу даже и не выговоришь!) дело дошло до того, что ось второго порядка потерялась. А без оси второго порядка, посудите сами, какой порядок может быть? Одна статистика... А мода на беспорядки заразительна, ее и другие минералы переняли. Уже и **кузьменкоит-Мп** появился, и **цепинит-Na**, и **гутковаит-Мп**, в которых тоже никакой оси нет. А то ли еще будет, если еще что-нибудь потеряется...»

### Серия шестая

Идя навстречу пожеланиям трудящихся, повелел царь построить здание с прямыми колоннами, наподобие ненадежвита, но попроще — не из ниобиевых, а титановых октаэдров. И почти весь натрий перебрался в одноподъездные башни, которые в народе ласково называют коробочками. А минералог Чуканов назвал и минерал **коробцынитом**.



### Эпилог

Пришла пора прощаться со страной Лабунцовитией. Куда теперь? По правде говоря, не знаю. Много интересных стран и народов на планете по имени Минералогия. А путь к этим странам структурой называется. Потому, что минералы, как и люди, только внешне схожи, а внутри — все разные...■



# Эти изменчивые речные дельты

В.Н.Михайлов

**Д**ельты, формирующиеся в местах впадения рек в океаны, моря и озера, занимают очень небольшую часть поверхности Земли — чуть больше 3% суши, а на долю дельтовых берегов приходится всего 9% длины береговой линии океана. Однако благодаря своему географическому положению и богатым природным ресурсам — земельным, водным, биологическим — дельты рек играют особую роль среди других географических объектов и имеют важнейшее экологическое и экономическое значение. Речные дельты — это обилие воды, рыбы, птиц, зверей, настоящее царство растительности (причем в любых климатических зонах). Дельты издавна используют для сельского и рыбного хозяйства, водного транспорта, в них могут содержаться залежи нефти, газа.

Вместе с тем речные дельты поддаются хозяйственному освоению с трудом. Это происходит, во-первых, из-за очень сложного водного режима самой реки (с ее половодьями, паводками) и моря (с его приливами, нагонами, волнением), во-вторых, из-за сильной изменчивости самой дельты и ее гидрографической сети, в-третьих, из-за большой экологиче-



*Вадим Николаевич Михайлов, доктор географических наук, профессор кафедры гидрологии суши географического факультета Московского государственного университета им.М.В.Ломоносова, заслуженный деятель науки Российской Федерации. Область научных интересов — русловые и береговые процессы в устьях рек, их дельтах и эстуариях, гидроэкология, водные ресурсы. За исследования устьев рек удостоен премий им.Ю.М.Шокальского (1974, 1982), Д.Н.Анучина (1998), В.Г.Глушкова и В.А.Урываева (2000).*

ской уязвимости этих переходных от реки к морю природных объектов.

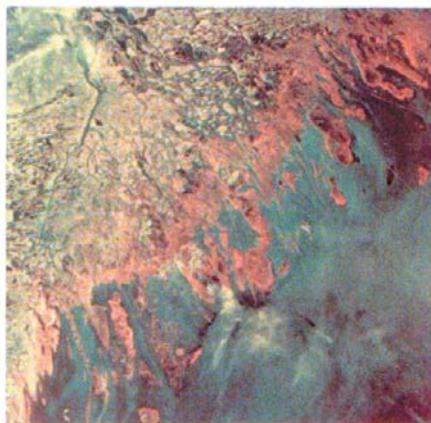
Российская наука обладает определенным приоритетом в их исследовании [1, 2, 3, 4]. Хорошо изучены природные ресурсы, водный режим и изменения дельт многих рек — Волги, Терека, Сулака, Кубани, Дона, Невы, Северной Двины, Печоры, Оби, Енисея, Лены, Яны и др. Но закономерности формирования дельт разного типа, их реакция на естественные и особенно антропогенные изменения стока

рек и уровня морей, глобальная роль самих дельт в трансформации речного стока оставались до недавнего времени недостаточно ясными.

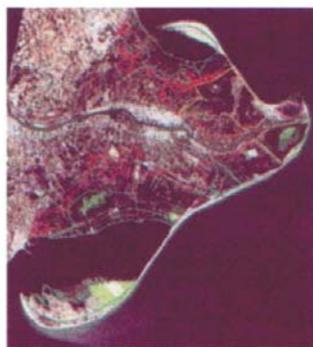
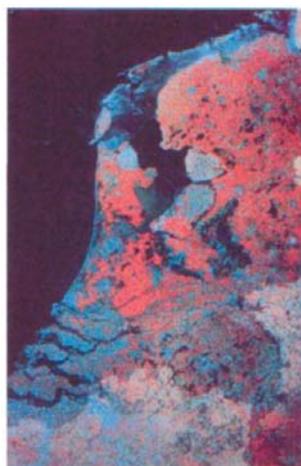
## Что такое дельта с научной точки зрения?

Термин «дельта» впервые применил древнегреческий историк, географ и путешественник Геродот приблизительно в 450 г. до н.э. Он назвал так ал-

© В.Н.Михайлов



Космический снимок дельты Волги (слева) и аэрофотоснимок дельты Сулака.



Космические снимки дельт рек Европы: сверху — По (слева) и Рейна, внизу — Дуная (слева) и Эбро.

лювиальную сушу более или менее треугольной формы, заключенную между расходящимися рукавами Нила и морем и напоминающую заглавную букву греческого алфавита  $\Delta$  (дельта). Впоследствии понятие дельта было распространено и на другие сходные по строению устья рек.

С позиций комплексного физико-географического подхода, дельта — это надводная низменная часть конуса реки в месте ее впадения в море или озеро со сложнейшей и изменчивой сетью водотоков и водоемов и специфическим ландшафтом. Дельта не единственный элемент устьевой области реки, которая, кроме того, включает открытое или полузакрытое устьевое взморье, где морская вода смешивается с речной.

Выделяют два основных типа дельт. Первый — дельты заполнения — формируется в морских заливах, эстуариях, лагунах, лиманах. Эти, чаще всего мелководные, акватории ограничены берегами, и воздействие морских факторов, например волнений, в них ослаблено. Для второго типа — дельт выдвигания, образующихся на открытом морском побережье, — характерны отсутствие бокового ограничения, большие глубины и соответственно более сильное воздействие морских факторов.

К первому типу относятся, например, дельты Печоры, Оби, Енисея, Днепра, Днестра, находящиеся в вершинах морских заливов (губ, лагун, лиманов), ко второму — Волги, Лены, Дуная, Риони, Роны, Миссисипи.

Причина формирования дельты в устье реки — отложение речных наносов, вызванное в свою очередь уменьшением скорости потока при его втечении в море или озеро.

Почему же одни реки, впадая в моря или озера, образуют дельты, а другие нет? Например, устья Южного Буга, Святого Лаврентия, Пенжины, Делавера, большинство фьордов, многие

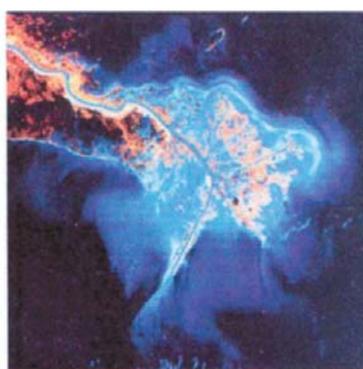
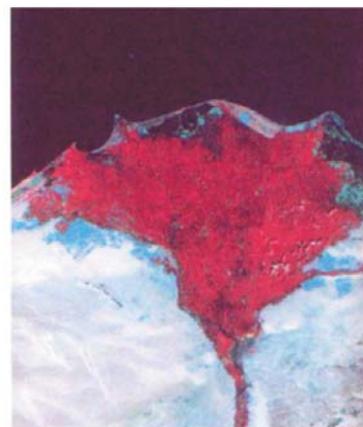
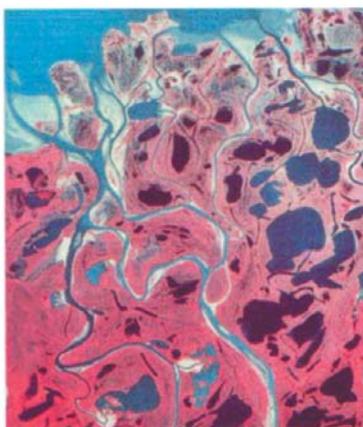
малые реки вообще их не имеют. Очевидно, все дело в соотношении факторов, благоприятствующих или препятствующих их возникновению и развитию [5, 6].

Главный создающий фактор — величина стока наносов реки. Чем она больше, тем больше, при прочих равных условиях, и объем аллювиального конуса выноса реки и площадь дельты. Способствуют образованию дельты и мелководность залива или прибрежной зоны моря, вертикальные движения земной коры с положительным знаком (тектоническое поднятие), понижение уровня водоема, в который река впадает.

Главный фактор, препятствующий образованию и развитию дельты, — разрушающее воздействие морского волнения. Формированию дельты не способствуют также большие глубины залива или прибрежной зоны моря, сильные приливные течения, тектоническое опускание или просадка грунта, повышение уровня приемного водоема.

Во время постледникового повышения уровня Мирового океана (18–6 тыс. лет назад) многие устья рек оказались затопленными и превратились в морские заливы (губы, лиманы, лагуны, эстуарии). После относительной стабилизации уровня (6–5 тыс. лет назад) отложение речных наносов в вершинах морских заливов привело к возникновению небольших дельт, которые при ограниченных размерах заливов и их мелководности, а также при слабом воздействии морских факторов быстро выдвигались вперед. Этот период получил название стадии формирования дельты заполнения. Постепенно заполняя заливы наносами, реки выходили за береговую линию и начинали формировать дельты уже в море. Другими словами, наступила стадия формирования дельты выдвигания.

Скорость перехода от одной стадии к другой зависела от соотношения стока наносов реки,



Космические снимки дельт: сверху — р. Колвилл на Аляске (слева) и Нила, внизу — Миссисипи (слева) и Хуанхэ.



Протока в дельте Волги.

Здесь и далее фото автора

**Характеристика некоторых речных дельт мира\***

Река	Площадь дельты, км <sup>2</sup>	Длина дельты по главному рукаву, км	Сток воды, км <sup>3</sup> /год	Сток наносов, млн т/год	Прибавление (+), потери (-) стока воды в дельте, км <sup>3</sup> /год
Ганг, Брахмапутра, Мегхна	105600	–	1330	1670	+42
Амазонка	100000	350	6300	1200	+120
Меконг	94000	300	504	120	+28
Лена	32000	175	530	20	+5
Инд	29500	–	240	59	–46
Миссисипи	26200	300	490	400	–
			–	210	+1,3
Ориноко	24500	200	914	210	–
			–	150	+2,4
Иравади	20600	–	430	260	+27
Нигер	19100	–	200	40	+45
Нил	18900	245	70,0	120	–
			35	2,0	–28
Макензи	12000	274	330	100	+1,2
Волга	11000	150	243	14,0	–7,7
			233	6,0	–5,7
Янцзы	11000	100	888	471	–
Терек	8900	170	8,9	15,1	–2,0
			8,4	11,9	–4,0
Яна	6600	140	32,4	3,0	+0,7
Дунай	5640	115	204	88	–
			204	51	–3,6
Кубань	4190	116	12,6	7,9	–4,0
			9,5	0,84	–3,7

\* Числитель — до, знаменатель — после регулирования стока; прочерк — отсутствие данных.

с одной стороны, ширины и глубины залива и противодействия морских факторов — с другой.

Во многих дельтах мира уже завершилась первая и началась вторая стадия развития, соответственно изменился их тип. В других (в основном у рек с небольшим или умеренным стоком) такой переход не состоялся, и они остались дельтами заполнения.

Формирование дельт обоих типов может идти двумя путями [7]. Первый — медленный, эволюционный — характерен для рек с небольшой или средней величиной нагрузки потока наносами (мутность воды менее 1 кг/м<sup>3</sup>). Примером может служить развитие дельты Килийского рукава в устье Дуная. Второй путь — с прорывами русла, быстрый, скачкообразный — ха-

рактерен для рек с большой мутностью (более 1 кг/м<sup>3</sup>); каждый цикл развития начинается с прорыва потока в новом направлении. Таковы дельты Миссисипи и Сулака. Именно в дельтах рек с большим стоком наносов зафиксирована максимальная скорость выдвигания в море: у Амурарья — 4 км/год, у Хуанхэ — до 10 км/год (в 1976—1985 гг. суша нарастала здесь на 42 км<sup>2</sup> в год).

## Речной сток и дельты

Поскольку сток наносов реки — главный фактор формирования дельт, его естественные и антропогенные изменения (как увеличение, так и уменьшение) быстро отражаются на интенсивности смены стадий

дельтообразования, ускорении или замедлении выдвигания дельты в море. При значительном уменьшении стока наносов может начаться ее размыв.

Большинство дельт мира всегда чутко реагировали на колебания стока реки, вызванные изменением климата. В холодные и влажные периоды они быстро выдвигались в море, в теплые и сухие замедляли этот процесс или даже частично размывались.

На протяжении последних 2000—2500 лет (пожалуй, кроме XX в.) дельты, как правило, активно выдвигались в море, о чем свидетельствуют многочисленные исторические, археологические и картографические материалы. Так, в дельте Дона на большом расстоянии от морского берега обнаружены развалины древнегреческого поселения Танаис и генуэзского — Тана (на месте нынешнего г.Азова), когда-то находившихся на самом берегу. В устье Риони в 134 г. римским императором Адрианом была построена крепость Фасис. В XIX в. ее остатки оказались уже на расстоянии 5 км от выдвинувшегося морского берега. Село Липованское (ныне г.Вилково) возникло вблизи берега Черного моря, в устье Дуная, в середине XVIII в. К началу XX в. берег дельты выдвинулся в море на 18—20 км. В устье р.По 2500 лет назад этрусками был основан г.Спина. Следы этого города были недавно обнаружены археологами в 10 км от моря. Остатки гаваней, сооруженных на морском берегу дельты Тибра римскими императорами Клавдием и Траяном в I в., находятся сейчас внутри дельты, на расстоянии 5 км от современного берега.

Установлено, что в так называемый малый ледниковый период (XV—XIX вв.) увеличилась повторяемость дождевых паводков, возрос сток наносов рек и ускорилось выдвигание в море дельт многих рек Европы (Тибра, По, Эбро и др.), а также дельт некоторых рек Китая.

В XVIII—XIX вв. усилению эрозии в речных бассейнах, увеличению стока наносов рек и ускорению выдвигания многих дельт способствовал антропогенный фактор — вырубка лесов и распашка склонов.

В XX в. (особенно во второй половине) начал действовать другой антропогенный фактор — резкое сокращение стока наносов многих рек в результате сооружения плотин и водохранилищ. Так, у Дуная, Терека, Хуанхэ этот сток уменьшился приблизительно в 1.5 раза, у Волги, Дона, Риони, Куры, Миссисипи — в 2 раза, у Роны — в 3 раза, у Сулака, Кубани, Тибра — почти в 10 раз; сток наносов Нила сократился в 60 раз! (см. таблицу). В результате многие дельты замедлили свое выдвигание, в ряде случаев усилился размыв их морского края.

Наиболее сильный размыв произошел на морском берегу дельты Нила после сооружения плотин на реке в первой половине XX в. и резкого сокращения стока наносов. Если в 1700—1900 гг. устье рукава Розетты выдвинулось в море на 8 км, то лишь за 1900—1995 гг. оно размылось на 6 км. За 1954—1971 гг. выступ («клюв») главного рукава в дельте Роны был размыв волнением и отступил на 400 м. В дельте Эбро морской берег отступает в настоящее время со средней скоростью 2.5 м/год. В дельте Риони после сооружения на реке каскада ГЭС берег отступил на 250 м; в результате была размыва территория г.Поти на площади около 3 км<sup>2</sup>.

К существенным изменениям ландшафта дельт приводит и уменьшение водного стока рек. Если его увеличение в половодье вызывает периодические наводнения, то резкое сокращение из-за изъятия на хозяйственные нужды ведет к обсыханию дельт и необратимым (как в дельтах Амударьи и Или) процессам деградации неповторимого ландшафта.

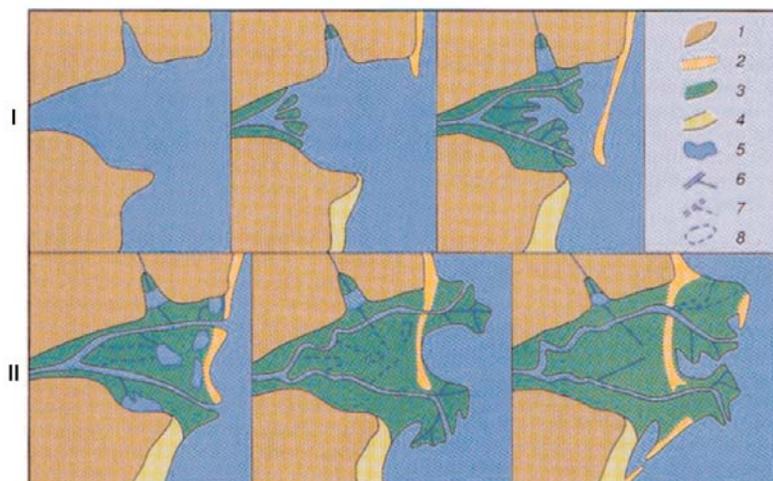


Схема формирования дельты заполнения морского залива (I) и дельты выдвигания на открытом морском побережье (II). 1 — прилегающая к дельте суша (берег залива), 2 — морские песчаные косы, 3 — низменные дельтовые острова, 4 — приморская аккумулятивная равнина, 5 — водоемы дельты, 6 — действующие рукава и протоки, 7 — отмершие рукава и протоки, 8 — обсохшие котловины дельтовых водоемов.

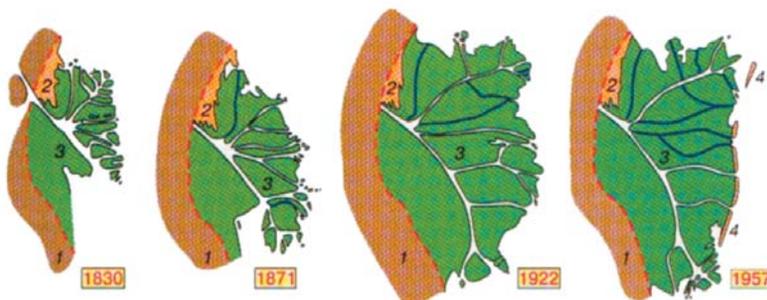


Схема развития дельты Килийского рукава в устье Дуная. 1 — береговая линия Черного моря до начала формирования рассматриваемой дельты (середина XVIII в.), 2 — морская коса, сложенная песком и битой ракушей, 3 — низкие, заросшие тростником острова дельты, 4 — песчаный морской берег дельты.

Дельты крупных рек заметно влияют на сток воды в океан и моря, в зависимости от климатической зоны либо уменьшая, либо увеличивая его, что сказывается и на водном балансе океанов и морей.

Дело в том, что в засушливой зоне или в зоне с недостаточным увлажнением в них испаряется воды больше, чем выпадает в виде осадков — так на-

зываемые потери стока. Примерами могут служить дельты Волги, Терека, Инда, Нила (см. таблицу). В зонах с достаточным или избыточным увлажнением осадки на поверхности дельт превышают испарение и наблюдается «прибавление стока» (например в дельтах Амазонки, Ганга, Меконга, Нигера), которое в целом намного превышает потери. Только те

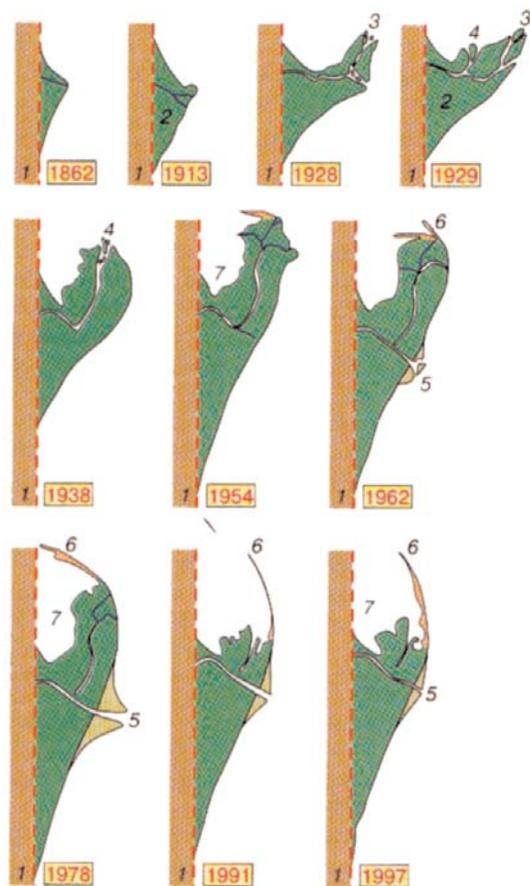


Схема развития дельты Сулака. 1 — берег Каспийского моря до прорыва Сулака на открытое побережье (конец XVIII в.) и начала формирования дельты выдвигания (ранее дельта Сулака находилась в Аграханском заливе), 2 — основная часть дельты (первая, «пионерная» дельтовая лопасть), 3 — вторая дельтовая лопасть, сформировавшаяся после естественного прорыва русла в северо-восточном направлении предположительно в 1920 г., 4 — третья дельтовая лопасть, сформировавшаяся в северном направлении после прорыва левой косы в 1929 г., 5 — четвертая дельтовая лопасть, сформировавшаяся после искусственного вывода реки в море в юго-восточном направлении и перекрытия старого русла в 1957 г., 6 — Сулакская коса, сформировавшаяся из продуктов разрушения дельты волнением (при подъеме уровня моря в 1978—1995 гг. коса была частично размыва), 7 — Сулакская бухта.

дельты, которые упомянуты в таблице, добавляют к стоку рек в океан 270 км<sup>3</sup>/год воды, что соответствует расходу довольно крупной реки. Дельты также трансформируют сток наносов, растворенных веществ, тепла. Однако оценка этих процессов — задача дальнейших исследований.

### Дельты в периоды регрессий и трансгрессий моря

Вековые и многолетние изменения уровня океана, морей и озер — важнейший фактор, влияющий на эволюцию дельт.

Значительное снижение уровня моря (регрессия) вызы-

вает, как правило, эрозионное врезание речного русла, иногда весьма сильное. В эти периоды многие дельтовые водоемы высыхают, а сами дельты быстро выдвигаются в море. При повышении уровня, во время морских трансгрессий, дельты обычно затопляются; узкая речная долина превращается в залив (губу, эстуарий), а широкая — в блокированные пересыпями со стороны моря лиман или лагуну. Место отложения речных наносов смещается в глубь континента. Именно в эти периоды начинается стадийное развитие дельт, о котором говорилось выше.

Происшедшее на нашей памяти, в 1978—1995 гг., заметное повышение уровня Каспийского моря (2,3 м) по-разному сказалось на дельтах впадающих в него рек. Небольшая (новая) дельта в устье главного рукава Терека с большим стоком наносов, несмотря на быстрое и значительное повышение уровня моря, в целом сохранила свое положение, лишь выросла в высоту. Дельта же Сулака в условиях дефицита речных наносов после сооружения Чиркейского водохранилища в 1974 г. была частично затоплена и размыва морским волнением [4]. За 1978—2000 гг. площадь этой дельты уменьшилась с 70,6 до 43,7 км<sup>2</sup>, т.е. на 38%. В устье Волги были затоплены острова на взморье и узкая приморская полоса в самой дельте.

Процессы, сходные с теми, что в последние 20 лет произошли в дельтах рек, впадающих в Каспийское море, могут повториться и в дельтах на побережье Мирового океана в результате ожидаемого повышения его уровня, который в настоящее время поднимается со скоростью 1,5—2 мм/год. Однако глобальное потепление климата, по прогнозам, должно ускорить этот процесс. Предсказывают, что к концу XXI в. уровень океана повысится по сравнению с современным на 66 см

(средняя оценка) или даже 110 см (максимальная оценка). Очевидно, это приведет к затоплению земель и разрушению берегов во многих дельтах мира. Уже сейчас на берегах дельты Миссисипи теряется в год до 100 км<sup>2</sup> земель.

Итак, формирование речных дельт в современную геологическую эпоху подчиняется стадийности и цикличности и может быть описано качественно и количественно с применением балансовых и гидравлических уравнений.

Эти изменчивые природные объекты — арена постоянной борьбы рек и морей. Здесь невозможно существование длительного равновесия. Если преобладает созидающее воздействие реки, дельта выдвигается в море, если влияние моря перебивает, дельта либо разрушается волнением, либо затопляется при повышении уровня.

В современных условиях, когда сток наносов многих рек уменьшился из-за сооружения водохранилищ, а уровень Миро-



«Улица» в г.Вилково. Дельта Дуная.

вого океана повышается, выдвигание дельт в моря замедляется или даже начинается их деградация. Эти процессы наносят существенный ущерб уникальному природному комплексу

дельт и требуют разработки мер по его защите. ■

**Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований. Проект 99-05-64780.**

## Литература

1. *Самойлов И.В.* Устья рек. М., 1952.
2. *Михайлов В.Н., Рогов М.М., Чистяков А.А.* Речные дельты: Гидролого-морфологический процесс. Л., 1986.
3. *Кортаев В.Н.* Геоморфология речных дельт. М., 1991.
4. *Михайлов В.Н.* Устья рек России и сопредельных стран: прошлое, настоящее и будущее. М., 1997.
5. Дельты — модели для изучения / Под ред. М.Бруссард. Пер. с англ. М., 1979.
6. *Михайлов В.Н.* Гидрологические процессы в устьях рек. М., 1997.
7. *Михайлов В.Н.* Гидрология устьев рек. М., 1998.

## Дорогие читатели!

Подписывайтесь на «Природу» в редакции журнала! Это обойдется вам намного дешевле. Цена льготной подписки (в редакции) на II полугодие 2002 г. — 55 руб. за номер или 330 руб. за полугодие. Иногородние могут выслать деньги за подписку почтовым переводом до 1 мая 2002 г., добавив стоимость пересылки шести бандеролей весом 200 г.

Наш адрес: 119991 Москва ГСП-1, Марононский пер., 26, «Природа», Александровой Ирине Филипповне (тел. 095-238-24-56).

# Куличок фифи

В.И.Булавинцев,

кандидат биологических наук

Институт проблем экологии и эволюции им.А.Н.Северцова РАН  
Москва

Каких только имен ни дают люди животным: красotka-девушка (это стрекоза), султанка (изумрудно-синяя водно-болотная птица), фифи — ну уж это должно быть создание щегольское. Ан нет — скромно окрашенный, пестрый куличок из группы улитов, со скворца величиной, только покургузее.

Поверху одета птичка в перо серенькое с черным, грудка рябая, темно-бурая, брюшко белесое. Тонкие долгопалые лапки зеленовато-буры. Клюв шильцем темный, почти черный.

Населяет фифи (*Tringa glareola*) всю Евразию (на западе вплоть до Бельгии) за исключением степей, пустынь и северных тундр. Прилетает к нам в конце апреля — начале мая. Гнездится этот куличок в болотинах на опушках или по сырью, зарастающим кустарником луговинам. Гнездо — неглубокая ямка, выстланная травой. В нем четыре охристые, в красновато-буром крапе, яичка.

Уже к концу мая появляются птенцы. Отец семейства ревниво охраняет гнездо. Бесстрашно, с криком «тюли-тюли-тюли» летит навстречу нарушителю семейного покоя.

Кормятся фифи насекомыми, их личинками и червями. Собирая пищу, перекликаются тихим «фи-фи», за что и были названы столь необычно.

Молодые начинают летать в конце июня — начале июля. Вскоре после этого родители покидают выводок. Улетают от нас фифи — в Южную Азию или Африку — довольно рано, в августе. Сначала взрослые, а пару недель спустя — и молодые. ■



Что-то разглядывающий фифи.



Встревоженный куличок.



Красotka-девушка.

# В подводном царстве

В.П.Коньшин

Москва

В наше время человек может собственными глазами увидеть, как протекает жизнь обитателей морей и океанов, вода в которых в большинстве своем прозрачна. Надев маску с трубкой и ласты, можно часами наблюдать прибрежный ландшафт, особенно живописный и полный жизни в теплых тропических морях. Изобретение акваланга позволяет человеку надолго оставаться под водой, погружаясь на 20 м и более. Именно на этих

глубинах обосновались колонии разнообразных кораллов, где проживает великое множество живых существ. И все-таки даже с аквалангом трудно рассмотреть подводный мир — из-за течений, в некоторых местах очень сильных, из-за освещения, которое в толще воды не только интенсивно ослабевает, но и изменяет свой спектральный состав. На глубинах в 10 и более метров красная часть солнечного спектра почти полностью поглощается водой, окрашивая все в сероватосиний цвет.

Иногда вольно или невольно пловец хочет достать со дна морского кусочек коралла, раковину, тем самым обедняя и разоряя природу. Не зря на пляжах Красного моря появились объявления на русском языке: «Запрещается брать в руки и выносить из воды живые и мертвые кораллы и ракушки». В то же время фотографирование со вспышкой позволяет получить снимки в естественном цвете при весьма неблагоприятном освещении, и даже ночью, не нанося никакого вреда подводному миру. Современные фотоаппараты герме-

© В.П.Коньшин



У подножия рифа. Красные мягкие кораллы.



Стайка хромисов среди огненных кораллов.



Клоуны на мягких кораллах.



Бабочки-неразлучницы.



Рыбка-собачка.

тичны, выдерживают давление до пяти и более атмосфер, а их объективы и вспышка позволяют снимать с хорошей резкостью и цветопередачей предметы размером от 3 мм до нескольких метров. Разумеется, для удачной съемки требуются знания, навы-

ки и опыт. Даже фотографы со стажем иногда делают ошибки, приводящие к разгерметизации оборудования и выводу его из строя.

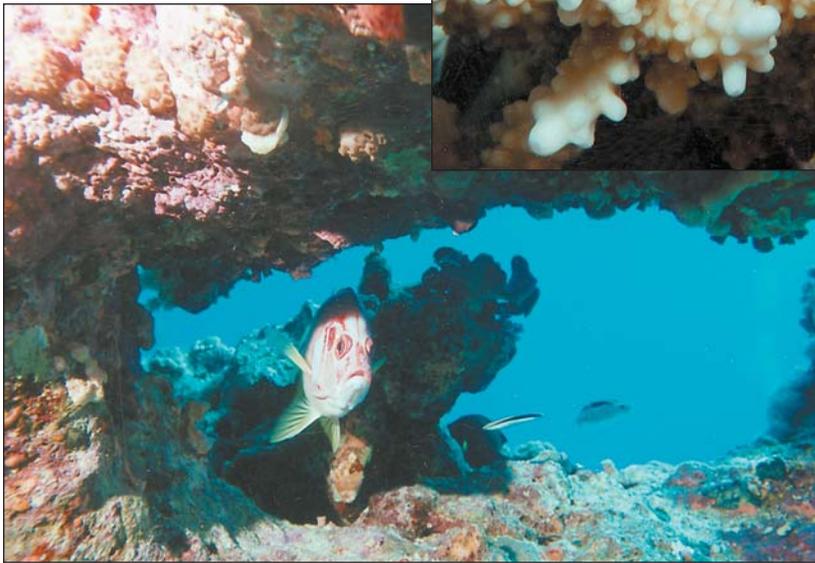
В России несколько позже, чем во всем мире, подводная фотосъемка становится попу-

лярной. Работы фотографов появляются на выставках, издаются уже три иллюстрированных журнала по подводной тематике, создан Центр подводных фотографов России, несколько последних лет россияне участвуют в первенствах мира по

Венчики-щупальца морских кольчатых червей.



Рыбка-солдат.



Групер — крупный морской окунь.



Мурена — оседлый хищник коралловых рифов.

подводному фотографированию, прошел I Всероссийский фестиваль подводной фотографии в Фотоцентре на Гоголевском бульваре. Да иначе и быть не может! Фотография позволяет запечатлеть интересные моменты из подводной жизни, ко-

торые невозможно заметить или рассмотреть за несколько десятков минут пребывания под водой даже при самом лучшем оснащении. А «продвинутый» фотограф находит даже в наших, казалось бы, не самых привлекательных пресных во-

доемах удивительно живописные, интересные и содержательные сюжеты.

В сентябре 2001 г. в Дарвиновском музее в Москве прошла выставка фоторабот «В подводном царстве». Некоторые из них мы решили опубликовать. ■

# Осьминог, подражающий всем

К.Н.Несис,  
доктор биологических наук  
Москва

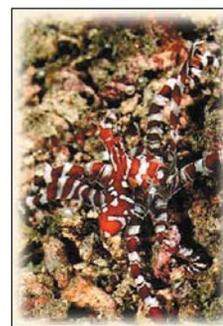
Множество безобидных животных спасаются от хищников тем, что подражают формой и окраской другим животным — ядовитым, жгучим или отвратительным на вкус. Муха подражает осе. Неядовитая змея как две капли воды похожа на ядовитую. Крохотная личинка кальмара подобна маленькой медузе. Всех не перечислишь! Но каждое из этих животных подражает только какому-нибудь одному образцу. Однако М.Норман из Мельбурнского университета, Дж.Финн из Университета Тасмании (Австралия) и Т.Трегенса из Лидсского университета (Англия) в ходе многолетних плаваний с аквалангом открыли в водах Индонезии неизвестный науке вид (а может быть, и несколько видов) маленького длиннорукого осьминога, который не просто камуфлируется под цвет дна, что в обычае у осьминогов, а способен подражать множеству самых разных животных [1].

Осьминог-подражатель распространен очень широко — от Красного моря до Новой Каледонии, но особенно многочислен в индонезийских водах. Его тело (длина до 6 см) и руки (длина до 30 см) поперечно-полосатые, причем тонкие попе-



Осьминог сам по себе.

Фото М.Нормана



Осьминог, затаившийся на дне.

Фото Д.Нильсен Такет

речные полоски обычно чередуются с толстыми; темные полоски — красные или коричневые, а фон светлый — белый или желтоватый. Над каждым глазом имеется длинный бугорок, похожий на рог. Список животных, которым умеет подражать этот крохотный осьминожек, впечатляющ: полосатая морская змея; рыба-крылатка *Pterois* с полосатыми грудными плавниками, печально знаменитая острейшими ядовитыми шипами; камбала морской язык, выделяющая при нападении ядовитую слизь (ее даже акулы не трогают); опасная жгучая медуза; крокодиловый угорь; морской конек; скат-хвостокол;



Осьминог, подражающий — кому? Может быть, кошке, обвившей ноги хвостиком?

Фото М.Нормана

краб; рак-богомол; креветка; офиура; морская лилия; даже актиния — словом, что угодно, лишь бы полосатое! Смена объектов подражания происходит почти мгновенно, осьминог при этом меняет позу, окраску и структуру кожи.

Вот, например, морская змея. Она обычно кормится в вертикальном положении головой вниз, волнообразно изгибая тело. Подражая змее, осьминог усиливает полосатость окраски, сжимает шесть рук и опускает их вниз, в норку (собственную или чью-то чужую), а две оставшиеся поднимает, разводит в стороны и колыхает ими — получаются две змеи, соприкоснувшиеся головами! Подражая камбале (она тоже полосатая), осьминог закидывает все руки за голову, складывает их на грунте, уплотняется, подобно листику, приобретает песчаный цвет со слабо заметными полосками и скользит по дну, слегка колыхая руками, как камбала — плавниками. Уподобляясь рыбешке, осьминог приобретает ярко-синий цвет и плавает, растопырив все восемь рук. В маске рака-богомла он сидит в норе, сложив перед головой руки так, как богомол — страшные клешни с острыми иглами. «Становясь» медузой, осьминог вспархивает в толщу воды, бледнеет до светло-светло-голубого цвета, растопыривает руки по радиусам и изгибает их дугой внутрь. Ну и так далее — в зависимости от того, кто враг и кого из опасных для врага животных осьминог увидел поблизости. Например, помацентровые рыбы территориальны. Защищая свою территорию, они нападают на осьминогов и кусают их, заставляя убраться восвояси. Помацентровых рыб поедает морские

змеи. И вот аквалангисты видели, как во время приближения такой рыбы осьминог немедленно «становился морской змеей»!

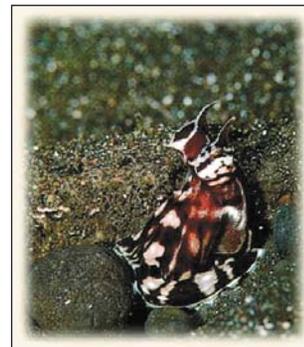
Способность подражать множеству объектов Норман с соавторами назвали «динамической мимикрией», и похоже, что это не просто инстинкт, а научение.

Можно подумать, что такое подражание совершенно лишь на взгляд человека, к тому же находящегося под водой. Тем не менее осьминог-подражатель кормится на мелководьях, на илистом и песчаном грунте, днем, когда любая проплывающая мимо хищная рыба легко может его заметить, а на ночь укрывается в норе [2]. Мелкие осьминоги, напротив, обычно активны по ночам, а днем кормятся только крупные виды, например гигантский (самый большой в мире) скальный дальневосточный осьминог. Значит, мимикрия помогает! Не исключено также, что осьминоги меняют объект подражания не целенаправленно, а случайно. Но и в этом есть свой смысл — при частой смене образов хищной рыбе нелегко разобраться, настоящая ли перед ней змея или поддельная.

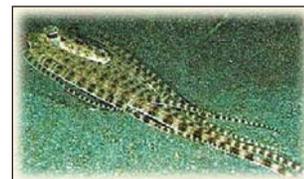
Впрочем, береженого бог бережет. Обычно осьминог-подражатель плавно скользит по дну, но часто прорывает своими гибкими руками под поверхностью донного осадка норы — целые туннели метровой длины — и охотится, не показываясь на поверхности. Его добыча — в основном ракообразные, но не брезгует он и мелкой рыбкой, на день закапывающейся в грунт. Человека осьминог совсем не боится и позволяет себя фотографировать почти в упор. ■



1



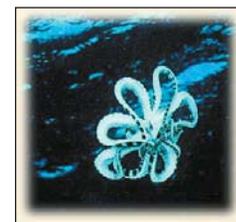
2



3



4



5

Осьминог, подражающий: 1 — крабу, 2 — голожаберному моллюску, 3 — камбале-морскому языку, 4 — морской змее, 5 — медузе.

Фото Д.Нильсен Такет

## Литература

1. Norman M.D., Finn J., Tregenza T. // Proc. Roy. Soc. London, Biol. Sci. 2001. V.268. P.1755
2. Norman M.D. Cephalopods: A world guide. ConchBooks. 2000.

# Жертвоприношение: таинство в зеркале неба

А.В.Кузьмин,  
кандидат физико-математических наук  
Институт истории естествознания и техники РАН  
Москва

Внимательное изучение самых ранних этапов создания европейской карты созвездий может увести в иные эпохи и цивилизации. Так, композиция северного неба, которая включает фигуры Пегаса, Андромеды, Малого Коня, созвездий, выделенных в глубокой древности [1], представляет единый сюжет и отражает акт жертвоприношения. Это действие известно в подробностях из индоиранских и индоевропейских источников. По меньшей мере две с половиной тысячи лет под масками образов эллинистической мифологии скрываются персонажи изначальной архаической драмы...

## Люди и звезды

Жертвоприношение — главное ритуальное действие древнейших культов. Принося жертвы, люди надеялись предотвратить стихийное бедствие, просили помощи и благословения у богов, благодарили их за спасение, провожали умерших соплеменников и просто почитали высшие силы, осуществляя с ними мистическую связь.

Жертвенным предметом становилось все, что люди считали ценным, необходимым для жиз-



Рембрандт. «Жертвоприношение Авраама» (1635).

ни. У земледельцев это были лучшие плоды их труда — фрукты и злаки, которые чаще всего сжигали или оставляли под открытым небом. Цветы также приносились в жертву богам, и эта традиция, правда с несколько иным социальным смыслом, существует и в наши дни.

Но далеко не всегда ритуал был столь мирным и обходился без крови и смерти. Дикие и домашние животные, птицы и сами люди тоже могли быть предназначены в подарок богам. Животных чаще всего сжигали или закапывали (иногда вместе с погребаемым человеком). Такими жертвами сопровождалась клятва, благословения на битву, таинства очищения, пророчества, закладка жилищ или храмов...

Обряд совершался с соблюдением строгих предписаний, и их нарушение считалось недопустимым. Одним из основных требований ритуала был выбор безупречных, самых красивых жертвенных животных. Поздние отголоски этого обычая хорошо известны, например, из греческого мифа о Минотавре, жертвенными дарами которому были прекраснейшие юноши и девушки. Многочисленные упоминания о строгих правилах принесения в жертву животных можно встретить и в библейских книгах.

Для нашей темы интересны прежде всего мифы греческие, поскольку сердцевину европейской системы созвездий и в наши дни составляет греческая система, которая легла в основу звездного каталога (ок. 150 г. н.э.) Птолемея. Хотя она отражает значительно более древнюю традицию, в ней использованы эпические символы из культурного (мифологемного) пространства эллинистической Греции. Всестороннее исследование наиболее раннего среди известных нам полного описания неба, содержащегося в поэме Арата «Явления» (ок. 275 г. до н.э.), дает все основания утверждать, что этот уникальный источник имеет весьма древние

### История европейской карты созвездий

Индоевропейская (Индоиранская) культура (?)

↓ (?) ↓

Вавилон, Египет, Средиземноморье(?)

↓ ↓ (ок. 2000 лет до н.э. и ранее)

... ↓ ↓

↓ о. Крит (Минойская цивилизация) (ок. 2000 лет до н.э.)

↓ ↓

#### Эллинистическая Греция

Арат «Явления» (ок. 275 г. до н.э.) (Первое известное полное описание основных созвездий)

...

↓ Птолемей (ок. 150 г. н.э.)

↓

Арабская наука

↓

#### Ренессанс

Первая печатная карта звездного неба

И.Стабия (1515) с изображениями созвездий А. Дюрера (по Птолемею)

...

#### Европа XVII—XX вв.

И.Байер (1603)

Я.Гевелий (1690) Дж.Флемстид (1729)

Н.Лакайль (1763) И.Бодде (1801)

Ф.В.Аргеландер (1843) Б.А.Гулд (1877)

Э.Ж.Дельпорт (1928)

Звездный атлас тысячелетия (1997)

корни (ок. 2000 г. до н.э.), а регион наблюдений расположен вблизи 36° с.ш. Весьма вероятно исходная принадлежность «Явлений» к минойской культуре [2].

Однако можно заметить, что на эллинистической звездной карте есть сюжет, в целом не характерный для греческой культуры. Речь идет о группе созвездий — Андромеды, Пегаса и Малого Коня. Эти созвездия легко представить в едином сюжете.

Рассмотрим их подробнее.

### Когда созвездия снимают маски

Уже наиболее древние известные греческие описания подчеркивают весьма близкое взаимное расположение фигур Андромеды, Пегаса, Малого Коня: они даже частично перекрываются между собой. При внимательном рассмотрении, например, карт 18 и 19 «Уранографии» Я.Гевелия, некоторые особенности этого расположения

обращают на себя пристальное внимание. Во-первых, две конские головы — Пегаса и Малого Коня (по Птолемею, соответственно Коня и Головы Коня) — находятся совсем рядом. Во-вторых, созвездие Пегаса «изображает» только переднюю часть коня; за ней располагается фигура Андромеды (в соответствии с эллинистическим мифом — девушки, обреченной стать жертвой), обращенной головой к границе созвездия Пегаса.

Вот как описан этот сюжет античными авторами — уже упоминавшимся Аратом и Гигином (II в. н.э.):

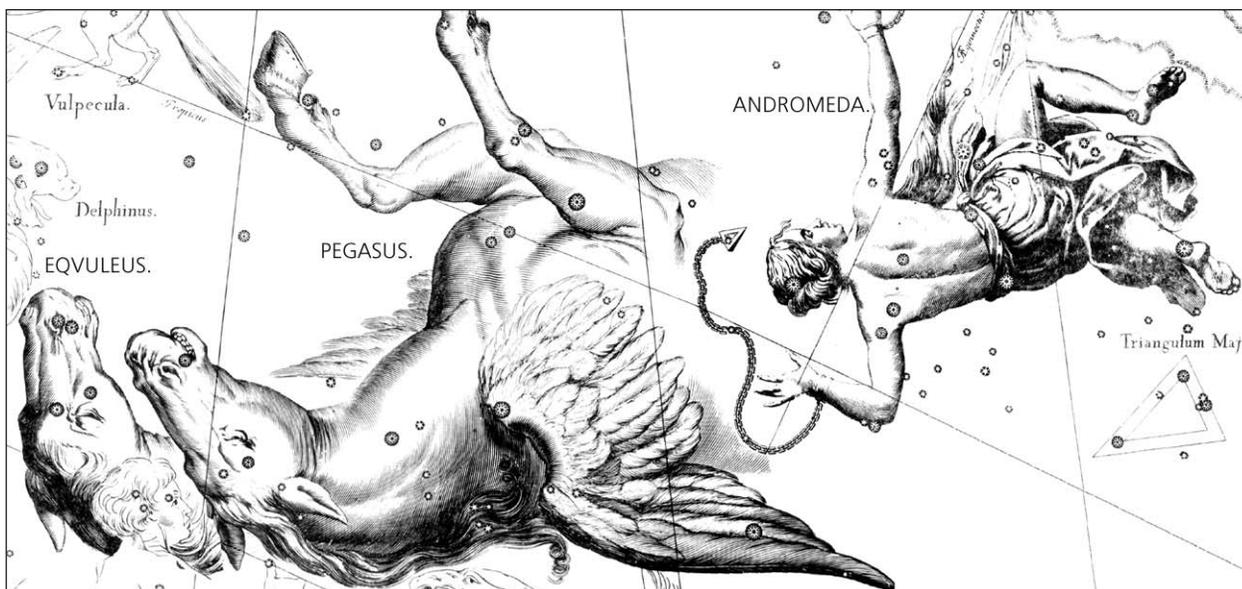
*Возле нее (Андромеды. — А.К.) в вышине обращается Конь исполинский,*

*Чревом прижкнув к голове: одно и то же светило*

*Пуп освещает Коня и вершину главы Андромеды.*

(Арат. «Явления». Строки 205—207);

*Ее голова составляет одно целое с животом коня Пегаса, ведь одну и ту же звезду называ-*



Созвездия «Уранографии» Я.Гевелия (1690).

ют одновременно и пупом Пегаса, и головой Андромеды. (Гигин. «Астрономия». Раздел 10.1).

Оба описания, разделенные временным интервалом более чем в 400 лет, ясно указывают на неразрывность изображений этих фигур.

Почему дочь царя Цефея, предназначенная в жертву морскому чудовищу и спасенная Персеем, вдруг оказывается столь тесно связанной с Конем (Пегасом) и Конской Головой (теперь это созвездие Малый Конь)? Греки — жители прибрежного государства — придали символическому описанию сюжета жертвоприношения явный морской колорит. Вследствие этого одним из основных персонажей мифа становится Морское чудовище — Кит. Но на небе полностью сохраняются и более древние участники жертвоприношения — Кони — ввиду преемственности небесной иконографической традиции.

Напомним, что лошадь играла очень важную роль в жизни древнего общества. Вопрос о месте и времени ее одомашнивания остается открытым. Счи-

тается, что она была приручена народами, ведущими кочевой образ жизни, значительно позднее, чем крупный рогатый скот. Лошадь встречается также и у оседлых народов юга. В начале 2-го тысячелетия до н.э. она появляется в трипольской культуре на территории современной Украины и быстро распространяется на территории Ближнего Востока, заселяемой северными народами: хурритами, гиксосами, касситами. Особенно популярным стало это животное после изобретения колесницы в Сирии. Позже большое значение приобретает верховая езда. К тому времени выводятся сильные породы лошадей, а затем лошадь начинают использовать для перевозок и в сельском хозяйстве.

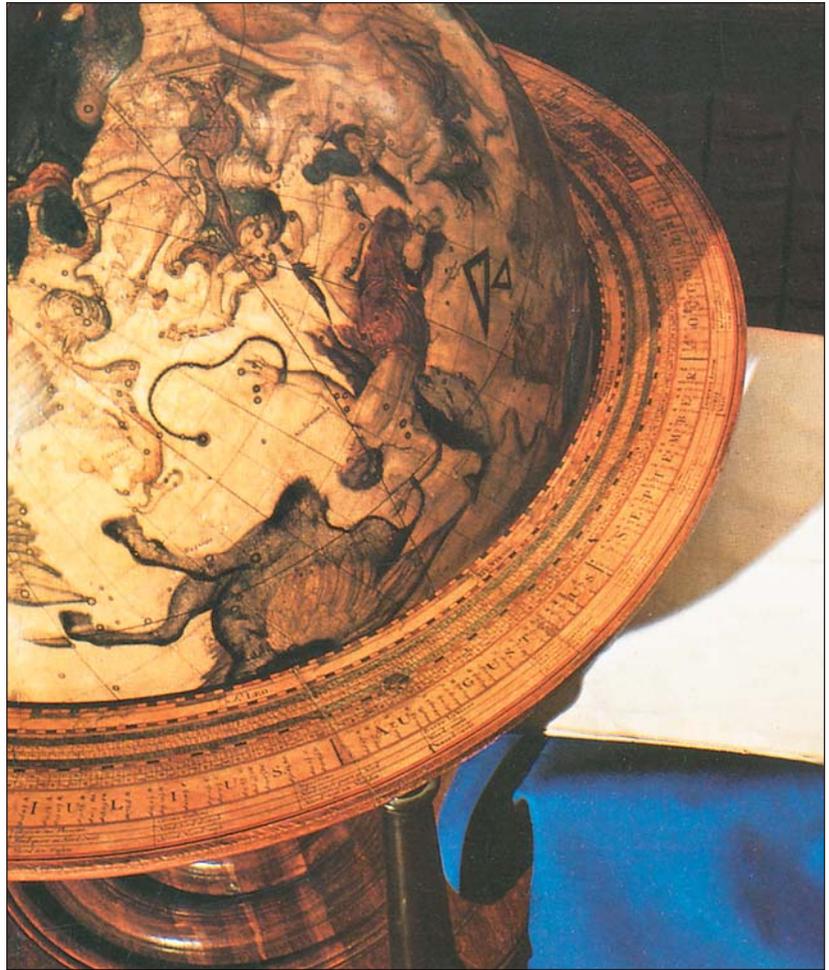
Анализ наименований «участников» рассматриваемого небесного сюжета, который описан древнегреческими интерпретаторами и в точности воспроизведен авторами западноевропейских звездных атласов XVI—XVII вв. (в «Уранометрии» И.Байера α Андромеды — Альферрац, или Сиррах — одновременно является и «пупом коня»,

т.е. δ Пегаса), показывает наличие в нем символического смысла, который связан, по всей вероятности, с архаическим индоевропейским и, в частности, индоиранским ритуалом жертвоприношения коня.

Сюжет о такого рода жертвоприношении изначально не присущ древнегреческой культуре; скорее всего он пришел туда с Востока — предположительно с территории Малой Азии и Иранского нагорья. Переданный символами эллинистической мифологии, он стал частью традиции и нашел свое место в древнегреческой системе созвездий, что произошло не ранее второй половины 2-го тысячелетия до н.э. Во всяком случае в крито-микенской культуре, откуда, как мы предполагаем, берет свое начало структура древнегреческой карты неба, дошедшей до нас через произведение Арата, подобный ритуал наверняка отсутствовал. Но при этом для различных индоевропейских народов те или иные разновидности обряда с участием лошади характерны на всех стадиях социокультурного развития.

По древнеиндийской традиции во время ритуала ашвамедха после принесения в жертву коня «главная царица соединяется символически в ритуальном браке с убитым конем, что происходит на фоне словесных комментариев со стороны жрецов. Сама царица ложится с убитым конем, и ее накрывают покрывалом. В этом ритуале участвуют четыре жены царя, три жены делят впоследствии коня на три части» [3]. Аналогичный обряд известен в Древнем Иране: в частности, по свидетельствам Геродота и других античных авторов, одну из наложниц вождя душат и приносят в жертву коней — как и у скифов. О подобной традиции может свидетельствовать и обнаруженное в Туктинском кургане на Алтае захоронение женщины вместе с верховыми лошадьми — предположительно также жены вождя. Подобное существовало в древнегерманской традиции, у славянских, балтийских и других народов Европы в эпоху Бронзы и раннего Железа (т.е. более чем за тысячу лет до н.э.). Например, в мифологии кельтов Галлии есть богиня Эпона. Это имя буквально означает «богиня лошадей». Континентальные кельты изображали ее женщиной, стоящей у лошади или сидящей на ней. (Здесь перед нами вновь возникает сюжет, объединивший фигуры главных «героев» данной статьи.)

Семантический анализ понятий и особенностей нашей небесной композиции приводит к гипотезе, что рассматриваемый астральный сюжет имеет универсальное индоевропейское происхождение, отображая акт жертвоприношения лошади. Отдельные созвездия на современной карте — Малый Конь, Пегас, Андромеда — в архаическую эпоху составляли единый сюжет, включавший принесенных в жертву коней (парность голов скорее всего символизирует массовость жертвоприношения) и женщину или девушку, которая вместе с ними ожидает



Часть звездного глобуса, который сделали в 1750 г. Герланд и Леонгард Вальк. Справа видны созвездия Андромеды и Пегаса. В соответствии с античной традицией глобус изображает небесную сферу при взгляде на нее извне. По этому же принципу построены и карты «Уранографии».

своей печальной и одновременно почетной участи. Видимо, описываемый сюжет не исчерпывается только этими персонажами, хотя можно с уверенностью предположить, что именно они составляют его основу. Таким образом, группа созвездий представляет собой весьма характерный индоевропейский аспект (фрагмент) символизма, который впоследствии нашел свое место в структуре современной звездной карты.

География распространения подобных ритуалов заставляет думать, что данный сюжет был привнесен в средиземномор-

скую культуру извне — например, это могло произойти за счет контактов с представителями индоиранской цивилизации, имевшими с греками торговые и культурные связи.

### Конский символизм в текстах Вед и Упанишад

Возвращаясь к древнеиндийской традиции, нужно заметить, что в хорошо известных книгах присутствуют сведения, которые подчеркивают особую символическую связь коня с космо-



Изображение лошади в одном из гротов Дордони (Франция, 15–12 тыс. лет до н.э.).

Фото Р.Делверта

логическими представлениями носителей ведических знаний.

Известно, что все предметы, участвующие в ритуале, являются символами каких-то других предметов. Все операции с первыми суть операции с символами. Совершаются они по строго установленным правилам и имеют значение для тех реальных объектов, которые они, собственно, и символизируют. В связи с этим обращает на себя внимание особое отношение к жертвоприношению коня, в ходе которого моделируется весь космос. Космос, все пространство, весь мир возникает, творится из приносимого в жертву коня. Каждая часть

жертвенного животного символизирует какое-либо природное (космологическое с точки зрения жрецов) явление. «Голова жертвенного животного (коня. — А.К.) есть заря, глаз — солнце, дыхание — ветер, ухо — луна, ноги — части света, ребра — промежуточные части света, мигание — день и ночь, суставы — половины месяцев, сочленения — месяцы, конечности — времена года, туловище — год, волосы — лучи солнца, форма — весь мир, кости — звезды, плоть — туман, волосы — растения, хвост — деревья, рот — огонь, живот — море, анус — атмосфера, яички — небо и земля, семя — божествен-

ный напиток, когда он жует, здесь появляется молния, когда он двигается, здесь идет дождь, его речь суть речь» («Ядж». Раздел VI, 2, 5) [4].

## Итак...

Карта созвездий, образы которой отражают модель мира создававших ее людей [5], не могла не отразить один из важнейших символов мифологического пространства. Жрецы, искавшие на небе отражения наиболее важных сторон священного и мирского, не могли обойти вниманием столь важный атрибут своей деятельности...

Вопрос: «Когда это могло произойти?» — сложен, и едва ли можно дать на него точный и обоснованный ответ в рамках общей хронологии.

Наиболее смелая, разделяемая автором гипотеза о древности созвездий (и в более широком смысле — астеризмов) сводится к тому, что первые небесные образы появляются одновременно с первыми рисунками, т.е. тогда, когда развитие левого полушария головного мозга человека позволило отождествить предмет с его плоским изображением. В результате этого эволюционного преобразования повсеместное распространение получили первые «картинные галереи» — пещеры, стены которых человек населил образами окружающего мира. И с тех пор же небесные фигуры — символы этих образов — наполняют в сознании людей пространство загадочного ночного неба. ■

## Литература

1. Гурштейн А.А. Небо поделено на созвездия в каменном веке // Природа. 1994. №9. С.60–71.
2. Житомирский С.В. «Явления» Арата. Датировка и анализ первоисточника // Дракон и Зодиак. М., 1997. С.51–69.
3. Гамкрелидзе Т.В., Иванов В.В. Индоевропейский язык и индоевропейцы. Тбилиси, 1984. С.482.
4. Молодцова Е.Н. // Очерки истории естественнонауч. знаний в древности. М., 1982. С.139.
5. Кузьмин А.В. Звездная летопись цивилизации // Природа. 2000. №8. С.32–41.

# Знаменитый мореход или поручик Кижэ в Арктике?

Л.М.Свердлов,  
действительный член Русского географического общества  
Москва

Право, не знаю, к какой науке эту заметку отнести — географии или истории? Скорее это история с палеографией (так называется наука о расшифровке древней письменности), а точнее о том, как предположительно прочитанные буквы превратились в знаменитого морехода.

Недавно мне подарили красивую и содержательную книгу — энциклопедию под названием «История освоения Севера в биографиях знаменитых людей» [1], одобренную и рекомендованную для чтения школьникам самим Президентом России В.В.Путиным. Действительно, нет ничего более полезного и поучительного, чем опыт героических исследований Арктики (не подумайте, однако, что далее последует рецензия на книгу: нынешние энциклопедии — это статья особая). Я раскрыл книгу на 34-й странице и прочел: «Муромец Акакий (г. рождения и смерти неизв.), русский арктический мореход, промышленник, первооткрыватель западной части моря Лаптевых и отрезка побережья п-ва Таймыр.

В 1630-х годах вместе с братом Иваном занимался пушной торговлей в басс. Лены. В 1640-х гг. с грузом мехов от-

правился на двух кочах от дельты Лены на запад, завершил исследование Оленекского зал., начатое И. Ребровым, проследил участок берега моря Лаптевых и обнаружил Анабарский залив. Плавание закончилось на о-вах Фаддея и в бух. Симса (77°с.ш., 106°50'в.д.), где потерпели крушение оба коча. Акакий Муромец открыл о-в Большой Бегичев, часть восточного и северного побережий п-ва Таймыр (Берег Прончищева), а также участок восточного берега п-ва Челюскин. Братья Муромцы, большинство мореходов и оставшаяся безымянной женщина, первая русская полярная мореплательница, погибли во время зимовки.

Серьезность текста вроде бы не позволяет сомневаться в подлинности изложенных событий. Между тем этого героя с гоголевским именем и былинной фамилией в энциклопедическом облике мне еще встречать не приходилось, хотя его рождение (не фактическое, а на бумаге!) относится к концу 1940-х годов, когда оно было прочитано на рукоятке ножа XVII в. и попало в научную печать.

Лет двадцать назад автор этих строк начал интересоваться историей экспедиции XVII в., следы пребывания которой были обнаружены в 1940—1941 гг. гидрографами судна «Норд»

у восточного побережья Таймыра. Через четыре года здесь работала археологическая экспедиция А.П.Окладникова. В заливе Симса и на о.Фаддея было найдено множество (несколько тысяч!) предметов материальной культуры начала XVII в. — от медных котлов до серебряных монет — и среди них два ножа с деревянными рукоятками, декорированными традиционным для Русского Севера резным орнаментом и славянской вязью.

Прочтение надписей вызвало большие затруднения, поскольку они вырезаны по кольцевой поверхности (где начало неизвестно), да еще вязью, когда рядом стоящие буквы имеют общие элементы. Известный в 40-е годы ленинградский историк и палеограф В.В.Гейман все же определил все буквы на первом ноже и получил следующее: **ан-какиамурнз (а)**. Буква **(а)** могла обозначать начало и конец письма и давала возможность ее двойного прочтения.

Почему-то решили, что на рукоятке должно быть указано имя погибшего владельца, но поначалу, как ее ни крутили, получалась бессмыслица. Чтобы прочесть надпись, были пущены в ход разные ухищрения, одну букву не читали (как первую **н**), другую заменили (**з** на **ц**), третью просто добавили к задуманному смыслу. Получили

**Акакия Муромца** [2]. Другой специалист, М.В.Формаковский, несколько раньше также предположивший имя **Акакий**, прозвище этому человеку дал **Мурраг**, напоминающее производное от саамского слова «мур» — море. (А раз море — ближе всего Мурман, и в других прочтениях появляется фамилия **Мурманец**) [3].

Что касается рукоятки второго ножа, то на ней буквы разобрать было еще труднее. Вырисовалось нечто похожее на **иван урнз** и его тоже посчитали **Муромцем** (или **Мурманцем**). Так появились на свет **русские арктические мореходы, братья Акакий и Иван Муромцы**. (Прямо-таки былинные герои, как и их великий земляк Илья.)

Обратимся теперь к основным «географическим открытиям» наших героев и времени их свершений. В приведенной выше заметке — это 1630—1640-е годы. А когда же действительно погибла экспедиция у восточного побережья Таймыра?

В числе предметов, найденных на Таймыре, были 3482 русские серебряные монеты. Сотрудник Эрмитажа И.Г.Спаский в 1947 г. установил, что наиболее поздняя монета в составе этого клада — копейка царя Михаила Романова, отчеканенная на Московском монетном дворе не позже 1615—1617 гг. Впоследствии эту датировку подтвердила А.С.Мельникова из Государственного Исторического музея [4, 5].

Однако у нумизматов сразу появились серьезные критики. Так, гидрограф В.А.Троицкий доказывал, что экспедиция погибла в 40-х годах XVII в., а наиболее поздние монеты были «разобраны на сувениры гидрографами в 1940—1941 гг.» [6]. А полярный историк М.И.Белов [7] считал, что находки на Таймыре принадлежат экспедиции Ивана Толстоухова, погибшей еще позже, в конце XVII в.

Несколько лет тому назад и автору пришлось поучаство-

вать в этом споре, призвав на помощь математическую статистику [8]. Набор монет, найденных на Таймыре, сравнивался с кладами 1617—1618 гг. и 1645 г., найденными на Русском Севере, так как только оттуда могла отправиться в плавание эта экспедиция. Монеты из «таймырского клада» оказались по процентному соотношению монет, отчеканенных в разные годы, почти идентичными первым и совершенно не совпадали с кладами 40-х годов XVII в. Чтобы они совпали с последними, необходимо предположить, что из «таймырского клада» были похищены отчеканенные с 1618 по 1640 г. 13 000 монет царя Михаила. Такого количества даже моряки-полярники разобрать на сувениры никак не могли.

Тот факт, что экспедиция снаряжалась на Русском Севере, вероятнее всего в Беломорье, очевиден. Об этом говорят найденные предметы и русского, и европейского производства. Отправиться в плавание она могла только в 1618 или 1619 г., так как 29 ноября 1619 г. указом царя Михаила морской путь из Поморья в Сибирь (Мангазейский морской ход) был окончательно запрещен. Поэтому вероятнее всего, достигнув Енисея к концу лета, мореходы зазимовали, а в следующем (1619 или 1620 г.) отправились вокруг Таймырского п-ова, где и погибли [9], в том числе и владельцы ножей (даже если их и не звали Акакием и Иваном Муромцами) и упомянутая в заметке женщина; кстати, ее череп, согласно антропологической экспертизе 1947 г., носит монголоидный характер. Скорее всего, она была не русской, а коренной жительницей Северо-Западной Сибири [10], что для того времени вполне естественно.

Думается, что Окладников (Алексей Павлович, а не Петрович, как указано на с. 257 в той же энциклопедии), руководивший археологической экспедицией и дальнейшим изучением находок в конце 40-х годов,

не был уверен в правильности прочтения надписей на ножах, поэтому в заключительной статье книги, представляющей отчет об исследовании «таймырских находок», их не отметил, а только констатировал, что мореходам была известна русская письменность [11].

А не попробовать ли реанимировать палеографический анализ? Тщетно вглядываясь в надписи на ножах и никакого Акакия, а тем более Муромца, в них не видя, я решил обратиться за консультацией к современным специалистам — А.А.Медынцевой из Института археологии РАН и Е.В.Ухановой из Государственного Исторического музея.

Медынцева при прочтении исключила из обеих надписей букву **М**, посчитав ее орнаментальным украшением. Полученное в этом случае на первом ноже слово **уризан** (вместо **муриз** у Геймана) дает некоторое основание предположить, что в нем (если оно от слова **резать**) — имя мастера, ножик изготовившего. Что касается имени **Акакий**, орнаментированные буквы, по ее мнению, не дают возможности говорить о нем с какой-либо уверенностью. Вторая же надпись, по мнению Медынцевой, столь неясна, что даже трудно предположить ее смысловое содержание, хотя некоторые буквы прочесть можно.

Уханова же попыталась разобрать все буквы и получила на первом ноже **анкакимуриз**, а на втором в верхней надписи — **иуриблж/(ив)ант/(г)аив/(ж)** и в нижней — **еваенакрзя**. Оба набора славянских букв, по ее мнению, в русском языке смысла не имеют.

Словом, и эти специалисты-палеографы полной ясности в прочтении надписей не внесли. Однако в главном они были едины — категорически отвергли наличие в надписях как имени **Акакий**, так и слова **Муромец** (или **Мурманец**). По их мнению, надписи имеют более

декоративный, чем смысловой характер.

Оставалось еще раз определить место изготовления ножей. Здесь могли помочь специалисты по декоративно-прикладному искусству. Еще в 1947 г. один из них — Н.Г.Порфиридов — по орнаменту, состоящему из изогнутых навстречу друг другу S-образных завитков, образующих фигуры в виде сердечек, сделал вывод, что резьба на рукоятках ножей принадлежит к северорусскому стилю [12]. Это мнение подтвердила старший научный сотрудник отдела дерева Государственного Исторического музея Н.Н.Гончарова.

А что касается плохо разбираемых букв, оказалось, что это явление известно прикладникам и даже имеет собственное название — ложная надпись. Она характерна для украшения бытовых предметов: в коллекции музея имеются декорированные ложными надписями пряничные доски и прялки. Изделия с вырезанными буквами ценились больше, считались праздничными, подарочными, пользовались ими люди состоятельные.

Итак, резьба на рукоятках ножей выполнена мастером с Русского Севера, который профессионально владел резцом, но, вероятно, был неграмотным, вырезанная же «надпись» скорее всего — дань традициям украшения деревянных изделий.

Но возвратимся к героям заметки в школьной энциклопедии. Как случилось, что подобно виртуальному поручику Кижэ Ю.Н.Тынянова братья **Муромцы** обрели и плоть, и кровь, и общественное положение и пошли гулять из публикации в публикацию (признаюсь, и сам о них упоминал).

Пожалуй, первым, кто действительно поверил в их реальность, был И.М.Забелин, географ и популяризатор науки. По его мнению, **Акакий Мураг** (прочтение Фармаковского!) был приказчиком крупного поморского купца, причем свое про-

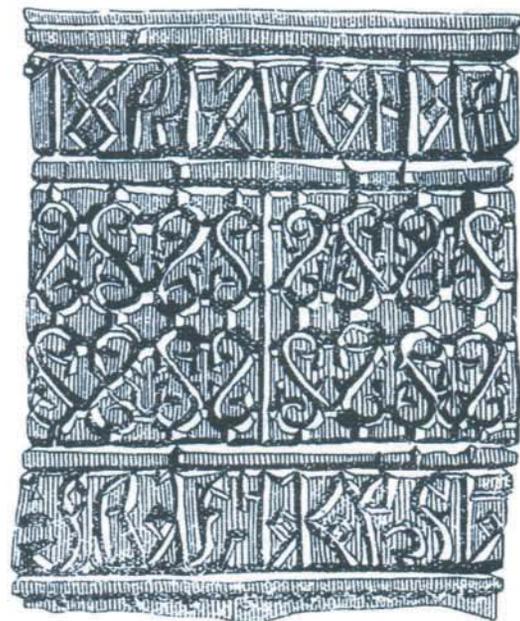


Первый нож и надпись на рукоятке в развороте.

звище заслужил тем, что был опытным мореходом [13]. Так родилась фантастическая биография.

Еще более известный ученый и знаток севера С.В.Обручев согласился с выводом Геймана, что на рукоятках ножей были вырезаны имена владельцев, и довольно убедительно доказал: **Акакий** и **Иван** были не **Мурагами (Мурманцами)**, а именно **Муромцами**. Для этого он ис-

пользовал материалы о жителях Муромы в Сибири, собранные С.В.Бахрушиным и Н.Н.Оглоблиным. В них действительно упоминаются два брата — крестьяне из с.Карачарова (то самое — родина былинного Ильи) Муромского уезда, занимавшиеся торговлей на Севере и даже перевозившие грузы по воде. Однако зовут их, согласно документам (их много и датируются они 1626—1657 гг.), Наум и Де-



Второй нож и разворот рукоятки с надписями.



Пряничная доска XVII в. с ложной надписью.  
(ГИМ. Инв.№23825/456.)

мид Пахомовы-Глотовы, на Таймыр они не плавали и никаких географических открытий не совершали. Кроме этих братьев в бумагах 40-х годов упоминаются Аврам Пахомов-Глотов и его племянники Богдан и Иван Никифоровы-Глотовы [14]. Были и другие представители этой

торговой фамилии и их сотоварищи — но **Акакия** и **Ивана** в документах нет.

Что же получается? Русская экспедиция на Таймыре безусловно побывала, но скорее лет за 20 с лишним, чем сообщается в энциклопедии для школьников. Кто ею руководил — науке,

как говорится, доподлинно не известно. А в целом вся эта история имеет, пожалуй, литературно-фантастический, а не энциклопедический характер, поскольку никаких братьев **Акакия** и **Ивана Муромцев** в истории арктического мореплавания просто не существовало. ■

## Литература

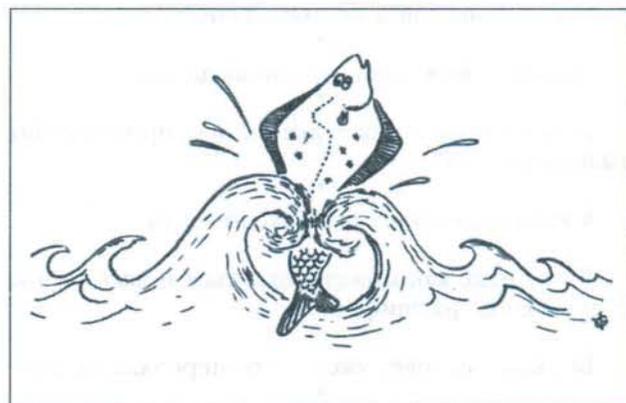
1. История освоения Севера в биографиях знаменитых людей. Полярная энциклопедия школьника / Научный редактор и составитель В.И.Магидович. М., 2000.
2. Гейман В.В. Надписи на ножах // Ист. памятник рус. аркт. мореплавания. М.; Л., 1951. С.141—144.
3. Окладников А.П. Русские полярные мореходы XVII в. у берегов Таймыра. М.; Л., 1948. С. 15.
4. Спасский И.Г. Денежная казна // Ист. памятник рус. аркт. мореплавания. М.; Л., 1951. С.127.
5. Мельникова А.С. Русские монеты от Ивана Грозного до Петра Первого. М., 1989. С.160.
6. Троицкий В.А. Откуда землепроходцы XVII века пришли на Таймыр // Полярный круг. М., 1991. С.165.
7. Белов М.И. По следам полярных экспедиций. Л., 1977. С.16.
8. Свердлов Л.М. Монеты таймырского клада — ключ к тайне русской арктической экспедиции начала XVII века // Новейшие исслед в области нумизматики. М., Тр. Гос. Ист. музея, 1998. Вып.98. С.77—83.
9. Свердлов Л.М. Таймырская загадка. М., 2001. С.34—36.
10. Гинсбург В.В. Кости человека // Ист. памятник рус. аркт. мореплавания. М.; Л., 1951. С.196—197.
11. Окладников А.П., Пинхенсон Д.М. Значение находок у восточного побережья Таймыра // Исторический памятник русского арктического мореплавания. Главсевморпуть, 1951. С.210—211.
12. Порфиридов Н.Г. Предметы прикладного искусства // Ист. памятник рус. аркт. мореплавания. М.; Л., 1951. С.158.
13. Забелин И.М. Встречи, которых не было. М., 1958. С.81.
14. Обручев С.В. Таинственные истории. М., 1973. С.44—47.

# Ламарксизм и птичка кольраби

На биологическом факультете МГУ уже более 50 лет проводится Школьная биологическая олимпиада<sup>1</sup>. После первого — письменного — тура остаются кипы исписанных не самыми разборчивыми почерками листов бумаги. В этих листках, кроме вольного полета мысли (или детского лепета), встречаются порой бесценные «перлы». Оргкомитет и жюри олимпиады бережно коллекционировали их и ныне представляют малую часть своей коллекции читателям «Природы».

Если лягушка прыгает в правильную сторону, значит, она ненормальная.

Лох-Несское чудовище часто видели в пьяном виде.



В местах столкновения океанских течений животных сплющивает.

Пение птиц выражает призыв к спариванию и радостное ликование.

Пение птиц выражает тоску по родине.

Увеличение числа вида восполняет недостаток в мозговом веществе...

Ландыш первомайский...

Жираф идет пить не один, а в компании с другими животными.

Ламарксизм



<sup>1</sup> Виноградов Г.М. 50 лет Школьной биологической олимпиаде МГУ // Природа. 2000. №7. С.77—78; Жуков Б.Б. Откуда крылья растут // Итоги. 2000. №15 (201). С.50—51.

Днем в пустыне песок раскален настолько, что в нем можно печь яйца. Поэтому у верблюда такие длинные ноги.

Кошку объявили священной за красивые глаза.

Это вызывает агрессию со стороны колхозников с дальнейшим уничтожением вида охотниками.

Зимой можно смелее учиться летать, так как падать в снег не больно.

Если бы у людей не было костей, они ползали бы, как мокрицы.

Птичка кольраби

Насекомые защищаются от летучих мышей с помощью мягкой и мохнатой спермы.

Скелет — признак высокой культуры.

Если бы кошка имела две головы, пришлось бы вылизывать обе...

У выхухоля может быть дубло в дубе...

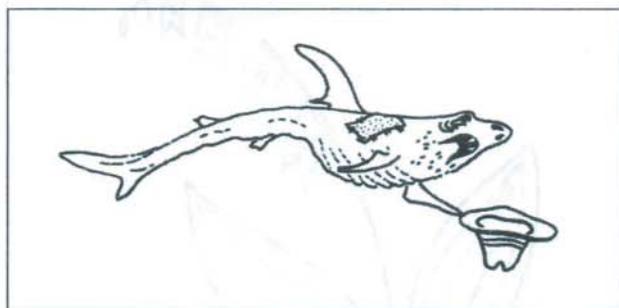
Я не знаю, как может появиться новый белок, когда все уже расшифровано...

Без кожи человек умер бы от переохлаждения.

Пение птиц можно услышать только до того, как самки (а у некоторых видов — самцы) начинают откладывать яйца.

Например, ряса — водное растение.

Если акула долго не ест, она худеет, она опускается...



Физическая работа (расщепление жирных кислот)...

У раненой птицы ареал тоже ограничен: ну не может она далеко улететь или уползти.

Таким способом моллюск пользуется для скрытия врагов.

Блуждающий мозг...

Животные, рождающиеся зимой, могут лучше понять жизнь.

После гибели животных и растений вода становится безлюдной пустыней.

Цвет божьей коровки предупреждает птиц о том, что она приносит пользу человеку.

Далее придется пойти на жертвы...

Неизвестно (во всяком случае мне), происходит ли процесс оплодотворения без деятельности спинного и головного мозгов.

Медведица спит, а ребенок растет...

Оставили своих женщин беременными, ушли в лес и деградировали...

И никакая эволюция не поможет им сделаться людьми!

© Подготовил Г.М.Виноградов



# «Нобелиана» Петра Лебедева и Владимира Ипатьева

А.М.Блох,  
 доктор геолого-минералогических наук  
 Москва

В 1945 г. на волне эйфории в связи с разгромом нацистской Германии в Управлении пропаганды и агитации ЦК ВКП(б) был подготовлен проект учреждения в Советском Союзе международных премий по науке и литературе, которые должны были бы служить противовесом «буржуазным» нобелевским премиям. Как пояснял автор документа, «такая сравнительно скромная по своему научному уровню страна, как Швеция, выступает в качестве арбитра и ценителя уровня научных работ во всех странах», да к тому же «шведские нобелевские комитеты <...> проводят прогерманскую и антирусскую политику <...> при присуждении премий в области естественных наук» [1].

Иллюстрируя свою мысль, автор привел несколько конкретных, на его взгляд, примеров злонамеренных поползновений нобелевских комитетов. В частности, им сделан акцент на том, что «Нобелевским комитетом были обойдены изумившие весь научный мир искусные экспериментальные работы П.Н.Лебедева по обнаружению давления света». Ныне, когда стали доступны ранее закрытые архивы Королевской академии наук, появилась возможность проверить справедливость этих обвинений.

Выдающийся русский физик Петр Николаевич Лебедев (1866—1912) действительно с помощью тонкого эксперимента первым доказал реальное существование давления света. В 1900 г. он продемонстрировал это на примере твердого тела и в 1910-м — на газе. Последнее достижение получило в мировых научных сферах особенно большой резонанс благодаря фундаментальному его значению для проблем астрофизики. На близкие рубежи познания помимо нашего соотечественника вышел английский физик Джон Генри Пойнтинг, который связывал с изучавшимся им световым давлением особенности гелиоцентрического движения кометных тел.

Лебедев попал в число номинантов Нобелевского комитета по физике в 1905 г. Выдвинул его и английского физика Джеймса Дьюара профессор Петербургского университета О.Д.Хвольсон. Его номинация была предельно лапидарна, без необходимой мотивации. В ней сообщалось о выдвижении Лебедева «за экспериментальное доказательство давления световой энергии» и Дьюара — «за превращение водорода в твердое тело». Венчалось представление лаконичной фразой, что «эпохальное значение этих работ не требует дока-

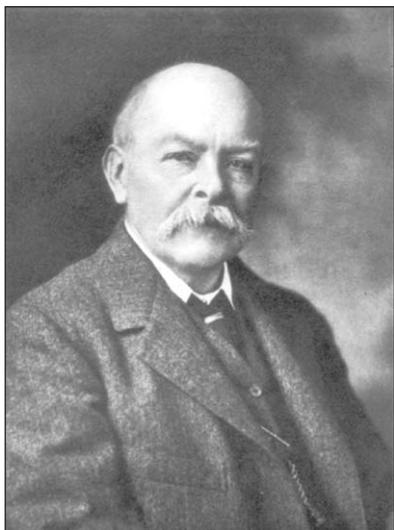


Петр Николаевич Лебедев.

зательств» [2, материалы комитетов за 1905 г., л.145].

Более аргументированный характер имела номинация немецкого ученого, лауреата Нобелевской премии 1911 г. Вильгельма Вина, направленная в Стокгольм уже после обнаружения Лебедевым давления света на газах — в 1912 г. Волею судеб новых представлений нашего соотечественника на нобелевскую награду в комитет не поступало; 14 марта, через полтора месяца после завершения регистрации массива номинаций на премию 1912 г., Лебедев скончался от болезни сердца.

© А.М.Блох



Джон Генри Пойнтинг.

В своем представлении Вин констатировал, что Лебедеву удалось преодолеть те трудности, которые не позволили достичь аналогичного результата его предшественникам Фреснелю, Бертоли и Круксу. «В своих тщательно проведенных, многократно модифицировавшихся наблюдениях, — писал он, — Лебедев продемонстрировал, каким образом можно избежать мешающего воздействия посторонних сил и провести количественные измерения давления света <...>. Эти наблюдения имеют огромное значение для теории излучения, поскольку термодинамическая составляющая последнего зависит прежде всего от величины давления света» [2, материалы комитетов за 1912 г., л.277].

В том же 1912 г. в числе номинантов Нобелевского комитета по физике оказался заочный коллега Лебедева по экспериментам с измерением давления света, упомянутый выше англичанин Пойнтинг. Выдвигался он не впервые; его представляли дважды — в 1909 и 1911 гг. — маститые номинаторы, в том числе нобелевские лауреаты Э.Резерфорд, Дж.Дж.Томсон. Но ни его кандидатура, ни кандидатура русского экспериментатора

не привлекли тогда внимания Нобелевского комитета.

В 1912 г. премию по физике получил Нильс Дален, шведский инженер, «за изобретение автоматических регуляторов, использующихся в сочетании с газовыми аккумуляторами для источников света на маяках и буйках». Поддержки в том году помимо Лебедева не нашли и такие именитые претенденты, как Хейке Камерлинг-Оннес с его шестью номинациями, Макс Планк с семьей и т.д.\* Однако не приходится сомневаться, что среди всех возможных предположений наиболее абсурдным стало сформулированное в разгар антизападной риторики конца 40-х годов заместителем начальника Управления пропаганды и агитации ЦК ВКП(б) Д.Т.Шепиловым, что «шведы демонстративно не признавали достижений наших отечественных ученых» и потому «были обойдены изумившие весь научный мир искусные экспериментальные работы Лебедева...» [3].

К сказанному нелишне добавить, что Петр Николаевич как выдающийся экспериментатор пользовался в Швеции достойным его таланта вниманием. Свидетельством того может послужить полученное им письмо от знаменитого академика Сванте Аррениуса, директора Нобелевского института при Королевской академии наук. Письмо датировано 2 марта 1911 г. и направлено в Москву после того, как Аррениус узнал о демонстративном уходе Лебедева с группой других либерально настроенных профессоров из Московского университета в знак протеста против реакци-

\* В решении шведских академиков о присуждении Нобелевской премии по физике Далену, по всей вероятности, имелась немалая доля гуманитарной составляющей. В начале 1912 г., при испытании устройства, гарантирующего безопасность работы с газовым ацетиленом, произошел взрыв баллона. Изобретатель был серьезно ранен и в итоге полностью ослеп, лишившись в 42-летнем возрасте средств к существованию.

онной политики министра народного просвещения Л.А.Кассо.

Адресат ставился в известность, что «для Нобелевского института, естественно, было бы большой честью, если бы Вы захотели посетить его и работать там <...>. Можете не сомневаться, что Ваше положение будет совершенно свободным, соответствуя Вашему научному рангу, а не просто как сотруднику» [4, ф.293, оп.1, ед.хр.5, л.171—172]. Однако к этому времени Лебедев уже дал согласие работать в Университете А.Л.Шанявского, где ему была предоставлена физическая лаборатория\*\*, о чем он и сообщил Аррениусу 29 июля 1911 г. В ответном письме от 2 августа последний еще раз подтвердил, что, если потребуется, Лебедев всегда сможет «воспользоваться возможностью работать здесь» и что «в нашем распоряжении достаточно времени для того, чтобы сделать необходимые приготовления и в экономическом вопросе» [4, ф.293, оп.1, ед.хр.5, л.174—175].

Этому письму в адрес Лебедева суждено было стать последним. 14 марта 1912 г. Петр Николаевич скончался в расцвете творческих сил, 46 лет от роду. Не намного его пережил возможный спарринг-партнер Джон Генри Пойнтинг, ушедший из жизни на 62-м году, почти ровно два года спустя, 30 марта 1914 г. А замечательное достижение — открытие давления света, — которое пришлось на рубеж 20-го столетия, так и не удостоилось Нобелевской премии.

Как уже отмечалось, единственным из коллег на родине, кто рекомендовал Нобелевскому комитету кандидатуру Лебедева, был профессор О.Д.Хвольсон. Другие российские номинаторы выдвигали только иностранных ученых. Можно назвать по край-

\*\* Тогда же создается Общество московского научного института, которым были собраны средства на строительство института для Лебедева по его проекту. В этом здании на Мясницкой площади позднее размещался ФИАН. — *Примеч. ред.*

ней мере трех профессоров, которые в те годы участвовали в выдвижении претендентов на Нобелевскую премию и одновременно хорошо были осведомлены о научных успехах Лебедева.

Это В.А.Ульянин из Казанского университета, знавший Петра Николаевича со студенческих лет, но выдвинувший в 1909 г. Макса Планка. Это коллега Ульянина по университету Д.А.Гольдгаммер, еще в 1901 г. пытавшийся теоретически объяснить феномен давления света и тоже в 1909 г. выдвинувший того же Планка и еще Йоханнеса Вандер-Ваальса. И наконец, Б.Б.Голицын, близкий друг Лебедева, вместе с ним развивавший представление о значении давления света на газы при попытке разгадать условия формирования кометных хвостов. В 1911 г. он направил в Нобелевский комитет номинацию на французского физика-теоретика Анри Пуанкаре.

Объяснение напрашивается только одно. Коллеги Лебедева по научным интересам в основной своей массе не считали его экспериментальные результаты достойными нобелевской награды — традиционная слепота отечественных номинаторов, когда речь заходила об открытиях, сделанных за соседним столом. С этим феноменом нам придется столкнуться еще не единожды на многих других примерах. В частности — в ситуации с В.Н.Ипатьевым, которую целесообразно рассмотреть здесь в сопоставлении с историей Лебедева.

Объединяет обоих выдающихся русских естествоиспытателей и их возраст (разница в полтора года), и вполне реальная возможность почти одновременно оказаться первыми российскими нобелевскими лауреатами: один — по физике и другой — по химии. Но было и еще одно объединяющее обстоятельство, уже упомянутое, — это, увы, безразличие отечественных номинаторов к выдвижению российских коллег. Картина такого отчуждения в среде физиков и химиков осо-

бенно рельефно выглядит, если сравнивать ее с корпоративной солидарностью, характерной для представителей отечественной медицинской науки. Примером тому стала дружная поддержка, оказанная в 1901—1904 гг. сообществом русских медиков в продвижении на нобелевскую награду своего духовного лидера И.П.Павлова [5].

Владимир Николаевич Ипатьев (1867—1952) в начале XX в. добился сенсационных успехов, связанных с применением высоких давлений в органической химии. В 1903 г. он сконструировал новый аппарат — прообраз будущих автоклавов, — с помощью которого начал изучать каталитические реакции, происходящие при высоких температурах и давлениях. В 1908 г. полученные результаты были обобщены, что принесло Ипатьеву широкую известность в научном мире [6]. Академики П.И.Вальден, Б.Б.Голицын и Н.С.Курнаков, выдвигая его в 1915 г. в члены Императорской Академии наук, подчеркнуто сопоставляли достижения Ипатьева с работами французского химика Поля Сабатье и в заключение констатировали, что исследования русского ученого «отличаются большим разнообразием, нежели работы Сабатье, удостоившегося в 1912 году Нобелевской премии» [7].

Вот что конкретно писал один из авторов представления Ипатьева профессор Рижского политехникума П.И.Вальден, видный специалист по теории растворов. «Если Сабатье, — писал он, — получил Нобелевскую премию только за одну каталитическую реакцию, <...> то работы Ипатьева несомненно заслуживают этой же премии, так как он гораздо шире применил катализаторы для различных реакций <...> и ввел совершенно новый метод высоких давлений, что позволило вести гидрогенизацию с такими веществами, работать с которыми по методу Сабатье было невозможно» [8].

Отдавая должное убедительной аргументации Вальдена, Го-



Владимир Николаевич Ипатьев — член Президиума ВСНХ РСФСР.

лицына и Курнакова, невольно задаешься вопросом, а отчего же никто из них не воспользовался имевшимся у них правом послать в Стокгольм представление Ипатьева на высшую мировую награду? В архиве Королевской академии наук не нашлось свидетельств участия Курнакова в представлении кого бы то ни было на Нобелевскую премию, но Вальден и Голицын выступали в этой роли не раз. Первый из них направлял в Нобелевский комитет по химии свои предложения дважды, в 1904 и 1911 гг., а второй — трижды, причем впервые его представление появилось в Стокгольме в 1911 г., т.е. за год до присуждения награды Сабатье. И ни в одной из номинаций не упоминались фамилии соотечественников, предлагались лишь иностранные претенденты.

Совершенно иная картина вырисовывается с Сабатье. Его кандидатура, как и Виктора Гриньяра, разделенного с ним Нобелевскую премию, неоднократно номинировалась коллегами, причем среди них явно преобладали сограждане. В течение шести лет Сабатье выдвигался четыре раза, Гриньяр — три. При этом число номинаций



Ипатьев в последние годы жизни.

в каждом из циклов не превышало двух, т.е. массированного выдвижения не было и в помине.

Но и этого скромного числа представлений хватило Нобелевскому комитету и Королевской академии наук для того, чтобы присудить Сабатье премию «за предложенный им метод гидрогенизации органических соединений в присутствии мелкодисперсных металлов, который резко стимулировал развитие органической химии». Хотя в 1912 г. будущие нобелевские лауреаты Альфред Вернер (1913), Теодор Уильям Ричардс (1914), Рихард Мартин Вильштеттер (1915) и Вальтер Нернст (1920) имели по четыре-пять представлений из общего числа 37-ми, полученных в том году комитетом.

Насколько же убедительными показались для шведских

экспертов и голосующих академиком достижения Сабатье и Гриньяра, если их предпочли в Стокгольме ученым с более толстыми пачками номинаций? И разве трудно предположить, что наш соотечественник, получив представления от таких уважаемых в научном мире номинаторов, как Вальден, Голицын, Курнаков, не стал бы третьим в списке лауреатов Нобелевской премии 1912 года?..

Еще один шанс получить заслуженную награду был упущен Ипатьевым два десятилетия спустя, когда Нобелевскую премию по химии 1931 г. присудили немецким ученым Карлу Бошу и Фридриху Бергиусу «за заслуги по введению и развитию методов высокого давления в химии». Боша представляли с 1915 г. семь раз, общее число поступивших на него номинаций, включая представление от Альберта Эйнштейна, достигало 20. Два раза, по одному номинатору в цикл, предлагали Бергиусу. И ни единого представления, в котором упоминался бы русский первопроходец.

Нельзя не отметить в этой связи собственную промашку ученого. В своих воспоминаниях он рассказывал о проходившем в Страсбурге в июле 1928 г., за три с лишним года до присуждения Нобелевской премии Бошу и Бергиусу, Международном конгрессе по промышленной химии. В докладе Ипатьев подробно остановился на собственных ранних исследованиях по гидрогенизации под давлением и в заключение заметил: «Патенты Бергиуса (1911 г.) всецело основаны на моих работах, сделанных еще в 1903—1904 годах, и мой метод, разработанный для различных органических соединений, был целиком применен для гидрогенизации смол и углей» [9]. Проводившее конгресс Общество промышленной химии достойно оценило выдающийся научный вклад Ипатьева. В торжественной обстановке представитель французского правительства в ранге

министра вручил советскому делегату высшую награду Общества — медаль Пьера Бергло.

Что же могло помешать Королевской академии наук отметить неоспоримые заслуги Ипатьева? Только одно — отсутствие должным образом оформленного патента. Здесь ученый повторил многократные ошибки русских изобретателей, не заботившихся о своевременном патентовании своих открытий. Имелся бы патент, вряд ли шведские эксперты прошли мимо него, а члены Нобелевского комитета, даже при отсутствии номинации, могли бы воспользоваться имеющимся у них правом на выдвижение своего кандидата в последний день перед завершением приема номинаций на текущий год, т.е. 31 января.

Такая возможность мудро предусмотрена статусом нобелевских учреждений. Приведем два примера использования «права последнего дня».

В 1909 г. Нобелевскую премию по физике «за беспроводную телеграфию» вместе с Гульельмо Маркони получил Карл Фридрих Браун из Страсбургского университета, внесший своими изобретениями фундаментальный вклад в развитие беспроводной связи. В том году, как и в предыдущие циклы, номинации на Брауна в комитет не поступали. Член комитета профессор Уппсальского университета Густаф Гранквист, убежденный, что премию за это открытие следует разделить между двумя учеными, выдвинул от себя их обоих.

И еще... В 1945 г. за открытие пенициллина премия по физиологии и медицине была разделена между англичанами Александром Флемингом, Эрнстом Борисом Чейном (отец которого, кстати, выходец из России по фамилии Хаин) и Говардом Вальтером Флори. В предыдущие годы кандидатура Чейна выдвигалась наряду с двумя другими претендентами, но в 1945 г. ее в массиве номинаций не оказалось. Справедливость восстано-

вил секретарь Нобелевского комитета, пробывший на этой должности более сорока лет, Гёран Лильестранд, предоставив за своей подписью номинацию на всех троих...

30 июня 1930 г. два члена АН СССР, В.Н.Ипатьев и А.В.Чичибабин, специалист по органической химии, были командированы Академией на 2-й Международный энергетический конгресс в Берлине. Вместе с Владимиром Николаевичем за рубеж поехала жена, страдавшая онкологическим заболеванием, взрослые же дети остались в Союзе. После завершения конгресса Ипатьев, в надежде на успешную операцию жены, по рекомендации врачей и с согласия Академии выехал в Соединенные Штаты. Там он написал фундаментальную монографию о катализе при высоких параметрах и опубликовал на английском языке в Чикаго. В апреле 1936 г. по издательскому плану АН СССР она вышла на русском языке [10]. В октябре того же года, в обстановке начавшихся репрессий, Президиум Академии потребовал немедленного возвращения Ипатьева на родину, где его судьбу нетрудно было предугадать. После отказа подчиниться этому требованию он 5 января 1937 года был лишен советского гражданства, а перед тем, 29 декабря 1936 г., исключен из Академии наук [6].

Имя Ипатьева продолжало вызывать идиосинкразию в высших

партийных сферах даже после восстановления его (посмертно) в гражданстве и возвращения ему звания академика АН СССР. В письме из Отдела пропаганды и агитации ЦК КПСС в секретариат ЦК, датированном 23 апреля 1959 г., отмечались идеологические ошибки при подготовке дополнительного, 51-го, тома ко 2-му изданию БСЭ. Упомянув, что «отдельные биографические справки составлены аполитично», авторы письма к числу таких отнесли и статью об Ипатьеве — «химике-органике, который <...> не вернулся в СССР, работал в США и выступал против Советского Союза» [11].

А в наши дни была обнародована более чем странная версия несправедливого Ипатьеву Нобелевской премии.

Ее автор, известный историк химии Ю.И.Соловьев, посчитав нужным убедить современного читателя в наличии «политических пристрастий» в нобелевских комитетах по разделам науки, высказал мысль, что в Стокгольме Ипатьеву не присудили награды только потому, что, будучи членом ВСНХ, он активно способствовал восстановлению разрушенного войной народного хозяйства СССР...

В последние полтора десятка лет своей жизни Владимир Николаевич, наконец, оказался зафиксированным в списках номинантов Нобелевского комитета по химии. Впервые это про-

изошло в 1938 г. Ипатьев состоял профессором Северо-Западного университета в Чикаго. Его представил специалист по катализу из Университета г.Дельфзейля Х.И.Ватерман (Нидерланды). В 1941 г. его номинатором стал Г.Дюпон из Парижа, а в 1942-м — профессор Кембриджского университета Э.К.Ридли. В 1948 г. маститого ученого, к тому времени профессора Эванстонского университета (пригород Чикаго), выдвигают трое коллег из Эванстона, а на следующий год о нем вновь вспоминает Дюпон. Он же повторяет свое предложение в 1950 г., вместе с другим парижанином — химиком Хекспиллом.

Однако время Ипатьева уже безвозвратно ушло. И в этой печальной констатации, пожалуй, фундаментальное отличие нобелевской судьбы Владимира Николаевича от судьбы первого героя нашего повествования — Петра Николаевича Лебедева, чей полет к нобелевскому признанию был прерван его безвременной кончиной. А не проявившихся отечественных номинаторов великого экспериментатора, надо думать, с успехом заменили бы иностранные поклонники его блестящего таланта. Возможно — тот же Сванте Аррениус, высочайший научный авторитет которого в Королевской академии наук, учреждении-наделителе нобелевских наград по физике и химии, был неоспорим...■

## Литература

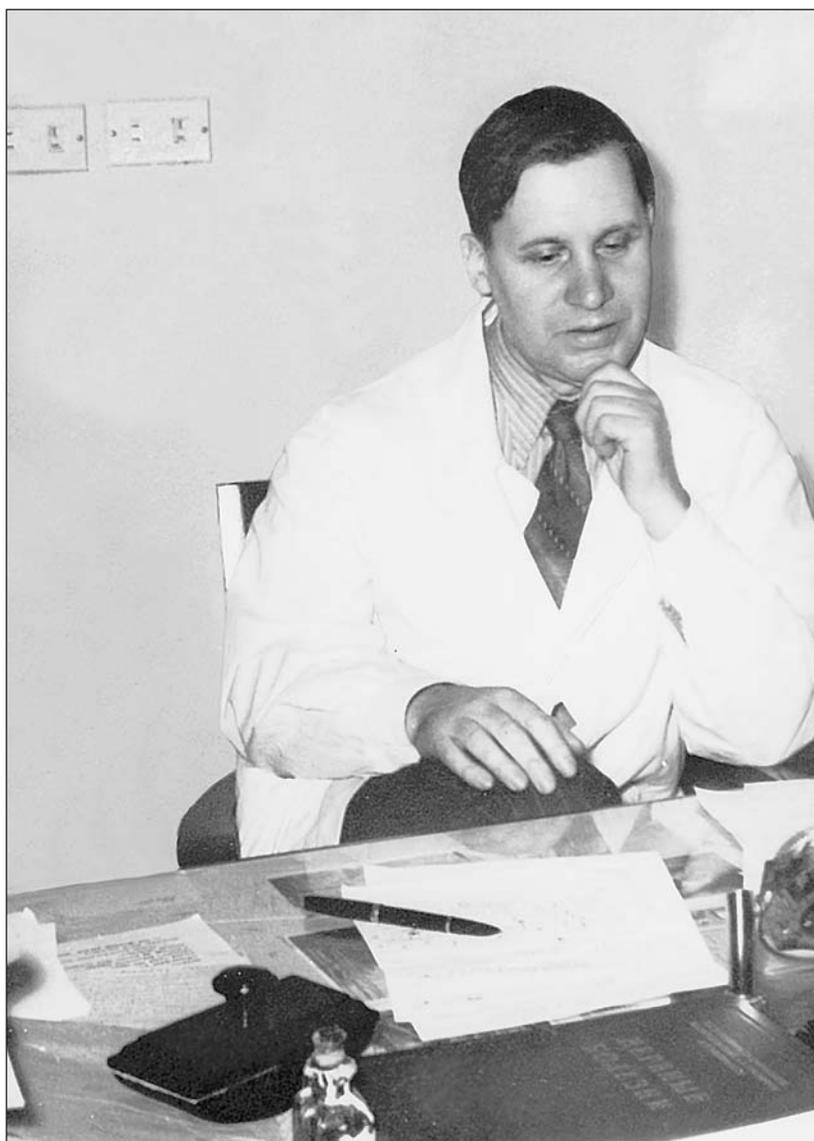
1. Российский государственный архив социально-политических исследований (РГАСПИ). Ф.17. Оп.125. Ед.хр.497. Л.8—12.
2. Архив Королевской академии наук (АКАН). Фонд нобелевских комитетов по физике и химии.
3. РГАСПИ. Ф.17. Оп.125. Ед.хр.588. Л.20—21.
4. Петербургский филиал архива РАН (ПФА РАН).
5. Блох А.М. Архивы Нобелевского фонда приоткрываются: Иван Павлов и Илья Мечников // Природа. 2001. №7. С.4.
6. Кузнецов В.И. Сквозь тернии к торжеству таланта // Рос. науч. эмиграция: Двадцать портретов. М., 2001.
7. Соловьев Ю.И. Почему ак. Ипатьев не стал нобелевским лауреатом? // Вестн. РАН. 1997. №7. С.627.
8. ПФА РАН. Ф.788. Оп.4. Ед.хр.34. Л.33—34.
9. Ипатьев В.Н. Жизнь одного химика: Воспоминания. Нью-Йорк, 1945. Т.2. С.509.
10. Ипатьев В.Н. Каталитические реакции при высоких температурах и давлениях 1900—1933 (с предисловием профессора Р.М.Вильштеттера). М.; Л., 1936.
11. Российский государственный архив новейшей истории. Ф.11. Оп.1. Ед.хр.367. Л.47—48.

# ПРИСТРАСТΙΑ Л.В.КРУШИНСКОГО

## К 90-летию со дня рождения

У известного физиолога Леонида Викторовича Крушинского было две страсти: любимая наука и лес — «зачарованное таинственное царство». О его втором увлечении знали только близкие люди. Для большинства же биологов член-корреспондент АН СССР, лауреат Ленинской премии, профессор Московского государственного университета Л.В.Крушинский (1911—1984) — классик высшей нервной деятельности, оставивший богатое научное наследие в различных областях биологии (феногенетике, физиологии высшей нервной деятельности, патофизиологии, генетике поведения, этологии), чьи работы получили мировое признание. Главная проблема, которую Леонид Викторович решал всю жизнь, — закономерности формирования поведения животных в норме и патологии. Центральное место в его творчестве занимает учение об элементарной рассудочной деятельности животных.

Сегодня наличие у животных разума ни у кого не вызывает сомнения, но так было далеко не всегда. Первая работа Крушинского по элементарной рассудочной деятельности животных, появившаяся в 1958 г. в «Докладах Академии наук СССР», вызвала сенсацию в прессе и настороженное, даже негативное отношение физиологов, изуча-



Леонид Викторович Крушинский (16.VI.1911—25.V.1984).

ющих высшую нервную деятельность животных с помощью метода условных рефлексов. Нужно было большое мужество, чтобы не только сделать столь смелое заявление, но и доказывать свою правоту. В течение многих лет Леонид Викторович с небольшой группой сотрудников в бурных дискуссиях отстаивал в самых различных аудиториях утверждение о наличии у животных разума и преодолевал неприятие этого факта ортодок-

сально настроенными биологами (математики приняли его сразу).

Тонкая наблюдательность натуралиста, высокий профессионализм, широкая эрудиция и искусство экспериментатора позволили Крушинскому много опередить свое время. Наряду с И.П.Павловым, К.Лоренцом и Н.Тинбергеном, открывшими механизмы инстинктов и обучения, его по праву можно считать осново-

положником общей теории поведения.

Леонид Викторович долгие годы был тесно связан с нашим журналом, был его постоянным автором. Мы предлагаем читателям познакомиться с воспоминаниями его дочери Н.Л.Крушинской, а также с фрагментом из незаконченной книги Л.В.Крушинского, которую он писал долгие годы, бережно собирая наблюдения и самые разные впечатления.

## Отец

Н.Л.Крушинская

Леонид Викторович Крушинский, мой отец, родился 16 июня 1911 г. в дружной семье, где хранили традиции предшествующих поколений, знали и гордились своими предками. Его прапрадед, Иван Михайлович Симонов, — ректор Казанского университета, известный астроном, научный руководитель знаменитой кругосветной экспедиции Беллингаузена и Лазарева на шлюпах «Восток» и «Мирный». Его именем назван один из островов, открытый во время экспедиции. Прадед, Василий Павлович Васильев, — известный китаевед, академик, декан восточного факультета Петербургского университета — 10 лет провел в Пекине, изучая язык, историю и культуру Китая. С глубоким уважением относились к деду, Александру Васильевичу Васильеву, известному математику, основателю физико-математического общества в Казанском университете.

Мой дедушка, Виктор Леонидович Крушинский (1872—1922),

был юристом, участвовал в двух войнах: Японской и первой мировой. Бабушка, Анна Александровна Крушинская (1882—1968), после революции работала в Фундаментальной библиотеке Академии наук библиографом. Перевела «Социальную историю Англии» Дж.Тревельяна.

Семья жила в Москве, в собственном доме, в Денисовском переулке. Лето проводили в подмосковном имении Феторова (ныне совхоз «Коммунарка»). Там собиралось многочисленное семейство Крушинских, шла беззаботная, барская жизнь; отца воспитывала бонна-немка. Жизнь казалась устойчивой и надежной.

Но семейное благополучие длилось недолго. В 1914 г. Виктора Леонидовича призвали в действующую армию; а после революции он прожил недолго и умер в 1922 г. от язвы желудка. Бабушка осталась одна с 11-летним сыном, престарелым отцом и нянькой Варварой. Как владелица дома она была лишена избиратель-

ных прав и по этой причине ее не брали на работу. Семья буквально голодала. Отец ходил, как тогда говорили, «с ложкой» в бесплатную столовую для беспризорных детей. Спустя некоторое время бабушке наконец удалось устроиться переводчицей в НКПС, да и брат стал присылать деньги из Америки.

Среди новых жильцов денисовского дома были и воры, и жулики, и проститутки. Бывших владельцев дома, естественно, не любили, и бабушка жила в постоянном страхе, что донесут на них в НКВД. А доносить было о чем: лишенка, брат и сестра в иммиграции, отец — бывший член Государственной Думы, а тут еще мало приятное родство, хотя и не кровное, с А.Ф.Керенским. Он был женат на двоюродной сестре бабушки, Ольге Львовне Барановской, и бывал в их доме.

Итак, волею судьбы отец из-под опеки бонны попал на улицу. Он гонял с дворовой компанией голубей, ходил на Язузу ку-



Родители: отец В.Л.Крушинский (1914) и мать А.А.Крушинская (1910).

паться и набирался житейской мудрости. Рос он, испытывая два противоположных влияния: денисовской слободки и семьи, воспитывающей его в традициях уходящей в прошлое культуры.

По воспоминаниям близких друзей отца и его самого, одна страсть владела им с детства: любовь к природе и животным. В семилетнем возрасте он, не задумываясь, променял подаренный ему волшебный фонарь на щенка пойнтера, первую собственную собаку. Увлечение животными в семье разделяла только нянька Варвара. Она жила в общей кухне, за занавеской, и держала там кур и козу, первое подопытное животное отца. Он пас ее на берегу Яузы, заготавливал на зиму сено и наблюдал за ее поведением. Одно время жил за занавеской и дикий волчонок, тоже подопытный. Задавив однажды всех кур, он сбежал; организовали облаву, но не нашли. Отец был очень огорчен.

С юных лет настоящей страстью отца стала охота. Первое ружье он получил в подарок от деда, Александра Васильевича, в 16 лет. На охоту ходил со своими сверстниками, К.А.Домбровским и братьями Котельниковыми, и всегда брал с собой собаку.

Повадки этого гибрида волка и собаки, выращенного им самим, позже он опишет в книгах о поведении животных.

Еще школьником отец стал посещать кружок юных натуралистов при Московском зоопарке, которым руководил Н.А.Ильин, ассистент из лаборатории М.М.Завадовского. Отцу было поручено ухаживать за кроликами, а вскоре он включился в научную работу по изучению наследования у них окраски. Закончив в 1928 г. школу, начал готовиться к поступлению в Московский университет на биологический факультет. Но туда из-за социального происхождения у него даже не приняли документы.

На семейном совете решили ехать в Казанский университет, где учились и работали предки трех поколений Крушинских. Отец сдал экзамены, его приняли, но он чувствовал себя совершенно чужим среди студентов нового набора, отбравшихся по принципу социального происхождения и по партийной принадлежности. Самое тягостное впечатление на отца произвело участие студентов в раскулачивании крестьян. Тогда он понял, что с советской властью

ему не по пути. Курсовую работу делал на кафедре зоологии беспозвоночных, которую возглавлял Н.А.Ливанов, развивавший на кафедре эволюционно-морфологическое направление.

Всеми силами отец стремился в Москву. В 1930 г. он поступил по дополнительному набору на второй курс биологического факультета МГУ, на кафедру динамики развития организма, которой заведовал Завадовский. После атмосферы Казанского университета отец оказался в совершенно другой обстановке; его окружала дружная, творческая, увлеченная биологией молодежь. С ним вместе на кафедре учились: Т.А.Детлаф, М.С.Мстиславский, Г.В.Лопашов, Л.В.Полежаев, Е.А.Романовская.

В годы учебы продолжал работать с Ильиным в Школе связи Красной Армии в Новогиреево, в лаборатории кинологии: изучал наследование активно- и пассивно-оборонительных реакций у собак и гибридов волка с собакой. Это было началом оригинальной программы по биологии развития поведения животных.

В студенческие годы для отца большое значение имели близкие контакты с биологами старшего поколения. Огромное влияние на него оказал выдающийся эмбриолог Д.П.Филатов. Оба были страстными охотниками, и Филатов часто приглашал отца на охоту в компании С.И.Огнева, А.В.Румянцева, А.Д.Некрасова. В непринужденной обстановке, на природе можно было общаться с интереснейшими людьми, замечательными исследователями и удовлетворять свою неистощимую любознательность.

Хорошие научные контакты установились также с Н.К.Кольцовым и сотрудниками его института. Отец был активным участником семинара по генетике и членом эволюционной бригады, созданной Д.Д.Ромашовым. Дружба с Ромашовым, А.А.Малиновским, Б.Л.Астауровым длилась всю жизнь.

После окончания университета Кольцов предложил отцу аспирантуру в своем институте, но он предпочел остаться у Завадовского. Кандидатскую диссертацию «Проявление и выражение оборонительных реакций у собак» защитил в 1937 г. и был зачислен ассистентом на свою кафедру.

Все складывалось у отца счастливо и с наукой, и в личной жизни. В 1934 г. он женился на моей матери, Татьяне Александровне Бедняковой. В маме соединялись многие качества, которые могли нравиться отцу. Красивая, яркая брюнетка с цыганским типом лица (ее прабабка была таборная цыганка), с живым независимым характером. Их объединяли общие научные интересы и общие друзья, оба были увлечены работой и всегда находили понимание и взаимную поддержку.

Появились две дочери, сначала я, потом Лена. Разочаровывался каждый раз — ждал сына-охотника. Но любил нас нежно, был заботливым отцом, и мы с сестрой всегда знали, что в тяжелые минуты жизни получим сочувствие и реальную помощь.

То было в семье, а работа шла своим чередом. В 1937 г., по рекомендации Кольцова, отцу пригласил Л.А.Орбели в Институт физиологии им.И.П.Павлова научным консультантом по изучению генетики высшей нервной деятельности собак. Он работал вместе с М.К.Петровой, ближайшей сотрудницей Павлова. Тесные научные связи у него установились с М.Е.Лобашовым, Э.Г.Вацууро и особенно близкие — с А.Н.Промптовым.

Из очередной ленинградской командировки отец возвратился 22-го июня 1941 г., приехал к нам на дачу, и мы пошли в лес слушать птиц. Вернулись радостные, довольные, а мама из окна кричит: «Началась война с Германией». Мама наотрез отказалась ехать в эвакуацию без родителей, которые решили остаться в Москве.

Отца демобилизовали из-за искаченного ахиллова сухожилия в мотоциклетной аварии. Числясь в университете, он работал в Военно-технической школе собаководства, где готовил собак для служебного использования на фронте. Отбирая собак, определял у них тип высшей нервной деятельности, остроту обоняния и другие качества, для чего разработал специальные методики. В 1942—1943 гг. несколько раз выезжал со служебными собаками на фронт. В 1942 г. за отличное выполнение этой научно-исследовательской работы ему вынесли благодарность и выдали денежную премию от Народного комиссариата просвещения РСФСР.



Юный натуралист. 1925 г.



После удачной охоты с друзьями. Слева направо: К.А.Домбровский, Л.В.Крушинский, В.А.Котельников. Орехово, 1927 г.



На занятиях у М.М.Завадовского (в центре). Л.В.Крушинский второй справа.



В лаборатории в Останкино с Л.Н.Молодкиной. 1949 г.

Московский университет вернулся из эвакуации в 1943 г. В том же году отец стал доцентом кафедры динамики развития. Читал курс лекций по феногенетике и вел все задачи по динамике развития на большом практикуме. Тогда же начал писать докторскую диссертацию «Анализ формирования поведения животных в онтогенезе», которую защитил в 1947 г. Затем полностью ушел в изучение роли возбудимости нервной системы в поведении в норме и патологии. Моделью для изучения патологий выбрал эпилептиформный припадок у крыс, проявляющийся в ответ на действие сильного звукового раздражителя. Развернулся широкий фронт работ, требующий огромной затраты сил, а сотрудница и помощница в то время у него была одна — Л.Н.Молодкина. И если бы не ее самоотверженная преданность, многие идеи и начинания вряд ли могли завершиться.

Замыслы были большие, а на небосклоне биологической науки сгущались зловещие тучи лысенковщины. После августовской сессии ВАСХНИЛ 1948 г. непокаявшиеся ученые вынуждены были уезжать в «дальние губернии» (как например Астауров, Н.П.Дубинин), кто-то попал в тюрьму (Ромашов, Д.А.Сабинин). Отца уволили с работы уже в конце августа 1948 г., просто расформировали кафедру динамики развития, и они с Молодкиной оказались на улице. Но Леонид Викторович никогда не падал духом в тяжелых ситуациях — написал докладную записку новому декану биофака И.И.Презенту о целях и задачах своих исследований. На прием к декану он захватил с собой крысу в банке. После того как Презент прочел докладную, отец позвонил над банковской ключами и крыса забилась в судорогах. Зрелище произвело на декана-юриста ошеломляющее впечатление. Цель была достигнута, через несколько дней Леонида Викторовича и Людмилу Николаевну

вновь зачислили в университет, но рабочего места не предоставили. Вскоре отец сумел договориться с В.Ф.Ларионовым о работе на базе Пушкинской зоологической станции в Останкино и получил комнату под лабораторию и место в общем виварии.

Опуская все научные достижения лаборатории этого периода, скажу лишь несколько слов об организованных в Останкино отцом научных семинарах, в которых активное участие принимали студенты. На одном из таких семинаров большое впечатление произвел доклад студента третьего курса Бориса Вепринцева о проблемах ориентации птиц. Весной 1951 г. Борис собирался начать работу по ориентации почтовых голубей под руководством Леонида Викторовича. Однако задуманное осуществить не пришлось, летом Бориса арестовали и приговорили к 10 годам лишения свободы по статье 58 за терроризм. Этот арест отец тяжело переживал. По просьбе Бориса он подбирал нужные ему книги и организовывал их отправку в лагерь. В домашней библиотеке Вепринцева всю жизнь хранилась присланная ему Крушинским в лагерь «Экспериментальная эмбриология» Ж.С.Кексли и Г.Р. де Бера.

В начале 50-х годов особенно остро ощущалось нарастание сталинской реакции: все жили в ожидании новых гонений, репрессий, и, увы, эти предчувствия сбывались. В 1950 г. в Ленинграде состоялась знаменитая Павловская сессия, сыгравшая ту же зловещую роль в физиологической науке, что и сессия ВАСХНИЛ в генетической. На ней началась травля самого талантливого ученика Павлова, Орбели, с которым отца связывали давние научные интересы. В 1953 г. было сфабриковано знаменитое дело врачей-вредителей. Арестовали лучших специалистов страны, среди них и М.Я.Серейского; с ним Крушинский разрабатывал новый противосудо-



С сыном Алешей. 1955 г.

рожный препарат для использования в клинике. Кольцо сужалось, со дня на день отец ждал ареста.

Думаю, события этих лет послужили главной причиной развития у отца невроза. Его жизнерадостный, открытый характер изменился: он стал мнительным, раздражительным, появилась совершенно не свойственная ему черта: недоверие к людям, отчужденность. Но и в самые тяжелые моменты его спасало увлечение наукой, болезнь свою он побеждал творческой, вдохновенной работой и в конце концов победил ее.

Годы 1953—1954 стали переломным периодом в жизни Леонида Викторовича. В 1953 г. Лаборатория патофизиологии, которой он руководил, вошла в состав вновь организованной на биолого-почвенном факультете МГУ кафедры физиологии высшей нервной деятельности и все сотрудники лаборатории — Молодкина, Д.А.Флесс, Л.П.Доброхотова, А.П.Стешенко, Ю.И.Шар и Г.П.Парфенов — переехали из Останкино в новое здание университета на Ленинских горах.



С дочерью Леной. Июль 1950 г.

В 1954 г. изменилась и семейная жизнь отца. Он женился на Наталье Алексеевне Розановой. По профессии детский хирург, в жизни — настоящая женщина-охотница, ее называли в обществе охотников «Диана». У Леонида Викторовича и Натальи Алексеевны было много общих интересов, касающихся охоты, рыбалки, содержания собак, оба любили деревенскую жизнь и отдыхали в самых глухих медвежьих углах. В 1955 г. осуществилась мечта отца — родился сын Алеша.

Жизнь входила в новую колею. Отец опять полон творческой энергии, энтузиазма. Им завладела новая идея — найти элементарные формы выражения интеллекта у животных. Такой интерес возник давно, задолго до того, как он приступил к изучению рассудочной деятельности животных в лаборатории. Приведу одно из моих детских воспоминаний.

Лето 1942 г. Мы живем в Новогиреево на даче, голодный год. Отец иногда приносит на обед подстреленных им ворон. Однажды он подзывает меня и показывает сидящую на ветке воро-



Большая семья. Справа налево: Л.В.Крушинский, дочь Е.Л.Крушинская, внук Гриша Попов, правнучка Ниночка Гугушвили. 1982 г.

ну, достает из-за спины приклад и как бы целится в нее — ворона не реагирует; достает ствол от ружья — ворона чистит клюв; отец соединяет за спиной ружье, не успевает поднять его к плечу — ворона срывается с дерева и улетает. Отец доволен: «Умная bestия». Опыт проделывается много раз, и результат все тот же.

Думала ли я тогда, что через 30 лет мы вместе с ним будем изучать интеллект у симпатич-

ных морских животных — дельфинов. Это произойдет в 1971 г. в Пицунде, на берегу Черного моря. Работали четвером: Леонид Викторович, Борис Дашевский и мы с Ирой Дмитриевой. Опыты были сняты на киноплёнку и вошли как фрагмент в цикл научно-популярных фильмов «Маленькие чудеса большой природы».

Рассказывая об отце, нельзя не остановиться на периоде его

жизни в Новгородской области в деревне Сухое, где он с семьей проводил свои отпуска с 1966 г. до конца дней. Эта заброшенная деревушка расположена на берегу небольшого живописного озера Дивно, окруженного моховыми болотами и глухими таежными лесами, где водятся кабаны, волки, медведи, рыси. Сюда на охоту в 70-е годы каждую весну приезжали Астауров и Флесс. Но отец любил ходить в лес и без ружья, обычно вечером, когда лесное зверье начинает активную жизнь. Для него лес, населенный животными, был второй лабораторией. Охотясь, гуляя, он неустанно творчески трудился. Наблюдая жизнь животных, изучая следы их жизнедеятельности, он находил темы для исследований, обдумывал уже проделанную работу. Особенно он интересовался медведями. Думаю, интерес к их поведению в полной мере был удовлетворен после плодотворного сотрудничества с В.С.Пажетновым.

Работать в доме за столом он не любил, а уходил в лес рядом с домом и, удобно устроившись у корней вывороченного дерева, написал большую часть своей книги «Биологические основы рассудочной деятельности».

С начала 80-х годов здоровье отца постепенно стало ухудшаться. Самые небольшие нагрузки вызывали боль в сердце. Теперь даже недалекие прогулки по лесу были для него затруднительными. Все чаще он сидел на берегу озера, на своем любимом камне, обычно рядом с собакой, задумчиво и грустно смотрел на воду, на заходящее солнце. Мне казалось, что он прощается с жизнью.

20 мая 1984 г. отец перенес инфаркт, а 25 мая скончался. Ему было почти 73 года. Похоронили его на Немецком кладбище, в могиле рядом с дедом, Александром Васильевичем, и матерью, Анной Александровной.

В заключение приведу несколько строчек об отце, написанных его другом, Татьяной Антоновной Детлаф: «Мне хо-



Охотники с добычей. Слева направо: Л.В.Крушинский, Б.Л.Астауров.

чется сказать об одном замечательном свойстве Левы, которое состояло в большом интересе и добром уважительном отношении его к людям. Лева был не

просто добрым, а активно добрым человеком и верным и надежным другом. В трудные годы репрессий, лысенковщины, войны, эвакуации его помощь дру-

зьям, в частности моей семье, была неоценимой. Мы с Левой пронесли нашу дружбу через всю жизнь, и я благодарна за нее судьбе». ■

## «В таинственном мире, нас окружающем»

Л.В.Крушинский

1982

### Введение

Думаю, не будет ошибкой сказать, что склонность к чему-то определенному проявляется у детей очень рано. У меня интерес к животным, точнее к их поведению, проявился с того момента, когда я начал помнить себя и окружающий мир.

Помню, как меня несли на руках (тогда мне было не больше трех лет), и из травы выскочил заяц. Я был потрясен тем, что увидел дикое животное и был обижен на свою мать, не разделившую со мной восторга.

Помню, как в прохладный осенний день я стоял, прижавшись к отцу, который прикрывал меня своим плащом. Над нами пролетала стая крупных птиц. Думаю, это были журавли. Я спросил отца: «Куда они летят?» Он ответил, что улетают в теплые страны от наступающей зимы. На мой вопрос, почему они знают, что наступает зима, отец сказал: «Инстинкт». Это слово было овеяно для меня какой-то чарующей таинственностью. Мне было тогда шесть лет. К семи годам я уже кое-что знал о животных и их поведении. Ле-

том, когда мне исполнилось семь лет (мы жили на Клязьме), отец взял меня с собой в лес. Я сразу начал искать под выворотами упавших деревьев медведей. Я не знал, что в 30 км от Москвы нет медведей; не знал, что медведи ложатся под упавшие деревья только на зимнюю спячку, но знал, а может быть, понял, что под упавшими деревьями могут лежать медведи. Я их совершенно не боялся и хотел встретиться с ними в лесу. Звери в клетках в зоологическом саду меня не очень интересовали; я смотрел на них как на картинки или фотографии и понимал, что в клетках я не могу увидеть их поведения в естественных условиях.

Прошло полтора десятка лет, прежде чем я попал в те места, где действительно жили медведи, и увидел их следы, и еще много лет, прежде чем начал встречаться «лицом к лицу» с этими чрезвычайно интересными животными.

С десяти лет, когда меня увозили на летние каникулы в сельскую местность, я почти целые дни проводил в лесу. Там наблюдал за животными, в основном птицами. Свои познания я полу-

чал из чтения Брема, Корниша и Сетон-Томпсона. Эти книги были в нашем доме, и я листал и читал их с раннего детства.

В лесу я чувствовал себя, как в зачарованном, таинственном царстве. И от этого чувства не могу освободиться всю свою жизнь. И хотя я знаю лес, знаю птиц и зверей, обитающих в нем, тем не менее лес и его обитатели остаются для меня во многом загадочными и по сей день. Но, в отличие от моих юношеских влечений к зверям, я твердо знаю, что меня интересует в них: их поведение, а конкретнее — все то, что связано с их разумом.

В природе я стараюсь увидеть многообразие и пластичность поведения животных; в лаборатории мы с сотрудниками изучаем физиологические механизмы, которые лежат в их основе. Моделями для воспроизведения в лаборатории служат наблюдения за поведением животных в естественных условиях. Я глубоко убежден в том, что изучение сложных форм поведения животных в лаборатории возможно только в сочетании с наблюдениями в естественных условиях их обитания или хотя



Л.В.Крушинский после лесной прогулки.

бы в свободном состоянии. Сидя за письменным или лабораторным столом, невозможно изучить и понять все многообразные сложные формы поведения животных.

Основная цель этой книги — описать поведение, в основе которого лежит рассудочная деятельность у животных, находящихся в естественных условиях обитания. <...>

Закономерно ли выделять и вообще говорить о наличии

у животных элементов рассудка или разума? Думаю, что при ответе на этот вопрос лучше всего обратиться к классикам естествознания, в первую очередь к Ч.Дарвину. Еще в 1896 г. он выделял у животных инстинкты, ассоциации и разум. Он говорил о том, что высшие животные обладают памятью, воображением, ассоциацией представлений и разумом: «Утверждать, не обращая внимания на прямые доказательства, что ни одно жи-

вотное не усвершенствуется в своих способностях, значит вообще отвергать развитие видов».

Отец отечественной физиологии И.М.Сеченов настойчиво указывал, что для разработки физиологических основ мышления следует изучать проявления простейших психических актов у животных, а не у человека. Наиболее точным критерием мышления он считал математическое мышление, приводящее к однозначным выводам заключения.

Но можно ли у животных, находящихся в свободных условиях, увидеть поведенческие акты, позволяющие дать однозначное заключение? Да, и более того, их можно скопировать в физиологическом эксперименте, не все из них, но многие. А это очень важно!

Думаю, не ошибусь, если скажу, что поведение — одно из наиболее сложных и многообразных приспособлений как человека, так и животных к среде обитания. В то же время рассудок лежит в основе огромной пластичности поведения. Именно благодаря ему осуществляется наиболее совершенная адаптация высших позвоночных животных к внезапному изменению окружающего их мира.

Наблюдая за животными в естественных условиях, необходимо наиболее точно и объективно описывать все нюансы их поведения. Однако, находясь в лесу, особенно при встрече с крупными, а порой даже опасными животными, неизбежно эмоциональное восприятие наблюдаемого явления, обычно не отделимое от окружающей природы. Таким эмоциональным «усилителем» собственного восприятия служит природа с ее бесконечным разнообразием и красотой, с ее иногда кажущимися таинственными звуками, с ее обитателями, еще далеко не понятыми нами.

Часто, находясь в лесу, особенно ночью или на утренних или вечерних зорях, слышишь различные звуки и далеко не

всегда можешь точно ответить на вопрос, кого ты слышишь. Даже звуки, издаваемые обиденным животным, живущим в каждом лесу, не всегда можешь сразу определить. Например, звуки обычной красной лисицы. Иногда ночью их можно принять за крик какой-то таинственной ночной птицы, а ведь сколько раз этот скрипяще-верещающий голос слышал у себя в виварии, когда, извиваясь, лисица подползает к подошедшему человеку. Иногда тьякание лисицы воспринимается в первый момент даже как отдаленный осенний призывной стон лося! Рельеф местности и атмосферные колебания погоды очень изменяют голоса зверей.

Весьма сильное впечатление оказывает осенний гон лосей. Самцы лосей начинают «стонать» в последнюю декаду августа. Начало их гона совпадает с концом лета и самым началом осени. В это время в северной полосе лес еще сохраняет свой зеленый наряд, но он поблек и теряет мягкие тона, которые характерны для весенне-летних месяцев. Зато в нем уже вспыхивает потрясающее разнообразие ярких красок, которые украшают осенний лес. На березах появляются золотые пряди, в красном уборе можно увидеть осину. Сочные кисти ягод рябины радуют наш взгляд, а те рябиновые деревья, которые в этом году не плодоносят, пылают багровым, а иногда бордовым нарядом.

Причудливые узоры можно увидеть на мягком ковре леса: среди зеленых листьев черники и брусники появляются фиолетово-красные и кроваво-красные. В скошенных полях на зорях серо-желтыми громадами кажутся стога сена, окруженные нежной зеленью отавы, а в иные вечера — седым туманом.

Дни становятся холоднее, а ночью бывают и заморозки. Про эту пору говорят — «засентябрило». Вот в такие холодные и ясные вечера, когда природа погружается в сумерки,

на опушках лесов, примыкающих к болотам, полям или лесным вырубкам, можно услышать призывной стон лосей, а позднее свирепый рев и мощные удары рогов дерущихся быков. Особенный колорит в ясные вечера придает луна, когда ее полный диск выползает в сумерках из-за леса. Это придает особенное очарование таинственному безмолвию леса, освещенного золотисто-серебряным светом. Брачный призывной стон лосей — это негромкие звуки «йох, йох». В них слышны иногда чуть хриплые тона, поэтому их иногда можно принять за отдаленное кряканье утки, но только на мгновение, а потом ясно слышно, что это стон лося. Однако эти односложные звуки иногда прерываются громким протяжным ревом. Это соперники встретились друг с другом.

Но можно не только пассивно слушать эту грозную музыку наших лесов. Человек может имитировать все оттенки лосиного стола. Тихо идешь по чуть видимой в сумерках лесной тропинке, бегущей по краям болота или пересекающей старые «выруба», и издаешь короткие призывные звуки лосиного гона. Безмолвен лес, и кажется, что безнадежно пробудить в нем хоть какой-либо ответный звук. Но вдруг вдалеке за лесной гривой слышишь такие же призывные звуки. Обычно они вскоре умолкают в тишине быстро наступающей ночи. Но иногда внезапно совсем близко над лесом повисает какой-то громкий, в первый момент непонятный звук. В какое-то мгновение он напоминает рев медведя или крик потревоженной стаи журавлей. Но в следующие секунды в этом громком звуке улавливаешь характерные хриплые слоги крика лося, находящегося в агрессивном состоянии.

Мы шли вдвоем по старой заброшенной дороге, идущей вдоль огромного мохового болота. Быстро наступали сумерки, дорога начала теряться в некошеных лесных завалах.

С грохотом сорвался в осины глухарь. Сквозь деревья показалась луна. Через каждые 100—200 шагов я подавал призывной звук лосиного стола. Все молчало. На нашем пути лежала небольшая полянка, расположенная в низинке между сухими буграми старого хвойного леса. Я подал голос. И вдруг совсем рядом с нами, за бугром, внезапно раздался угрожающий, со злобно хриплыми нотами рев лося. Я ответил на него; рев повторился, но как мне показалось несколько дальше от нас. Поставив несколько минут, мы вошли в темноту леса и пошли по своей тропинке. Но не успели пройти и нескольких десятков шагов, как за нами, с той самой полянки, на которой мы стояли, раздался агрессивный рев лося. Я ответил ему, он двинулся к нам, но пошел не по нашей тропинке, а несколько в стороне от нее. Призывать лося на близком расстоянии не совсем безопасно, он может броситься на голос, и кто знает, что произойдет в этом случае.

Пора любовных боев лосей кончается, когда осень полностью входит в свои права, когда отзвучала тоскливая переключка летящих на юг журавлиных косяков, но над озерами еще слышно гоготание пролетающих гусей. Об этом времени так ярко написал Андрей Белый: «Красные листья за стеклами, облетая, шушукались, И суки образовывали туманную сеть, черноватая сеть начинала качаться, И черноватая сеть начинала гудеть».

Иногда присутствие крупного зверя, находящегося совсем близко от человека, узнаешь по едва уловимым звукам. Стоишь и слышишь, что кто-то находится около тебя, но уверенности в этом нет никакой. Не слышно ни шагов, ни хруста ломающегося валежника, и тем не менее улавливаешь какое-то едва слышимое движение тяжелого тела крупного животного.

Я стоял в наступающих сумерках на небольшой полянке,

примыкающей к лесу. Слух едва улавливал звуки находящегося близко крупного зверя. У меня был фотоаппарат с высокочувствительной пленкой. Какой зверь около меня, я не знал, но допускал, что он может выйти на полянку, где я стоял, поэтому я приготовил фотоаппарат для съемки. На край полянки огромным скачком выскочил крупный секач, рывкнул, увидев меня, и, не меняя направления своего бега, исчез в лесу. Он мчался с такой быстротой, что я даже не успел поднять фотоаппарат к своим глазам. Почему кабан мчался по лесу? Ведь его никто не преследовал. Думаю, что это было своеобразное гимнастическое упражнение, которое нарушило безмолвную тишину леса и подарило мне несколько секунд напряженного ожидания встречи с неизвестным крупным зверем.

Ночью на лесных тропинках, особенно если стараешься идти беззвучно, всегда есть шанс встретиться «лицом к лицу» с каким-либо зверем. Если это барсук, а он идет ночью по лесным тропинкам довольно беззаботно, то он подкатывается буквально под самые ноги. Мне пришлось однажды отпугнуть идущего прямо на меня барсука с расстояния трех шагов. Даже лисицы иногда проявляют удивительную неосторожность, идя прямо на человека.

Но вот когда встречаешься внезапно и «на коротке» с медведем, ситуация оказывается гораздо более впечатляющей. В полной тишине леса почти рядом раздается внезапный сухой треск, напоминающий пистолетный выстрел, а через несколько секунд он повторяется несколько дальше. К этому треску иногда присоединяется короткий отрывистый рев.

Я шел ночью по зарастающей лесной дороге в одном из самых глухих мест валдайских лесов. Идти было трудно, ночь была совершенно темной, но я хорошо знал дорогу, превратившуюся в тропинку. Внезапно совсем

рядом со мной раздался сильный сухой треск сломавшейся валежины. Я остановился как вкопанный. Ясно было, что это медведь. Затем снова послышался треск ломающегося валежника, но уже дальше от меня. Следующей ночью этой дорогой шел мой товарищ. И опять повторилось тоже самое, но в дополнение к ломающемуся валежнику раздалось рычание. На дороге были видны следы очень крупного медведя.

Звук бегущего по захламленному лесу медведя ни с чем нельзя спутать. Сами шаги медведя или вообще не слышны, или воспринимаются, как тяжелый, но мягкий топот. Но медведь, когда бежит по лесу, издает гораздо больше шума, чем лось или кабан, так как валежник и попадающиеся по его следу сухие деревья ломаются, как спички, издавая громкий треск.

Меня всегда волнуют вечерние звуки, которые слышишь на глухарином току. Глухари начинают прилетать на места своих токований еще засветло, с 7—8 часов вечера. Обычно глухариные тока находятся на границах старого лесного бора с болотом. Подлет глухаря из леса обычно слышишь в момент его посадки на дерево, как сильное громыхание, с хлопаньем крыльев, иногда — как легкий свист с негромким шуршанием веток. Обычно глухари, вылетевшие из леса, появляются внезапно. Совсем другое дело, если они вылетают из примыкающего к лесу болота — тогда их слышно издали. Звук полета воспринимается, как отдаленный, быстро нарастающий вихрь, который переходит в слегка свистящее громыхание. Сразу после того, как глухарь сел на дерево, он издает хриплый звук, напоминающий хруст ломающегося сухого дудника. Таким же звуком отвечают ему уже прилетевшие на ток петухи. До глубоких сумерек продолжается подлет глухарей к току. В звуки стремительного подлета, грохотанья крыльев, хрипло-трескучих пе-

рекличек иногда вырываются первые колена глухариного тока, а иногда и несколько завершенных песен.

Но они быстро угасают в наступающей ночной темноте, чтобы начаться с первыми проблесками утренней зари, когда разгорается ток. И таинственный призывной шепот, и слабый шелест крыльев, и мощные удары крыльев дерущихся петухов, и хлоптанье прилетевших глухарок сливаются в единую весеннюю симфонию.

Солнце склоняется за лесом, окаймляющим болото, вечерняя переключка глухарей переплетается с хорканием тянущих вальдшнепов. Совсем в темноте покидаешь место любовных встреч глухарей — этих всегда для меня таинственных птиц наших северных лесов, живущих в местах, о которых местные жители только и скажут, с досадой махнув рукой: «Там только и живет черт, медведь и глухарь!» Какой контраст, когда выйдешь по лесным тропинкам к полям, окружающим озеро. Где-то непременно раздастся крикание утки, и сразу же за этим услышишь как бы успокаивающее «жвьяканье» селезня. Где-то высоко слышишь свист крыльев пролетающей стаи уток. Из-под берега с криком выпорхнет кулик... Здесь все спокойно и просторно. Спадает то напряжение, которое всегда бывает, когда идешь ночью по зарастающей тропинке векового леса. Но открытые места — не моя стихия. Здесь почти никогда не встретишься со зверем на самом близком расстоянии, на котором видишь все детали его поведения. Мне кажется, что в лесу при внезапной встрече со зверем наиболее ярко выступают все детали пластичности и многообразия его поведения, которые характеризуют уровень его разума. А уровень разума животных и все проблемы, которые с ним связаны, — это почти не раскрытая книга об интереснейшей стороне жизни животных. ■

# Новости науки

## Астрофизика

### Рентгеновские вспышки в центре Галактики

В направлении на центр нашей Галактики расположено так много межзвездных газово-пылевых облаков, что с помощью оптического телескопа «пробиться» туда невозможно: для видимого света облачная толща абсолютно непрозрачна. Но радиоизлучение и рентгеновские кванты способны преодолеть эту преграду. В 1974 г. в самом центре Галактики был открыт очень компактный радиоисточник — Стрелец A\* (Sgr A\*); звездочка в его обозначении как раз на это и указывает. С тех пор именно этот объект считается «сердцем» Млечного Пути. И не даром.

В пределах всего одного светового года от Sgr A\* хаотически движется около 10 млн звезд (для сравнения: в окрестности Солнца в таком же объеме редко встретишь даже одну звезду). Вблизи самого радиоисточника Sgr A\* несколько миллионов звезд перемещаются со скоростями до 1500 км/с, указывая тем самым на сильную концентрацию массы в центре этой области. Чтобы удержать быстрые звезды на их орбитах, в окрестности, на расстоянии одной световой недели от центра Галактики, должна быть сосредоточена масса, равная 2.6 млн масс Солнца ( $M_{\odot}$ ). Отсутствие там яркого источника свидетельствует о том, что это темная масса, в связи с чем большинство астрофизиков и отождествляют Sgr A\* со сверхмассивной черной дырой. Это гигантское скопление вещества, не выпускающее из своей «гравитационной могилы» даже луча света, легко уместилось бы внутри орбиты Меркурия.

От внешнего мира оно отделено условной границей — горизонтом событий, имеющим «одностороннюю проводимость».

Но существует ли в действительности черная дыра в центре Галактики; не является ли гигантская масса, скажем, плотным скоплением темных (нейтронных?) звезд или чем-то еще, но не черной дырой? Вообще говоря, этот вариант трудно исключить, исследуя только движение звезд вокруг темного объекта, поскольку типичный размер их орбит в миллион раз превосходит размер предполагаемой черной дыры. Именно поэтому большой интерес вызывает работа групп<sup>1</sup> американских астрофизиков<sup>1</sup>, сообщивших о наблюдении вспышек рентгеновского излучения в окрестностях ближайшей к черной дыре устойчивой орбиты.

По этому поводу можно заметить, что природа полна контрастов и парадоксов: именно черные дыры оказались одними из самых ярких объектов Вселенной, поскольку существуют они не в пустоте, а в окружении всевозможного вещества (звезд, межзвездных облаков и т.д.), которое уплотняется и стремительно движется в мощном гравитационном поле черной дыры. Астрофизики уже давно и уверенно наблюдали эти процессы в ядрах далеких галактик, но до сих пор недоумевали по поводу того, что в ядре нашей Галактики предполагаемая черная дыра ведет себя необъяснимо спокойно. Во всех диапазонах электромагнитного спектра источник Sgr A\* светит значительно слабее, чем можно было бы ожидать, исходя из массы предполагаемой черной ды-

ры. Правда, у этого источника существует несильное, но характерное радиоизлучение; в рентгеновском же диапазоне, несмотря на интенсивные поиски, он был замечен лишь совсем недавно, в сентябре 1999 г. при наблюдении с орбитальной рентгеновской обсерватории «Chandra» (США). Телескоп этого спутника получает изображения с угловым разрешением 0.5", что в центре Галактики соответствует линейному разрешению в три световые недели. В пределах такой точности с радиоисточником Sgr A\* совпал очень слабый рентгеновский источник (имеющий светимость  $2 \cdot 10^{26}$  Вт в диапазоне 2–10 кэВ), повторное наблюдение которого в октябре 2000 г. привело к обнаружению рентгеновской вспышки, продолжавшейся около 10 мин; в течение этого времени его светимость возросла в 45 раз! Исследование точного положения и спектра вспышки позволило отвергнуть гипотезу о случайном наложении в направлении ядра Галактики вспышки другого объекта, например рентгеновской звезды в двойной системе. К тому же длительность вспышки близка к орбитальному периоду движения вещества на внутреннем краю аккреционного диска вокруг черной дыры с массой в несколько миллионов  $M_{\odot}$ . Полученных данных уже достаточно, чтобы отвергнуть ряд моделей строения аккреционного диска вокруг центральной черной дыры нашей Галактики. Однако для точного представления о происходящих там физических процессах необходимы дополнительные параллельные наблюдения в рентгеновском и радиодиапазонах — они позволят уточнить массу черной дыры, характер движения вещества в ее ближайшей окрестности и ос-

<sup>1</sup> *Baganoff F.K. et al. // Nature. 2001. V.413. №6851. P.45–48.*

новые физические механизмы, ответственные за генерацию излучения. Возможно, будет получен ответ и на самый интригующий вопрос: почему массивное «сердце» нашей Галактики демонстрирует столь низкую активность. Быть может, это лишь временное затишье?

© В.Г.Сурдин,  
кандидат физико-  
математических наук  
Москва

### Химия атмосферы. Апрельский факультатив

#### Противогазовая вакцина

В целях сокращения объема газов, способствующих созданию парникового эффекта, в Австралии намереваются провести вакцинацию огромного стада мелкого и крупного рогатого скота. Ежегодно газы, выбрасываемые в атмосферу кишечниками 114 млн баранов и 27 млн коров, дают такое количество метана, которое эквивалентно 60 т диоксида углерода.

Специалисты Организации Британского содружества по научным и промышленным исследованиям ныне уже очень близко подошли к созданию и практическому внедрению «вакцины», способной сократить объемы газов в кишечниках животных. В настоящее время владельцам 635 тыс. голов мелкого рогатого скота и 410 тыс. крупного рогатого скота предписано участвовать в проведении первых экспериментов. Сами же исследователи надеются, что через 3—4 года они смогут поставить новую вакцину на местный рынок. *Sciences et Avenir. 2001. №653. P.10 (Франция).*

### Техника. Охрана окружающей среды

#### Мины живут дольше людей

На каждую найденную и обезвреженную мину сегодня приходится два десятка вновь установленных — таковы данные МАГАТЭ. По мнению экспертов, на разминирование всей планеты потребу-

ется при существующих технологиях около 1000 лет и 65—100 млрд долл. При этом на каждые 5 тыс. обезвреженных мин придется один погибший и еще двое покалеченных саперов. Ни один из разработанных к настоящему времени методов обнаружения мин по своим основным параметрам (чувствительности, избирательности, быстродействию) не удовлетворяет решению задачи глобального разминирования планеты в обозримом будущем. Для этого необходимо создать высокоинтеллектуальные машины, способные действовать на минных полях самостоятельно. Один из таких роботизированных комплексов, который основан на принципиально новом — гамма-активационном — методе обнаружения взрывчатых веществ (ВВ), предложили ученые Физического института им.П.Н.Лебедева РАН<sup>1</sup>.

Суть метода состоит в том, чтобы обнаружить в обследуемом объеме повышение концентрации азота и углерода — основы современных боевых ВВ. Это достигается путем регистрации продуктов распада короткоживущих изотопов <sup>12</sup>B и <sup>12</sup>N (периоды полураспада 20.2 и 11.0 мс соответственно). Такие изотопы рождаются в результате фотоядерных реакций при облучении <sup>14</sup>N и <sup>13</sup>C гамма-квантами. В процессе облучения могут происходить следующие превращения: <sup>14</sup>N(γ,nn) → <sup>12</sup>N; <sup>14</sup>N(γ,pp) → <sup>12</sup>B; <sup>13</sup>C(γ,p) → <sup>12</sup>B. Образовавшиеся изотопы <sup>12</sup>B и <sup>12</sup>N β-активны и в процессе распада испускают электроны и позитроны с максимальной энергией порядка 13 и 17 МэВ, которые индуцируют гамма-кванты — они-то и регистрируются детектором вторичного излучения. Полученный высококонтрастный сигнал свидетельствует о наличии в образце азота и/или углерода.

Таким образом, гамма-активационный метод благодаря малому времени распада образующихся изотопов <sup>12</sup>B и <sup>12</sup>N дает уникальную возможность находить скрытые ВВ за короткое время (~20 мс)

с высокой надежностью (~100%) в режиме сканирующего поиска. Точка облучения объекта, из которой получен сигнал отклика, указывает на координаты ВВ.

В мобильных установках в качестве источника гамма-излучения используется ускоритель, который при всей уникальности своих физических параметров должен иметь небольшие габариты, позволяющие разместить его на подвижном носителе, и потреблять мало энергии. Наиболее приемлемым для этих целей оказался специализированный электронный ускоритель — разрезной микротрон, который впервые в стране был реализован в ФИАНе. В этом микротроне сконцентрированы новейшие достижения в области высоких технологий (в том числе в сверхвысокочастотной и ускорительной технике).

Гамма-активационный метод и заложенные параметры специализированного ускорительно-детектирующего комплекса позволяют с вероятностью более 99.6% регистрировать ВВ массой от 40 г на глубине до 25 см и массой от 500 г на глубине до 0.5 м в любом грунте независимо от влажности и минерализации почвы. При этом уже через несколько минут после облучения остаточная радиоактивность местности неотличима от фона.

Система поиска мин на основе гамма-активационного метода высокоизбирательна и способна обнаружить ВВ в любой упаковке. Установка реагирует только на вещества с повышенным содержанием углерода и азота, а к другим химическим элементам нечувствительна — это принципиальная основа ее высокой защищенности от помех. Такая роботизированная машина может сканировать грунт с быстродействием 50 импульсов-откликов в секунду и при этом отображать контур объекта, содержащего ВВ. Возможен также поиск мин на местности, покрытой кустарниковой растительностью, поскольку расстояние между обследуемой поверхностью и детектором вторичного излучения 1.5—2 м. В состав роботизированного комплекса входят также системы коор-

<sup>1</sup> Карев АИ, Раевский ВГ. и др. // Электроника. 2002. №1. С.54—58.

динатной привязки и визуализации рабочей области, каналы телекоммуникационной связи и радиоправления. При необходимости на машине могут быть установлены устройства для ликвидации мин на месте обнаружения либо для их эвакуации. Сам процесс поиска объектов с ВВ достаточно безопасен и не требует специальных мер радиационной защиты кабины управления вследствие ее удаленности от зоны разведки. За один рабочий день комплекс способен очистить от мин площадь размером 1 га.

Хотя разработка подобных роботизированных комплексов — занятие дорогостоящее (по некоторым данным, 10—20 млн долл.), их производимость позволяет в течение двух-трех лет окупить все вложения. Оценить же спасенные жизни вряд ли когда удастся — ведь мины живут значительно дольше людей.

© В.А.Парафонова  
г.Троицк

## Зоология. Акустика

### Когда слон топнет...

Давно известно, что слоны могут общаться со своими сородичами на расстоянии десятков километров, но каким образом это происходит — ученые не знали. Подмечено, что временами эти животные как-то упорядоченно топают ногами, замирают, снова топают<sup>1</sup>... Группа американских акустиков во главе с О'Коннел-Родуэл попыталась объяснить такое загадочное поведение<sup>2</sup>. На ранчо в штате Техас исследователи поместили в землю, в 10 и 30 м от того места, где обычно паслась пара азиатских слонов, высокочувствительные геофоны — звукозаписывающие приборы, преобразующие сейсмические волны в электрические сигналы; а издаваемые животными акустические сигналы записывались на магнитофон.

Оказалось, что частоты всех производимых слонами колеба-

ний лежат в диапазоне 20—24 Гц — наилучшем для прохождения низкочастотных сигналов на большие расстояния. Однако скорость их распространения различна: в почве — 248—264 м/с, а в воздухе — около 309; поэтому колебания по мере их продвижения от источника перестают совпадать по фазе. Интересно, что животные могут определять расстояние до соседей по разнице во времени между поступлением сейсмической и акустической волн.

Каким же образом слоны воспринимают сейсмические колебания? Их хобот оснащен механочувствительными рецепторами, которые реагируют на изменение давления. Видимо, аналогичные структуры находятся и в нежных подушечках ступни. Недаром животное, прислушиваясь к подозрительным звукам, ставит конечности в иную, чем при ходьбе, позу, то приподнимая, то аккуратно опуская ногу.

Таким образом, слоны «слышат» не только ушами, но и хоботом и ногами.

Science. 2001. V.291. №5505. P.842 (США).

## Экология

### В московских лужах — солелюбивые грибы

В Москве в зимний период для борьбы с оледенением дорог и тротуаров широко (и избыточно!) применяется сухая соль различного происхождения. В результате даже при устойчивых отрицательных температурах на асфальтовом покрытии образуются лужи соленой воды. Необычным оказалось обитание в этих эфемерных водоемах облигатных морских (галофильных) траустохитриевых грибов: *Thraustochytrium pachydermum* и *Schizochytrium aggregatum*. Об их обнаружении сообщил гидробиолог Е.А.Кузнецов на конференции, посвященной исследованиям водных экосистем и организмов (Москва, июнь 2000).

Ближайший к Москве соленый водоем находится на расстоянии более 600 км, поэтому вряд ли эти

грибы были занесены в Москву ветром, скорее можно предположить, что они попали в лужи с солью, которая, вероятно, была добыта в естественных соленых водоемах. Сотрудниками кафедры гидробиологии биологического факультета Московского государственного университета им.М.В.Ломоносова были обнаружены траустохитриевые грибы, например, в заливе Сиваш и на оз.Баскунчак, где ведется добыча соли.

Водные экосистемы и организмы-3. М., 2001. Т.5. С.69 (Россия).

## Вулканология

### Вулкан Мерапи обрушился

В центре о.Ява (Индонезия), в непосредственной близости от полумиллионного г.Джокьякарта, высится огнедышащая гора Мерапи (2900 м над ур.м.), извергавшаяся на человеческой памяти множество раз. И все же то, что произошло в ночь на 28 января 2001 г., поразило даже привыкших к жизни «на вулкане» людей: большая часть вершинного купола, образованного полузастывшей лавой прежних извержений, внезапно обрушилась и из открывшегося жерла толчками, каждые 2—5 мин, стала изливаться свежая лава с пирокластическим материалом. Поселки в радиусе 20 км от Мерапи засыпало тонким слоем пепла; реки на южном и западном склонах превратились в огненные потоки. Сильно пахло серой.

Один из геофизиков Вулканологической службы Индонезии в Бандунге находился в максимально возможной близости от вулкана и видел, как на месте частично разрушенного купола быстро вырос новый. По данным С.Рисаля (S.Rizal), к 6 февраля купол уже содержал не менее 1 млн м<sup>3</sup> свежих изверженных материалов, продолжая увеличиваться на 45 тыс. м<sup>3</sup>/сут.

В сейсмологической обсерватории Бабадан, расположенной в 4 км от вершины горы, неоднократно фиксировались подземные толчки, от которых зашкаливало

<sup>1</sup> Дальние коммуникации слонов // Природа. 1998. №9. С.24.

<sup>2</sup> O'Connell-Rodwell C.E. et al. // J. Acoust. Soc. America. 2000. V.108. P.3066.

приборы (впрочем, они начались еще во второй половине 2000 г.).

В ночь на 10 февраля остатки старого купола окончательно рухнули, новый лавовый поток вытянулся более чем на 7 км. Была объявлена тревога четвертой степени (предусматривающая эвакуацию населения окрестных деревень). Пепел засыпал территорию в радиусе 60 км от кратера (в 5 км от него толщина слоя превысила 1 см); сейсмологи регистрировали почти непрерывные подземные толчки. Интенсивность магнитного поля возле вершины снизилась из-за присутствия раскаленной лавы у самой поверхности.

Мероприятия бушевал весь февраль 2001 г.

Bulletin of the Global Volcanism Network. 2001. V.26. №1. P.2 (США).

## Палеоантропология

### Эцци — жертва убийства

Случайно найденный в 1991 г. в Эццальских Альпах мумифицированный труп человека, жившего примерно 5300 лет назад<sup>1</sup> и получившего прозвище Эцци, был помещен в морозильное отделение Археологического музея г.Больцано (Италия) и немедленно оказался в центре внимания не только представителей множества научных дисциплин, но и самых широких кругов населения в различных странах<sup>2</sup>.

Устоялось представление, будто Эцци, выйдя на охоту в одиночку, замерз в горах и тело его веками сохранялось в леднике, пока не вытаяло и современные туристы не наткнулись на него. Однако теперь патологоанатом Э.Эгартер-Фигль и радиолог П.Гостнер (E.Egarter-Vigl, P.Gostner; Больцанская больница) пришли к совершенно иному заключению.

Проведенная ими тщательная компьютерная томография позволила обнаружить в мумифицированном теле двухсантиметровый наконечник стрелы, которая наск-

возь пробила лопатку и увязла на глубине 6 см под плечом. Стрела не задела непосредственно важнейшие жизненные органы, и несчастный, очевидно, умирал долгой мучительной смертью. Вероятно, у него был поврежден нерв, и левая рука Эцци оказалась парализованной. Анализ траектории, по которой летела стрела, дает основание утверждать, что убийца стоял позади и немного выше своей жертвы.

Руководитель группы исследователей антрополог Х.Зайдлер (G.Seidler; Венский университет) пояснил, что это открытие было сделано после того, как труп повернули, чтобы взять на анализ образцы костной и мускульной тканей, и, таким образом, получили возможность при новом просвечивании обнаружить чужеродный предмет в области лопатки. Ткань, окружающая место ранения, имеет повышенную плотность, что указывает на сильное и длительное кровотечение.

Надо отметить, что еще в начальной стадии изучения, в 1994 г., часть специалистов предположила, что Эцци не мог скончаться «просто» от болезни или переохлаждения; за этим должна стоять некая трагедия. Но тогда эта гипотеза была слабо аргументирована. Теперь она полностью подтвердилась.

Всестороннее изучение тела человека, жившего в Европе в эпоху неолита, продолжается.

Science. 2001. V.293. №5531. P.795 (США).

## Археология. Генетика

### Кто кому «подарил» сифилис?

Вот уже почти пять веков продолжается спор: завезен ли сифилис матросами Колумба из Америки в Европу или, наоборот, из Старого Света в Новый. Последние полвека палеопатологи ищут ответ на этот вопрос, изучая скелеты древних людей, найденные по обе стороны Атлантического океана, но получают противоречивую информацию.

С одной стороны, обнаружены пораженные сифилисом скелеты

аборигенов в тех местах, где побывал Колумб (например, на о.Гаити, на территории современной Доминиканской Республики, возраст таких останков 500—1200 лет). К тому же в Европе первые упоминания об этой болезни появились вскоре после открытия Америки. Но, с другой стороны, следы сифилиса найдены на костях людей, захороненных около древнего монастыря в г.Гулл (Восточная Англия) в 1300—1450 гг., т.е. примерно за полвека до плавания Колумба<sup>1</sup>. Однако руководитель этих раскопок А.Бойлстон (A.Boylston) считает такую датировку захоронений ошибочной: здешние жители употребляли в пищу много рыбы, а это может серьезно исказить результаты анализа. Нет согласия и в том, что костные повреждения вызваны именно сифилисом. На гулльском кладбище они отмечены у 30% скелетов, что, по мнению патологоанатома Б.Ротшильда (B.Rothschild; Северо-Восточный университет штата Огайо, США), слишком много — далеко не у всех жертв сифилиса остаются следы на костях. Он считает, что эти люди при жизни страдали фрамбезией — кожным заболеванием, которое обычно поражает и кости.

Группа генетиков во главе с Дж.Вайнштоком (G.Weinstock; Бейлорский медицинский колледж, Хьюстон, штат Техас) сравнила геномы возбудителей сифилиса и фрамбезии — трепонемы бледной (*Treponema pallidum*) и трепонемы пертени (*T.pertenue*). Оказалось, что они очень сходны, но четыре участка все же заметно отличаются друг от друга. Чтобы точно определить, каким именно заболеванием страдали люди, захороненные в доколумбову эпоху в разных частях земного шара, нужно изучить ДНК, извлеченную из гулльских останков и из костей древних аборигенов Америки. Тогда, видимо, удастся выяснить, где и когда впервые появился сифилис.

Science. 2001. V.292. №5519. P.1091 (США).

<sup>1</sup> Сифилис стар как мир // Природа. 2001. №7. С.30—31.

<sup>1</sup> Мумия «ледяного человека» из неолита // Природа. 1994. №2. С.50—53.

<sup>2</sup> См., напр.: Эцци дали новое имя и сделали «кинозвездой» // Природа. 2000. №10. С.27.

# Сон разума порождает чудовищ...

Ю.Н.Ефремов,

доктор физико-математических наук

Государственный астрономический институт им.П.К.Штернберга (МГУ)

**М**ы все знаем о небывалом разгуле псевдонауки в России. Автор рецензируемой книги — академик Э.П.Кругляков, председатель Комиссии по борьбе с лженаукой при Президиуме РАН, созданной в 1998 г., — один из немногих ученых, кто не жалеет сил и времени на разоблачение мошенников, и почти единственный, кто занимается этим систематически, навлекая на себя подлинную ненависть псевдоученых.

Исход этой борьбы — вопрос жизни и смерти для нашей науки. Подобное утверждение не паническое преувеличение... Ныне мы имеем дело не только с сочинениями отдельных фантазеров. Это прежде всего система, хорошо организованная, имеющая свои «академии» и регулярно проводящая «конференции». Лжеученые, как ни странно, зачастую получают государственную поддержку, в том числе и весомое финансирование. Вожди псевдонауки утверждают, что «официальная научная парадигма» устарела, что настает эра нового знания, в которой «догматической науке» не будет места. Открыто ведется по существу тотальное наступление на подлинную науку. За спинами псевдоученых стоит мощное «философское» обоснование, имеющее

глубокие корни и анархистские концепции постмодернизма, которые отрицают существование объективной истины. Средства массовой информации в погоне за потребителем или по невежеству отдают свои страницы и эфирное время псевдонауке. Ее продукция все шире и шире проникает в систему образования, а это уже реальное начало конца.

Псевдонаука широко распространена и на Западе, но там ей противостоят хорошо организованная научная общественность и средства массовой информации. Для ослабленного же организма нашей науки болезнь может оказаться смертельной.

Рецензируемая книга представляет собой серию статей и интервью на тему, которой Кругляков посвятил последние несколько лет. Они были разбросаны по разным газетам и теперь, собранные вместе, производят драматическое впечатление. Иногда кажется, что дело уже проиграно и возврат к средневековью лишь вопрос времени. Вот только подрастет молодежь, которую уже обучают фоменковщине и «креационистской науке»... Но может быть, еще не поздно действовать: ситуация неустойчива и надо попытаться ее изменить.

Невозможно даже упомянуть все истории, рассказанные автором. Организованных врагов



Э.П.Кругляков. «УЧЕННЫЕ» С БОЛЬШОЙ ДОРОГИ.

М.: Наука, 2001. 320 с.

© Ю.Н.Ефремов

науки объединяет Международная академия информатизации, насчитывающая около 15 тыс. человек. Подавляющее большинство ее членов, конечно, не подозревает, что именно пропагандирует президент И.И.Юзвизин. Кругляков описывает (с.62–67) содержание его бредовой книги, воспевающей достижения «духовных ученых» (т.е. мистиков, ясновидцев, уфологов, астрологов и т.п.) и возвещающей о рождении «науки наук — информатиологии». Самое поразительное заключается в том, что книге г-на Юзвизина дали путевку в жизнь шесть докторов наук!

Наиболее масштабная из авантюр, описанных в рецензируемой книге, — торсионная война. Это гигантская афера, в разоблачении которой основная заслуга принадлежит академику Е.Б.Александрову. Гипотетические поля кручения (торсионные поля) обсуждались серьезной наукой в физике высоких энергий, и, как рассказывается в книге (с.242), Александров сам проводил исследования по данной теме. Эти поля, если они и есть, должны быть крайне слабыми, чтобы «ничего не испортить» в нашем мире, — они должны согласовываться с временами жизни звезд и изотопов, с сечениями ядерных реакций и т.д. Однако А.Е.Акимов и Г.И.Шипов уверяют, что обнаружили эти поля еще в 1969 г. и занимались ими в глубоком секрете, поскольку они способны мгновенно поразить вражеские войска и заодно защитить свое население. Тратились гигантские средства, на складах Минобороны накапливались «генераторы торсионного поля», пока почти случайно в 1990 г. афера не была открыта. Но уже было выделено 500 млн полноценных советских рублей, финансирование продолжалось и после формального закрытия программы [1].

Впрочем, Шипов и поныне выступает с лекциями в Институте математики СО РАН, руко-

водимом известным покровителем лженауки академиком М.М.Лаврентьевым, который неоднократно упоминается в книге. Не обделяют вниманием и индивидуальных потребителей — можно найти рекламу излечивающих от некоторых болезней карманных излучателей, три вида, по 30 у.е. каждый. Впрочем, есть и четвертый вид, этот уже от всех болезней. Стоит же он — вот образец истинного человеколюбия — не 90 у.е., а всего лишь 40! Пользу от этих цилиндров, имеющих «шесть степеней защиты» (от взлома?) «академики» Акимов и Шипов разъясняют особо. Правда, Кругляков установил, что эти господа не имеют и степеней кандидатов наук.

Плоды псевдонауки произрастают на самой разной почве. Многие — результат искренних заблуждений, их надо просто разъяснить, другие же — продукт упорной деятельности людей, рвущихся к государственной кормушке, с ними необходима беспощадная борьба.

Как же отличить реальные достижения науки от фантазий? Иногда удается обнаружить вздор аксиоматики. Есть и другие характерные признаки. Изобретатели торсионных генераторов, микролептонов, новой хронологии не стесняются лжи, бесчисленные примеры которой приводит Кругляков. Поражает то, что ложь эта часто беспардонная. Так, чтобы установить, что «династические параллелизмы» А.Т.Фоменко основаны на произвольном назначении и разжаловании императоров и королей, нужны знания, но чтобы убедиться в том, что называемое им белым в действительности является черным, достаточно раскрыть книгу, на которую он ссылается. Создается впечатление, что псевдоученые физически не способны увидеть то, что опровергает их идею. Синдром *idee fixe*, сверхценной неподвижной идеи, хорошо известен в психологии, и одержимых ею людей невоз-

можно переубедить. Еще один признак лженауки — она не отталкивается перед законами логики. Торсионное излучение всепроникающе, но почему-то оставляет якобы следы на фотоэмульсии; «излучение Козырева» проходит сквозь алюминиевую крышку телескопа, но отражается от алюминированного зеркала; четыре римских императора склеиваются в одного, чтобы превратиться в Генриха IV, но затем они же объединяются попарно и отождествляются с другими персонажами средневековья, и т.д. ...

Конечно, возникает вопрос — а судьи кто? Коллективный разум научного сообщества со временем ставит все на свои места, если не вмешивается тоталитарное государство, как было у нас с лысенковщиной или с теорией мирового льда в Германии. В науке есть четкие и обязательные критерии истины — это самоочищающаяся система.

Кратко описанная в книге Круглякова история исследования по «холодному ядерному синтезу» особенно поучительна (с.306). Она началась нетрадиционным для серьезной науки путем, с газетного интервью, появившегося в марте 1989 г. За первые два года опубликовано более двух тысяч экспериментальных и теоретических работ, в США выдано 96 заявок на патенты. Теперь ясно, что если эффект и есть, то он весьма мал; разногласия исследователей, возможно, связаны с тем, что эффект измерялся во время одной серии измерений, а фон — во время другой [2].

Отсутствие же интереса квалифицированных специалистов-исследователей к сногшибательной заявке на открытие почти всегда объясняется его очевидной вздорностью. Обычно научное сообщество безошибочно распознает безнадежность псевдопроблемы. Но были и еще могут возникнуть — редчайшие трагические исключения, о возможности которых необходимо помнить. Резкое не-

приятие вызвало в свое время открытие колебательных режимов в некоторых химических процессах. Его автор, Б.П.Белоусов, послал в 1951 г. статью в «Журнал общей химии», на которую получил рецензию — такого быть не может. А ведь достаточно было взять указанные в статье реактивы и получить периодическое изменение цвета раствора. Лишь в 1964 г. в журнале «Биофизика» появилась статья А.М.Жаботинского с описанием этой реакции, а в 1980 г. несколько человек (в том числе и Б.П.Белоусов посмертно) получили Ленинскую премию за открытие автоволновых процессов.

На наш взгляд, лучше опубликовать сомнительную статью, где вероятность прозорливости автора составляет не более шанса из тысячи, но сопроводив подробной рецензией, и даже не одной.

Как подчеркивает Кругляков, в основе многих явлений, интерпретируемых как подтверждение псевдонаучных гипотез, лежит самовнушение. Это касается, в частности, «успешности» открытий г-на Хаснулина, решившего, если ему верить, проблему долговременного прогноза солнечной активности, влияющей на магнитное поле Земли.

Хорошо известно, что лишь при появлении солнечного пятна из-за лимба можно что-то предсказать, но не более чем на несколько дней вперед. В рецензируемой книге описан прямой эксперимент, показавший, что ухудшение самочувствия испытывали только те, кто знал о прогнозе (с.194). Наверняка самовнушением объясняются и неоднозначные результаты исследований лозоходства (биолокации). Общество Макса Планка в Германии подтвердило существование феномена, а Американское физическое общество пришло к выводу, что это — чистейшая фальсификация (с.284). По-видимому, опытный человек по многим признакам может оценить на местнос-

ти вероятность близкого залегания подземных вод, и лоза или рамочка поворачивается неосознанным движением.

Человека, с которым произошло событие, предсказанное астрологом, или личный опыт которого он рассматривает как случай телепатической связи, невозможно разубедить в истинности учений. Однако с кем-нибудь из 6 млрд человек обязательно произойдет случайное событие, даже если его вероятность составляет одну миллиардную... У астрологии нет ни научных оснований, ни свидетельств истинности прогнозов, выходящих за рамки случайных совпадений. Кругляков бросает вызов астрологам, предлагая им заранее опубликовать, скажем, десяток предсказаний на год вперед. В книге описывается запредельная ситуация, еще недавно имевшая место, когда штатные астрологи консультировали Министерство обороны и президента.

Несколько слов о распространенных лжеучениях, упоминающихся в книге. Доказано, что результаты опытов Райна по передаче мысли на расстоянии, считавшиеся строгими доказательствами существования телепатии, являются подделкой. Между тем именно на них опирался Карл Юнг, говоря о «синхроничности» и «коллективном бессознательном». В свою очередь этими понятиями оперируют представители трансперсональной психологии, говоря о жизни после смерти и повсеместно разлитом в мире сознании. Эти построения входят в, так сказать, «научный» базис враждебных науке философств постмодернизма.

Превращается в системную паранауку и так называемая новая хронология. Астрономы почти 20 лет назад показали, что древние наблюдения, в том числе те, которые невозможно подделать, используя знания, имевшиеся до XIX в., уверенно подтверждают нормальную хронологию. Но историки до 1999 г.

были в большинстве пассивны, не желая марать руки, а почти все средства массовой информации пропагандировали фоменковщину. Известно, что академик А.Т.Фоменко фактически подтачивал исходные данные в своих астрономических обоснованиях лжехронологии [3]. Получился грандиозный эксперимент по проверке образованности и наличия здравого смысла у нашего населения. Результаты будут представлять исключительный интерес. Среди заглотивших наукообразную фоменковскую наживку не только журналисты и психологи, но и академики — математики... А пока пропаганда лжеистории продолжается.

В книге неоднократно упоминаются публикации псевдонаучных статей в «Докладах Академии наук». Там, например, напечатано несколько статей Ю.А.Баурова, который уже научился черпать энергию из вакуума (с.238). Именно в ДАНе около 1983 г. была дана путевка на жизнь новой хронологии. В 1989 г. там же опубликовано сообщение А.Ф.Охатрина об открытии новой частицы — микролептона. Этим и по сей день активно козыряют торсионщики и иже с ними. Поразительный факт сообщается в рецензируемой книге (с.276): попытка Е.Александрова и А.Ансельма опубликовать в ДАНе опровержение успеха не имела! Именно этим примером Кругляков аргументировал п.7 предложений Комиссии Российской академии наук по борьбе с антинаукой: «Обязать редколлегии научных (включая ДАН) и научно-популярных журналов РАН ввести в практику обязательную публикацию критических статей в тех случаях, когда журналом опубликована статья ошибочного или дискуссионного содержания». В книге (с. 296) сообщается, что Президиум РАН согласился с выводами и предложениями Комиссии.

В адрес РАН высказывалось много упреков, в основном обвинения в клановости. Говорилось

о том, что состав самоизбираемой коллегии неизбежно ухудшается со временем, что этот принцип выборов ведет к успеху людей, умеющих «строить отношения», и это не всегда лучшие ученые... Однако РАН — последний оплот в борьбе с псевдонаукой. Принцип избрания новых членов академиками — все-таки определенная гарантия того, что псевдоученые туда не попадут. Избрание новых членов, скажем, всеми докторами наук (за что агитировал когда-то и автор рецензии) может обернуться концом науки, если Дума издаст закон о признании государством ученых степеней, присуждаемых самостийными академиями. Закон об этом уже ставился на голосование. Однако мы знаем, что и членом РАН может овладеть *idée fixe*, и тогда вооруженный ею академик становится самым страшным врагом науки, ибо за ним стоит авторитет Академии.

Принцип самоизбираемости необходимо дополнить практикой самоисключения.

В конце книги (с.301) помещен без комментариев текст письма Президенту РФ от академика Е.Б.Александрова, В.Л.Гинзбурга и Э.П.Круглякова, составленный не ранее ноября 2000 г. В нем речь идет об активности средств массовой информации в распространении антинаучного вздора, о том, что функционеры Международной академии информатизации, в члены которой вовлечены многие уважаемые люди, начинают внедрять свои бредовые учебники в вузы. Отмечается, что лжеученые опасны благодаря своим связям во властных структурах. Предлагается: организовать с помощью РАН экспертизы любых проектов, основанных на использовании неизвестных науке законов природы; разработать кодекс, препятствую-

ющий оболваниванию людей через СМИ; поддержать на государственном уровне издания научно-популярной литературы.

По-видимому, письмо возымело некоторое действие. Во всяком случае при Президенте РФ создан Совет по науке, в функции которого входит экспертиза предлагаемых государству проектов. Будем надеяться, что теперь чиновники, потворствующие алхимикам и экстра-сенсам, остерегутся это в дальнейшем делать.

Борьба с псевдонаукой — занятие неприятное и трудное, однако в нынешних условиях совершенно необходимое. Лжеученые не должны думать, что им противостоит лишь Комиссия. Каждый исследователь, владеющий пером, должен принимать участие в трудной — пока еще не безнадежной — борьбе. Иначе эту нишу займет в России псевдонаука. ■

## Литература

1. Бялко А.В. Торсионные мифы // Природа. 1998. №9. С.3.
2. Радкевич И.А. Наука и здравый смысл в России // Здравый смысл. 1997. С.161.
3. Дамбис А.К., Ефремов Ю.Н. Датировка звездного каталога «Альмагест»: тысячелетняя проблема решена // Ист.-астрон. исслед. 2001. Вып.26. С.7.

### Математика. Механика

МЕХАНИКА КОНТАКТНЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ. Отв. ред.: И.И.Ворович, В.М.Александров. М.: Физматлит, 2001. 672 с.

Контактные задачи относятся к классу задач механики сплошных сред со смешанными граничными условиями и сводятся, как правило, в общем случае к необходимости решения интегральных уравнений.

Цель книги — подытожить полученные за прошедшие годы результаты, разбросанные по многочисленным публикациям различных авторов, как российских, так и зарубежных. Над ее созданием работал коллектив из 49 известных специа-

листов в данной области механики (Институт проблем механики РАН и Научно-исследовательский институт механики и прикладной математики Ростовского государственного университета).

Книга представляет обзор методов, а также результатов решения задач механики контактных взаимодействий деформируемых тел, полученных за последние 25 лет. Состоит из семи глав. Первая посвящена методам решения контактных задач, во второй рассмотрены статические контактные задачи в неклассической постановке, в третьей и четвертой — стационарные и нестационарные динамические контактные задачи.

Последние три главы содержат приложение контактных задач к вопросам трибологии, задачи для сложных сред и вопросы разрушения при контактном взаимодействии.

### Биология. Медицина

НЕЙРОПЕПТИДЫ И РОСТОВЫЕ ФАКТОРЫ МОЗГА. Сост. О.А.Гомазков. М.: НИИ биомедицинской химии им.В.М.Ореховича РАН, 2002. 239 с.

Книга продолжает серию справочно-информационных изданий, посвященных физиологически активным пептидам. Особенность заключается в сборе, структурировании,

анализе и компактном изложении автором новейшей информации, посвященной нейропептидам и, впервые, нейротрофическим ростовым факторам. Предыдущие — «Физиологически активные пептиды» (1995), «Мозг и нейропептиды» (1997), «Пептиды в кардиологии» (2000) вызвали большой интерес у читателей.

В книге собрана информация о 135 пептидах, нейротрофических ростовых факторах и амилоидных белках. Список литературы включает 625 источников. Издание иллюстрировано 12 таблицами.

В первом разделе проведен анализ современной научной и практической информации, относящейся преимущественно к 1998—2001 гг., по основным проблемам нормы и различных патологий центральной нервной системы. Материал представлен в виде компактных обзоров (глав) по темам, связанным с химическими регуляторами мозга. Второй раздел представляет собой расширенный справочник, в котором описаны структура и основные характеристики групп регуляторных пептидов и ростовых факторов.

### Гидробиология

**А.П.Мусатов.** ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ ЭКОСИСТЕМ ВНУТРЕННИХ ВОДОЕМОВ. М.: Научный мир, 2001. 192 с.

За период существования гидробиологии как науки накоплено огромное количество информации о множестве водоемов мира, где проводились многочисленные исследования, в том числе в рамках международных проектов, например по программе «Человек и биосфера».

В книге рассматриваются структурные и функциональные показатели водных экосистем по взаимосвязям отдельных параметров между собой, пока-

затели среды и индикаторы трофического статуса внутренних водоемов. Сравняются фактические и расчетные характеристики содержания органического вещества в воде и потоков энергии через отдельные трофические звенья. Учитываются данные по озерам и водохранилищам Российской Федерации и зарубежья. Обсуждается стабильность водных экосистем по различным показателям: прозрачности, содержания хлорофилла, общего фосфора, органического вещества и др.

### Энтомология

**Л.В.Каабак, А.В.Сочивко.** БАБОЧКИ МИРА. Под ред. В.А.Володина. М.: АВАНТА+, 2001. 184 с. (Самые красивые и знаменитые)

Вышла книга, в которой описано более 100 самых красивых бабочек мира. Рассказано об особенностях биологии (строении, размножении и развитии, питании и поведении бабочек, основных этапах их эволюции, путях приспособления к окружающей среде) и истории открытия каждого вида, а также даны карты их мест обитания. Особая статья посвящена коллекционированию бабочек, крупнейшим собраниям в музеях мира.

Книга прекрасно иллюстрирована. Для каждого вида приведены фотографии коллекционных экземпляров (в некоторых случаях самцов и самок). Это не только солидный справочник, но и увлекательное чтение. Книга написана живым языком, в ней собраны отрывки из поэзии и прозы, посвященной бабочкам.

Первый автор — доктор химических наук, член Энтомологического общества Российской академии наук и Московского общества испытателей природы. Много путешествовал, был в составе экспедиций на Памир, Тянь-Шань и др. Обнаружил

и совместно с коллегами описал несколько новых видов и подвигов высокогорных бабочек.

Второй автор — известный фотограф и художник.

### Геология

**В.Н.Свальнов.** МИКРОСТРУКТУРЫ И ТЕКСТУРЫ ГЛУБОКОВОДНЫХ ОСАДКОВ. М.: ГЕОС, 2001. 192 с.

При изучении геологических объектов неизбежно возникает проблема их надежной идентификации. Вышел первый атлас текстур, микро- и наноструктур нелигифицированных глубоководных отложений Мирового океана. Его цель — помочь начинающим морским геологам находить реальные соотношения компонентов осадков в полевых условиях и стационарных лабораториях.

Основным материалом для работы послужили образцы глубоководных осадков и осадочных пород, собранных на 1300 станциях самим автором и другими сотрудниками Института океанологии РАН в 16 морских экспедициях в Баренцево море, Индийский, Тихий и Атлантический океаны в 1959—1990 гг. Опробование проводилось на глубинах до 6500 м. Орудиями сбора послужили прямоточные трубки, дночерпатели, тралы, драги, подводные обитаемые аппараты «Пайсис», фотоустановки, самовсплывающие донные станции и пробоотборники.

Изучен петрографический состав осадков, их генезис и фаціальная принадлежность. Описаны комплексы хемогенно-сингенетических и некоторых гидротермальных минералов. Проведено литодинамическое районирование пелагических областей.

На первой странице обложки — научно-исследовательское судно «Витязь», на четвертой — «Академик Иоффе».

# Ремесло или искусство

В.А.Удальцова

Государственный Дарвиновский музей  
Москва

В 2001 г. в Государственном Дарвиновском музее состоялась выставка, посвященная юбилеям двух замечательных таксидермистов\* — Филиппа Евтихиевича Федулова (1881—1961) и Дмитрия Яковлевича Федулова (1896—1985) — дяди и племянника. По выражению основателя и первого директора Александра Федоровича Котса (1880—1964), эти выдающиеся мастера таксидермии всю свою жизнь «всецело и единственно проработали для Дарвиновского музея» [1].

Желая реализовать на деле свою давнишнюю мечту о создании музея, Котс начал заниматься не только сбором зоологических коллекций (шкур, тушек, чучел, сухой природы), но и поиском художника-таксидермиста высокой квалификации. «Решающим моментом для создания Дарвиновского музея было само наличие в Москве талантливых таксидермистов и художников», — так писал о рождении своего любимого детища Котс (официально год создания Дарвиновского музея — 1907-й).

По замыслу Александра Федоровича, чучела животных

и научные иллюстрации должны были оформляться как художественные произведения. Таким образом, в научную концепцию биологического музея впервые была заложена идея «синтеза науки и искусства». При этом предполагалось иллюстрировать не разрозненные факты, случайно выхваченные из природы и представленные в виде традиционных «монотонных рядов звериных и птичьих чучел», а обобщения, необходимые для понимания закономерностей развития живой природы, что в свою очередь требовало новых экспозиционных решений.

Заканчивался век иллюзий, надвигалось время крутых перемен. Сначала первая мировая война, затем революция, а за ней — гражданская война, голод и разруха. В своем дневнике в 1918 г. Котс написал: «Декабрьскую революцию я проводил за микроскопом и планированием своего музея. Социалистическую Октябрьскую — за организацией музея в отведенном мне впервые музейном помещении».

И все же, эта внешняя моя далекость от политики не мешала мне с первых же месяцев Советской власти полностью включить себя в работу Комиссариата просвещения, а в последующем 1918 г. открыто вы-

ступить на 1-м Всероссийском учительском съезде, ознаменовавшем перелом в среде тогдашнего учительства».

Русская интеллигенция начала XX в. была одержима и самонадеянна, свято верила в победу добра над злом. От XIX в. ей досталась в наследство уверенность в том, что человек по природе своей добр, и нужно всего-навсего изменить мир вокруг него, а далее все пойдет как нельзя лучше.

Основатели Дарвиновского музея были воистину настоящими «взрослыми» детьми! В то время как в холодной и голодной Москве 20-х люди, сбиваясь с ног, добывали мешок муки, эти чудачки разыскивали гипс для скульпторов. Сами они питались весьма скудно, довольствуясь мерзлой картошкой и кукурузой, но при этом ценой невероятных усилий умудрялись добывать фрукты для экспериментальных животных — попугаев и обезьян.

Создатели музея не сомневались в том, что их работа в России, для которой настали самые трудные времена, необходима. Они остались здесь в надежде служить отчизне, своему народу и любимому делу.

Впервые Котс познакомился с препараторским искусством в возрасте 12 лет, а к окончанию

\* Таксидермия (от гр. *taxis* — приготовление, обработка и *derma* — кожа, шкура) — искусство изготовления чучел.

гимназии он уже вполне овладел мастерством таксидермиста, о чем свидетельствуют полученные им награды — Малая серебряная (1896) и Большая серебряная (1899) медали от Императорского Русского общества акклиматизации животных и растений за представленные на выставках чучела птиц собственного изготовления. Искусству таксидермии Котс обучался в домашних условиях (уроки давал приходивший мастер). Позже он познакомился с владельцем коммерческой таксидермической мастерской Федором Карловичем Лоренцем (1842—1909), «квалифицированным специалистом орнитологом и великолепным препаратором». В то время это была лучшая мастерская не только в Москве, но и в России\*. Продукция фирмы Лоренца — огромное количество чучел глухарей, куропаток, хищных птиц, белок, зайцев, медведей, которые распространялись по биологическим музеям России, а также попадали в коллекции состоятельных людей, удачно вписываясь в интерьеры роскошных кабинетов. Мастера фирмы первыми в России начали изготавливать био группы — композиции, в которых чучела животных располагались среди имитированных участков природы.

Знакомство и дружба Котса с Лоренцем сыграли свою роль в создании уникального музея. В то же время «без Лоренца и его фирмы не было бы самого талантливого его ученика, неизмеримо превзошедшего его по мастерству — Филиппа Евтихевича Федулова, создателя громаднейшего большинства всех препаратов Дарвиновского музея» [2]. Именно там, в мастер-

ской Лоренца, в 1896 г. Александр Котс познакомился с Филиппом Федуловым — одним из умелых препараторов-рабочих, трудившихся над созданием фирменных таксидермических образцов.

«Тогда щеголеватому робеющему гимназисту двери в мастерскую отворил один из подмастерьев Лоренца — бойкий черноглазый мальчик; тонкое интеллигентное лицо, немного вьющиеся волосы и быстрый взгляд острых, пронизывающих глаз. Не думалось тогда, что этот шустрый «Филька» станет главной опорой Дарвиновского музея, самым верным другом, создателем его на многие десятки лет», — так трогательно вспоминал об этой встрече Котс.

В 1907 г. «дядя Филька» (так называли молодого мастера другие служащие фирмы) с утра до вечера сидел у своего рабочего стола в лоренцевской мастерской и набивал чучела лисиц и глухарей, в то время как будущий директор Дарвиновского музея обучал анато-

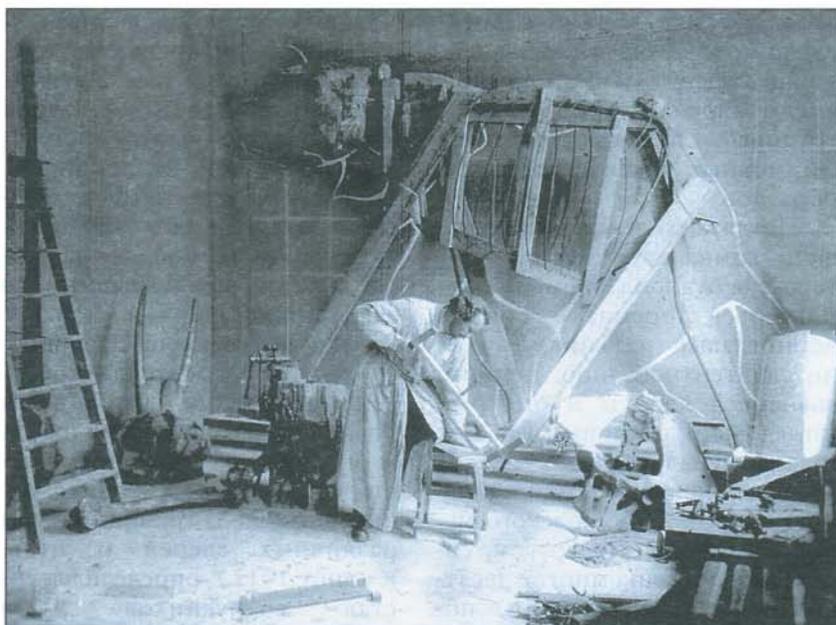
мированию лягушек: днем — студентов университета, вечером — девиц на Высших женских курсах. Это был источник заработка для оплаты поступающих в музей коллекций — «тысячи распластанных лягушек претворялись в экзотические экспонаты бабочек и райских птиц, выписываемых из зарубежных фирм».

Основу сокровищ Дарвиновского музея составили собственные коллекции Котса (в том числе чучела, сделанные им самим), чучела, закупленные в мастерской Лоренца, а также выписанные из-за границы шкуры различных зверей и птиц. К концу 1912 г. определился состав сотрудников музея (А.Ф.Котс, Н.Н.Ладыгина-Котс, В.А.Ватагин и Ф.Е.Федулов) — четверка, силами которой создавалось будущее государственное учреждение. Уже в начале 1913 г. музей перерос себя как частное, любительское начинание, и молодой директор выполнил давно назревшее решение: пожертвовал свой музей

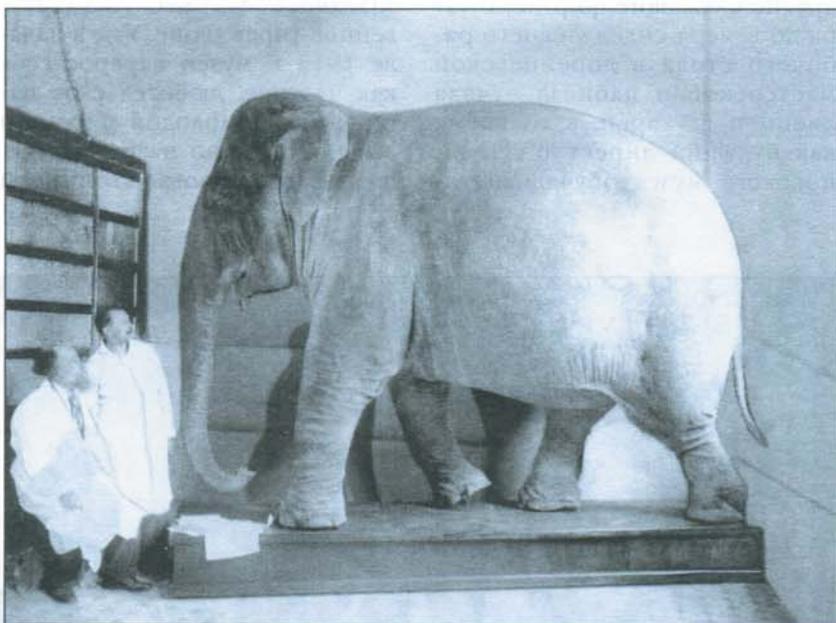


Основатели Дарвиновского музея — Ф.Е.Федулов, А.Ф.Котс, Н.Н.Ладыгина-Котс и В.А.Ватагин (слева направо) в здании МВЖК. 1912 г.

\* У мастерской было много общего с фирмой Уорда в Рочестере (США), изготавливавшей музейные экспонаты. Обе существовали в одно и то же время (конец XIX — начало XX в.) и имели наиболее квалифицированных таксидермистов. Но методика создания чучел у Лоренца была поставлена на более высокий художественный и технический уровень.



Федулов сооружает каркас для чучела африканского слона.



С чучелом индийского слона. А.Ф.Котс и Ф.Е.Федулов.

Высшим женским курсам\*, но на условиях, способных обеспечить его надлежащее развитие

\* В здании МВЖК в Мерзляковском пер. Котсу были выделены помещения под музейные коллекции. В 1913 г. курсы переехали в новое здание на Девичьем поле (бывш. М.Царицынская — ныне М.Пироговская ул. д.1, здание МГПУ, аудиторный корпус).

(в том числе зарплату препаратора — 100 руб. в месяц). С осени 1913 г. в музей начали приходить заграничные посылки со шкурами животных. Их приходилось складывать в подвалах нового здания Высших женских курсов и рабочем кабинете самого Котса. Приглашенный для

изготовления чучел Федулов ютился поначалу в каморке в Криво-Никольском переулке, где делал чучела небольших зверей и птиц. Успехи в изготовлении крупных экспонатов были еще впереди.

Родился Филипп Евтихиевич в с.Иваново Калужской губ. В семье Федуловых было шестеро детей. Двое старших сыновей занялись скорняжным делом и подались на заработки в Москву. Профессия привела их в мастерскую Лоренца. Приобщившись к препараторскому искусству, они потянули за собой остальных. Так в Москве возникло «Федуловское племя» талантливых таксидермистов, усердием и дарованием которых были созданы сотни замечательных экспонатов для биологических музеев России. А самым талантливым из них был Филипп, ставший, по выражению Котса, «подлинным Себастьяном Бахом в этой области». Его трудовая деятельность прерывалась лишь на годы службы в армии в первую мировую войну. В 1927 г. Федулов был награжден орденом Трудового Красного Знамени. К этому знаменательному событию им уже были сделаны чучела жирафа, африканского слона, белого медведя, гориллы, райских птиц и многих других животных...

В 1914 г. на подмогу дяде в музей пришел его племянник — Дмитрий Яковлевич Федулов, начинавший свой трудовой путь также в мастерской Лоренца в 1910 г. Проработав в музее более полувека, он создал множество чучел самых различных животных, помог Ф.Е. Федулову в воссоздании облика индийского слона, чучело которого они изготовили вместе в 1937 г. Но особенно ярко проявил себя Дмитрий Яковлевич в области «филигранной» таксидермии, овладев искусством изготовления чучел самых миниатюрных птиц — колибри. Великий французский энциклопедист Ж.Бюффон писал: «Камни и металлы, отполированные на-

шими руками, не сравнятся с этой ювелирной драгоценностью природы, ее шедевром — маленькой колибри». Представьте себе, каким же нужно обладать талантом, чтобы еще раз «повторить» совершеннейшие творения!

Котс ярко и убедительно описал нелегкий труд таксидермиста. Вот «перечень работ, единолично выполняемых Ф.Федуловым в его мастерской:

1. Препараторские — съемка шкур с животных.
2. Сырейные — кваска и дубление шкур.
3. Кузнечные — сооружение металлических станков для крупных чучел.
4. Столярно-плотничные — изготовление деревянных манекенов для крупных чучел.
5. Резные по кости и дереву — изготовление искусственных звериных черепов и зубов к ним.
6. Скорняжно-прошивные — шивание звериных шкур.
7. Малярно-москательные — изготовление мастик и лаков, варка растворов мышьяка для протравки экспонатов.
8. Лепные и муляжные — реконструирование мягких тканей на звериных черепках или конечностях при имитации природной мускулатуры.
9. Собственно таксидермические — набивка чучел.
10. Декоративные — отделка постаментов и подставок для чучел» [3].

Нужно было иметь большое мужество, чтобы каждый раз не испытывать ужас и потрясение от вида окровавленного трупа животного, не чувствовать брезгливости от удушливого тяжелого воздуха, пропитанного густыми испарениями заквашенной звериной шкуры.

Но зато как приятно любоваться результатами таксидермических изысков — чучелами диковинных зверей и птиц. Описание одного такого импровизированного «ноева ковчега», разместившегося в мастерской Федулова, оставил Котс: «Вот



В мастерской Федулова. Филипп Евтихийевич изготавливает чучело нанду методом накрутки. 30-е годы.

длинношерстная миниатюрная лошадка пони, взрослый экземпляр, напоминающий лохматого барбоса и размерами и мастью, вот — <...> лохматая обезьяна из Центральной Африки, так называемая гверца, с белоснежной бахромой волос <...>, там — чучело американского ленивца в характерной его позе, брюхом кверху и спиной вниз, с конечностями наподобие крюков; там — лазающая форма кенгуру из австралийской области, а по соседству с ним — земляк его, лохматый казуар. Здесь — пара ящеров из Африки в их характерной лазающей и укрывающейся позе, белка-альбинос из-под Ярославля; светлый соболь с Забайкалья и десятки прочих, самых любопытных тварей, собранных со всех концов земного шара».

В настоящее время большая часть всех этих замечательных шедевров таксидермического искусства заняла достойное место в музейной экспозиции. Остальные хранятся в запасниках и периодически экспонируются на выставках. Особая гордость музея — чучела слонов (афри-

канского и индийского), которые являются лучшими образцами отечественной таксидермии. Они изготовлены старым традиционным методом — накруткой, но смотрятся ничуть не хуже тех, что выполнены лучшим из современных методов — скульптурным. Все это говорит о том, что создавали их виртуозы своего дела, и главная заслуга в этом принадлежит Ф.Е.Федулову. Метод накрутки состоит из нескольких этапов: сооружение каркаса из проволоки и костей скелета; изготовление манекена по каркасу туловища, конечностей и головы (из стружки, соломы или пакли); оформление готового чучела путем натягивания и зашивания шкуры. Метод скульптурный: лепка пластилинового эскиза (1:10); сооружение каркаса; лепка скульптурного манекена в глине; гипсовая формовка; выполнение слепка из папье-маше; оформление готового чучела путем натягивания шкуры и зашивания ее на слепке из папье-маше.

Два замечательных экспоната пережили своих создателей и увековечили их память. Мно-

гие современные художники-анималисты принимают чучела слонов за скульптуры. Это вполне объяснимо: автор эскизов — патриарх отечественной анималистики В.А.Ватагин [4]. Оба чучела представляют большую историческую значимость, так как их живые «прообразы» были весьма известными «персонами». Африканский слон — подарок эмира Бухарского последнему русскому царю Николаю II (для цесаревича Алексея). Но трагические события не позволили встретиться наследнику престола со своей жи-

вой игрушкой — все члены царской семьи погибли в 1918 г., а слон умер во время переезда из Гатчины в Москву в том же году. Индийский слон (точнее слониха по имени Джин Дау — Прекрасная дама) — ритуальный слон эмира Бухарского. Незадолго до революционных событий Джин Дау отправили из Бухарского эмирата в Москву, где она спокойно жила в зоопарке.

Котс в своих воспоминаниях о Ф.Е.Федулове пророчествовал: «Пройдут года. Наш Дарвиновский музей дождется своих стен,

достойных содержания его. Раскроются перед десятками миллионов изумленных зрителей пока скрытые за недостатком места и охраны уникальные сокровища музея <...>. И пусть для памяти миллионов будущих посетителей музея, созерцающих итоги почти полувековой работы главного сооснователя музея Дарвина — орденоносца-препаратора Ф.Е. Федулова, останутся сокрытыми усилия и жертвы, что стояли некогда за этим <...> служением родной культуре и родной стране».

## Литература

1. *Фадеев И.В.* Музеи эволюции живой природы // Природа. 1997. №9. С.46—59.
2. *Котс А.Ф.* Дарвиновский музей до Октябрьской революции (1907—1917) // Гос. Дарвин. музей. С.15—16.
3. *Котс А.Ф.* Люди вымирающего цеха // Гос. Дарвин. музей. С.132—134.
4. *Астахова О.О., Портнова И.В.* Музейный художник // Природа. 1997. №9. С.60—67.

# ПРИРОДА

Над номером работали

Ответственный секретарь  
**Е.А.КУДРЯШОВА**

Научные редакторы  
**О.О.АСТАХОВА**  
**Л.П.БЕЛЯНОВА**  
**Е.Е.БУШУЕВА**  
**М.Ю.ЗУБРЕВА**  
**Г.В.КОРОТКЕВИЧ**  
**К.Л.СОРОКИНА**  
**Н.В.УЛЬЯНОВА**  
**Н.В.УСПЕНСКАЯ**  
**О.И.ШУТОВА**

Литературный редактор  
**М.Я.ФИЛЬШТЕЙН**

Художественный редактор  
**Т.К.ТАКТАШОВА**

Заведующая редакцией  
**И.Ф.АЛЕКСАНДРОВА**

Младший редактор  
**Г.С.ДОРОХОВА**

Перевод:  
**П.А.ХОМЯКОВ**

Набор:  
**Е.Е.ЖУКОВА**

Корректоры:  
**В.А.ЕРМОЛАЕВА**  
**Л.М.ФЕДОРОВА**

Графика, верстка:  
**Д.А.БРАГИН**

Свидетельство о регистрации  
№1202 от 13.12.90

Учредители:  
Президиум РАН,  
Издательско-производственное  
и книготорговое  
объединение «Наука»  
Адрес издателя: 117997,  
Москва, Профсоюзная, 90

Адрес редакции: 119991,  
Москва, ГСП-1, Мароновский пер., 26  
Тел.: 238-24-56, 238-25-77  
Факс: (095) 238-26-33  
Подписано в печать 15.03.2002  
Формат 60×88 1/8  
Бумага типографская №1,  
офсетная печать, усл. печ. л. 10,32,  
усл. кр.-отт. 67,8 тыс., уч.-изд. л. 12,2  
Заказ 5699  
Набрано и сверстано в редакции

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