

ПРИРОДА

2001 2



В НОМЕРЕ:**3 Полянин А.Д.****Научная литература в России и за рубежом**

Нищенское финансирование науки привело к резко-му сокращению научного книгопечатания в России. Какие же книги следует издавать сегодня в первую очередь?

9 Бялко А.В.**Конкурс закончился, лауреаты определены****11 Жданов Г.Б., Стожков Ю.И.****Физика космических лучей на пороге XXI века**

Космические лучи изучаются уже почти век, однако немало загадок предстоит разгадать в новом столетии. В том числе и касающихся «космической погоды», которая определенно влияет на нашу земную жизнь.

20 Гиляров А.М.**Связь биоразнообразия с продуктивностью – наука и политика****25 Злобин Ю.А.****Происхождение жизни****Калейдоскоп****27**

Под угрозой цунами (27). – Вулкан Фурнез напоминает о себе (27). – Индия «тянется» к Луне (27). – Долгосрочная автоматическая станция на Северном полюсе (27). – Открыт молодой океанический хребет (28). – В долги – ради спасения доминиканских попугаев (28). – Редкие находки подводных археологов (28). – Подводный вулкан прорывается к поверхности (65). – «Битва» археологов с землеустроителями (65). – Планета может остаться без приматов (65).

Возвращение**29 Смирнова Э.С.****От киевских храмов к искусству Византии: Андрей Николаевич Грабар**

Когда Грабара спросили, какие книги сыграли особую роль в его жизни и творчестве, он назвал две книги, а Софийский собор в Киеве.

39 Шмакин Б.М.**Экстремальное концентрирование элементов в гранитных пегматитах**

Многие редкие элементы не входят в состав главных минералов пегматитов, а, накапливаясь в остаточном флюиде, кристаллизуются в конце концов в виде наиболее устойчивых собственных минералов.

Очерки натуралиста**47 Смирнов Е.Н.****Амурского тигра нельзя не сохранить! (Окончание)****57 Корзун Л.П., Держинский Ф.Я.****Что делает зоолог-морфолог в тропическом лесу?**

Наука морфология и в наше время актуальна. Ее методы по-прежнему с успехом применяются, например, при изучении пищевых адаптаций птиц и других экологических связей в тропических лесах.

Заметки и наблюдения**66 Несис К.Н.****«Бычок в томате» в Великих озерах Америки****Вибе Д.З.****Затмение звезды экзопланетой (67)****69 Худяков Ю.С.****Канонический орнамент на древних изделиях из металла****72 Зорина З.А., Смирнова А.А., Лазарева О.Ф.****Умеют ли вороны считать?**

До сих пор точного ответа на этот вопрос не было. Только сейчас благодаря оригинальной методике впервые доказана способность ворон сознательно оперировать числами.

Новости науки**80**

Открылся четвертый «глаз» Очень большого телескопа (80). – Одинокая нейтронная звезда поглощает межзвездный газ (80). – Эффект осцилляции нейтрино снова подтвержден (81). – Физиономическое распознавание пресмыкающихся. **Семенов Д.В. (81).** – Форониды найдены в Арктике (82). – Возрождение озера Солтон-Си (82). – Наводнения: можно ли избежать катастроф? **Померанец К.С. (83).** – Тысячелетие климатических изменений: дебаты продолжаются (84). – Кто захоронен в царской гробнице? (84). – Доказательство каннибализма у древних индейцев (85).

Рецензии**86 Чичагов В.П.****Эволюция климата и ландшафтов в кайнозое****Новые книги****90****Встречи с забытым****92 Любина Г.И.****Михаил Иванович Венюков в эмиграции**

CONTENTS:

3 Polyanin A.D.

Scientific Literature in Russia and Abroad

The meager funds allocated for science have led to a sharp reduction in the number scientific books printed in Russia. Which books should have priority for publication?

9 Byalko A.V.

The Contest Is over, the Winners Have Been Determined

11 Zhdanov G.B. and Stozhkov Yu.I.

Physics of Cosmic Rays on the Threshold of the 21st Century

Cosmic rays have been studied for almost 100 years now, yet there are many puzzles to be solved in the new century, in particular those concerning space weather, which definitely influences our life on Earth.

20 Ghilarov A.M.

Relationship between Biodiversity and Productivity: Science and Politics

25 Zlobin Yu.A.

Origin of Life

Kaleidoscope

27 Under Threat of a Tsunami (27). – Furnez Volcano Making Its Presence Felt (27). – India Striving to Get to the Moon (27). – A Long-Term Automatic Station at the North Pole (27). – A Young Oceanic Ridge Discovered (28). – Running into Debt to Save Dominican Parrots (28). – Rare Finds of Submarine Archaeologists (28). – A Submarine Volcano Breaking through to the Surface (65). – Archaeologists Battling with Land Management (65). – The Planet May Run out of Primates (65).

Comeback

29 Smirnova E.S.

From Kiev Cathedrals to the Art of Byzantium: Andrei Nikolaevich Grabar

When Grabar was asked about the books that played a special role in his life and work, he named St. Sofia's Cathedral in Kiev rather than books.

39 Shmakin B.M.

Extreme Concentration of Elements in Granitic Pegmatites

Many rare elements are not incorporated in the major minerals of pegmatites; having accumulated in the residual fluid, they ultimately formed their own very stable phases.

Essays on Wildlife

47 Smirnov E.N.

The Amur Tiger Must Be Saved by All Means! (Concluded)

57 Korzun L.P and Dzerzhinsky F.Ya.

What Does a Morphological Zoologist Do in the Tropical Forest?

Morphology remains relevant to today's problems. Its methods are still successfully applied, e.g., when studying food adaptations of birds and other ecological relationships in Tropical Forests.

Notes and Observations

66 Nesis K.N.

Gobies in the Great Lakes of North America

Wiebe D.S.

A Star Eclipsed by an Exoplanet (67)

69 Khudyakov Yu.S.

Canonical ornament on Ancient Metal Objects

72 Zorina Z.A., Smirnova A.A., and Lazareva O.F.

Can Crows Count?

Until very recently, there had been no exact answer to this question. By using an original technique, it has now become possible to demonstrate the ability of crows to consciously deal with numbers.

Science news

80 The Very Large Telescope Has Opened its Forth Eye (80). – A Lone Neutron Star Absorbing Interstellar Gas (80). – The Neutrino Oscillation Effect Reconfirmed (81). – Physionomic Recognition of Reptiles. **Semenov D.V.** (81). – Phoronids Found in the Arctic Region (82). – Revival of the Salton Sea (82). – Floods: Can Disasters Be Avoided? **Pomeranets K.S.** (83). – A Millennium of Climate Change: Debate in Progress (84). – Who Is Buried in the Czar's Tomb? (84). – Evidence for Cannibalism of Ancient North American Indians (85).

Book Reviews

86 Chichagov V.P.

Cenozoic Evolution of Climate and Landscapes

New Books

90

Encounters with the Forgotten

92 Lyubina G.I.

Mikhail Ivanovich Venyukov after His Emigration from Russia

Научная литература в России и за рубежом

А.Д.Полянин

После развала СССР в 1991 г. научные книги в России практически перестали выходить. Только в 1995 г. благодаря деятельности Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ) частично удалось возобновить издание научной литературы. В 1995—2000 гг. при финансовой поддержке РФФИ было издано 965 книг*. Из них 488 тиражом в 1000 и более экземпляров и 118 — 300 и менее (см. диаграмму). Более подробную информацию о книгах, выпущенных при поддержке РФФИ, можно получить по Интернету (www.elibrary.ru).

За последнее десятилетие в России упала роль крупных научных издательств (больше книг выпускали многочисленные мелкие издательства, в основном, по грантам РФФИ). Например, в 1987 г. только Главная редакция физико-математической литературы («Физматлит») издательства «Наука» выпустила 166 книг, а в 1990-м — 200. В 2000 г. все подразделения и филиалы издательства «Наука» выпустили 31 книгу по физике и математике (из них 15 монографий).

Издательство «Мир», которое

* Здесь и далее учитываются только первые девять месяцев 2000 г.

© А.Д.Полянин



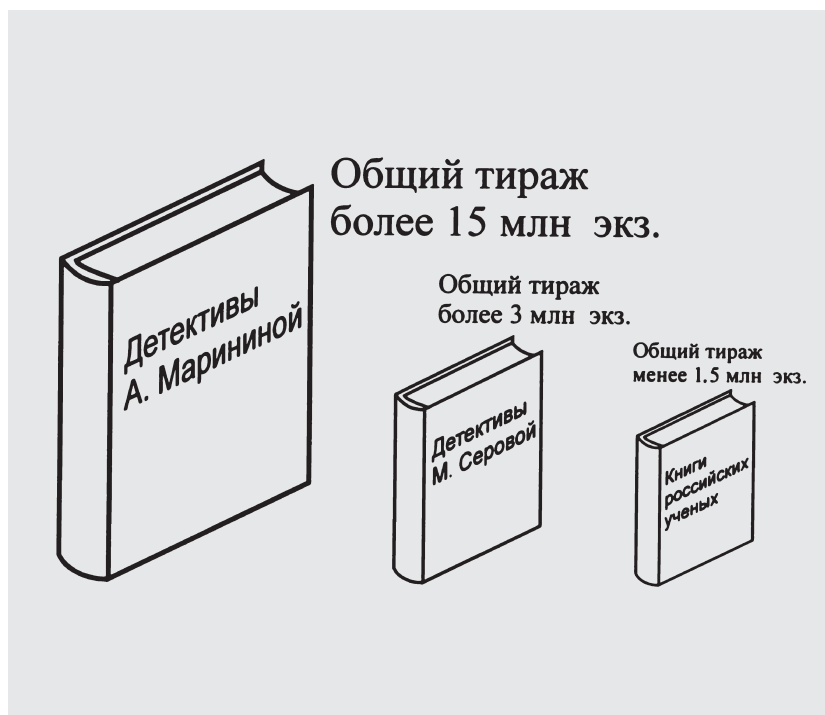
Андрей Дмитриевич Полянин, доктор физико-математических наук, ведущий научный сотрудник Института проблем механики РАН. Автор 22 книг в различных областях математики, механики и химической технологии, опубликованных на русском, английском, немецком и болгарском языках. Лауреат премии им.С.А.Чаплыгина (1991). Редактор книжной серии в издательстве «Gordon and Breach Science Publishers».

до перестройки активно переводило научные книги зарубежных авторов на русский язык, а отечественные — на другие языки (английский, немецкий, французский, испанский), в настоящее время почти не функционирует.

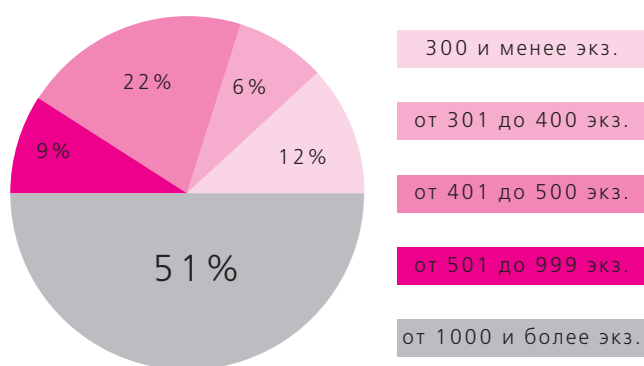
В сравнении с концом 80-х сейчас в России ежегодно выходит в 3—4 раза меньше научных книг, а если считать по тиражам, то — меньше на порядок.

Важно отметить, что в связи с постоянным сокращением

объема финансирования издательских грантов РФФИ (из-за отставания индексации от инфляции) авторы книг перестали получать какие-либо гонорары. Более того, в последние годы вместе с подачей заявки на конкурс надо представить рукопись книги *в полном объеме* (за рубежом обычно требуется лишь аннотация, оглавление и заполненный вопросник издательства). Такое положение вынуждает авторов нести определенные материальные



Сравнение общих тиражей книг А.Марининой, М.Серовой и всех российских ученых за 1994–2000 гг.



Круговая диаграмма распределения по тиражам книг, изданных при финансовой поддержке РФФИ в 1995–2000 гг.

затраты, не получив гарантии, что книга будет издана. Конечно, подобная ситуация не стимулирует создавать новые книги (приходится использовать в основном «старый багаж») и, кроме того, ведет к сокращению числа потенциальных авторов. В будущем нетрудно предвидеть переориентацию их на западные издательства.

В отличие от книг подавляющее большинство научных журналов в 1991–1994 гг. издавалось. Правда, в 2000 г. по сравнению с 1990-м тиражи академических журналов в среднем упали в 4–5 раз. Тиражи информационных журналов за это же время упали более значительно: РЖ Математика — в 13 раз (с 1330 экз. до 103), РЖ Механика — в 17 раз (с 1330 экз. до 77). Если так будет продолжаться и далее, то скоро информацию о российских публикациях придется получать из иностранных реферативных журналов.

Налоговая политика

Научная литература, а также детективная и приключенческая (фантастическая) сейчас находятся в *равном* положении относительно налогообложения. При этом первая выходит малыми тиражами в основном на дотациях (и является убыточной для РФФИ), а две последние издаются массовыми тиражами и приносят огромные прибыли издателям.

Для сопоставления приведем наглядный пример: общий тираж всех научных книг, опубликованных в России начиная с 1994 г., составляет менее 1.5 млн экз., а общий тираж детективов А.Марининой, изданных в те же годы, — более 15 млн, т.е. выпуск детективов одного автора в 10 раз превысил выпуск всех научных книг российских ученых!

Реальные финансовые поступления в госбюджет от налогообложения научной литературы, коей попросту мало, ничтожны. Не достигая главной це-

ли, существующая налоговая политика лишь усугубляет положение с научным книгоизданием, поскольку фактически «душит» эту литературу, не позволяя ей нормально развиваться.

Библиотеки

До 1990 г. в издательствах «Наука», «Мир», «Химия», «Атомиздат», «Высшая школа» и др. выходило множество книг, которые продавались по низким ценам. Научные библиотеки регулярно пополнялись новой отечественной и зарубежной литературой.

Сейчас научных книг выходит мало, стоят они дорого. Институтские библиотеки сидят на голодном пайке: научных журналов из-за рубежа практически не выписывают, не говоря уж о книгах. Вот типичный пример.

Библиотека Института проблем механики РАН в течение 1990 г. получала 116 иностранных журналов (из них 53 за валюту и 63 по обмену). Тогда же в библиотеку поступили 782 книги на русском языке и 56 — на иностранных. В период 1999—2000 гг. список полученных журналов составил всего 22 единицы, из которых более половины — дар сотрудников института и других лиц или учреждений. Информационная база института существенно со-

кратилась. Что касается книг, то за 1999—2000 гг. их было приобретено 209 на русском языке и только пять — на иностранных, причем в качестве подарков.

Сейчас российские ученые в значительной мере утратили доступ к свежим научным материалам, которыми должны пополняться институтские библиотеки. Практически недоступна даже простейшая информация о названиях зарубежных публикаций по заданной теме. В развитых странах ведущие университеты давно имеют общие информационные базы. Набирая ключевые слова на компьютере, можно получить необходимые сведения за считанные секунды (минуты).

Покупательная способность российских и зарубежных ученых

Для анализа и оценки текущей ситуации удобно использовать условную книжную покупательную способность ученых, которая определяется по формуле:

$$\text{покупательная способность} = \frac{\text{средняя зарплата} - \text{прожиточный минимум}}{\text{средняя цена книги}}$$

Эта величина имеет простой смысл — она показывает, какое количество книг может купить человек на свою зарплату с учетом прожиточного минимума. Зарплата аспирантов, ассистентов, младших и многих старших научных сотрудников (кандидатов наук) в России сейчас ниже прожиточного минимума. Поэтому они книг покупать не могут.

Сравним зарплату и условную покупательную способность высококвалифицированных российских и зарубежных ученых. Из табл. 1 видно, что за рубежом в развитых странах она на порядок выше, чем в России.

Хочу отметить, что в 70—80-е годы условная покупательная способность ученых в СССР была в 3—4 раза выше, чем за рубежом. Благоприятные условия позволяли многим нашим специалистам иметь обширные личные научные библиотеки, что значительно помогало плодотворной работе. У зарубежных ученых в подавляющем большинстве таких библиотек тогда не было, нет и сейчас.

Тиражи научных книг за рубежом

Англоязычная научная литература продается по всему миру в течение целого ряда лет, так как при необходимости производится допечатка книг.

Таблица 1

Условная книжная покупательная способность высококвалифицированных российских и зарубежных ученых

Страны	Месячная зарплата	Цена научной книги	Прожиточный минимум	Сколько книг может купить ученый
Россия	1200—2000 руб. *	80—200 руб.	1040 руб.	1—12
США, Германия и Япония	\$5000—7000	\$70—200	\$840**	21—88

* В России профессор получает по тарифной ставке 17 разряда 963 руб. в месяц и 417 руб. за степень доктора наук (т.е. пять минимальных окладов). Вместе это составляет 1380 руб. в месяц. В отдельных вузах зарплата профессора за счет дополнительных надбавок может доходить до 2500 и более руб. в месяц.

** Здесь приведена величина пособия по безработице в США.

При этом удовлетворительным результатом часто считается суммарная продажа 300 экз. книги, а хорошим — продажа 500 и более экз. Книги, продаваемые в количестве 1000 и выше, достаточно большая редкость — их относят к научным бестселлерам. В договорах авторов с издателями обычно предусматривается увеличение процента авторского гонорара, если продажа превысит 1000 экз.

Сравнительно низкие уровни продаж обусловлены высокими ценами научных изданий. Зарубежные ученые лишь в исключительных случаях покупают книгу лично для себя. Однако на работе они имеют возможность заказать нужную книгу в библиотеку (лабораторию, отдел, кафедру), чем с успехом и пользуются.

Важно отметить, что во многих крупных зарубежных издательствах научная литература издается преимущественно на английском языке, хотя они сами (или их филиалы) нередко находятся в неанглоязычных странах. Например, это — «Springer» и «Birkhäuser» в Германии, «Kluwer» и «VSP» в Нидерландах, «World Scientific» в Сингапуре.

Какими должны быть тиражи научных книг в России

Из результатов сопоставления условной покупательной способности российских и зарубежных ученых с очевидностью следует, что тиражи большинства *монографий* в России не должны превышать 300—400 экз.

Сейчас у нас сложилось парадоксальное положение: номенклатура выпускаемых книг недостаточна, а тиражи как правило завышены (см. диаграмму).

Выпуск научных монографий нереализуемыми тиражами, без учета финансовых возможностей потенциальных читателей, и нежелание большинства книжных магазинов ими

торговать привели к тому, что в настоящее время значительная часть книг пылится на складах издательств и в домах (или на работе) у авторов.

Публикации российских авторов за рубежом

Журналы Российской академии наук и некоторые другие (всего более 200 наименований) переводятся на английский язык и распространяются за рубежом* издательством «МАИК Наука» и рядом иностранных издательств: «Kluwer», «Plenum», «Pergamon», «Allerton Press» и др. Тем не менее по ряду причин (престиж журнала, оперативность публикации и пр.) многие российские авторы публикуют свои статьи непосредственно в зарубежных журналах.

Российские издательства сейчас не выпускают научных книг на английском языке, что противоречит практике ведущих научных зарубежных издательств, расположенных на территориях неанглоязычных стран и имеющих доход от такой деятельности.

Российское авторское общество (РАО, правопреемник ВААП) практически не влияет на выпуск и рекламу научных книг наших авторов за рубежом. Более того, хотя по существующим договорам с иностранными издательствами, в которых РАО играет роль посредника, авторы и получают гонорар и необходимую информацию, но, увы, с огромными задержками.

Теперь, в 1990—2000 гг., российские ученые обычно самостоятельно заключают авторские договоры с зарубежными издательствами, в результате некоторые книги стали выходить только на английском языке. Таковым, например, оказался фун-

* Это наиболее доходная часть издательской деятельности: регулярная подписка на научный журнал даже в количестве 50—75 экз. обычно считается неубыточной, а свыше этого — прибыльной.

даментальный трехтомный справочник «CRC Handbook of Lie Group Analysis of Differential Equations» («CRC Press», 1994—1995), написанный в основном российскими авторами под редакцией Н.Х.Ибрагимова.

Западные издатели и российские авторы

После некоторого всплеска интереса западных издателей к российским авторам в последние годы идет устойчивое его снижение. Это обстоятельство напрямую связано с ситуацией, сложившейся в России. Главные причины: нищенское финансирование науки в целом и эмиграция ученых за рубеж.

Практически полностью переориентировались издательства, проявлявшие ранее повышенный интерес к российским авторам («CRC Press», «Wiley», «Harri Deutsch», «Hemisphere»* и др.). Наиболее ощутимая потеря — закрытие в Москве офиса издательства «CRC Press» (США).

Пожалуй, единственным из зарубежных, продолжающим сейчас активно работать в России, осталось международное издательство «Gordon and Breach Science Publishers», имеющее свой офис в Москве. В разные годы оно выпускало на английском языке книги и труды известных российских ученых: А.Д.Александрова, Н.Н.Боголюбова, И.М.Гельфанда, Б.В.Гнеденко, В.И.Гольдана, А.И.Кострикина, О.А.Ладыженской, С.П.Новикова, Ю.С.Осипова, И.Г.Петровского, А.Т.Фоменко, Л.Е.Эльсгольца и др.

В каких книгах заинтересованы западные издатели

Западные издатели предпочитают публиковать: любую справочную литературу (как широкого, так и узкого профи-

* Теперь это издательство называется «Begell House».

ля); монографии, охватывающие широкий круг вопросов (содержащие результаты не только автора, но и других ученых в смежных областях и некоторые приложения); книги очень известных людей (типа нобелевских лауреатов).

Книги, по возможности, должны быть: самодостаточны (чтобы для понимания материала не приходилось читать другие); написаны простым языком (без злоупотребления терминологией) и по принципу «от простого к сложному» (что облегчает восприятие материала).

Отношение западных издателей к российским авторам

Многие западные издатели и рецензенты критически относятся к российским авторам. Последние, по их мнению, часто пишут книги по очень узкой тематике, не приводят результатов других авторов из смежных областей, не заботятся о потенциальных читателях, недостаточно прорабатывая или усложняя материал, руководствуясь простым принципом: «Кому надо — тот и так разберется» (в результате даже очень хорошие идеи и результаты «теряют» своего читателя). Недостаточно знают и мало цитируют современные зарубежные публикации, при этом нередко чрезмерно ссылаются на собственные работы.

Можно также добавить, что попадают монографии, напоминающие сборники статей, плохо состыкованных друг с другом, где в качестве связующего звена выступают лишь имена одних и тех же авторов. Иногда встречаются книги, больше похожие на диссертации.

Авторы должны учитывать интересы читателей

Из сказанного выше ясно: западные издатели предпочитают выпускать книги широкого профиля, имеющие достаточный спрос. Такой подход совпадает с пожеланиями основной массы читателей, интересы которых учитываются в первую очередь. Приоритетом пользуется справочная литература.

На Западе вынуждены считаться с таким положением дел. В инструкциях для авторов, которые распространялись издательством «Springer» (Германия) на Международной книжной ярмарке в Москве в 90-е годы, говорилось, что проект книги часто отклоняется не из-за научного содержания, а по причине узости рассматриваемой темы, поскольку это может привести к низкой продаже книги и убыткам для издательства. В стандартных договорах для редакторов книжных серий, например, в издательствах «Gordon and Breach Science Publishers»

и «Harwood Academic Publishers» имеется пункт: «Издательство оставляет за собой право отвергнуть рукопись, для которой рынок слишком мал, чтобы оправдать публикацию книги». При оценке книжных проектов и рукописей западный рецензент обязан ответить на вопрос о маркетинге книги.

В России с давних пор сложилась ситуация, когда авторы научных книг могли не учитывать интересы читателей. В итоге появлялись издания, ориентированные на очень узкий круг специалистов.

Такое положение дел в значительной мере компенсировалось изданием большого количества книг, которые продавались по низким ценам. Поэтому читатель имел широкие возможности выбора и покупал практически все, что ему необходимо.

В настоящее же время ситуация кардинально иная, однако многие российские авторы по инерции продолжают игнорировать потребности основной массы читателей.

Цитируемость иностранных источников в российских журналах

Приведем некоторые данные по цитируемости иностранных источников в российских научных журналах. Выборка осуществлялась по пяти изданиям:

Таблица 2

Цитируемость иностранных источников в российских научных журналах

Год	Число статей	Общее число ссылок	Число ссылок на иностранные источники	Число ссылок на иностранные источники за последние 10 лет	Коэффициент информированности, %
1990	120	1252	264	94	7.5
2000	97	1129	272	129	11.4

«Журнал вычислительной математики и математической физики», «Известия РАН. Механика жидкости и газа», «Известия РАН. Механика твердого тела», «Прикладная математика и механика», «Прикладная механика и техническая физика».

Коэффициент информированности о зарубежных публикациях можно определить как долю ссылок на иностранные источники за последние 10 лет (с 1980—1990 и с 1990—2000 гг.) в общем числе ссылок. Приведенные в последней колонке таблицы данные свидетельствуют о весьма низкой цитируемости зарубежных источников в российских журналах, что нельзя объяснить, скажем, более высоким научным уровнем работ наших ученых.

Немаловажно, что в 1990 г. недостаток информированности российских ученых о зарубежных работах в значительной мере компенсировался переводной литературой, издаваемой тогда на русском языке (такая литература не учитывалась при подсчете ссылок на иностранные источники). Кажущийся рост коэффициента информированности в 2000 г. связан с цитированием *собственных зарубежных работ*, которых стало больше (в особенности, — за счет тезисов и материалов зарубежных конференций), и со статьями очень узкого круга авторов (около 5%), которые приводят много современных ссылок.

Отношение к справочной литературе в России и за рубежом

Во всем мире особо ценится и пользуется повышенным спросом научная справочная

литература. Она содержит много сжатой информации и поэтому хорошо продается. Западный издатель часто назначает автору такой книги более высокий процент авторского гонорара, хорошо понимая, что написать оригинальный справочник существенно сложнее, чем монографию.

В России давно сложилось дискриминационное отношение к научной справочной литературе. Например, ставки вознаграждения за авторский лист для монографий и справочников в конце 80-х составляли соответственно* от 190 до 375 и от 100 до 250 руб. Далее, по существующему положению справочники нельзя выдвигать на Государственную премию и премию Совета Министров. Такой порядок утвержден Президиумом Комиссии по Государственным премиям РФ в области науки и техники от 19 декабря 1994 г.

На фоне этих очень странных положений весьма забавным выглядит факт, согласно которому при выезде граждан на постоянное место жительства за рубеж для вывоза именно справочной литературы несколько лет назад требовалось специальное разрешение таможи и немалая денежная выплата (в соответствии с оценкой эксперта).

Какие книги сейчас надо издавать в России?

В связи с недостатком необходимой научной информации и малым объемом финансирования научной издательской деятельности в России пришла пора в качестве *приоритетных*

* Постановление Совета Министров РСФСР №532 от 19 декабря 1988 г.

направлений выбрать публикацию *справочной литературы* как российских, так и зарубежных авторов (переводы) и выпуск *монографий широкого профиля*, содержащих большие обзоры.

Первое направление наряду с изданием учебной литературы должно иметь твердую государственную поддержку и существенные налоговые льготы и дотации (на уровне федеральных законов). При финансировании научных книг второго направления надо исходить не только из интересов авторов, но и учитывать потребности читателей, поскольку научная литература, как и любая другая, издается прежде всего для них. Следует придерживаться принципа: если автор не хочет или не способен широко и понятно осветить проблему — он должен писать статьи, а не книги. Необходимо также периодически выпускать обзоры современной зарубежной научной литературы по разным направлениям (объемом до 100 страниц).

Примечание

Научной информации, которую можно получить по сети Интернет, сейчас явно недостаточно, и нет оснований полагать, что данная ситуация резко улучшится в ближайшем будущем (большая часть информации останется платной и, следовательно, будет недоступна для российских ученых). В качестве отдельного положительного факта отметим, что в настоящее время можно бесплатно пользоваться электронными версиями журналов, выпускаемых некоторыми издательствами, например, «Springer» (link.springer.de), «Academic Press» (www.idealibrary.com), «Blackwell Science» (www.blackwell-synergy.com). ■

Конкурс закончился, лауреаты определены



В ноябре 2000 г. совет Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ) подвел итоги очередного конкурса, третьего по счету, научно-популярных статей. Его лауреатами стали:

МАТЕМАТИКА И МЕХАНИКА

Волков П.К. Конвекция в жидкости на Земле и в космосе (*Научно-исследовательский центр «Космическое материаловедение» Института кристаллографии им. А.В.Шубникова РАН; Калуга*);

Горбунов-Посадов М.М. Знаем ли мы, как растет программа? (*Институт прикладной математики им. М.В.Келдыша РАН; Москва*);

Малинецкий Г.Г. Новый облик нелинейной динамики (*Институт прикладной математики им. М.В.Келдыша РАН; Москва*);

Осипов А.И., Уваров А.В. Неравновесный газ (*Физический факультет МГУ им. М.В.Ломоносова*);

Хабибуллин Б.Н., Цыганов Ш.И. Фракталы и комплексная динамика (*Башкирский государственный университет; Уфа*);

Шуршалов Л.В., Плотников П.В. Град из космоса: какие могут быть последствия (*Вычислительный центр РАН; Москва*).

ФИЗИКА И АСТРОНОМИЯ

Дубовский Л.Б., Румянцев А.Ю. Восстановление поверхности Ферми металлов и сплавов (*Институт сверхпроводимости и физики твердого тела Российского научного центра «Курчатовский институт»; Москва*);

Жарков В.Н., Мороз В.И. Почему Марс? (*Объединенный институт физики Земли им. О.Ю.Шмидта РАН; Москва*);

Расторгуев А.С., Дамбис А.К. Шкала расстояний во Вселенной (*Государственный астрономический институт им. П.К.Штернберга МГУ*);

Смольников А.А. Темная материя во Вселенной (*Объединенный институт ядерных исследований; Дубна Московской обл.*);

Сурдин В.Г. Судьба звездных скоплений (*Государственный астрономический институт им. П.К.Штернберга МГУ*);

Фабелинский И.Л., Кривохижа С.В., Чайков Л.Л. Оптические исследования акустических особенностей при фазовых переходах (*Физический институт им. П.Н.Лебедева РАН; Москва*);

Филиппов Б.П. Куски Солнца, «выброшенные на ветер» (*Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн РАН; Троицк Московской обл.*).

ХИМИЯ

Бучаченко А.Л., Бердинский В.Л. Спиновая химия — «новая земля» химической науки (*Институт проблем химической физики РАН; Черноголовка Московской обл.*);

Кузьменко Н.Е., Еремин В.В., Уманский И.М. Как разделить электрон на несколько частей? Дробные возрождения волновых пакетов (*химический факультет МГУ*);

Михайлов О.В. Фотография без серебра: несеребряные изображения из металлохелатов (*Казанский государственный технологический университет; Казань*);

Москвин Л.Н., Родинков О.В., Григорьев Г.Л., Якимова Н.М., Никоноров В.В., Никитина Т.Г., Папсуева А.Г., Зыкин И.А. Искусственные легкие для концентрирования микропримесей токсичных веществ с целью определения их в атмосферном воздухе (*Санкт-Петербургский государственный университет*);

Шишков А.В., Богачева Е.Н. Третьемерная планиграфия — новый метод исследования структуры поверхности (*Институт химической физики им. Н.Н.Семенова РАН; Москва*);

Якerson В.И., Гудков Б.С., Субботин А.Н., Черткова С.В. Температурный гистерезис в гетерогенном катализе (*Институт органической химии им. Н.Д.Зелинского РАН; Москва*).

БИОЛОГИЯ И МЕДИЦИНСКАЯ НАУКА

Варганян И.А., Андреева И.Г. Шум: во благо или во вред? (*Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И.М.Сеченова РАН*);

Антонов А.С. Геномика и геносистематика (*Научно-исследовательский институт физико-химической биологии им. А.Н.Белозерского МГУ*);

Берман Д.И. Берингия с точки зрения насекомых (*Институт биологических проблем Севера Дальневосточного отделения РАН; Магадан*);

Боринская С.А., Гельфанд М.С., Миронов А.А. Компьютерная геномика — новая эра (*Институт общей генетики им. Н.И.Вавилова РАН; Москва*);

Бородин П.М., Поляков А.В. Обыкновенная бурозубка: хромосомный портрет на фоне ледников (*Институт цитологии и генетики Сибирского отделения РАН; Новосибирск*);

Заварзин Г.А., Жилина Т.Н. Содовые озера — природная модель древней биосферы континентов (*Институт микробиологии РАН; Москва*);

Зорина З.А., Смирнова А.А., Лазарева О.Ф. Умеют ли «считать» вороны? (*биологический факультет МГУ*);

Комолова Г.С., Рустамьян Ю.Л., Ионова И.И., Рабинович М.Л. «Рождяющий сосуды» (*Институт биохимии им. А.Н.Баха РАН; Москва*);

Шейн Е.В. Движение воды и растворимых веществ в почве (*факультет почвоведения МГУ*).

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

Авакян А.Б. Наводнения в прошлом, настоящем и будущем. Концепция защиты (*Институт водных проблем РАН; Москва*);

Горелик Я.Б., Колунин В.С. Физика и моделирование криогенных процессов в литосфере (*Институт криосферы Земли СО РАН; Тюмень*);

Инишева Л.И. Роль болот в биосфере (*Сибирский научно-исследовательский институт торфа СО Российской академии сельскохозяйственных наук; Томск*);

Кароль И.Л., Киселев А.А. Нужно ли менять «Боинг» и «Ту» на ковер-самолет? (*Главная геофизическая обсерватория; Санкт-Петербург*);

Константинов М.М. Строение и генезис золоторудных месторождений (*Центральный научно-исследовательский геологоразведочный институт цветных и благородных металлов; Москва*);

Расцветова Р.К. Царь Эвдиалит и его династия (*Институт кристаллографии РАН; Москва*);

Уфимцев Г.Ф. Гималаи: самые высокие, прекрасные и загадочные (*Институт земной коры СО РАН; Иркутск*).

НАУКИ О ЧЕЛОВЕКЕ И ОБЩЕСТВЕ

Васильев С.А. Сибирь и первые американцы (*Институт истории материальной культуры РАН; Санкт-Петербург*);

Жеребцов И.Л. Коми сподвижники Ермака и Семена Дежнева (*Институт языка, литературы и истории Коми научного центра Уральского отделения РАН; Сыктывкар*);

Ковальзон В.М. Психофизиология и нейрохимия сна (*Институт проблем эволюции и экологии им. А.Н.Северцова РАН; Москва*);

Лебедев В.В. Компьютерное моделирование рыночных механизмов (*Государственный университет управления; Москва*);

Ляпин С.Е. «Крокодил» Чуковского и русский балладный стих (*филиал Главной геофизической обсерватории — Научно-исследовательский центр дистанционного зондирования атмосферы; Санкт-Петербург*);

Осьмова М.Н., Ляменков А.К. Устойчивое развитие человеческой цивилизации: новые проблемы и вызовы на рубеже XX—XXI веков (*экономический факультет МГУ*);

Рязанцев С.В. Демографическая ситуация на Ставрополье в новых геополитических условиях приграничья (*Ставропольский государственный университет; Ставрополь*);

Соколов К.Б. Человек — это его картина мира (*Государственный институт искусствознания; Москва*);

Шапир М.И. Московский лингвистический кружок (1915—1924) (*Независимый московский университет*).

ИНФОРМАТИКА

Воеводин В.В. Суперкомпьютеры: вчера, сегодня, завтра (*Научно-исследовательский вычислительный центр МГУ*);

Русаков А. И., Алексеев И.В. Готовы ли мы к Интернету нового поколения? (*Ярославский государственный университет им. П.Г.Демидова; Ярославль*);

Соколинский Л. Б. Параллельные машины баз данных с иерархической архитектурой (*Челябинский государственный университет; Челябинск*).

Редакция «Природы» поздравляет всех, кто одержал победу!

Конкурс РФФИ проводится уже три года, и можно подвести некоторые итоги. Вот, например, как выглядит распределение поданных заявок и присужденных премий:

	1998		1999		2000	
	заявок	премий	заявок	премий	заявок	премий
Математика и механика	14	6	34	5	20	6
Физика и астрономия	20	6	16	6	20	7
Химия	17	4	17	6	18	6
Биология	32	9	38	10	32	9
Науки о Земле	30	10	37	10	25	7
Науки о человеке и обществе	19	7	18	9	16	9
Информатика*	3	1	2	1	7	3
Всего	135	43	162	47	138	47
Доля премирования	32%		29%		34%	

*Официальное название этого отдела РФФИ — Создание и развитие информационных и телекоммуникационных ресурсов

Размер премии остался таким же, как в 1999 г., — по 10 тыс. руб. за каждую статью (в 1998 г. эта сумма составляла 6 тыс.).

В числе лауреатов—руководителей проектов — 1 академик РАН, 37 докторов наук, 8 кандидатов. Из 47 держателей грантов 23 работают в академических институтах, 16 — в университетах, остальные — в ведомственных учреждениях, причем большинство популяризаторов трудится в Москве. Возраст победителей — от 25 до 89 лет!

В 2000 г. авторы проектов РФФИ подали на 24 заявки меньше, чем в предыдущем, возможно, из-за того, что срок представления статей на конкурс был сокращен на две недели. Но не исключена и другая причина — более серьезное отношение авторов к популяризации науки. На последнем конкурсе было меньше на скорую руку переписанных отчетов, а также прожектерских статей, связанных не с научной деятельностью авторов, а с их околонульным хобби. Нам приятно отметить, что некоторые лауреаты 2000 г. сначала «пробовали перо» на страницах нашего журнала.

А.В.Бялко,
заместитель главного редактора журнала «Природа»

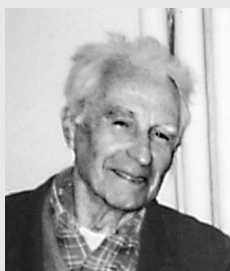
Физика космических лучей на пороге XXI века

Г.Б.Жданов, Ю.И.Стожков

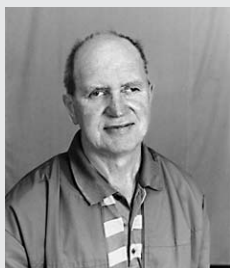
После открытия космических лучей (КЛ) в 1912 г. Р.Гессом постепенно проясняются их состав, происхождение, механизмы распространения в межзвездной и межпланетной средах, характер ядерных взаимодействий, в которых они участвуют. Однако до сих пор остается много вопросов и загадок, связанных не только с источниками КЛ, движением этих частиц в магнитных полях Галактики и солнечной системы, но и с уникальными явлениями, вызываемыми КЛ в атмосфере, их воздействием на погоду и климат Земли.

Что такое космические лучи?

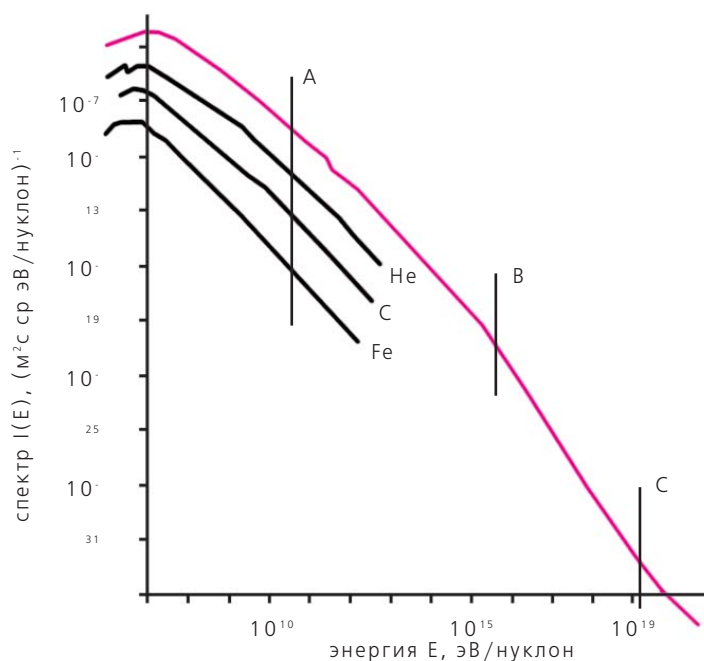
Опытами многих ученых, в том числе Д.В.Скобельцына (1927) и С.Н.Вернова (1935), было доказано, что КЛ — потоки заряженных частиц, в основном протонов, приходящие из космического пространства. Такие частицы принято называть первичными космическими лучами (ПКЛ). Характеризуются ПКЛ прежде всего своим энергетическим спектром, т.е. зависимостью плотности потока частиц



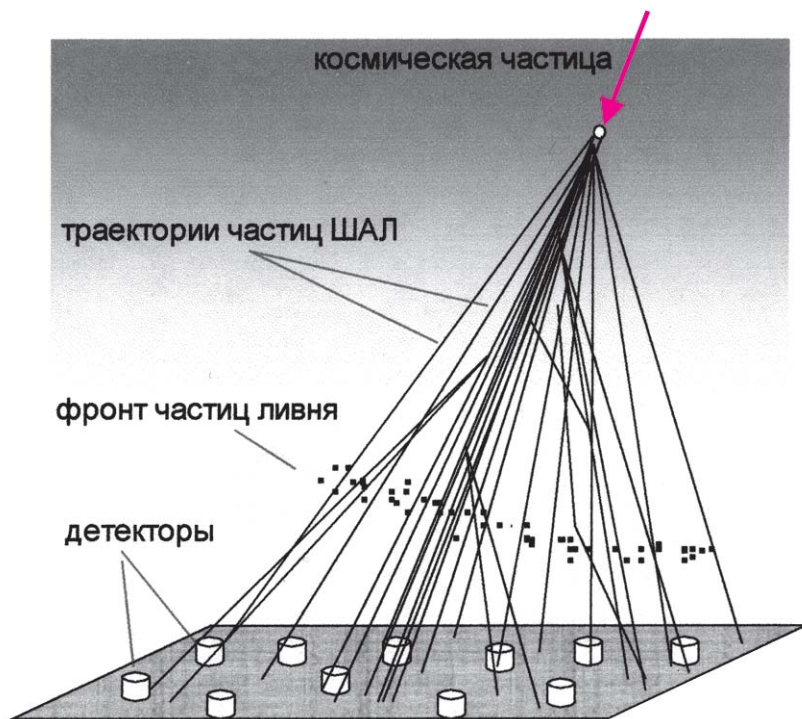
Георгий Борисович Жданов, доктор физико-математических наук, советник Физического института им.П.Н.Лебедева РАН. Специалист в области физики взаимодействия частиц космических лучей с веществом. Автор 10 научно-популярных книг и брошюр. Печатается в «Природе» с 1959 г.



Юрий Иванович Стожков, доктор физико-математических наук, профессор, руководитель Долгопрудненской научной станции им.С.Н.Вернова того же института. Лауреат Ленинской премии (1976). Заместитель председателя Научного совета РАН по проблеме «Космические лучи». Руководитель работ по мониторингу космических лучей в земной атмосфере. Область научных интересов — модуляционные эффекты космических лучей.



Схематический вид дифференциальных спектров первичных космических лучей. Даны полный спектр (цветная кривая) и спектры для отдельных составляющих. Вертикальные линии A, B, C показывают особенности (изломы) полного энергетического спектра.



Схематическое изображение широкого атмосферного ливня. Первое взаимодействие космической частицы с ядром атома кислорода или азота произошло в атмосфере на высоте $h \sim 20$ км.

в единичном энергетическом интервале от энергии

$$I(E) = \frac{dN}{dE}$$

Частицы можно условно разделить на две группы: не достигающие поверхности Земли и доходящие до нее. Первую составляют частицы низких энергий ($E \leq 5 \cdot 10^{10}$ эВ/нуклон), доля которых в ПКЛ $\sim 90\%$ (при этом они переносят $\sim 60\%$ всей энергии). Вторую — частицы высоких энергий: от $E \approx 5 \cdot 10^{10}$ до максимальных значений $E \approx 3 \cdot 10^{20}$ эВ, измеряемых в настоящее время.

Энергия КЛ имеет нетепловое происхождение. Считается, что высокоэнергетичные КЛ порождаются взрывами сверхновых звезд и затем ускоряются ударными волнами, сопровождающими эти взрывы. Солнце время от времени — при мощных вспышках — также генерирует потоки ускоренных заряженных частиц; они в основном оказываются в низкоэнергетической части спектра. Эти частицы называются солнечными космическими лучами (СКЛ).

Отличительная черта КЛ низких энергий — значительные временные изменения потока этих частиц, связанные как с процессами их распространения в межпланетной среде, так и с генерацией частиц на Солнце во время взрывных процессов. Частицы низких энергий заметно влияют на атмосферные явления.

Напротив, поток КЛ высоких энергий практически не меняется со временем. Их энергетический спектр круто падает с увеличением энергии и описывается выражением $I(E) \sim E^{-2.75}$. Поиски источников космических частиц с энергиями в этой области продолжаются, параллельно изучаются возможные механизмы ускорения. Кроме того, наблюдательные эксперименты с высокоэнергетичными космическими частицами

позволяют исследовать природу взаимодействий частиц при энергиях, недостижимых на современных ускорителях. Так удастся проверить правильность экстраполяции многих параметров, характеризующих взаимодействия частиц, на интервал энергий от максимальных, достижимых сегодня на ускорителях, $E_{\text{уск max}} \sim 10^{14}$ эВ до $E \sim (10^{17} - 10^{19})$ эВ и тем самым испытать теоретические модели.

Высокоэнергетичные частицы КЛ при попадании в атмосферу Земли взаимодействуют с ядрами атомов кислорода и азота, образуя ливни вторичных частиц. Рождаемые в первом взаимодействии вторичные частицы снова сталкиваются с ядрами атомов и дают новые частицы. Таким образом, процесс носит каскадный характер, увеличивающий число частиц в ливне во много раз (например, частица с $E = 10^{15}$ эВ порождает ливень с числом вторичных частиц до нескольких миллионов). Эти вторичные частицы образуют в атмосфере конус, радиус поперечного сечения которого достигает сотен метров. Такой каскад частиц в атмосфере называется широким атмосферным ливнем (ШАЛ). Направление прихода первичной частицы определяет ось ливня. Впервые ливни в атмосфере наблюдал французский ученый П.Оже в 1938 г. В результате многолетних исследований [1, 2] удалось установить, что ШАЛ состоит в основном из электронов и гамма-квантов. Высокоэнергетичные электроны ливня движутся в воздухе с огромными скоростями, превышающими фазовую скорость распространения света. В результате излучения Вавилова—Черенкова в атмосфере возникает свечение.

Как их регистрируют?

Поскольку регистрацию частиц КЛ проводят в огромном

энергетическом диапазоне, приходится применять различные методы. При этом используются как небольшие детекторы, устанавливаемые на космических аппаратах для исследований в низкоэнергетической части спектра, так и огромные наземные установки, регистрирующие ШАЛ от частиц предельно высоких энергий. Измерения проводятся под большими толщами грунта или воды, на поверхности Земли и в атмосфере, а также в космическом пространстве до расстояний >70 а.е.*.

В России успешно работают несколько больших установок для исследования КЛ высоких и сверхвысоких энергий. Модернизированные комплексы по изучению ШАЛ, например Баксанский, созданный под руководством А.Е.Чудакова и состоящий из подземного сцинтилляционного телескопа и наземной установки ШАЛ (Институт ядерных исследований РАН), или одна из крупнейших в мире установок по регистрации ШАЛ от частиц сверхвысоких энергий в Якутске (Институт космофизических исследований и аэронауки РАН), дают новую информацию о космических лучах в области энергий $E \approx 10^{14} - 10^{20}$ эВ. На Тянь-Шане функционирует уникальная высокогорная научная станция космических лучей Физического института РАН.

Для регистрации космических частиц с $E \geq 10^{20}$ эВ требуются детекторы очень большой площади, поскольку поток частиц таких энергий очень мал. В среднем за 100 лет на площадку в 1 км^2 попадает всего одна высокоэнергетичная частица. Сейчас в мире сооружаются три гигантские установки для регистрации широких атмосферных ливней от частиц сверхвысоких энергий. Одна из них — в Рос-

сии, ее детектор будет иметь площадь 1000 км^2 , две другие, с площадью сбора по 3000 км^2 каждая, — на Северо- и Южно-Американском континентах.

В стадии проработки находится проект по регистрации самых мощных (гигантских) атмосферных ливней при помощи зеркала с площадью $\sim 10 \text{ м}^2$, устанавливаемого на спутнике. Дело в том, что ПКЛ с $E > 10^{19}$ эВ в результате взаимодействия с ядрами воздуха порождают ливни с числом вторичных электронов $N_e > 10^{10}$. Эти электроны теряют энергию на возбуждение и ионизацию атмосферных молекул и атомов, и вдоль оси ливня в атмосфере образуется светящееся пятно. Такие пятна будут отражаться зеркалами, установленными на одном или нескольких спутниках, в направлении Земли.

В новом столетии энергетический спектр и ядерный состав космических лучей в области $E = 10^{14} - 10^{16}$ эВ будет изучен прямыми методами, когда экспериментальная установка улетит на космической ракете за пределы атмосферы. Первый подобный эксперимент в нашей стране был проведен под руководством Н.Л.Григорова (Научно-исследовательский институт ядерной физики МГУ) еще в 60—70-е годы. Тогда вне атмосферы определялись спектры и ядерный состав ПКЛ в области энергий $E = 10^{11} - 10^{14}$ эВ. Калориметр, прибор для измерения энергии и заряда космических частиц, был размещен на спутниках серии «Протон» на околоземной орбите; он выполнил прямые измерения спектров ПКЛ. Однако «заглянуть» в область энергий частиц с $E > 10^{14}$ эВ, где поток частиц очень мал, тогда не удалось, так как светосила прибора, которая лимитировалась его весом, была для этого недостаточной. Сейчас техника физического эксперимента позволяет увеличить светосилу аппаратуры и продвинуться в область больших энергий.

* Астрономическая единица (а.е.) — расстояние от Земли до Солнца, $1 \text{ а.е.} = 150 \text{ млн км}$.

Предложено несколько экспериментальных установок, чтобы регистрировать частицы в области излома спектра ПКЛ. Для измерения энергии частицы предполагается использовать как сцинтилляционный метод (для электронов и фотонов), так и супермонитор (для потока нейтронов [3]). Во втором случае можно будет надежно отделить электроны ПКЛ от космических ядер.

Загадки высокоэнергетических частиц

При изучении спектра ПКЛ в области очень высоких энергий были обнаружены две особенности. Первая — это излом в спектре частиц при $E \sim 3 \cdot 10^{15}$ эВ (отмечен вертикальной линией В на первом рисунке), открытый на установке ШАЛ НИИЯФ МГУ С.Н.Верновым и Г.Б.Христиансенем почти 40 лет назад. Понять происхождение излома на кривой спектра крайне важно для установления источников космических частиц и механизмов ускорения последних. В настоящее время предложено несколько гипотез, объясняющих эту особенность. Большая часть ПКЛ с энергиями $E \leq 10^{17}$ эВ, по-видимому, образуется в нашей Галактике. Однако частицы с $E > 3 \cdot 10^{15}$ эВ слабо удерживаются галактическим магнитным полем и диффундируют в метагалактическое пространство. С ростом энергии частиц происходит более быстрая утечка из Галактики протонов по сравнению с другими ядрами. В этом случае при $E \geq 3 \cdot 10^{15}$ эВ в первичном космическом излучении доля ядер, более тяжелых, чем протоны, должна была бы стать больше, но надежных экспериментальных данных в пользу этого пока нет.

Иначе объясняют причину излома в спектре ПКЛ С.И.Ни-

кольский и В.А.Ромахин. Они связывают его с тем, что характеристики акта взаимодействия первичных частиц (в основном протонов) с ядрами изменяются при $E > 3 \cdot 10^{15}$ эВ. Они пришли к такому заключению на основе анализа данных многолетних наблюдений ШАЛ на высокогорной Тянь-Шаньской научной станции ФИАН. Каждый ШАЛ рождается при взаимодействии космической частицы высокой энергии с ядром какого-нибудь атома в атмосфере. После акта взаимодействия ливень сначала развивается (число частиц в нем растет), достигает максимума своего развития и затем затухает (число частиц ливня уменьшается). Поскольку взаимодействие первичной космической частицы с ядром может произойти в верхних, средних или нижних слоях атмосферы, то в зависимости от высоты точки взаимодействия мы на уровне наблюдений регистрируем затухающий, зрелый или молодой ливень. Анализ данных показал, что вклад в спектр ШАЛ после излома дают в основном молодые ливни, т.е. меняется «возраст» ливней. В ближайшее десятилетие будет окончательно поставлена точка в проблеме, известной более четырех десятилетий.

Другая аномалия в спектре ПКЛ была обнаружена сравнительно недавно и пока не имеет достаточно убедительного объяснения. Были зарегистрированы гигантские широкие атмосферные ливни, возникающие от ПКЛ с энергией $E > 5 \cdot 10^{19}$ эВ (вертикальная линия С на первом рисунке). Считалось, что частицы таких энергий не должны попадать на Землю, так как их источники находятся на больших расстояниях от нашей Галактики и при распространении во Вселенной эти частицы теряют свою энергию в результате столкновений с фотонами реликтового излучения

(впервые предсказали и рассчитали этот эффект К.Грейзен, Г.Т.Зацепин и В.К.Кузьмин). Но по мере накопления событий гигантских атмосферных ливней становилось ясно, что спектр при сверхвысоких энергиях не «обрезается». Частицы ПКЛ таких огромных энергий могут наблюдаться у Земли в том случае, если их источник (или источники) находится на расстоянии не более 40 Мпк (менее $4 \cdot 10^{24}$ м, для сравнения: размер нашей Галактики около 10^{21} м). Однако на таких близких расстояниях от Земли трудно найти звездные объекты, которые могли бы ускорять частицы до таких огромных энергий.

Еще одна загадка, обнаруженная в экспериментах с использованием рентген-эмульсионных камер, заключается в том, что неожиданно часто самые высокоэнергетичные частицы ливня распространяются в виде достаточно плоского веера. Явление выстроенности, или компланарности, высокоэнергетических частиц в стволах ливней было открыто группой С.А.Славятинского с сотрудниками (ФИАН) на Памире, а также французским ученым Ж.П.Капдевилем.

Эти факты еще ждут своего объяснения.

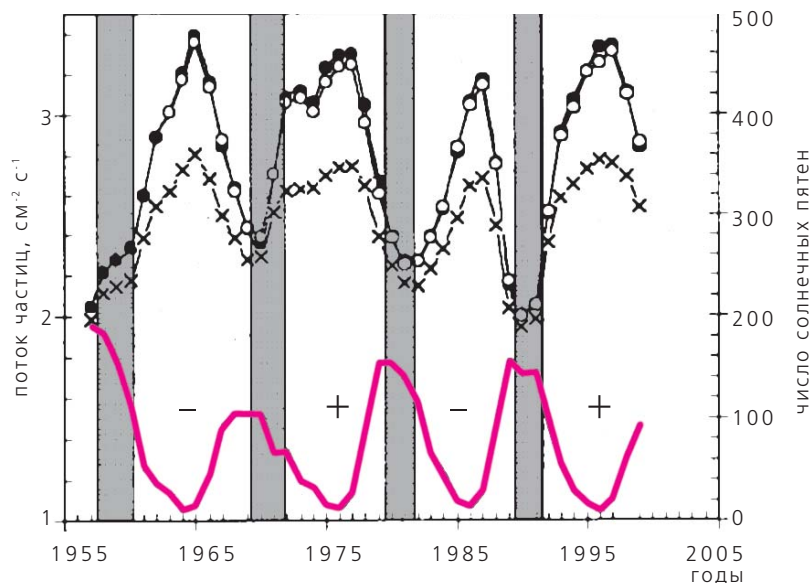
Солнце и космические лучи

Поток КЛ сравнительно низких энергий, $E < 5 \cdot 10^{10}$ эВ (до линии А на первом рисунке), регистрируемый на Земле, изменяется во времени и пространстве в зависимости от уровня солнечной активности [4]. Околосолнечное пространство заполнено движущимся в радиальном направлении от Солнца ионизованным газом — солнечным ветром — с замороженным в него солнечным магнитным полем. Из-за вращения Солнца вокруг

своей оси (период вращения ~ 27 сут) это поле закручивается в спираль. Квазисферическая область вокруг Солнца, имеющая радиус ~100 а.е., где вмороженное в солнечный ветер поле доминирует над межзвездным, называется гелиомагнитосферой. Гелиомагнитосфера разделена нейтральным токовым слоем на две полушеры. В одной полушере силовые линии межпланетного магнитного поля направлены к Солнцу, в другой — от Солнца.

КЛ приходят в околосолнечное пространство из межзвездной среды и, распространяясь в гелиомагнитосфере, рассеиваются на магнитных неоднородностях, так что их движение похоже на беспорядочные перемещения броуновских частиц в жидкости. При этом некоторые частицы снова выносятся в межзвездную среду.

Уровень активности Солнца определяется феноменологически по нескольким признакам: числу солнечных пятен (или групп пятен), потоку радиоизлучения, числу солнечных вспышек различной мощности и др. Его величина испытывает значительные временные изменения, наиболее существенный из которых — 11-летний цикл солнечной активности. Изменения направлений магнитного поля в полярных областях Солнца и в солнечных пятнах происходят с удвоенным, 22-летним периодом. Так как магнитное поле Солнца выносятся в гелиосферу солнечным ветром, знак силовых линий межпланетного магнитного поля в северной и южной частях гелиосферы определяется знаком магнитного поля в полярных широтах Солнца. Примерно в максимуме активности 11-летнего солнечного цикла происходит изменение знака магнитных полей на Солнце и соответственно в гелиосфере. Солнечные циклы



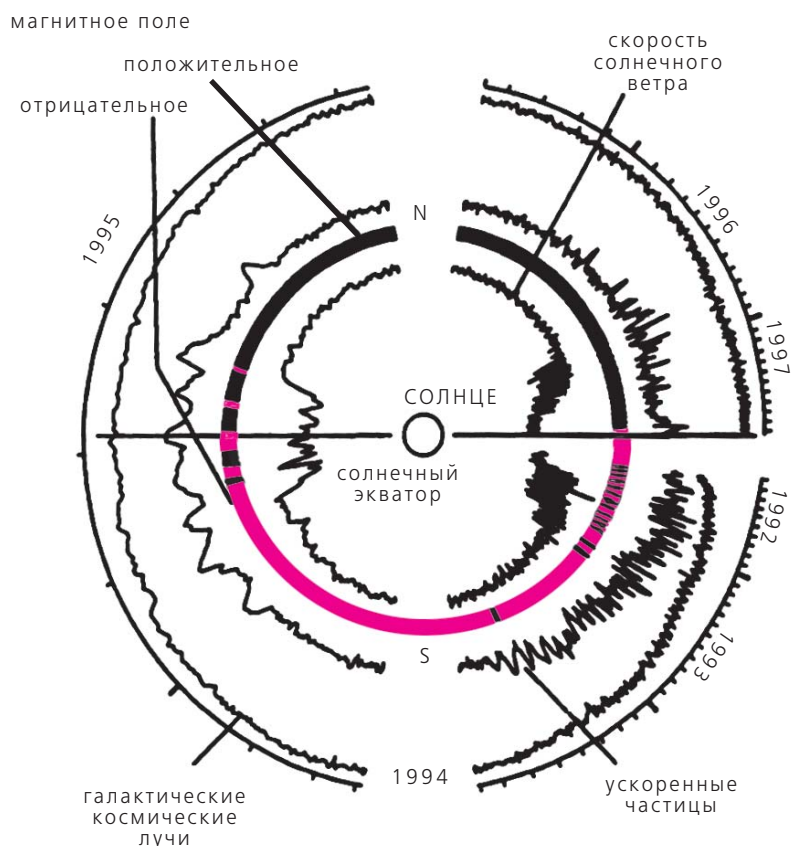
Временные изменения среднегодового числа солнечных пятен (показано цветом) и среднегодовых значений полного потока галактических космических лучей в атмосфере. Знаки (+) и (-) соответствуют направлению магнитных полей в северной полярной шапке Солнца. Поток частиц измерялся в северных полярных широтах (•), в Антарктиде (o) и в средних широтах (x). Затрихованные полосы обозначают периоды инверсий общего магнитного поля Солнца.

оказывают сильное модулирующее воздействие на процессы распространения КЛ в гелиосфере.

Для изучения связи КЛ с солнечной активностью в конце 50-х годов была создана мировая сеть специальных станций — нейтронных мониторов. Одновременные показания этих станций позволяют получать мгновенную картину распределения потоков космических частиц в межпланетной среде. В нашей стране такую сеть организовал С.Н.Вернов. Более 40 лет на территории России работают восемь станций КЛ, на которых проводятся круглосуточные измерения. Наряду с регистрацией сетью наземных станций Вернов и А.Н.Чарахчян наладили регулярные наблюдения КЛ в атмосфере Земли в северных полярных широтах, в Антарктиде

и на средних широтах. Сейчас в нашей стране накоплен ряд экспериментальных данных о потоках заряженных частиц в атмосфере на разных уровнях (от земной поверхности до высот 30–35 км), охватывающий период с 1957 г. по настоящее время.

Сравнение временных зависимостей потока галактических КЛ, регистрируемых в максимуме их высотного хода в стратосфере северных, южных и средних широт (Долгопрудненская научная станция ФИАН), и временного хода уровня солнечной активности (среднегодового числа солнечных пятен) показывает следующее. Поток КЛ изменяется в противофазе с 11-летним циклом солнечной активности и ведет себя по-разному в положительных и отрицательных фазах солнечного



Схематическое изображение (в полярных координатах) зависимостей потока космических лучей, скорости солнечного ветра и направления межпланетного магнитного поля от гелиошироты, полученных на космическом аппарате «Ulysses» в минимуме солнечной активности 1994—1996 гг. Показан меридиональный разрез гелиосферы. Неравномерность временной шкалы, которая изображена на самой большой окружности, связана с различной скоростью движения космического аппарата вокруг Солнца.

магнитного цикла: в отрицательные фазы (1960—1968 и 1982—1989) кривые изменения потока КЛ имеют остроконечную форму, в положительные (1972—1980 и 1992—2000) зависимость сильно сглажена. Такое различие в поведении КЛ вызвано сменой направления скорости дрейфа заряженных частиц в квазирегулярных магнитных полях гелиомагнитосферы. В положительные фазы солнечного магнитного цикла частицы дрейфуют из области высоких ге-

лиоширот к плоскости солнечного экватора (к нейтральному токовому слою), в отрицательные фазы — наоборот, от низких (от нейтрального токового слоя) к высоким гелиоширотам.

Наряду с долговременными происходят и более короткопериодические изменения потока КЛ. К ним прежде всего относятся 27-дневные и суточные вариации. Кроме того, наблюдаются спорадические вариации, называемые Форбуш-понижениями, когда вне-

запно, в течение нескольких часов, поток частиц, регистрируемый наземными станциями, в атмосфере Земли или на космических аппаратах, начинает резко падать. Такие события происходят после мощных взрывов на Солнце. Образовавшаяся ударная волна распространяется в межпланетной среде со скоростью, достигающей 1000 км/с и более. Эта ударная волна несет перед собой усиленное солнечное магнитное поле, которое затрудняет проникновение заряженных частиц внутрь высокоскоростного потока. Поэтому, когда Земля оказывается за фронтом ударной волны, интенсивность КЛ падает. Поскольку вспышки на Солнце происходят чаще всего в годы высокой солнечной активности, в эти периоды наиболее часто генерируются ударные волны и наблюдаются Форбуш-понижения КЛ.

В середине 70-х годов в экспериментах на космических аппаратах и искусственных спутниках Земли была открыта так называемая аномальная компонента галактических КЛ. Аномальность заключается в том, что в КЛ появляются неполовозарядные ионы He, C, N, O, Ne и Ar. Они в основном обладают энергией $E \sim (10^6 - 10^7)$ эВ/нуклон, а их спектр отличается от спектра галактических КЛ более высокими энергиями. Американский ученый Л.Фиск предложил следующий механизм образования аномальной компоненты. Нейтральные атомы межзвездного газа проникают в гелиосферу, где происходит их ионизация солнечным коротковолновым излучением. Затем эти ионы выносятся солнечным ветром на границу гелиосферы и ускоряются ударной волной, которая существует на этой границе (на расстояниях ≥ 100 а.е.). Затем неполовозарядные ионы диффундируют внутрь

гелиосферы. Природа аномальных частиц в КЛ в настоящее время активно изучается.

В 90-е годы европейскими и американскими учеными был проведен уникальный эксперимент: космический аппарат «Ulysses» впервые пролетел над полюсами Солнца и зафиксировал гелиоширотное распределение космических лучей, скорости и плотности солнечной плазмы, величину межпланетного магнитного поля. Измерения проводились на расстояниях 2–5 а.е. в период низкой солнечной активности. Был получен неожиданный результат: радиальная составляющая межпланетного магнитного поля во всем диапазоне гелиоширот, которые прошел космический аппарат (от 80°с.ш. до 80°ю.ш.), оказалась постоянной. Прямые измерения подтвердили, что скорость солнечного ветра увеличивается с ~ 400 км/с до ~ 800 км/с при переходе от экваториальных гелиоширот к средним и полярным (ранее об этом судили по наземным радионаблюдениям «мерцаний» солнечной плазмы). Полет этого аппарата продолжается, в 2001 г. он еще раз пройдет над полюсами Солнца и проведет измерения уже в период высокой солнечной активности.

Во время роста солнечной активности в областях Солнца, в которых сосредоточено много пятен и имеется сложная конфигурация фотосферных магнитных полей, неожиданно возникает яркое свечение, представляющее собой вспышку в видимом свете. Примерно в это же время наблюдается увеличение радиоизлучения Солнца и очень часто — появление рентгеновского и гамма-излучений, выброс вещества из солнечной короны. Если вспышка достаточно мощная, в ней с большой вероятностью ускоряются заряженные частицы, которые приходят на орбиту Зем-

ли. В настоящее время считается, что солнечная вспышка происходит благодаря энергии, выделяющейся в процессе пересоединения солнечного магнитного поля в нейтральном токовом слое. Заряженные частицы ускоряются в этом слое и затем распространяются в межпланетное пространство.

Распространение солнечных КЛ в межпланетной среде определяется условиями, которые существовали в ней до вспышки. Если условия были спокойными, т.е. скорость солнечного ветра не слишком отличалась от средней и магнитное поле не испытывало существенных флуктуаций, то солнечные частицы диффундируют от места генерации в межпланетную среду, причем диффузия вдоль магнитных силовых линии оказывается определяющей. Если при вспышке на Солнце была генерирована мощная ударная волна, частицы длительное время ускоряются на фронте этой волны, пока она распространяется в межпланетной среде. Когда магнитная силовая линия межпланетного магнитного поля соединяет место вспышки на Солнце и Землю, ускоренным частицам легче всего попасть на Землю.

Хотя за последние 10–15 лет в изучении солнечных вспышек получено много новой информации, до сих пор окончательно не установлен механизм ускорения частиц, не определены максимально достижимые энергии вспышечных частиц, нет и единой модели распространения солнечных частиц в межпланетной среде — так что ученым в XXI в. еще остается над чем поработать.

Тем более что потоки заряженных частиц, ускоренных во вспышках на Солнце, являются радиационноопасными. Спасают Землю от этой губительной радиации магнитное поле и атмосфера. Но космо-

навтам, находящимся на околоземной орбите или отправляющимся в далекие космические путешествия, например к Марсу, необходимо иметь заблаговременную информацию об опасных потоках частиц, чтобы принять защитные меры (укрыться в специальном отсеке). В настоящее время создается Всемирная служба контроля за космической погодой, разрабатываются методы прогнозирования солнечных вспышек космических лучей. Уже запущены специализированные космические аппараты, которые следят за процессами на Солнце и в межпланетной среде. Один из них — солнечная обсерватория (SOHO)—американский космический аппарат, находящийся на расстоянии ≈ 1.5 млн км от Земли, где гравитационные силы Солнца и Земли, действующие на него, уравновешены (точки Лагранжа). Большой комплекс современной аппаратуры, установленный там, позволяет вести оперативные наблюдения за солнечной активностью, обнаруживать выбросы вещества из солнечной короны до их прихода на Землю, измерять параметры межпланетной плазмы, потоки галактических и солнечных космических лучей.

Свидетели взрывов близких Сверхновых

Результаты многолетних исследований КЛ в широком диапазоне энергий дают возможность оценить, когда и где они были рождены. Из данных наблюдений следует: среднее время жизни галактических КЛ примерно $3 \cdot 10^8$ лет и определяется либо выходом частиц из Галактики, либо их поглощением за счет неупругих взаимодействий с веществом межзвездной среды.

В настоящее время установлено, что поток КЛ в области

Ближайшие к Солнечной системе звездные объекты (остатки Сверхновых) — возможные источники КЛ. Приведены расстояния до этих объектов и время после их взрыва.

Источник	<i>r</i> , пк	<i>t</i> , лет	Источник	<i>r</i> , пк	<i>t</i> , лет
Вела	500	(2–3)·10 ⁴	Петля 1	170	2·10 ⁵
Моногем	300	8.6·10 ⁴	Геминга	<100	3.4·10 ⁵

энергий $10^{11} \leq E < 10^{14}$ эВ анизотропен. Один из первых результатов по анизотропии космических частиц для энергий $E > 10^{12}$ эВ был получен на Баксанской установке. Несмотря на малую величину анизотропии (доли процента), ее обнаружение очень важно, так как может свидетельствовать о существовании близких (по космическим масштабам) источников КЛ.

О возможном близком источнике КЛ говорит и недавно замеченное постепенное уменьшение потока космических частиц (отрицательный тренд, равный нескольким сотым процента в год). Этот эффект выявляется в долговременных рядах данных, полученных при стратосферных и наземных измерениях в периоды минимумов солнечной активности.

Если использовать простую модель диффузионного и конвективного распространения частиц, ускоренных при взрыве звезды, можно рассчитать время взрыва Сверхновой и расстояние, на котором этот взрыв произошел. Вблизи Солнечной системы, в сфере радиусом менее 300 пк (10^{19} м) есть несколько звездных объектов (остатков Сверхновых), которые могли быть источниками космических лучей, регистрируемых на Земле (см. таблицу).

Решающим доказательством существования близкого

к Солнечной системе источника КЛ может быть обнаружение космических электронов с энергией $E_e \geq 5 \cdot 10^{12}$ эВ. Такие электроны при распространении в межзвездной среде от источника к Земле быстро расходуют энергию на тормозное излучение в магнитном поле Галактики и могут прийти к Земле только от близкого источника. Возможно, эта задача будет решена в рамках международного космического эксперимента «Рим—Памела», который планируется начать в 2003 г. В этой работе участвуют Россия (Московский инженерно-физический институт — головная организация, ФИАН, Физико-технический институт, Санкт-Петербург), Италия, Швеция, ФРГ и США. Главная цель — исследовать античастицы (антипротоны, позитроны, ядра антигелия), но небольшая модернизация прибора позволит надежно отличать электроны от других частиц. Трудность регистрации электронов высокой энергии состоит в том, что их поток очень мал, менее 1% от полного потока космических частиц. Чтобы выделить электроны, предполагается регистрировать нейтроны в каскадах, образованных в установке первичными космическими частицами. В каскадах, рожденных электронами, нейтронов будет гораздо меньше, чем в каскадах от космических протонов или ядер.

Космические лучи и атмосферные процессы

Попадая в земную атмосферу, космические частицы с $E < 5 \cdot 10^{10}$ эВ практически полностью теряют свою энергию из-за рождения вторичных частиц, так что до высот 15–25 км наблюдается размножение частиц, а на меньших высотах идет уже процесс поглощения. Кроме того, КЛ испытывают воздействие магнитного поля Земли, которое существенно уменьшает поток первичных частиц, падающих на границу атмосферы в экваториальных районах по сравнению с полярными.

Таким образом, поток частиц в атмосфере зависит от высоты, уровня солнечной активности, а также геомагнитной жесткости обрезания R_c , которая определяется напряженностью геомагнитного поля в пункте наблюдения. Все частицы с энергией, отнесенной к заряду, $R > R_c$ будут пропускаться магнитным полем, а частицы с $R < R_c$ будут отклоняться им и не попадут в земную атмосферу (величина R_c минимальна в районе геомагнитных полюсов и максимальна в районе геомагнитного экватора).

Если сравнить потоки энергий, которые попадают на границу атмосферы от Солнца ($F \approx 10^{10}$ эрг·м⁻²·с⁻¹) и от КЛ ($F \approx 10^2$ эрг·м⁻²·с⁻¹ для частиц с энергией $E \geq 10^8$ эВ), то напрашивается очевидный вывод, что космические частицы не должны оказывать какого-либо существенного воздействия на процессы, происходящие в земной атмосфере. Однако если частицы КЛ перестанут попадать к нам, то на малых высотах электропроводность воздуха значительно уменьшится и изменятся условия накопления грозových зарядов. Возможно, произойдет уменьшение облачного покрова и количества осадков, что

приведет к глобальным изменениям климата. Поэтому, несмотря на малую долю энергии, выделяемую КЛ в земной атмосфере, они играют важную, а иногда определяющую роль во многих атмосферных процессах.

Прежде всего космические частицы ионизируют воздух и создают в нем проводимость, которая обеспечивает работу глобальной токовой электрической цепи. Известно, что у земной поверхности имеется электрическое поле, величина которого ≈ -130 В/м. Это поле создается отрицательным зарядом Земли $\approx -6 \cdot 10^5$ Кл. В атмосфере от земной поверхности к нейтральному слою, расположенному в ионосфере на высоте 55–80 км, постоянно протекает электрический ток со средней плотностью $\approx 10^{-12}$ А/м². Такой ток в течение нескольких минут мог бы разрядить Землю, но этого не происходит. Электрическими генераторами, которые непрерывно подзаряжают Землю, служат молниевые разряды грозовых облаков.

КЛ играют существенную роль в образовании облаков.

Обнаружена высокая корреляция между изменениями потоков галактических КЛ, достигающих земной атмосферы, и площадью, занятой облаками. Поток КЛ оказывает воздействие на осадки: во время уменьшения потока заряженных частиц в атмосфере Земли уровень осадков уменьшается, а при увеличении потока частиц, например после прихода в атмосферу частиц, ускоренных в солнечной вспышке, интенсивность осадков увеличивается.

Качественно наблюдаемые явления можно объяснить следующим образом. В атмосфере имеются центры конденсации, на которых растут водяные капли. Такие центры могут быть нейтральными и заряженными. Заряженные создаются путем «прилипания» ионов к нейтральным, причем ионы в атмосфере образуются главным образом космическими лучами. А на заряженных центрах конденсации капли растут быстрее, чем на нейтральных.

В настоящее время в ЦЕРНе готовится эксперимент под названием «Облако» («Cloud»). Намечается исследовать воз-

действие заряженных частиц на образование капель воды. Специальная камера, в которой будут созданы условия, близкие к атмосферным на уровне образования облачности (высоты 2–5 км), подвергнется облучению пучком протонов от ускорителя. В результате удастся выяснить характер роста капель на нейтральных, положительно и отрицательно заряженных центрах конденсации.

Конечно, здесь мы не смогли охватить все аспекты физики космических лучей. Не менее важны вопросы их изотопного состава, механизмы ускорения частиц до предельно высоких энергий, гамма-астрономия космических лучей и др.

В новом столетии в физике космических лучей наверняка будут сделаны интересные открытия, и некоторые из них сегодня мы не можем себе даже представить. ■

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований. Проект 98-02-16420.

Литература

1. Зацепин Г.Т. // ДАН СССР. 1949. Т.67. №6. С.993–996.
2. Зацепин Г.Т., Никольский С.И., Христиансен Г.Б. // Изв. АН СССР. Сер. физ. 1964. Т.28. №11. С.1876–1885.
3. Antonova V.A., Chubenko A.P. et al // Nucl. Phys. B. 1999. V.75A. P.333–336.
4. Вернов С.Н. // ДАН СССР. 1958. Т.120. №6. С.1231–1233.

Связь биоразнообразия с продуктивностью — наука и политика

А.М.Гиляров

Сегодня «биоразнообразие» — чрезвычайно популярное слово, производящее на чиновников от науки почти магическое воздействие. Услышав его, они сразу готовы поддержать такие проекты, которые в другой раз с порога отвергли бы. Само по себе подобное явление (я имею в виду популярность биоразнообразия) безусловно заслуживает специального исследования, поскольку речь идет о важных психологических аспектах взаимоотношений научного сообщества с теми, от кого оно зависит экономически. Тема эта актуальна не только для России, но и для вполне процветающих стран Запада.

Во всяком случае расследование, предпринятое автором, показало, что безудержный рост числа публикаций, использующих (хочется сказать — эксплуатирующих) термин «биоразнообразие», не связан с каким-либо прорывом в соответствующей области экологии, внедрением принципиально новых методов или появлением таких прикладных задач, которые ранее были неактуальны [1]. Бесспорно только, что речь идет не о науке, а о политике.



Алексей Меркурьевич Гиляров, доктор биологических наук, профессор биологического факультета Московского государственного университета им.М.В.Ломоносова. Основные труды посвящены экологии планктона, биоразнообразию, а также истории науки.

А поскольку язык политики всегда переполнен мифологическими элементами, неудивительно, что весь бум возникает не вокруг проблемы, а вокруг слова, причем слова нового, по сути — неологизма.

Заметим также, что термин «биоразнообразие» (англ. — «biodiversity») был введен

в США во второй половине 1980-х годов и сначала использовался не в научных текстах, а в документах по природоохранной тематике, в частности, отражающих обеспокоенность состоянием тропических лесов — экосистем, для которых характерно необычайно высокое разнообра-

зие всех организмов. Паразительно быстро «биоразнообразии» превратилось в пароль для доступа к финансирующим организациям, но пользование им было отнюдь не безвозмездным: ученые должны были проводить какие-то исследования по «проблемам биоразнообразия». Слабость человеческой природы — дело известное. И вот уже многие уважаемые коллеги (и отнюдь не только в одной отдельно взятой стране) делают вид, что раньше такие проблемы не поднимались, а теперь вот (благодаря новому слову!) на эти проблемы наконец обратили внимание.

При этом самым беззащитным образом стали фактически игнорировать прошлые достижения экологии в области изучения видового разнообразия (выражение «видоразнообразии» по счастью никому в голову не приходило), а достижения эти были, между прочим, весьма заметны. Так, уже в 1943 г. появилась работа Р.Фишера, А.Корбета и К.Уильямса, которые на примере больших выборок бабочек, пойманных ночью световыми ловушками, изучали соотношение численностей разных видов, входящих в одно сообщество [2]. Эти исследователи предложили модель, которая отражала рост числа видов с увеличением числа особей в пробе, и ввели соответствующий этой модели количественный показатель разнообразия. Дальнейшее развитие изучения видового разнообразия получило в 50—60-е годы. В частности, тогда был предложен целый ряд индексов разнообразия, учитывающих не только число видов в сообществе, но и то, насколько равномерно соотносятся численности (или биомассы) разных видов. Среди этих индексов был и так называемый информационный индекс (основанный на формуле К.Шеннона), введенный в практику

экологических исследований испанским экологом Р.Маргалефом.

Среди забытых, а потом открытых заново «проблем биоразнообразия» важное место занимал вопрос о взаимосвязи продуктивности сообществ и их видового разнообразия. Многие здесь было установлено задолго до «бума биоразнообразия». Так, было известно, что при крупномасштабном сравнении разных природных зон корреляция между разнообразием и продуктивностью — положительная. В самых продуктивных экосистемах нашей планеты — влажных тропических лесах — видовое разнообразие чрезвычайно высоко, а для широколиственных лесов умеренной зоны (тем более — для таежных лесов) обе величины существенно ниже.

Однако сравнение однотипных сообществ, развивающихся в сходных природных условиях, показало, что максимум видового разнообразия свойствен, как правило, системам с некоторой средней продуктивностью. К примеру, максимальное разнообразие фитопланктона характерно для «мезотрофных» (со средней величиной первичной продукции) озер, но не для «олиготрофных» (с низкой продукцией) или «евтрофных» (с высокой продукцией). Сходные явления наблюдали и в наземных растительных сообществах. Например, на Ротамстедской сельскохозяйственной станции (Великобритания) в результате многолетнего удобрения лугов, хотя продуктивность возросла, индекс видового разнообразия заметно снизился, а на контрольных (не удобренных) участках он практически не менялся.

Если низкое видовое разнообразие малопродуктивных сообществ никого не удивляло (ведь только немногие организмы способны расти на крайне скудном пайке), то его

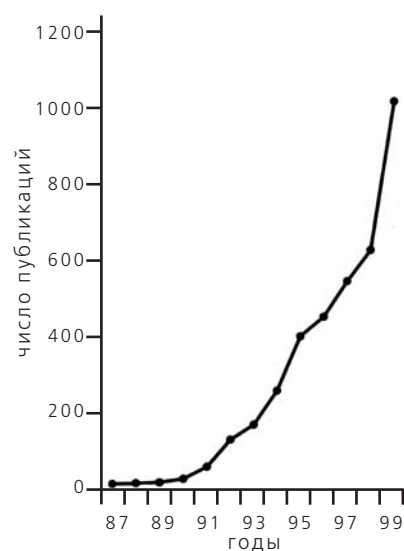
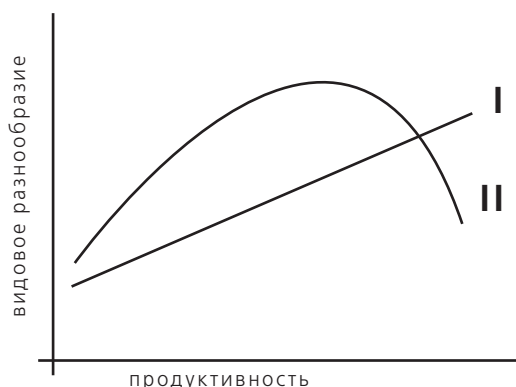


График роста числа публикаций по «биоразнообразию», иллюстрирующий популярность этой темы. (Сведения любезно предоставлены Е.В.Будиловой.)

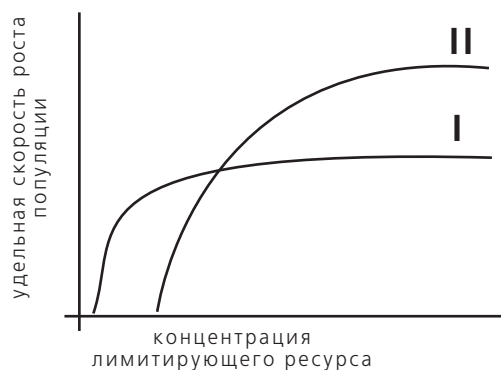
снижение при избытке пищи требовало специального объяснения. На этот счет было предложено несколько гипотез, так или иначе связывающих возможность сосуществования разных видов с концентрацией лимитирующих ресурсов и с пространственно-временной гетерогенностью их распределения [3].

С распространением моды на биоразнообразие вопрос о его связи с продуктивностью снова привлек всеобщее внимание. Появился целый ряд публикаций, авторы которых пытались всеми возможными способами показать, что высокое биоразнообразие (видовое разнообразие) есть необходимое условие высокой продуктивности. Для этого в ход были запущены дорогостоящие и порой весьма амбициозные проекты.

Так, в 1994 г. были опубликованы результаты исследований, проведенных в Империял Колледж (Великобритания) на



Две модели взаимосвязи продуктивности сообщества и его видового разнообразия. Согласно одной из них (I), видовое разнообразие более или менее равномерно растет с увеличением продукции. Согласно другой (II), максимальное разнообразие достигается при некотором среднем уровне продукции, снижаясь как при ее уменьшении, так и увеличении.



Зависимость скорости роста от концентрации лимитирующего ресурса. Для каждой популяции это индивидуальная функция. Например, при совместном выращивании двух видов, I и II, первый доминирует при низких концентрациях ресурса, второй — при высоких. Если же концентрация лимитирующего ресурса близка к значению, которое соответствует точке пересечения кривых, оба вида могут сосуществовать на равных.

так называемом «Экотроне» — в хорошей теплице с рядом небольших камер, в которых автоматически поддерживали разные условия [4]. В камеры высевали семена однолетних растений (9, 15 и 31 видов), имитируя условия низкого, среднего и высокого видового разнообразия. Суммарная продукция всего сообщества, оцененная как надземная фитомасса в конце вегетационного сезона (и как потребление CO_2 в ходе эксперимента), оказалась выше в сообществах с более высоким видовым разнообразием. По мнению участников проекта, им удалось доказать значимость биоразнообразия для успешного функционирования экосистем.

Результаты эти, впрочем, можно было предвидеть: растительное сообщество, состоящее из видов, формирующее сложную пространственную структуру с несколькими ярусами, безусловно, полнее улав-

ливает свет и обладает большей продуктивностью, чем сообщество из меньшего числа видов. Заметим также, что вывод о положительной связи между разнообразием и продукцией в значительной мере предопределила сама схема опыта, поскольку в системы с малым числом видов порой не попадали крупные растения, а с большим числом — автоматически включали все растения (и мелкие, и крупные). На это сразу обратил внимание американский эколог М.Хастон. Однако его критическая статья с соответствующими расчетами и статистической обработкой ранее опубликованных данных встретила большие сложности при публикации. По словам самого Хастона, в редакции «Nature» рукопись отвергли сразу без каких-либо комментариев. После этого работа стала циркулировать в самиздате (кстати, это русское слово в латинской транслитера-

ции — samizdat — уже прочно вошло в английский язык и нередко используется в научной публицистике, причем без всяких кавычек), а затем была опубликована в журнале «Oecologia» по специальному заказу редактора [5].

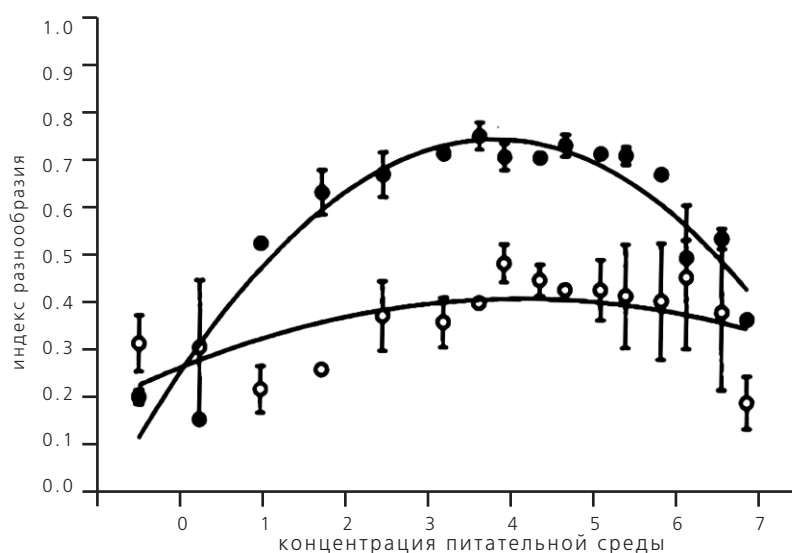
Осенью 1999 г. в журнале «Science» вышла статья, подытоживающая результаты еще одного амбициозного проекта [6]. Опыты отличались от аналогичных экспериментов на «Экотроне» тем, что посеvy растений (злаков и разнотравья) проводили на небольших опытных делянках под открытым небом, причем в восьми разных местах в Европе (от Греции на юге до Швеции на севере). Наборы видов соответствовали местным условиям, но в каждом случае они имели разное число видов: в основном от одного-двух до восьми, но иногда и до 32. Результаты экспериментов также показали, что с увеличением числа видов возрастает про-

дукция (надземная масса всех растений в конце сезона). Однако из построенных графиков видно, что для каждой серии экспериментов наблюдается громадный разброс точек вокруг линии регрессии, а наклон самой линии фактически определяется точками, которые соответствуют системам с одним-двумя видами — поскольку иногда это были очень мелкие растения, а при большом числе видов встречались растения всех размеров и их суммарная продукция оказалась выше. Таким образом, результаты были предсказуемы и по сути вытекали из схемы постановки опыта.

К счастью, есть экологи, которые не принимают мифологию, складываемую вокруг биоразнообразия, и продолжают изучать реальные механизмы, обеспечивающие сосуществование разных видов, а следовательно, и ответственные за поддержание этого самого биоразнообразия. Результаты одного такого исследования недавно были опубликованы на страницах «Nature».

Р.Кассен из университета Макгилла (Монреаль, Канада) вместе с коллегами из того же университета и из Оксфорда экспериментировали с лабораторными культурами бактерии *Pseudomonas fluorescens*, которые образуют несколько типов, различающихся по форме колоний при высеве на агар-агаре [7]. Выяснилось, что типы эти в культурах на жидкой питательной среде занимают разные экологические ниши, или правильнее сказать — микроместообитания. Бактерии, образующие «гладкие» колонии, преобладают в толще жидкости, «пушистые» — на дне, а «морщинистые» — в поверхностной пленке.

Для получения различной продуктивности исследователи варьировали степень разбавления питательной среды. Первоначально во вносимой



Зависимость индекса разнообразия в смешанной культуре разных форм *Pseudomonas fluorescens* от концентрации питательной среды (и, значит, от общей продуктивности). Черные точки соответствуют неперемешиваемой, более гетерогенной культуре, светлые — перемешиваемой, более гомогенной (Kassen et al., 2000).

в среду порции (инокуляте) содержалось около 10^3 клеток разных типов. Через 48 ч, когда общая численность бактерий достигала 10^8 – 10^9 клеток, сформировавшееся сообщество анализировали на предмет его разнообразия, которое оценивали специальным индексом, учитывающим не только число «видов» (форм), но и их количественное соотношение.

Результаты экспериментов неожиданно обнаружили соответствие старой и, казалось, забытой «униmodalной» модели: максимум разнообразия приходился на системы с промежуточной продуктивностью. Чрезвычайно важным обстоятельством в постановке опыта была возможность разным видам разойтись по своим нишам. Одним из подтверждений этого служил опыт, в котором культуры регулярно встряхивали. В результате униmodalной связи

разнообразия с продуктивностью не обнаружили. Видимо, в этом случае нарушалась структура среды и отдельные формы не могли занять наиболее благоприятные для них микроместообитания. Читая работу группы Кассена, невольно вспоминаешь эксперименты Георгия Францевича Гаузе, выполненные еще в 30-е годы. В них сосуществование разных видов простейших также достигалось за счет пространственного разделения зон обитания: один вид держался ближе к поверхности, другой, менее чувствительный к дефициту кислорода, — ближе к дну [8].

В спорах о возможной форме взаимосвязи разнообразия и продуктивности на самом деле путают два обстоятельства. Во-первых, разные виды, входящие в одно сообщество и ограниченные в своем развитии одними и теми же ресурсами, конечно, могут существенно

отличаться своими индивидуальными особенностями: одни — крупные, другие — мелкие; одни растут быстро, другие медленно. Если в одинаковых условиях и при сходном содержании в среде лимитирующих ресурсов выращивать столь разные растения, то не удивительно, что их суммарная масса (чистая продукция) в конце сезона будет существенно отличаться. Именно это обстоятельство и предопределило результат экспериментов на «Экотроне» и на делянках под открытым небом.

Во-вторых, один и тот же набор видов, зависящих от одних и тех же ресурсов, может развиваться в условиях различной концентрации этих самых ресурсов и, соответственно, продуцировать разное количество органического вещества. Именно такая ситуа-

ция наблюдается при евтрофировании водоемов, удобрении лугов или при использовании разных концентраций питательной среды в работах с *Pseudomonas*. Во всех этих случаях существует некий «банк зачатков» (семян, спор или живых клеток), а их прорастание и скорость дальнейшего роста (т.е. продукция) зависят от складывающихся условий, в том числе в немалой степени от обеспеченности теми или иными ресурсами. Именно для подобных ситуаций чаще всего и выявляется унимодальная связь (с одним горбом) разнообразия с продукцией.

Стремясь всеми силами «доказать» наличие положительной корреляции между числом видов в сообществе и его продукцией, некоторые экологи рассчитывают ис-

пользовать такую связь как весомый аргумент, доказывающий необходимость сохранения биоразнообразия, что обеспечивало бы высокую продуктивность. Последняя, мол, нечто более всем понятное, чем какое-то там биоразнообразие [9]. Тезис, надо сказать прямо, весьма уязвимый для критики, и он, конечно, из области политики, но никак не науки.

Автор отдает себе отчет в том, что этой и другими публикациями вряд ли удастся убедить все научное сообщество в искусственности бума вокруг термина «биоразнообразие». Мифологическое мышление, увы, куда более стойкое и распространенное, чем мышление научное [10], но время от времени все же неудержимо хочется называть вещи своими именами... ■

Литература

1. *Ghilarov A.M.* // Trends in Ecol. Evol. 1996. V.11. P.304—306; *Гиляров А.М.* // Успехи совр. биологии. 1996. Т.116. №4. С.493—506.
2. *Fisher R.A., Corbet A.S., Williams C.B.* // J. Anim. Ecol. 1943. V.12. P.42—58.
3. *Tilman D.* Resource competition and community structure. Princeton; N.Y., 1982; *Ibidem.* Dynamics and structure of plant communities. Princeton; N.Y., 1988.
4. *Naeem S., Thompson L.J., Lawler S.P. et al.* // Nature. 1994. V.368. P.734—737.
5. *Huston M.A.* // Oecologia. 1997. V.110. P.449—460.
6. *Hector A., Schmid B., Beierkuhnlein C. et al.* // Science. 1999. V.286. P.1123—1127.
7. *Kassen R., Buckley A., Bell G., Rainey P.B.* // Nature. 2000. V.406. P.508—512.
8. *Галл Я.М.* Г.Ф.Гаузе: эколог и эволюционист. СПб., 1997.
9. *Bengtsson J., Jones H., Setälä H.* // Trends Ecol. Evol. 1997. V.12. P.334—336. Критику см.: *Ghilarov A.M.* // Oikos. 2000. V.90. P. 408—412.
10. *Гиляров А.М.* Мифологическое в экологии // Природа. 1992. №2. С.3—10.

Происхождение жизни

Ю.А.Злобин,
доктор биологических наук
Сумы, Украина

Каждая наука имеет свои «вечные» вопросы. В биологии один из них — вопрос о происхождении жизни на Земле. Существует три возможных ответа на этот вопрос: сотворение некоей высшей силой; панспермия, т.е. занос зачатков жизни из космического пространства; возникновение живых организмов за счет саморазвития материи на нашей планете. Первая альтернатива находится в сфере верований. Вторая пока не имеет реальных, хотя бы косвенных, подтверждений.

Фримен Дайсон, профессор в отставке Института передовых исследований в Принстоне (США), член Королевского общества Великобритании и член Национальной академии наук США — один из крупнейших современных биологов с мировой известностью — посвятил свою книгу «Происхождение жизни» анализу достижений в разработке третьей альтернативы. Она особенно актуальна сегодня, когда некоторые средства массовой информации в погоне за сиюминутным рыночным успехом активно эксплуатируют различные псевдонаучные представления о сущности жизни и ее возникновении.

Дайсон последовательно анализирует основные результаты исследований, которые выполнены за последние 50 лет и представляют интерес для рассматриваемой проблемы. Он подразделяет все научные материалы на три основных блока: экспериментальные данные, гипотезы и теории в области возникновения жизни и результаты компьютерного моделирования.

Среди экспериментов, демонстрирующих, каким способом на Земле могли появиться сложные органические вещества и первые живые организмы, Дайсон выделяет ставшие уже классическими опыты биологов:

С.Миллера (1953), доказавшего возможность синтеза аминокислот из предбиологического материала в восстановительных условиях;

М.Эйгена (1981), продемонстрировавшего, что в растворах мономеров нуклеотидов в присутствии фермента полимеразы могут синтезироваться полимерные молекулы РНК, способные к репликациям, мутациям и даже к борьбе за существование с молекулами-предками;

Л.Орджела (1974), показавшего, что нуклеотидные мономеры полимеризуются и без полимераза, образуя в конеч-

ном итоге РНК, если в растворе имеется «затравка» этой молекулы.

Таким образом, научно доказывается автономность и возможность образования на Земле органических веществ, которые лежат в основе метаболизма живых существ, и нуклеиновых кислот, носителей наследственной информации.

Именно на базе экспериментов Эйгена и Орджела сформировалась гипотеза возникновения жизни на Земле по схеме «гены—ферменты—метаболизм», утверждающая *одномоментное появление репликации и метаболизма*. Дайсон называет эту схему «центральной догмой биологии» и считает ее глубоко ошибочной, приводя серьезные аргументы. Во-первых, он подчеркивает, что в предбиологической среде не было образцов РНК и тем более ферментов, поэтому опыты Эйгена и Орджела фактически ничего не говорят о механизме происхождения жизни на Земле. Во-вторых, первичные нуклеиновые кислоты при репликациях неизбежно давали ошибки, накопление которых, безусловно, привело бы к катастрофическим сбоям копирования и гибели биосистем. Неотвратимость такого фина-

ла для репликаций показало, в частности, компьютерное моделирование, выполненное У.Низерт. В-третьих, Дайсон считает нереальным одновременное появление репликации и метаболизма, так как у них разные носители: первая базируется на нуклеиновых кислотах, второй — на белках. И, наконец, он обращает внимание на то, что современные палеонтологические данные указывают на следы молекул углеводов и порфирина (предшественника хлорофилла) в ископаемых структурах в Гренландии возрастом в 3.5—3.8 млрд лет. Но остатков нуклеиновых кислот в таких отложениях никогда не идентифицировали.

В итоге Дайсон формулирует собственную гипотезу *двойного происхождения жизни*, согласно которой метаболизм и репликация появились независимо друг от друга и в разные сроки. Такая точка зрения привела его к теории возникновения жизни, которую еще с 1924 г. разрабатывал А.И.Опарин. Согласно этой теории, первично появлялись белковые коацерваты — проклетки, которые обладали гомеостазом и размножались, но не имели механизма репликации. Вероятно, это происходило, как полагал Т.Гоулд (1995), на больших глубинах первичного горячего океана Земли.

Считая гипотезу Опарина наиболее правдоподобной, Дайсон проверил ее методом компьютерного моделирования. Оказалось, что начальная фаза неорганизованной молекулярной совокупности в коацервате переходила в фазу организованного комплекса. Последний приобретал белковый гомеостаз с обратной связью, когда количество молекул в коацервате (N) составляло 2000—20 000, количество мономеров разного вида (a) — 8—10, а дискриминантный фактор фермента (b) — 60—100. Таким образом, если для синтеза современных белков необходимо 20 аминокислот ($a = 20$), то на этапе предбиологической эволюции их было достаточно всего 8—10. У современных ферментов фактор дискриминации (b) равен 5000—10 000, а у примитивных эффективно работающих ферментов он не более 60—100. Вероятность успешного синтеза полимеров в таких протоклетках оказывалась 75%, а при $b = a^2$ достижение порядка и беспорядка в протоклетке было равновероятным (50%). Значит, модель происхождения жизни Опарина успешно выдержала испытание компьютерным моделированием.

Таким образом, современную гипотезу двойного воз-

никновения жизни на Земле можно назвать гипотезой Опарина—Дайсона, которая включает следующие постулаты:

- метаболизм и репликация имеют автономное происхождение;

- порядок возникновения биологических структур с соответствующими функциями таков: клетка—ферменты—гены;

- на первых этапах живые организмы представляли из себя метаболические ячейки без механизма репликации;

- огромное разнообразие живых организмов возникло на основе сравнительно небольшого ассортимента молекул органических веществ;

- «центральная догма» современной биологии о ключевом положении нуклеиновых кислот и их первичном возникновении полностью несостоятельна;

- компьютерное моделирование — мощный инструмент проверки гипотез происхождения жизни.

Конечно, Дайсон не дает окончательного ответа на многообразие феноменов развития земной жизни, он только рисует достаточно правдоподобную картину ее первого этапа, которая безусловно служит мощным стимулом к активизации экспериментальных и теоретических изысканий в этой сфере. ■

Под угрозой цунами

Недавно на 40-километровом участке дна у восточного побережья США (штаты Виргиния и Северная Каролина) была обнаружена серия сбросов, направленных в сторону суши.

Хотя этот район известен незначительной сейсмической активностью, специалисты Геологической обсерватории им.Ламонта и Доэрти (Нью-Йорк) считают, что такого рода деформации пород могут при первом же возможном сейсмическом толчке вызвать цунами: волны высотой 6 м хлынут на берег и затопят обширную территорию этих штатов (Sciences et Avenir. 2000. №640. P.29. Франция).

Для оценки реальной угрозы необходимо провести новые батиметрические съемки прибрежного дна океана.

Вулкан Фурнез напоминает о себе

Щитовой вулкан Фурнез, сложенный базальтовыми породами, образует юго-восточную половину о.Реуньон, лежащего в 700 км от Мадагаскара. Он считается одним из самых активных в мире океанических вулканов: за минувшие 300 лет отмечено более 100 извержений.

Последнее началось в феврале 2000 г., когда над его кратером поднялся фонтан раскаленной лавы высотой около 50 м (Smithsonian Institution Bulletin of the Global Volcanism Network. 2000. V.25. №1. P.2. США). Неожиданностью это не было: весь январь окрестности

сотрясались от нарастающих подземных толчков. В середине февраля на северном склоне открылись пять расселин. Излияния лавы совпали с проливными дождями и мощными порывами ветра, связанными с тропическим штормом, центр которого располагался в Индийском океане, в 250 км севернее Реуньона. С конца февраля вулканическая активность несколько снизилась.

Наблюдения за этой огнедышащей горой, вблизи вершины которой расположены три кальдеры, возникшие 250, 65 и 5 тыс. лет назад, ведут сотрудники парижского Института физики Земли.

Специалисты установили, что постепенно все это вулканическое сооружение медленно сползает в восточном направлении.

Индия «тянется» к Луне

Индийские ученые и инженеры накопили немалый опыт выведения на околоземную орбиту спутников, главным образом для метеонаблюдений и космической радиосвязи. Как заявил на конференции Индийской академии наук (Лакнау, 1999) глава Организации космических исследований Индии К.Кастуриранган, настало время для следующего шага: приступить к серии собственных исследований Луны.

За последние годы успешно завершились 15 запусков индийских ракет с различными полезными грузами. Благополучно были выведены на заданную околоземную орбиту три спутника с помощью новой индийской ракеты «PSLV»

(«Polar Satellite Launch Vehicle»); подобная ракета массой 300 т, возможно, в состоянии доставить на Луну комплект научных приборов.

В 1998-1999 гг. бюджет Организации космических исследований Индии был увеличен на 20% и в 2000 г. достиг 8.9 млн долл. США (Science. 2000. V.286. №5448. P.2260. США).

Сейчас ученые страны рассматривают два альтернативных плана полета к Луне: выведение аппарата массой 275 кг на пролетную рядом с Лунной траекторию либо запуск на окололунную орбиту 140-килограммового спутника. В обоих случаях полезная нагрузка будет сопоставима с нагрузкой американских «Lunar Prospector» и «Clementine». Научные цели индийских экспериментов включают изучение ядра Луны и получение ее крупномасштабных изображений.

Параллельно в стране идут работы по созданию более мощной ракеты типа «GSSLV» («GeoStationary Satellite Launch Vehicle»), которая способна забросить на геостационарную орбиту спутник массой 2 тыс. кг.

Долгосрочная автоматическая станция на Северном полюсе

В апреле 2000 г. международная группа специалистов под руководством Дж.Морисона (J.Morison; Вашингтонский университет) начала бурение густой сети скважин в паковых льдах, находящихся в непосредственной близости к Северному полюсу.

В проделанные скважины были опущены буи с электронной аппаратурой; конечная цель этих работ - получение информации о скорости таяния ледового покрова, что позволит выявить связь между состоянием льдов в районе полюса и процессом глобального потепления (Sciences et Avenir. 2000. №640. P.28. Франция).

Весь проект исследований, получивший название «Станция Северный полюс: долговременная сеть сбора информации об окружающей среде», предусматривает обустройство полностью автоматизированной станции, которая начнет работу с 2001 г. На протяжении последующих пяти лет специалисты, чьи научные интересы связаны с Арктикой, смогут получать разностороннюю информацию, собираемую буями.

Открыт молодой океанический хребет

В 1999 г. были завершены геолого-геофизические работы, связанные с открытием в Тихом океане подводного хребта Футуна (Sciences et Avenir. 2000. №641. P.18. Франция).

Геофизики Французского исследовательского института развития обнаружили в прибрежных водах о.Футуна (заморское владение Франции), в точке с координатами 19°32' ю.ш. и 170°12' в.д., ранее неизвестную подводную гору. Ее высота над дном океана 1390 м, а вершина находится в 600 м под поверхностью воды.

Ученые нашли, что сам остров расположен на гребне молодого океанического хребта, где скорость спре-

динга достаточно высокая - от 3 до 6 см в год. Подъем мантийного вещества приводит иногда к сейсмическим толчкам и возникновению волн цунами. В 1993 г. мощное землетрясение унесло жизни трех человек и причинило большой ущерб островному хозяйству. После этих событий подводный хребет протяженностью более 200 км стал объектом интенсивных геофизических исследований.

Получены данные о многочисленных трансформных разломах на хребте. Полагают, что их появление - следствие высокой сейсмической активности в этом районе океана.

В долги - ради спасения доминиканских попугаев

Популяция попугая сиссеру - национальной эмблемы островного государства Доминика (Малые Антильские о-ва) - насчитывает в лучшем случае 200 особей. Защитить его обычное местообитание - влажный тропический лес на побережье - поможет организация Национального парка, под который отведено 3296.8 га, или 4.4% территории острова (National Geographic. 2000. V.198. №2. P.13. США).

При оформлении документов возникла необходимость в приобретении еще и частного владения площадью 520.4 га. Финансовую поддержку в выкупе этого участка (75 тыс. долл. США) оказал доминиканским властям Фонд спасения редких видов (Флорида, США), однако самому Фонду пришлось залезть в долги.

Редкие находки подводных археологов

В 1999 г. Францию облетела сенсация: марсельский рыбак достал с морского дна серебряный браслет, на котором выгравированы монограмма с именами Антуана де Сент-Экзюпери и его жены Консуэло, а также адрес его нью-йоркского издателя. Браслет, очевидно, был подарен писателю во время поездки в Нью-Йорк; эта находка - еще одно свидетельство гибели Сент-Экзюпери в водах Средиземного моря при совершении разведывательного полета (Archaeology. 2000. V.53. №3. P.12-13. США).

В первой половине 2000 г. экспедиция, работавшая у средиземноморского побережья Франции, искала с подводной лодки обломки самолета-разведчика, который пилотировал знаменитый летчик. В ходе поиска неподалеку от Тулона, на глубине 85.3 м, обнаружено хорошо сохранившееся судно этрусков, датируемое VI-V вв. до н.э.

Ранее подводным археологам удавалось найти лишь отдельные фрагменты уже разграбленных и плохо сохранившихся этрусских кораблей, поэтому конструкция судна и находящийся на его борту груз вызывают огромный интерес специалистов разных профилей.

Интересная находка ожидала ученых и вблизи Марселя: на глубине 110.7 м ученые нашли корпуса шести кораблей времен Древнего Рима (II-I вв. до н.э.), груженных амфорами и черепицей.

Изучать обломки судов и грузов предполагается непосредственно на месте их нахождения.

От киевских храмов к искусству Византии: Андрей Николаевич Грабар

Э.С.Смирнова

Российская византистика, переживавшая расцвет в конце XIX – первых двух десятилетиях XX в., оказала огромное и благотворное воздействие на мировое развитие науки об истории и культуре государства, известного как Восточная Римская империя и имевшего своей столицей город Византий. В IV в. император Константин переименовал его в Константинополь. Византия как государство, приобретает самостоятельность, просуществовала более тысячелетия, вплоть до 1453 г., когда была разрушена и захвачена турками, превратившими Константинополь в свою столицу Стамбул. Византистика изучает не только Византию в узком смысле слова. Она рассматривает преломление античных традиций в этой культуре, связи между культурами Древнего мира и средневековья, влияние Византии на Западную Европу и, что особенно важно, на культуру стран византийского ареала, т.е. получивших христианство от Византии и принадлежащих к православному кругу. Это Греция, славянские страны – Древняя Русь, Болгария, Сербия, Черногория, Македония, а также Молдавия, Валахия (в современной Румынии) и Грузия. Понятно значение византистики для изучения культуры Средиземноморья, а также для истории всей европейской цивилизации.

Естественно, что в России, крупнейшем государстве среди тех, которые восприняли византийское наследие, византистика еще в XIX в. получила большое развитие. Главой российской школы, ее патриархом был Николай Павлович Кондаков (1844-1925), ученый мировой известности. События революции и гражданской войны заставили уехать его самого, многих его непосредственных учеников, участников петербургского семинара Д.В.Айна-



Энгелина Сергеевна Смирнова, доктор искусствоведения, профессор Московского государственного университета им. М.В.Ломоносова. Область научных интересов – история русского средневекового искусства, живописи (иконопись, книжная миниатюра).

лова, одного из ближайших его последователей. Некоторые из них жили сначала в Праге, образовав знаменитый семинар – *Seminarium Kondakovianum*, а потом оказались в разных странах. Византист Николай Львович Окунев попал в Сербию, где стал одним из основоположников современной югославской медиевистики. Живо ощущая преемственную связь с русской научной традицией, профессор Белградского университета Светозар Радойич, вспоминая годы учения у Окунева, называл себя «внуком Кондакова».

© Э.С.Смирнова

Андрей Николаевич Грабар, ученик Кондакова и Айналова, стал одной из ключевых фигур, соединивших русскую научную традицию с наследием собственно европейской средневековой культуры.

* * *

Андрей Николаевич родился 26 июля 1896 г. в Киеве в семье Николая Степановича Грабара, видного юриста, впоследствии занявшего почетное и престижное место члена Кассационного суда России и имевшего титул сенатора. Его мать Елизавета Ивановна, урожденная баронесса Притвиц, происходила из семьи, корни которой остались в Силезии. Дед и прадед по матери были российскими генералами, среди предков числился и фельдмаршал Дибич-Забалканский, чья победа над турками привела в 1829 г. к заключению Адрианопольского мира. Прабабушка Андрея Николаевича по матери была француженка. Родовые корни Грабара по отцу – на севере Украины. Их имение располагалось около небольшого городка Погар, близ Стародуба. Эти места когда-то входили в Черниговскую губернию, а впоследствии оказались в составе Брянской области.

В истории отечественной культуры известен еще один замечательный искусствовед с похожей фамилией – художник Игорь Эммануилович Грабарь. Но корни этой семьи – не в Северной, а в Западной Украине, в Галиции, как известно биографам И.Э.Грабаря. В рукописи автобиографии, которая была любезно предоставлена нам сыном А.Н.Грабара Олегом Андреевичем, Андрей Николаевич так оценивал свою национальную принадлежность: «Ни мой отец и дед, ни я сам никогда не забывали о нашем украинском происхождении, но никогда не могли себе представить Украину отдельно от России...»

Как только Андрей Николаевич в 1914 г. окончил Киевскую гимназию, началась первая мировая война. Отправившись добровольцем на фронт в Галицию, он вскоре был демобилизован по болезни и поступил в Университет св.Владимира в Киеве, на историко-филологический факультет, для изучения истории искусства.

В юности Андрей Николаевич мечтал стать морским офицером, но этому воспрепятствовало здоровье. И он начал всерьез заниматься живописью. Но делом его жизни стало изучение христианских древностей, преимущественно памятников культуры православного средневековья, культуры, знакомой ему с детства. Когда Андрею Николаевичу было уже 93 года, парижская газета «Le Monde» решила спросить увенчанного многими лаврами ученого, какие кни-

ги более всего повлияли на него на протяжении жизни. После некоторого раздумья Грабар назвал не книги, а Софийский собор в Киеве, в тени которого он вырос: «Я видел его каждодневно, он был в центре событий, как регулярно повторяющихся, так и выдающихся: церковных праздников, царских юбилеев и прочих. Это здание, его византийские мозаики уже очень рано наложили на меня свою печать и служили для меня источником вдохновения».

Главной страстью своих студенческих лет Андрей Николаевич называл археологию, а точнее, изучение киевских храмов с их прославленными мозаиками и фресками. Уже в 1917 г., когда ему было около 21 года, Грабар выступал в Киеве с публичными лекциями о художественных памятниках города. Лекции проходили под покровительством Красного Креста, с отчислением выручки в пользу раненых. (Первая его серьезная научная публикация, статья, подготовленная в пору учения в Петрограде, была посвящена фрескам Апостольского придела Киевской Софии.)

Сферой научных занятий Грабара на протяжении его жизни была так называемая археология. Но не в том смысле, который придают этому слову сейчас. Это было не только изучение предметов, извлеченных из археологических раскопок, но, скорее, исследование всей суммы фактов и сведений, касающихся средневековой христианской культуры. Эта наука называлась христианской археологией и включала в себя археологию «узкую», связанную с раскопками. Грабар всегда любил не только широту научных концепций, но и конкретность материала, именно он всегда был одним из самых живых ценителей новых археологических находок, сделанных в Турции и Греции, Болгарии и Италии.

Через год, воспользовавшись новым назначением отца, Грабар перевелся в Петроградский университет, где, по его собственной оценке, филологический факультет был в те годы поистине блестящим. Впоследствии, в старости, Андрей Николаевич среди своих русских учителей с особой признательностью вспоминал Я.И.Смирнова, М.И.Ростовцева и сохранил в своей благодарной памяти имена Кондакова и Айналова. Большое значение имели для Андрея Николаевича также занятия с Н.П.Сычевым и уже упоминавшимся Окуновым древними храмами Новгорода и Киева.

Много позже, в глубокой старости, оценивая годы своего учения в России, Андрей Николаевич писал: «Вспоминая теперь об этих счастливых временах, которые принесли мне столь много, думая о моих контактах со всей этой группой поистине замечательных ученых, обо всем, что так помогло мне в работе, я констатирую, что весь этот период занял не более двух

лет. Но, как известно, время имеет способность как бы растягиваться, если мы хотим вместить в него как можно больше, и именно так случилось со мной и наложило отпечаток на всю мою жизнь...»

Обстоятельства гражданской войны заставили Грабара еще раз сменить место учения, и свой последний университетский год он проводит в Одессе, где по окончании университета получает диплом первой степени и приглашение остаться для подготовки к профессуре. Тем не менее ухудшающееся положение России побудило его искать то место, где были бы условия для научной работы. В январе 1920 г., когда Одесса находилась в руках белых, он, не участвовавший в гражданской войне ни на чьей стороне и освобожденный от воинской повинности по болезни, покидает Одессу и отправляется вместе с матерью в Варну, в Болгарию. Путешествие на маленьком пакетботе «София» в штормовую ночь оказалось тяжелым, один человек был смыт волной и погиб.

* * *

Жизнь в Болгарии, в ее столице Софии, была в материальном отношении трудна, но интересна с точки зрения интеллектуальной. Одно время Грабар снимал комнату вместе с Константином Васильевичем Мочульским, впоследствии знаменитым историком литературы, автором замечательных книг о творчестве русских писателей XIX – начала XX в. Благодаря дружескому участию директора Археологического музея в Софии Богдана Филова, в силу ясно обнаружившейся уже при первом знакомстве эрудиции молодого ученого, а также на основании рекомендательных писем Кондакова и Айналова Грабар получил при музее должность, пусть и скромную. Молодого русского опекал и Андрей Протич, пришедший на смену Филлову. Оба директора, широко известные своими научными публикациями, способствовали интенсивным поездкам Грабара по стране, он помогал в фотографировании фресок. Таким образом Грабару удалось глубоко изучить еще один, кроме русского, национальный вариант православной средневековой культуры. Он увлекся исследовательской работой, подготовил монографию о Боянской церкви, вышедшую в Софии в 1924 г., и собрал материал для своего главного труда о Болгарии – двухтомника «Религиозная живопись в Болгарии», который вышел в свет в Париже в 1928 г., после переезда автора во Францию.

В 1923 г. известный славист профессор А.Мазон пригласил Андрея Николаевича в Страсбург, на очень скромную должность преподавателя русского языка в университете. Должность

эта сначала предлагалась Мочульскому, к тому времени уже перебравшемуся из Софии в Париж, но он не захотел покинуть столицу. Обратились к Грабару. Несмотря на мизерное вознаграждение, тот согласился, ибо в Страсбурге была и до сих пор существует прекрасная библиотека, что чрезвычайно важно для историка культуры. Туда же, в Страсбург, переселились и его родители, а вскоре и его младший брат Петр Николаевич, который впоследствии работал в Париже, главным образом в Институте Пастера, и стал выдающимся биохимиком-иммунологом.

В Страсбурге Андрей Николаевич провел почти 15 лет. Там он женился на болгарке Юлии Ивановой, а его брат Петр – на сестре Юлии Николаевны – Нине Николаевне Ивановой. Юлия Николаевна получила хорошее медицинское образование, была врачом, работала в Институте Пастера в Страсбурге, а затем – в одноименном институте в Париже. В Страсбурге родились их сыновья Олег (ставший известным востоковедом в США) и Николай.

Андрей Николаевич много работал в библиотеке и слушал университетские лекции, среди которых ему особенно запомнились курсы историка-медиевиста Марка Блока (в России знают его книгу «Апология истории») и историка античности Поля Пердризе. Вскоре Грабар назначили заместителем профессора общей истории искусства, а после защиты докторской диссертации в 1928 г. – доцентом. Его диссертацией стали две книги – уже названная «Религиозная живопись в Болгарии» и «Восточные влияния в балканском искусстве». Заметим, что лишь в 1928 г. они с женой приняли французское гражданство. Преподавая в Страсбургском университете, Грабар сосредоточился на курсе византийского и восточноевропейского искусства, т.е. на искусстве стран православной культурной и религиозной ориентации.

Мировую известность принесла Грабару его книга «Император в византийском искусстве», вышедшая в Париже. Великий французский византист Габриэль Милле пригласил Андрея Николаевича в Париж в качестве своего преемника в Школу высших исследований, которая служит одновременно и исследовательским центром, и учебным заведением. Он работал там с 1938 по 1966 г., до выхода на пенсию.

Переезд в Париж, напомним, состоялся за год до начала второй мировой войны. Как пишет Грабар, этот переезд спас его научную библиотеку, ибо нацисты, оккупировавшие Страсбург вскоре после начала войны, отобрали у оставшихся там профессоров все имущество.

Семье Андрея Николаевича пришлось пережить интенсивные бомбежки и разделить с парижанами многочисленные лишения. Грабар был призван во французскую армию в качестве



Андрей Николаевич Грабар в Париже. 60-е годы. Здесь и далее фото из архива О.А.Грабара.

офицера-переводчика и морского шифровальщика, но обязанностей у него оказалось сравнительно немного, поэтому уже в годы войны он смог обдумать книгу «Мартириум», а также заниматься некоторыми проблемами западноевропейского средневекового искусства.

В 1946 г. он был избран в Коллеж де Франс, где оставался профессором тоже вплоть до ухода на пенсию. Это учебное заведение, основанное в 1530 г. королем Франциском I, считалось самым престижным в стране. Замечательна и Школа высших исследований, которая, правда, в сравнении с королевским учреждением совсем молода – она основана в 1880 г. Ее особенность состоит в том, что там не читаются лекции, а проводятся лишь семинары, но с необычайной интенсивностью, требующей активной работы как профессоров, так и студентов. Грабар был одним из лучших ее преподавателей.

В Париже Андрей Николаевич прожил 52 года. Там он написал наибольшую часть своих трудов, получил мировое признание, стал членом, помимо перечисленных учреждений,

Французской академии эпиграфики и изящной словесности, членом научных академий многих стран (Австрии, Болгарии, Великобритании, Дании, Норвегии, Сербии, США), почетным членом многих научных обществ, почетным доктором университетов в Принстоне, Упсале и Эдинбурге. В Париже он и скончался 5 октября 1990 г.

* * *

Главным предметом изучения для Грабара всегда оставались сюжет, иконография и определяемый ими внутренний смысл памятников. Развивая традиции великих византийцев, русского Кондакова и французского Милле, он подчеркивал, что средневековое искусство было предназначено для удовлетворения не только эстетических потребностей, но более всего – духовных, оно стремилось показывать, просвещать, обучать. Культура Византии выступает в его работах как единое целое, как длительный логичный и связный процесс. Родившаяся в недрах этой культуры тема, например культ святых мучеников и их реликвий, будет существовать долго, видоизменяясь в зависимости от новых исторических условий, перейдет в славянские страны и сохранится в русской культуре.

Значение той научной традиции, которую продолжал и развивал Грабар, было особенно велико в силу особой ситуации, сложившейся в европейской науке об истории искусства в начале XX в. Усилиями таких великих ученых, как Г.Вельфлин, как представители знаменитой венской школы искусствознания, история искусства поставила на первый план изучение художественной формы, стиля, приемов и способов воплощения замысла, т.е. всего того, что и делает искусство собственно искусством. Это научное направление получило отражение во многих странах, а в России проявилось на первых порах скорее в форме так называемого художественно-критического эссеизма, к которому примыкал, например, знаменитый искусствовед П.П.Муратов, автор глав по истории древнерусской живописи в «Истории русского искусства» под редакцией Игоря Грабаря, вышедшей перед первой мировой войной.

Однако этот замечательный метод, взятый отдельно, сам по себе недостаточен для изучения средневековой культуры, поскольку в ней огромную роль играл, наряду со стилем, сам предмет изображения, сюжет, его детали, особенности композиции, т.е. то, что принято называть общим термином «иконография». Сохранение и развитие иконографического подхода, его обогащение – в этом и заключается заслуга Грабара.

В некрологе, напечатанном в журнале

Среди участников симпозиума «Император и Дворец», проходившего в Центре византийских исследований «Дамбартон Оукс». Сидит – А.Н.Грабар. Стоят (слева направо): Андраш Альфельди, Франтишек Дворник, Альберт Фрэнд, Ганс Петер Лоранж, Эрнст Канторович, Пол Ундервуд. Вашингтон, апрель 1950 г.



«Speculum» и подписанном медиевистами нашего времени (старшего поколения) Рихардом Краутхаймером, Игорем Шевченко и Эрнстом Китцингером, дана одна из лучших характеристик научного творчества Грабара. Авторы отмечают, что Андрей Николаевич был наделен особым даром находить и точно схватывать главное в каждой художественной культуре и интерпретировать его в соответствии с ведущими идеями и задачами этой культуры. Как нельзя более ярко эта особенность сказалась в двух трудах Грабара – книгах «Император» (1936) и «Мартириум» (1943, 1946, два тома). До Грабара было обнаружено, зафиксировано, издано и прокомментировано множество изображений византийских императоров и других средневековых правителей в странах византийского круга. Однако только Грабар сумел дать общую характеристику этих изображений, воспринять их как связанное целое, как отражение особого культа императора, как явление, органически присущее византийской культуре, византийскому обществу и менталитету. Как отмечал сам Грабар, книга его посвящена не отдельным императорам, но «Императору», самому этому понятию.

Точно так же его «Мартириум» основывается на фактах давно известных, связанных с культом христианских мучеников, местами их страданий, их захоронений, их реликвиями. Однако только Грабар сумел увидеть за хаотическим набором разрозненных фактов и сведений широкую картину народной религиозности, тех верований, которые родились в раннехристи-

анский период и по-своему отразились в Западной Европе и в кругу Византии. Эта раннехристианская религиозность связала все эпохи и культурные ареалы единой линией и сохранилась не только в эпоху позднего средневековья, но в значительной степени дожила и до нашего времени.

Показательно двуединство обеих книг: если первая касается императорской сферы, придворных кругов, высших слоев общества, откуда культ императора распространился на все социальные слои, то вторая описывает «низовую» религиозность, откуда концепции и обычаи как бы поднялись на другие социальные уровни.

Затем Грабар обратился к следующему узловому периоду в истории византийского искусства – к иконоборчеству, к временной победе противников священных изображений в VIII-IX вв. и к восстановлению иконопочитания. В жестких спорах того времени была окончательно выработана теория иконопочитания, которая стала основой культуры византийской и других православных стран и сохранила свое значение после падения Византии. Книга об иконоборчестве была опубликована в 1958 г. Наконец, итоги наблюдений над формированием и развитием христианской иконографии явились предметом книг 1968 и 1979 гг.

Андрей Николаевич занимался и отдельными видами византийского искусства. Так, он выпустил книгу-альбом о византийской живописи, исследования о византийской скульптуре, несколько специальных работ о книжной



Христос – Добрый Пастырь.
Мозаика Мавзолея Галлы Платидии в Равенне (Италия, V в.).



Мозаичный орнамент в своде алтаря в виде райских растений и птиц. Церковь Сан-Витале в Равенне (Италия, VI в.).

Императрица Феодора.

Мозаика в алтаре церкви Сан-Витале в Равенне (Италия, VI в.). →

Репродукции из книги А.Грабара «Византийская живопись». Женева, 1953.



миниатюре, каталог византийских древностей в ризнице собора Сан-Марко в Венеции, книгу о золотых и серебряных окладах византийских икон.

В его научной тематике история архитектуры не занимала большого места. Однако и в этой сфере он сумел сделать многое. Главное состоит в том, что он проанализировал смысловое значение, функцию храмового пространства и отдельных его составляющих, специфику разных типов храмовых построек, также в зависимости от особенностей их функции.

Считалось, что в византийской художественной культуре пластика не играла большой роли, поскольку главным видом изобразительного искусства была живопись, тогда как скульптура более характерна для культуры западноевропейской. Грабар показал, однако, что скульптура имела в Византии большое значение и что лишь после взятия Константинополя крестоносцами в 1204 г. и образования Латинской империи более чем на полстолетия деятельность византийских резчиков уменьшила свой размах, хотя и не прекратилась. О золотых временах византийской пластики напоминают многочисленные мраморные рельефы, вывезенные латинянами на запад, в частности те рельефные иконы, которые украшают наружные фасады и интерьер собора Сан-Марко в Венеции.

С большой убедительностью удалось Грабару показать преемственность культуры Византии по отношению к античности. Так, подвергнув анализу тему триумфа императора в византийском искусстве, он продемонстрировал, что для нее были использованы и приспособлены иконографические формулы, созданные еще в поздней античности, в Римской империи. В книге «Мартириум» он обнаружил эту преемственность в ином материале, доказав, что христианское почитание мучеников – это трансформация античного культа героев. Грабар ярко обрисовал родство византийской и западноевропейской средневековой культуры, общность многих сюжетов, их взаимопроникновение, при всем своеобразии каждого ареала.

Значение той научной традиции, которую продолжил и развил Грабар, подтверждается в наши дни. В византистике огромное значение приобретает не только и не столько изучение стиля, сколько исследование сюжета, содержания, иконографии, с опорой на глубокий филологический анализ средневековых текстов, нашедших отражение в искусстве.

* * *

Значение работ Грабара для истории русского искусства заслуживает отдельного рассмотрения. При этом мы имеем в виду искусство

Древней Руси, в основе которого лежит художественная культура Киевской Руси, явившаяся базой для развития искусства и России, и Украины, и Белоруссии. Статей, специально посвященных древнерусским памятникам, у него относительно немного, по понятным причинам. Он был оторван от родной почвы, от музейных коллекций, от непосредственного контакта с памятниками архитектуры и монументальной живописи. После нескольких юношеских работ Андрей Николаевич только в 60-х годах вернулся к собственно русской тематике. Однако произведения древнерусского искусства были в кругу его внимания на протяжении всей жизни. Они упоминались им, привлекались, рассматривались по многим поводам, в связи с коренными проблемами культуры православного мира, к которому принадлежала древнерусская культура.

Первая статья Андрея Николаевича, написанная им в зрелые годы и посвященная собственно русской тематике, появилась в 1962 г. и была издана в «Трудах Отдела древнерусской литературы» Института русской литературы Академии наук (Пушкинского Дома) в Ленинграде. (Сборников «Древнерусское искусство» тогда еще не существовало, они начали выходить лишь с 1963 г. благодаря усилиям О.И. Подбедовой.) В то время труды зарубежных авторов, тем более из капиталистических стран, издавать не рекомендовалось. Поэтому бессменный руководитель «Трудов» Пушкинского Дома академик Д.С. Лихачев должен был приложить немало энергии, чтобы напечатать статью Грабара, за которой последовали две другие.

Возобновить же реальное знакомство с русскими памятниками Андрею Николаевичу удалось еще позже. Он смог приехать в СССР первый раз лишь в 1963 г., причем только в Москву, а затем, через несколько лет, в 1966 г. – в Москву и Ленинград. В Ленинграде он провел довольно много времени и больше всего в Русском музее, где вместе с Юлией Николаевной смотрел коллекции – экспозиции и запасники – самым внимательным образом, целыми днями, с перерывом лишь на обед, причем беседы и замечания Грабара были исключительно интересны и поучительны.

Медиевистика советского времени не имела возможности, в силу тяжелейшего идеологического пресса, заниматься сюжетной стороной средневековой культуры в той мере, в какой это было необходимо. Иконография была не в чести потому, что она неминуемо требовала обращения к богословским, мировоззренческим проблемам, а они, согласно официальной идеологии, считались вредными для истинного понимания средневековья. Было принято цитирование классиков марксизма-ленинизма, напоминавших, что вся жизнь в средние



Поездка в Новгород. Рядом с Андреем Николаевичем – сотрудник Эрмитажа Алиса Владимировна Банк, справа – Юлия Николаевна, жена Грабара.

века проходила в религиозной форме, но что это была только внешняя оболочка, а не существо эпохи. Считалось, что средневековые художники достигали успехов «вопреки» религиозным сюжетам.

Помимо этого на русской медиевистике отражались и теории так называемой самобытности русской культуры, ее независимости и особого превосходства над другими культурами. Несмотря на протесты В.Н.Лазарева против пышно развившейся после Отечественной войны теории «самородности», она не только процветала тогда, но и сейчас еще порой дает о себе знать. Только учитывая этот контекст, можно представить себе звучание в ту пору работ Андрея Николаевича.

Статья 1962 г. называется «Светское изобразительное искусство домонгольской Руси и «Слово о полку Игореве»». Один из ее аспектов состоял в том, что автор демонстрировал существование в домонгольской Руси подлинного светского искусства, не связанного с церковно-литургическими сюжетами, искусства оригинального и самобытного, выразившего себя в редких, нетривиальных формах. А коль скоро это так, то могло возникнуть и «Слово

о полку Игореве», несмотря на его уникальность, дававшую повод сомнениям и предположениям, что оно представляет собой позднюю подделку. Исключительно важная сторона этой статьи заключена в размышлениях о контактах Древней Руси с Западной Европой и Востоком, общности культур разных регионов христианского мира при несомненном своеобразии русской культуры в интерпретации тех или иных форм и мотивов.

В статье разбираются стенописи лестничных башен Софийского собора в Киеве. Автор доказывает, что эти стенописи во многом отражают жизнь и празднества императорского Дворца в Константинополе и имеют в качестве параллелей мозаики парадных помещений Дворца норманнского короля в Палермо, на Сицилии. Далее там рассматриваются фасадные рельефы белокаменных храмов Владимиро-Суздальской Руси, которые, как доказывает Грабар, имеют глубоко продуманную программу сюжетов, воплощают идею небесного заступничества, защиты княжества и его властителей, а в формах и образах соединяют античные и христианские традиции. В заключение Грабар рассматривает украшения из драгоценных

металлов, а также столь оригинальную область художественной культуры, как книжная орнаментика. Она показывает связь встречающихся там мотивов с символами месяцев, календарными сценами, крестьянскими и другими занятиями. Все эти мотивы широко известны в античности и западноевропейском средневековье, но встречаются и в Византии.

Статья 1966 г. «Несколько заметок об искусстве Феофана Грека» касается разнообразия художественных направлений в византийской и русской живописи XIV-XV вв. Грабар первым указал на большое стилистическое различие между фресками Феофана Грека в новгородской церкви Спаса Преображения и приписывавшимися ему московскими иконами.

Наконец, третья его статья, опубликованная в 1982 г., носит название «Заметка о методе оживления традиций иконописи в русской живописи XV-XVI веков». В ней речь идет главным образом о том, что русское искусство позднего средневековья не было изолированным от общего развития православной культуры, несмотря на падение Византии и турецкое иго, под которым находились многие православные народы. В русской живописи отражались древние византийские традиции и широкие межнациональные связи, являвшиеся залогом причастности России к большому миру восточноевропейской и средиземноморской культуры. Интересно, что три «русские» статьи Грабара образуют своеобразный мини-цикл, охватывая все три основных периода в истории Древней Руси.

* * *

С 1946 г. и до последних дней жизни Грабар был бессменным руководителем и редактором «Sahiers archéologiques» («Археологических тетрадей»), периодически издающихся томов, по-

священных искусству поздней античности, раннего христианства, западноевропейского средневековья, а более всего – искусству Византии. В издании были впервые напечатаны многие статьи самого Грабара, а также его молодых учеников, впоследствии представлявших медиэвистику в разных странах. Особое место в этих томах занимают рецензии и обзоры вышедших книг. Большую их часть писал сам Грабар. Они похожи на небольшие статьи или эссе, в краткой и порой острой форме выражающие важную идею. Это издание, к счастью, есть в нескольких отечественных библиотеках, и молодым российским историкам искусства доводилось увлеченно зачитываться им.

Замечательны и те книги Грабара, которые написаны для широкой публики. Он обладал умением преподносить сложные идеи в форме простой и доходчивой.

У Андрея Николаевича, который, к сожалению, не был приглашен в Сорбонну, оказалось меньше прямых учеников, чем могло быть. Однако те немногие, которые пошли по его стопам, стали выдающимися учеными, гордостью национальных научных школ и мировой византистики.

Андрей Николаевич был человеком скорее закрытым, со сдержанным темпераментом. Рассказывают, что на его семинарах царила атмосфера высокого интеллектуализма, одухотворенности и подлинного уважения к предмету. Приезжая в нашу страну (лишь три раза на считанные дни), он с грустью отмечал, что у него никогда не было русских учеников. Заметим, что их и не могло быть в те десятилетия. Однако воздействие трудов Грабара на отечественную науку очень значительно, и оно будет увеличиваться, ибо именно сейчас, когда ушли в прошлое гласные и негласные запреты на изучение смысла средневекового религиозного искусства, работы его, посвященные именно этому, могут быть полноценно восприняты. ■

Экстремальное концентрирование элементов в гранитных пегматитах

Б.М.Шмакин

Некоторое время назад я имел возможность привлечь внимание читателей «Природы» к уникальным горным породам — гранитным пегматитам [1]. В последние годы интерес промышленности к этим объектам несколько ослаб, главным образом из-за снижения спроса на листовую слюду — мусковит, использования альтернативных источников бериллия и лития, широкого применения синтетического пьезокварца. Однако гранитные пегматиты продолжают оставаться практически единственным источником тантала и цезия, из них по-прежнему добывают некоторое количество слюды, лития и бериллия, а главное — резко возрос спрос на драгоценные камни, которыми так богаты эти породы. Большой интерес для коллекционеров и минералогических музеев представляют замечательные по красоте друзы пегматитовых минералов и образцы редких минеральных видов, список которых непрерывно пополняется. Вот почему гранитные пегматиты постоянно остаются в поле зрения как научных работников и геологов-практиков, так и все возрастающей



Борис Матвеевич Шмакин, доктор геолого-минералогических наук, профессор, главный научный сотрудник Института геохимии им.А.П.Виноградова СО РАН. Область научных интересов — минералогия и геохимия пегматитов, метасоматитов, гранитоидов. Заслуженный деятель науки РФ. Неоднократно публиковался в «Природе».

армии любителей камня. Продолжаются регулярные совещания и симпозиумы, посвященные минералогии и генезису пегматитов вообще или какой-либо конкретной их группы. И вопрос о причинах и способах концентрирования различных элементов в пегматитовых жилах оказывается одним из самых злободневных.

Минералы редких земель в «пустых» пегматитах

Еще в начале нашего столетия Радиева экспедиция Российской академии наук, организованная В.И.Вернадским,

обратила внимание на гранитные пегматиты в бассейне р.Слюдянки возле южного окончания оз.Байкал. В них встречались крупные кристаллы редких минералов ниобатов и тантало-ниобатов иттрия и лантаноидов (фергусонит, эвксенит), ниобо-титаната кальция, натрия и урана (бетафит), силиката лантаноидов и иттрия (ортит или алланит), силиката тория и урана (торит), оксида урана (уранинит), которые наряду с редкоземельными элементами содержали торий и уран. Надо отметить, что на начальном этапе изучения радиоактивности крупные кристаллы уранинита и других урансодержащих минералов из гранитных

© Б.М.Шмакин

пегматитов Канады и Фенноскандии привлекали особое внимание исследователей. Поэтому естественно, что пегматиты Слюдянки интенсивно изучались, здесь были проведены разведочные работы. Старые выработки — копи Якунина, Пилипенко, Ферсмана, Вернадского — сохранились до сих пор, а пегматиты стали объектами исследований нескольких поколений отечественных минералогов.

В 40-х годах пегматиты, аналогичные по составу акцессорных (второстепенных) минералов, были обнаружены в Приольхонье — средней части северо-западного побережья Байкала. Здесь выделяются три пегматитовых поля, несколько различающихся по морфологии и составу жил: Аинское — в пределах одноименного гранитного массива, Тажеранское — с вмещающими нефелиновыми сиенитами, мраморами и развитыми на их контактах скарнами; Таловское — недалеко от улуса Таловка, где вскрыта всего одна жила — Хлопинитовая, названная по минералу хлопиниту — разновидности эвксенита. В Тажеранском поле обнаружена своеобразная разновидность бетафита — менделеевит.

Как показали наши детальные исследования гранитов и пегматитов этих двух районов Прибайкалья, средние суммарные содержания редкоземельных элементов в них очень малы — ниже кларковых для гранитоидов (0.02%) и ниже, чем во вмещающих метаморфических породах [2]. Получается своеобразный парадокс: редкоземельная минерализация свойственна породам, которые в целом обеднены элементами группы лантаноидов. Разгадка этого парадокса заключается в ярко выраженном фракционировании некоторых элементов в пегматитовом процессе. При первичной кристаллизации пороодообра-

зующих минералов (полевых шпатов, слюды, кварца) такие элементы не входят в их состав, а накапливаются в остаточном расплаве или растворе.

О последовательности кристаллизации и поведении элементов можно составить представление на основе изучения зональности пегматитов. Действительно, кристаллы фергусонита, эвксенита, бетафита и других редкоземельных минералов всегда встречаются в центральных частях пегматитовых жил или в зонах альбитизации, где они ассоциируют с поздними альбитом, кварцем и голубым калиевым шпатом — амазонитом. А пороодообразующие минералы ранних зон не содержат примесей ни лантаноидов и иттрия, ни тантала, ниобия, титана, входящих в состав поздних минералов. Наши анализы как правило дают для них результат «не обнаружено», т.е. ниже порога чувствительности, составляющего для разных элементов 10^{-3} — 10^{-6} %. Практически все тяжелые элементы, кроме Zr и Fe, входящие в состав акцессорных минералов ранних зон, оказываются несовместимыми, т.е. не входят в качестве изоморфных примесей ни в один из пороодообразующих минералов первичных зон кристаллизации пегматитовых тел. Накапливаясь в остатке, они в конце концов кристаллизуются в виде наиболее устойчивых в данных условиях собственных минералов. Присутствие той или иной фазы определяется, разумеется, конкретным соотношением элементов в остаточном флюиде, температурой и давлением во время их кристаллизации.

«Чужие» в пегматитах

Во многих месторождениях гранитных пегматитов, относящихся по составу к редкометалльным (с повышенными

концентрациями Li, Be, Cs, Ta) или к слюдоносным (содержащим крупные кристаллы мусковита промышленного качества), нередко встречаются сульфидные минералы, т.е. соединения серы с различными металлами: Fe, Cu, Pb, Zn, реже Ni, As, Bi и др. Эти минералы, прежде всего пирит (FeS_2), пирротин (FeS), халькопирит (CuFeS_2), характерны для совсем других типов месторождений (гидротермальных) и в принципе не должны присутствовать в гранитных пегматитах. Тем не менее они фиксируются здесь очень часто, особенно в зонах метасоматического изменения либо поздней кристаллизации.

На одном из крупнейших в мире месторождений лития и цезия — Бикита, расположенном в юго-восточной части африканского государства Зимбабве, сульфиды меди (халькопирит и халькозин — Cu_2S) так характерны для центральных частей Главного пегматитового тела, что по зеленым и синим продуктам их изменения (малахиту и лазуриту) удается проследить ядро тела, к которому приурочены линзы поллуцита — ценного цезиевого силиката. В 1994 г. нам удалось найти довольно крупные выделения почти бесцветного сфалерита — клейофана (ZnS), здесь не отмечавшегося. Этот минерал явно цементирует ранее образовавшиеся кристаллы кварца [3].

Совершенно ясно, что сера, присутствовавшая в небольших количествах в составе пегматитового расплава, не входила в главные минералы кристаллизовавшегося пегматита — полевые шпаты, кварц, поллуцит, Li-силикаты — петалит и сподумен, Li-слюду — лепидолит. Она накапливалась в остаточном флюиде и только в конце процесса, когда концентрация достигала необходимого уровня,

а температура снижалась, образывалась сульфиды железа, меди и цинка.

В слюдоносных пегматитах основную часть жил составляют полевые шпаты, кварц и слюды (мусковит и биотит), а в качестве менее распространенных минералов здесь достаточно обычны апатит, гранат, черный турмалин (шерл) и в некоторых случаях — берилл, колумбит (сложный оксид Nb и Ta), касситерит (SnO₂), ортит, фосфаты редкоземельных элементов — монацит и ксенотим, циркон, а также уранинит, особенно характерный для Северной Карелии. Казалось бы, сульфидам в этой группе делать нечего. Однако во многих жилах Восточной Сибири мы наблюдали пирит и пирротин. Кроме того, в нескольких случаях зафиксированы халькопирит и галенит (PbS). А в одной из жил Чуйского месторождения геологу А.В.Ткачеву удалось обнаружить еще сульфиды висмута и такие редкие соединения, как селенид свинца и теллурид серебра!

Каково же положение сульфидной (и подобной ей) минерализации в слюдоносных пегматитах? Как и в редкометалльных объектах, сульфиды обычно наблюдаются в центральных частях пегматитовых тел, формировавшихся от периферии к центру, т.е. в участках остаточной кристаллизации. Кроме того, выделения пирротина могут входить в состав секущих метасоматических зон кварц-мусковит-плагиоклазового состава, явно более поздних, чем зоны первичной кристаллизации. Наконец, кристаллы галенита обнаружены нами в небольших пустотах, инкрустированных гребенчатыми кристаллами альбита поздней генерации. Они образовались в самом конце нового повышения щелочности растворов — заключительной стадии послемагматических процессов в мусковитовых пегматитах [4].

Таким образом, чуждые редкометалльным и слюдоносным пегматитам сульфидные минералы возникают только в самом конце процес-

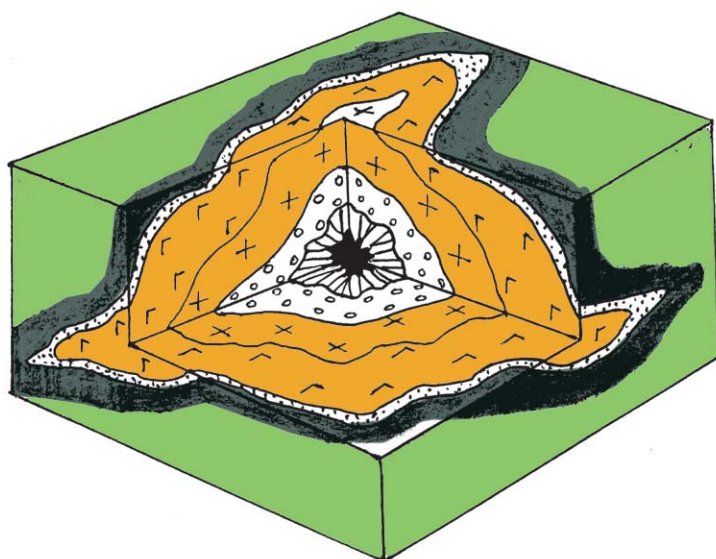
са вследствие накопления серы (селена или теллура) и металлов в остаточных растворах — уже на послемагматическом этапе формирования пегматитов.

Минералогическое разнообразие «карманов»

Пожалуй, самое большое число редких минералов, связывающих в своем составе элементы, несовместимые с элементами главных минералов пегматитовых жил, наблюдается в так называемых миароловых пегматитах. Это пегматитовые жилы, содержащие крупные или мелкие полости, а в них — кристаллы как порообразующих, так и разнообразных второстепенных или очень редких минералов (см. таблицу). Полости называют в разных странах (и даже в отдельных частях стран) по-разному: миаролы, занорыши, камеры, пещерки, карманы. Именно в таких полостях находят крупный горный хруст-

Некоторые редкие минералы, встречающиеся в полостях миароловых пегматитов

Минералы		
ниобия и тантала, редкоземельных элементов, урана и тория	висмута, ванадия, сурьмы, мышьяка и серы	разные
алланит, или ортит	бейерит	боромусковит
бастнезит	бисмит	воробьевит, или морганит (Cs-бериллы)
бехнерит	висмуткоколумбит-висмутотанталит	гамбергит (гидроксилборат Be)
гадолинит		данбурит (боросиликат Ca)
гелландит	висмутомикролит	ильменит-пирофанит
икснолит	геокронит	(оксиды Fe, Ti, Mn)
ильменорутил-стриверит	зимбабвеит	касситерит (оксид Sn)
колумбит-танталит	клинобисванит	кукеит (Li-хлорит)
микролит-пирохлор	намбит	литофилиит-трифилин (фосфаты Li, Mn, Fe)
минасжерайсит	пухерит	петалит (силикат Li и Al)
ринерсонит	стибиоколумбит-стибиотанталит	поллуцит (силикат Cs, Na и Al)
самарскит		секанинаит (алюмосиликат Fe и Mg)
ферсмит		сподумен, кунцит, гидденит (Li-пироксены)
эксенит-поликраз	стибиомикролит-стибиобетафит	тетравикманит (гидроксид Mn и Sn)
эшинит		тусионит (борат Mn и Fe)
		циркон-гафнон (силикат Zr и Hf)
		эльбаит (Li-турмалин)



- | | | | |
|---|---|---|-------------------------------|
|  | Мелкозернистый пегматит гранитного состава |  | Кристаллы, окружающие полость |
|  | Графические сростания кварца с полевыми шпатами |  | Вмещающие породы |
|  | Кварцевое ядро |  | Измененные вмещающие породы |

Схема строения тела гранитных пегматитов с миароловой полостью.

таль — прозрачные бесцветные или слабо окрашенные кристаллы кварца, а также драгоценные камни (хорошо окристаллизованные и прозрачные аналоги непрозрачных минералов, развитых в основной массе пегматитовых тел): аквамарин, гелиодор, морганит, топаз и турмалин всех цветов радуги, кунцит и гидденит.

Даже при беглом взгляде на список минералов, встречающихся в миароловых пегматитах, мы видим, что среди них немало концентраторов не характерных для гранитной магмы элементов — Sb, Bi, As, Pb. Они обычны в гидротермальных рудных месторождениях (как правило — в составе сульфидов), но в гранитных пегматитах их появление выглядит несколько странно. Тем не менее многие из упомянутых

в таблице минералов были впервые обнаружены именно в пегматитах [5]. При этом средние содержания странных элементов в пегматитовых телах очень низки, и мы опять имеем пример экстремального их концентрирования.

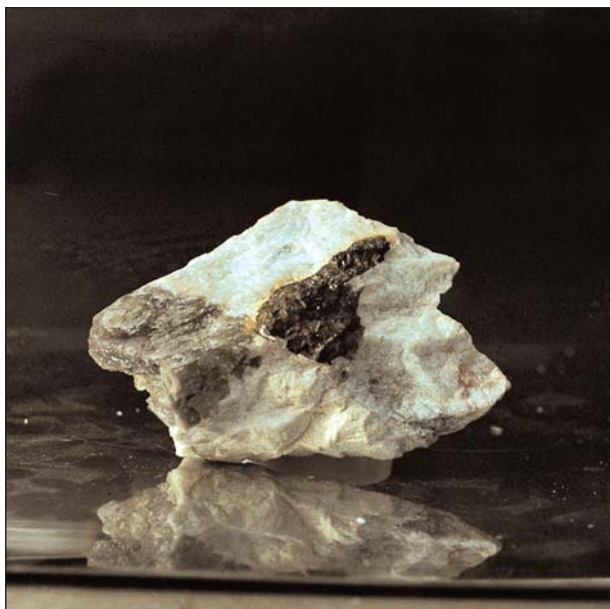
Уже в 1846 г. был открыт силикат цезия — поллуцит в миароловых пегматитах о. Эльба в Тирренском море. Ни вмещающие гранодиориты, ни пегматитовые жилы при их валовом анализе не характеризовались сильно повышенными концентрациями редких щелочей (Li, Rb, Cs). Однако сравнительно небольшие пегматитовые жилы возле Сан-Пьеро-ин-Кампо дали мировой науке ряд новых минеральных видов, а музеям всего мира — массу уникальных образцов с прозрачными кри-

сталлами эльбаита (названного по имени острова), петалита, спессартина (розовато-оранжевого граната), микролита, гамбергита, многих минералов группы цеолитов.

В наши дни наиболее яркий пример широкого круга минералов, концентрирующих элементы, несовместимые с породообразующими минералами пегматитов, представляет Малханское месторождение в Центральном Забайкалье, изучаемое моими коллегами В.Е.Загорским и И.С.Перетяжко на протяжении многих лет. Это уникальное месторождение цветных турмалинов, топаза, данбурифта, воробьевита, поллуцита связано с субредкометалльными гранитными пегматитами. В них несколько повышены (по сравнению со средними цифрами для пегматитов) содержания Li, Pb, Cs, Be, Sn, Ta и Nb, хотя они и уступают концентрациям этих элементов в собственно редкометалльных пегматитах.

В миаролах Малханских пегматитов встречаются многочисленные редкие минералы, образованные на последних стадиях пегматитового процесса и содержащие элементы, концентрации которых в средних пробах относительно невысоки: Sb, Zr, Hf, Ti, редкие земли, уран и торий.

Любопытно также повышенное содержание висмута в виде примеси (от 2 до 15 г/т) в полевых шпатах, кварце, слюдах. При недостатке тантала, ниобия или серы, которые образуют танталониобаты и сульфиды Bi и Pb, эти два элемента входят в состав турмалина, кристаллизующегося в миаролах. Так, на жиле Западная-1 поздний турмалин содержит до 0.55% Bi_2O_3 и 0.54% PbO. Аналогичные явления, по данным Р.Шигли, наблюдаются в некоторых турмалинах Бразилии (до 0.83% Bi_2O_3 и 2.38% CuO), а также Памира и Гиндукушского хребта.



Фергусонит из центральной части пегматитовой жилы. Длина образца 7 см. Месторождение Слюдянка (южный берег Байкала).

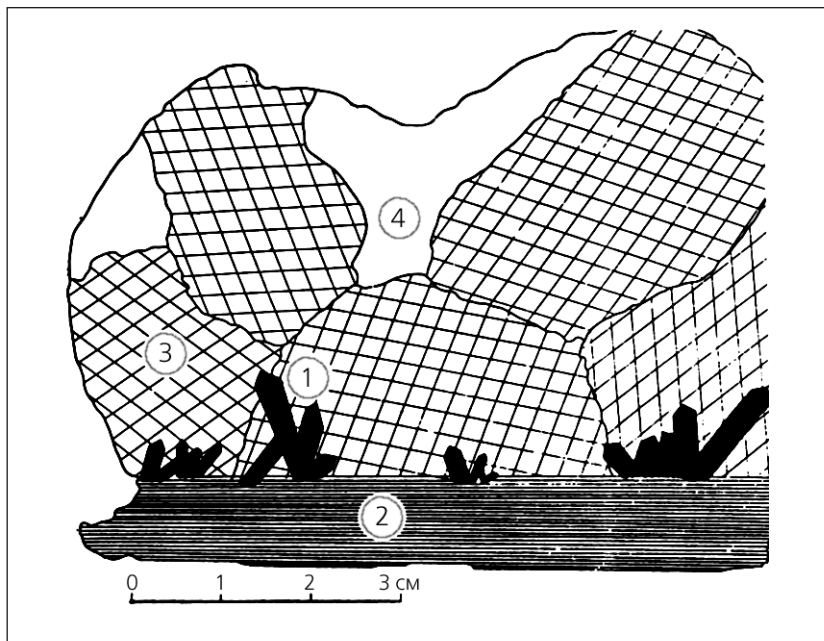


Прозрачный воробьевит из занорыша. Длина образца 3 см. Завитинское месторождение (Забайкалье).



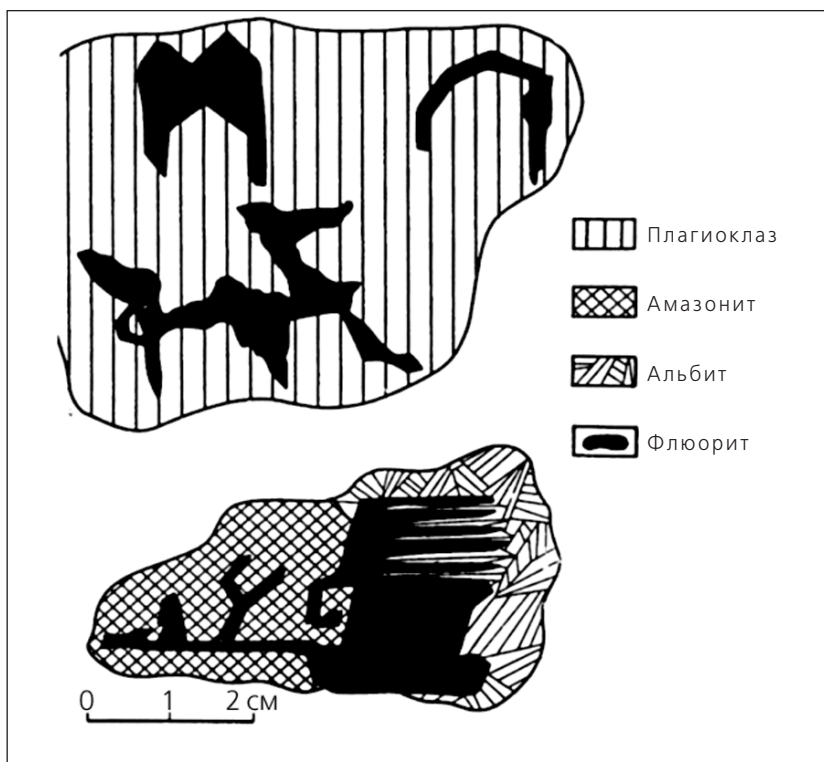
Глыбы поллуцита, окрашенные в зеленый цвет продуктами окисления медного колчедана. Месторождение Бикита (Зимбабве).

Фото автора



Идиоморфные кристаллы циркона (1), нарастающие на пластину биотита (2) и замещающие полевой шпат (3) и кварц (4). Месторождение Куру-Ваара (Карелия).

Рисунок А.Г.Жабина



«Скелетные» метакристаллы флюорита. Пегматиты Западных Кейв (Кольский п-ов).

Рисунок А.Я.Лунца

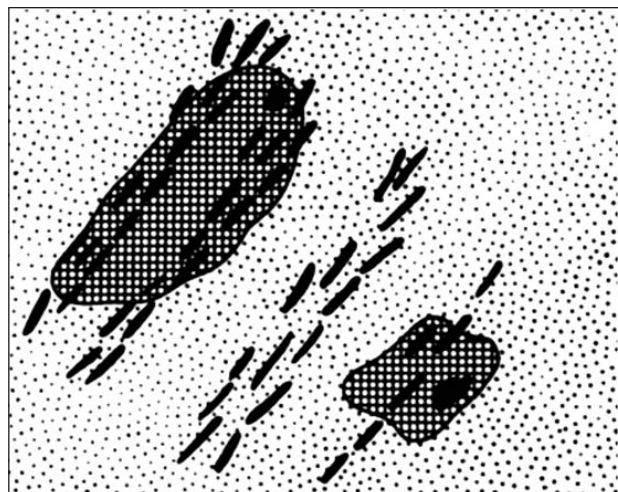
Кристаллы-метасомы

Концентрирование несовместимых элементов на последних стадиях пегматитового процесса происходит не только при образовании полости в центральных частях пегматитовых тел (при проявлении миароловой фазии [6], которая свойственна в равной степени пегматитам разных формаций: кристаллоносной, редкометалльной, слюдоносной). Мы уже упоминали о редкоземельных минералах и сульфидах на заключительных стадиях формирования пегматитов, лишенных полосей. В некоторых случаях поздние минералы явно ксеноморфны (они подчиняются очертаниям ранее образовавшихся кристаллов, заполняя промежутки между ними). Однако не менее распространены и поздние индивиды минералов, имеющие собственную огранку. Такие случаи требуют особого внимания.

Как показал в свое время один из крупнейших знатоков пегматитов В.Д.Никитин, детальный анализ поверхности кристаллов уранинита, касситерита, граната и других минералов на их контакте с вмещающими полевыми шпатами и кварцем свидетельствует о том, что акцессорные минералы активно «завоевывают» пространство. Они идиоморфны (имеют свойственные им формы кристаллов, хотя образуются позже окружающих минералов). Причина таких взаимоотношений заключается в механизме роста кристаллов-метасом (метакристаллов), замещающих окружающую среду. В тонкой пленке флюида, разделяющего замещаемые и растущие минералы, происходит одновременно растворение неустойчивых в данных условиях фаз и кристаллизация новых — со свойственной им огранкой, соответствующей именно их кристаллической решетке.

Цепочки метакристаллов фергусонита, пересекающие зерна магнетита и мелкозернистый альбитовый агрегат. Гора Плоская (Кольский п-ов).

Рисунок А.Я.Лунца



Особенно много примеров кристаллов-метасом и агрегатов минералов, образующихся на поздних стадиях пегматитового процесса, наблюдается в пегматитах редкометалльно-редкоземельной формации, которые занимают по величине начального давления промежуточное положение между собственно редкометалльными и кристаллоносными пегматитами. Здесь мы видим образование причудливых по форме кристаллов и агрегатов флюорита (CaF_2), а также фергусонита, самарскита, эвксенита.

Иногда более позднее формирование минералов этой группы совершенно явное: их зерна или цепочки кристаллов пересекают границы между зернами ранее образовавшихся минералов. В других случаях необходимо тщательное изучение граней кристаллов-метасом, чтобы показать, что они действительно выросли в процессе замещения окружающих минералов, что их идиоморфизм не означает более раннее образование.

Пегматиты такого типа достаточно широко распространены в нашей стране и детально изучались на Кольском п-ове, в Ильменских горах на Урале, в Прибайкалье.

Концентрирование элементов в процессе эволюции пегматитов

Как было показано П.Черны с соавторами, экстремальное фракционирование элементов происходит на всем протяжении формирования пегматитов: при зарождении и дифференциации гранитных магм, а затем в самих пегматитовых телах [7]. При этом наиболее резкое фракционирование наблюдается в зональных пегматитах с постепенной эволюцией состава во времени.

Подчеркнем еще раз, что редкие элементы, присутствующие в пегматитовом расплаве, делятся на две группы: совместимые с породообразующими минералами и входящие в них полностью или частично в виде изоморфных примесей и несовместимые, которые накапливаются в остаточном расплаве или растворе. К первым относятся Ge, Ga, Mn — кристаллохимические аналоги Si, Al и Fe, а также Rb, Ba, Sr — аналоги K и Ca. Ко вторым — редкоземельные элементы (иттрий и лантаноиды), Th и U, Nb и Ta, Bi и Sb, S и As, целая группа халькофилов. Летучие компоненты (OH, F, Cl, B, P) частично могут входить

в состав рано кристаллизующихся слюд, турмалина, апатита, но основная их масса накапливается в остаточном флюиде. Кроме того некоторые редкие элементы, например Be, Zr, Sn, в зависимости от ряда факторов (щелочности расплавов, режима температуры и давления, исходной концентрации) входят в состав рано кристаллизующихся аксессуарных минералов (берилла, циркона, касситерита) или тоже сохраняются во флюидной фазе.

Определяющий момент в эволюции большинства пегматитовых тел, имеющих магматический генезис, — закрытость пегматитовой системы, т.е. автономное развитие отделившейся порции расплава. Именно этим, в соответствии со взглядами А.Е.Ферсмана, К.А.Власова, А.И.Гинзбурга и их последователей, пегматитовый процесс отличается от пневматолитового и гидротермального. Закрытость (замкнутость) системы создает условия для сохранения всех ее компонентов, для изменения давления, связанного с наличием в расплаве летучих компонентов и эволюцией температуры, для последовательной кристаллизации зон от периферии к центру.

Кристаллизация внешних зон пегматитовых тел обычно начинается с образования мелкозернистой (вследствие быстрого охлаждения) оторочки состава, близкого к гранитному, т.е. с соотношениями компонентов, отвечающими валовым концентрациям. Эта оторочка создает изолирующий «футляр», внутри которого происходит автономное развитие процесса дальнейшей кристаллизации. Если состав оставшегося расплава близок эвтектическому, далее идет длительная совместная кристаллизация кварца и полевых шпатов, нередко в виде графических сростаний. Выход из расплава большей части Si, Al, K, Ca, Na и их аналогов приводит к постепенному возрастанию концентраций остальных элементов, прежде всего Fe и Mg, которые вместе с частью летучих (ОН, F) и редкими элементами группы железа образуют кристаллы биотита. Обычно они заполняют трещины в графической зоне, возникшие при сокращении объема охлаждающейся системы.

Дальнейшая эволюция остаточного пегматитового расплава идет неодинаково в различных формациях — в зависимости от давления, температуры и состава исходной магмы. Нередко на ход процесса влияет ликвация (разделение) расплава и самостоятельное развитие его частей. Главные

образующиеся минералы — это силикаты и алюмосиликаты щелочных элементов: Li — петалит и сподумен, K — мусковит и калиевый полевой шпат, Na — альбит. Если имеется избыток кремнезема, в центре пегматитового тела формируется крупное кварцевое ядро или серия кварцевых линз. Несовместимые же элементы вместе с летучими компонентами все еще сохраняются в остаточном флюиде.

Даже в «пустых» (со средними концентрациями редких элементов) пегматитовых телах мы иногда наблюдаем (как правило, в их верхних или центральных частях) гнезда с лепидолитом, бериллом, колумбит-танталитом, цветным турмалином, т.е. минералами, свойственными редкометалльным жилам. В других случаях возникает целая гамма редкоземельных фаз. Разумеется, конкретная ассоциация, образующаяся при кристаллизации остаточного флюида, определяется и термодинамическими условиями, и исходными содержаниями элементов, и ходом начального минералообразования [8]. Кроме того, возможен уход остатка за пределы пегматитовой жилы, если этому способствует тектоническая обстановка.

Минералогически наиболее интересны продукты экстремального концентрирования несовместимых элементов в центральных частях жил,

когда в полостях или в результате метасоматических процессов возникают странные для данного типа пегматитов минералы или, казалось бы, невозможные комбинации элементов, остающихся во флюидной фазе. Именно так в небольших карманах одной из редкометалльно-мусковитовых жил в Зимбабве образовался тантало-ниобат мышьяка, свинца и щелочных элементов — зимбабвеит, в редкометалльных пегматитах Бразилии появился силикат бериллия, иттрия и кальция — минасжерайсит, в миароловых пегматитах США возникли ванадаты висмута — клинобисванит и пухерит, а в редкометалльных пегматитах Намибии — ванадат висмута и меди, названный намибитом.

Нет сомнения в том, что в ближайшие годы мы станем свидетелями открытия в гранитных пегматитах ряда новых минеральных видов — подчас совсем не гранитных или даже невероятных по сочетанию элементов. Залог этому — всегда наблюдающееся в специфических условиях закрытой эволюционирующей пегматитовой системы экстремальное концентрирование многих редких элементов. ■

Работа выполняется при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований. Проект 98-05-64197.

Литература

1. Шмакин Б.М. Удивительный мир пегматитов // Природа. 1988. № 4. С.58—68.
2. Shmakin B.M. // Applied Geochemistry. 1992. V.7. №5. P.459—468.
3. Shmakin B.M., Wedepohl A.I. Some geological, mineralogical and geochemical features of the Bikita rare element pegmatite deposit // Intraplate magmatism and tectonics of S.Africa. Harare, 1997. P.46—47.
4. Шмакин Б.М. Мусковитовые и редкометалльно-мусковитовые пегматиты. Новосибирск, 1976.
5. Загорский В.Е., Перetyazhko И.С., Шмакин Б.М. Гранитные пегматиты. Новосибирск, 1999. Т.3: Миароловые пегматиты.
6. Шмакин Б.М. Пегматитовые месторождения зарубежных стран. М., 1987
7. Cerny P., Meintzer R.E., Anderson A.J. // Canad. Mineralogist. 1985. V.23. P.381—421.
8. Shmakin B.M., Makagon V.M., Zagorsky V.Ye., Peretyazhko I.S. // Canad. Mineralogist. 1999. V.37. № 3. P. 843—844.

Амурского тигра нельзя не сохранить!

Е.Н.Смирнов

По радиосигналу

Зоологи и охотоведы, занимающиеся изучением биологии тигра, начиная со времен Л.Г.Капанова применяли метод зимнего тропления. Это трудный, но исключительно эффективный способ прочитывать по следам на снегу все действия тигра. За 50 с лишним лет собрано и опубликовано достаточно информации о зимнем житье-бытье тигров. Однако есть в этом методе одно серьезное «но»... Мы знаем зверя не «в лицо», а «по пятке». А вдруг след оставил не тот зверь, что прошел год назад? Уже несколько лет специалисты наблюдают за многими дикими животными, надев им радиоошейники. Этот способ мы начали применять с 1992 г., когда изучать амурского тигра к нам прибыли американские зоологи. О работе совместной русско-американской группы тигроведов в первые шесть лет в «Природе» уже сообщалось (1999. №6. С.40—50).

За прошедшие с той поры годы мы отловили и надели радиоошейники 25 тиграм: 16 застали возле меченых ими деревьев, шесть на жертвах, а три пришли на голос домашнего поросенка, записанный на магнитофонную ленту. Последнее довольно странно, так как в начале своей работы мы пытались подманить зверя на живого поросенка (и козленка, а прежде того была собака). Купили их и давай таскать каждую ночь в тайгу, кого на сворке, кого на плече. Привяжем к дереву, а вокруг петли понаставим. Результат — нулевой. И поросенок, и козленок всю ночь кричат, а тигр слушает издали, ухмыльнется в усы и уходит стороной. Так на домашнюю дичь мы никого и не поймали.

Ставили петли и без живой приманки — на тропах возле меченых тиграми деревьев. Ждали иногда по две-три недели. Наконец зверь пришел, но не попался в петлю — жди опять. Значит, что-то не учли, плохо скрыли ее. Опытный охотник знает, на каком расстоянии от приманки поставить капкан (это у них, у нас — петлю Олдрича), как правильно его установить, замаскировать, как не «наследить» и еще тысячи мелочей. Мы старались соблюсти все премудрости: выбрать диаметр петли и глубину ее установки так, чтобы тигр наступил точно в центр, тогда петля затягивается, где надо. Обычно зверь попадает в нее передней лапой, оказывается накоротко привязанным к дереву и не может делать резких рывков. Так всегда и было, но один неудачник попался в петлю задней лапой и стал рваться с такой силой, что сломал себе две плюсны. Пришлось вызывать хирурга, чтобы сделал операцию и наложил шину. Радиоошейник тигру, конечно, надели. Первые два месяца хищник питался барсуками, а потом успешно охотился на изюбрей, косуль и кабанов.

Чтобы избежать лишних травм, петли приходится проверять дважды в сутки (утром и вечером), но и своя жизнь тоже дорога — замешкаешься при осмотре, не исключена встреча с тигром. Так что надо управиться за час-полтора, не больше. Удобнее, конечно, ставить петли с радиомаяком, тогда тигра можно обнаружить за два-три часа. Выходит, радиосигнальное устройство очень полезно уже при отлове властелина тайги, а не только для изучения его жизни. Отлавливая тигров, случается встретить других, не менее грозных обитателей — самцов бурого (самок — исключительно редко) и гималайского медведей. Так что всегда нужно быть начеку.

Но вот ошейник надет, т.е. зверь помечен. Сигнал сильный. Сколько метров до тигра? Не

© Е.Н.Смирнов.

Окончание. Начало см. в предыдущем номере.

спугнем ли его? Тогда поведение будет аномальным, а мы изучаем нормальное. Берешь пеленг, через 500—1000 м — второй, наносишь на карту. До тигра — 500, 300, 200 м, лучше вернуться к первой отметке, с расстояния меньше 500 м можно напугать его, да и самим опасно. Были случаи, когда выходили прямо на тигра. Мне надо было пройти по тропе в избушку, а сигнал метрах в 50... Покурил, покричал и пошел — надо! Через два дня возвращаюсь, сигнала, слава Богу, нет. Пошел посмотреть, какие следы оставил тигр. В 40 м — останки изюбря, мясо съедено. Зверь ушел, а все равно страшно.

Американцам было еще хуже. По неопытности они так близко подошли однажды к тигру, что он зарычал и бросился на них. Ребята скинули рюкзаки, закричали, пощипали из газового баллончика и спешным порядком — вниз по крутому склону, на кордон. Еще два дня зверь находился на том же месте, а когда ушел, можно было спасти походный скарб. Но большого урона тигр не нанес, порвал только рюкзак и спальник (теперь они лежат как сувениры), а колбасу почему-то даже не тронул.

Питание радиопередатчика рассчитано на 2—2.5 года. Как поменять ошейник? Надо снова ловить зверя. Надежнее застать его на жертве. Научились подходить к ней так, чтобы спугнуть тигра и настроить петлю. Идем — один радиоприемником ловит направление сигнала, другой бросает камни, палки, ломает сухостоины, создает много шума. Громко разговариваем, наготове фальшвейеры, газовые баллончики. Оружие хотя и с нами, но оно — на самый крайний случай. После выстрелов тигры, как правило, не возвращаются.

Часто жертва оказывается в таких дебрях, куда и петли не затащишь. Попробовали использовать вертолет МИ-8. Научились стрелять из него снотворным, спускаться и подниматься по специальному устройству. Метод «пошел» и оказался особенно хорош в декабре—марте, тогда легче увидеть и догнать тигра. Трудно только в непогоду и в темнохвойной тайге. Чтобы заменить передатчик у некоторых зверей, приходилось летать по несколько раз: то ветер поднялся, то тигр забрался в кедровник, то спрятался под скалу. Но удалось надеть новые ошейники всем «нуждающимся».

А что делать, если зверь сбросил ошейник или погиб? Сигнал есть, значит, нужно найти и узнать, что случилось. Иногда на такие поиски уходит недели три. Далеких тигров мы прослушиваем с самолета АН-2 раз в неделю, и если дважды подряд ловим неактивный сигнал и с одного места, отправляемся пешим ходом выяснять причину. Однажды пять дней и три радиоприемника понадобились для того, чтобы обнаружить трагедию. В очень узком распадке со множеством скальных обнажений, сильно

отражающих сигнал, в крайне захлавленной старой гари нашли труп тигра под упавшим на него деревом. Набравшись опыта в поисках, теперь мы тратим на них всего день-два, а ошейник гималайского медведя (он тоже — объект наших наблюдений), потерявшего его на дереве, нашли за несколько часов.

Самое сложное в радиослежении — пеленговать уходящего тигра. Хорошо, если он в пределах досягаемости с автотрассы, а ежели в глухой тайге? Вокруг горы, часто — крутые, сигнал из-за них ослаблен. А тигр идет, и ты за ним. Сигнал то пропадает, то снова появляется. И солнышко село, и ночь на дворе, и кушать хочется. Разбиваешь палатку, разводишь костер. Утром проблема — на какую сопку лезть, чтобы запеленговать зверя? Пока не пришла на помощь авиация (АН-2 и МИ-8), искали не один день. С самолета или вертолета мы слышали, как прарвило, всех меченых тигров, но когда приходили на место, где запеленговали хищника, его и след простыл. Опять несколько дней вхолостую. Видимо, летать надо 3—4 раза в неделю, а это очень дорого.

Мы пытались надеть тигру «космический» радиоошейник. Но, во-первых, он чуть ли не вдвое больше обычного, а, во-вторых, как показал опыт, спутник ловит сигнал не везде и не всегда. Эксперимент продолжается, и мы надеемся, что будут у нас и малогабаритные ошейники, прослушиваемые со спутника. А пока продолжаем гоняться за мечеными и неуловимыми хищниками.

В снежный период встаем на след тигра и тропим его до следующего снегопада. Этот старый испытанный метод вместе с радиослежением позволяет изучать нашего хищника не урывками, а постоянно и на протяжении долгого времени, делает работу почти безошибочной. Замечу, по зимнему троплению у русских зоологов и без того накоплен богатейший материал.

Всему новому мы постоянно учились и за основной считали принцип — «не навреди зверю!» Если есть хоть какая-то опасность (водоем, овраг, сухое дерево, густые заросли и т.д.) петлю не ставь; не беспокой его, не подходи близко при радиослежении. Стреляй шприцем только наверняка и с небольшого расстояния; наблюдая с вертолета, не гони тигра более 30 минут, работай только при большом снеге и не в темнохвойной тайге или густых зарослях кустарника. **Лучше не делать ничего, чем загубить зверя.**

Сохранение популяции тигра, как и многое другое, зависит от того, какая у него территория. А это не засеянное поле, ее так просто не измеришь, она у разных хищников разная. С чем это связано? Здесь так много вопросов, что на них можно ответить лет через 20—30,

и то не на все. Пока у нас немного данных на сей счет, к тому же и они нуждаются в подтверждении.

Связан ли размер участка взрослого тигра с его возрастом, сказать трудно. Самая большая территория — 2254 км² — принадлежала самцу, которому мы надели ошейник в возрасте 3-4 лет и потом наблюдали 2,5 года. Другой, помеченный 7-летним, владеет участком в 1549 км², а поместья третьего, достигшего 4-5-летнего возраста и через шесть лет исчезнувшего из нашего поля зрения, составляли 417 км². Величина участка, конечно же, зависит от индивидуальных особенностей тигра, наличия партнерш и соперников, обилия дичи. Причин много. Но у самцов территория всегда больше, чем у самок, у наших тигриц она колеблется от 379 до 574 км².

По радиосигналам мы выяснили, что молодые (18—20-месячные) самцы всегда покидают материнский участок искать места под солнцем и в поисках проходят очень большие расстояния. Один тигр-подросток по имени Коля обошел весь заповедник, но мы, к сожалению, не знаем, обосновался ли он где-нибудь, поскольку отказали батарейки радиоошейника и связь прекратилась. Молодые тигрицы, в отличие от самцов, чаще всего остаются во владениях матери, и та с каждым новым выводком, т.е. через 1,5—2 года, «отрезает» часть своей территории дочке, а если мать гибнет, дочка занимает весь ее участок.

Сейчас мы знаем величину индивидуальной территории пяти самок и трех самцов, и, как выясняется, чем больше информации о звере и чем дольше срок наблюдений, тем точнее и больше эта величина. Так что нам еще надо работать и работать.

О плодовитости амурского тигра мнения разные. Н.А.Байков писал в 1925 г., что у тигриц бывает один помет каждые два года. Затем, с подачи тигрологов, распространились несколько иные сведения: мол, самка водит котят три года и только после этого может окотиться снова. В публикациях зоологов изредка появляются сомнения, так ли на самом деле? Как доказать?

С помощью радиоошейников мы точно определили, что тигрята уходят от матери не в три года, а в 15—20 месяцев. Дети трех тигриц — Ольга, Коля, Кузя, Барт — в разные годы покинули семейное гнездо в возрасте до 20 месяцев, а мамы через 4—5 месяцев принесли новое потомство. Так что Байков был прав.

Как мы теперь знаем, самки достигают половозрелости к 3—5 годам. Об этом писали и раньше, но не приводили никаких доказательств. У нас они есть: у Ольги тигрята появились, когда ей было 3,5 года, у Наташи — на пятом году жизни, а у Нади — на шестом (но возможно, это был второй помет). О времени по-

лового созревания самцов мы, к сожалению, никакой информацией не располагаем. Ко времени расставания молодые самки достигают размеров матери, а самцы и превосходят: у одного нашего подопечного тигренка (всего лишь 13-месячного) размер пятки был 10 см, а у его мамы — 9. Еще раньше, в годовалом возрасте, у тигрят меняются молочные зубы на постоянные, поэтому лишь в полтора-два года подростки способны охотиться самостоятельно. Не много информации, но зато — достоверная.

Соперник в охоте, любитель автотрасс

Чем тигр питается и сколько съедает за год? Одни зоологи утверждают, что 100 изюбрей и кабанов, другие — 50, а третьи — 30. У каждого полосатого хищника свой аппетит, свое меню. Один любит кабанчиков, второй — изюбрей, третий — пятнистых оленей, а некоторые предпочитают медвежатину. Всякая мелочь — барсуки, мышевидные грызуны, вороны и т.д. — не в счет. Я разобрал несколько сотен экскрементов тигра и обнаружил, что в его рационе часто встречается трава, труха, а изредка и хитин насекомых. Но конечно же благополучие популяции зверя в уссурийской тайге целиком зависит от обилия копытных, главным образом изюбря и кабана, в отдельных местах — косули и пятнистого оленя.

В среднем тигр убивает жертву через 6—7 дней (бывает — через 10—15 и даже 20), а за год — 50—60 крупных копытных. Много это или мало? По-моему, этот вопрос и задавать незачем — сколько ему надо для жизни, столько и берет. Но большинство местных охотников считает, что кабан, косуля, изюбрь — все съедобное — принадлежит им, и тигр губит их скотину. Значит, он вредный зверь, и его необходимо уничтожить. Простейший вариант логики. Инспекция, охотоведы... — тут все отлажено: их не обижай (иногда и поделись) и они тебя не тронут.

На мой взгляд, если ты человек, оставь дикое диким, а сам кормись от своего труда, своего хозяйства. И не следует упрекать тигра в его хищнических повадках. Как правило, он не берет больше, чем может съесть. Задавил изюбря и трапезничает три-четыре дня, на базар не носит. Убил двух-трех зазававшихся кабанчиков и не доел, остатки подберут благодарные харзы, соболи, медведи, вороны, да мало ли кто еще из таежных обитателей захочет полакомиться. Ничто не пропадет. А тигра не заставишь быть вегетарианцем, он хищник по природе.

Без тайги амурский тигр не выживет. Она у нас разная: темнохвойная, кедровая, есть дуб-



Пос. Терней. Здесь находится управление Сихотэ-Алинского заповедника, а в окружающей тайге — владения амурского тигра.

Фото Н.И. Лабецкой

няки, березняки, лиственничники, большие массивы гарей самых разных возрастов. Какие места предпочитает тигр? Об этом много написано, и почти все правильно. Но время вносит поправки. Кедрачи безжалостно вырублены и выжжены, на их место встали молодые леса. Кабана, белки стало меньше, косули, пятнистого оленя — больше, а тигры остались в прежнем количестве. Провели тысячи километров дорог через тайгу, а многие животные вроде и рады этому: светло, далеко видно, удобно ходить. Полосатые кошки, можно сказать, даже полюбили автотрассы и стали свободно разгуливать по ним. Вот несколько случаев, попавших в карту теку заповедника.

«Я из Пластуна ехал на мотоцикле «Урал», в коляске — жена, сзади — дочка. Около Дальнего перевала, где мост перед самым подъемом, жена кричит мне что-то, а я не пойму, что. И рукой показывает. Оглянулся — а тигра сбоку вдоль отвала на махах несет за мотоциклом».

«В семь часов утра на автобусе ехали пять человек. На перевале Дальнем на дороге увидели тигрицу и двух тигрят. У обочины под деревом. Автобус остановился в 15—20 м от них. Тигрица встала, тигрята остались лежать. Кто-то вышел из автобуса и стал бросать в них камни. Тигрица рычала, но не бросалась и в основ-

ном была спокойна. Тигрята так и не встали. Потом мы уехали».

«В конце дня перед моим мотоциклом выскочил из кустов тигр. Хорошо видел морду и грудь. Через полтора часа ехал обратно и, не доезжая 500—600 м до указанного места, опять услышал сзади треск и в этот момент увидел тигра, бегущего за нами на прыжках. Пробежал метров 30 и остановился».

«В 22 часа стояли на дороге, мотор заглушен. Луна. Посмотрел в окно — в 5 метрах на льду собака. Нет, тигр! Осветили фарами. Он голову чуть отвернул, потом лег, голову на лапы положил. Морда — чудо! И смотрит на нас. Приоткрыли форточку — лаяли, орали, мяукали. Ноль внимания. Бросили ему полбулки хлеба. Встал, подошел, понюхал, вернулся на место и лег. Бросили кусок вареного мяса. Подошел, съел мясо и опять вернулся на место. Форточка полуприкрыта, боимся, хоть и сидим в МАЗе. Тигр крупный, хвостом туда-сюда. Шуба богатая, бакки на крупной башке. Сразу видно, мужик. Опять кричали, лаяли, мяукали, светом играли. В общем надоели мы ему. Он встал и отошел за бугорок, одна башка видна, потом лишь уши остались. Мы отъехали и снова остановились. Тигр пошел в обход машины, а мы сдаем параллельно. Все-таки дорогу он перешел, стоит в кустах в 10 метрах. Я вылез из машины, бросил ка-

Перед полетом за «голосами» тигров и медведей.

Фото из коллекции Института по изучению диких животных



Б.Шляер спускается с вертолета к тигру.

Фото Дж.Гудрича



Тигрица, напуганная вертолетом, спасается на дереве.

Фото А.В.Костыри

мень через машину — тигр напрягся. Бросил второй, тигр подошел, понюхал и ушел...»

Тигры, да и другие тасжные животные, не боятся автомобильных дорог и транспорта. Только в первый год после прокладки трассы осторожничают, а потом привыкают к шуму и виду несущихся машин. Копытные спокойно пасутся на молодой поросли, тигры охотятся за ними, а браконьеры — за теми и другими. Почти в каждом автомобиле на трассе — ружье. А если оно есть, значит, можно и пострелять. И печальный результат: по дорогам отстреливается все живое. Не надо много времени и ума, едут по делам и попутно стреляют мясо (не зверя, а мясо!). Ну а коли повезет, то и тигра, то бишь валюту. Конечно, риск есть. Но не большой, особенно если едут двумя машинами. С первой только стреляют и без остановки — дальше. Те, кто во второй, уже без оружия, подбирают и увозят. Если их задержат, они ни при чем: нашли труп, хотели отвезти в инспекцию...

В ноябре 1992 г. браконьеры убили тигрицу Лену. Во время снегопада, возле дороги. Никаких следов не оставили. А у нее — четыре трехмесячных котенка. Если бы они попались на глаза, не было бы и их, но тигрята спали в дупле. Мы отловили котят, и два из них до сих пор живут в зоопарках США.

За 1992—1999 гг. мы поместили 25 тигров. Из них 12 погибли по разным причинам вдоль автотрасс, четыре молодых расселяющихся зверя — скорее всего тоже возле дорог, одна тигрица погибла под упавшим на нее деревом, о судьбе еще двух мы ничего не знаем, так как отказали радиошейники. Печальная статистика. У нас нет точных данных по меченым копытным и другим животным, но совершенно ясно, что автодороги несут им смерть. Конечно, так не во всех странах и даже не по всей России, но на Дальнем Востоке это именно так. Чем больше дорог и чем они лучше, тем больше браконьеров. Если добавить к этому сложную социальную обстановку, полнейший развал охотничьего хозяйства и охотинспекции, а также стоимость тигриной шкуры на черном рынке (6—10 тыс. долл. США), все станет понятно.

Какова доля браконьерского изъятия тигров? Официальную статистику здесь не найдешь. Кто же сознается, что убил зверя из Красной книги? А вот радиослежение позволяет уверенно сказать, что каждый второй меченый тигр погиб от руки человека, причем не только в охотничьих угодьях, но и в заповеднике. Отношения человек—тигр — проблема проблем, острейшая и вечная. Кавалерийским наскоком ее не решишь. Но и отсиживаться в ожидании перемен к лучшему мы не можем, и потому не ждем, а ищем пути разрешения конфликта.

Тигр не должен исчезнуть!

Браконьеры убивают тигров без разбору. А если зверь повадился охотиться в поселках? Не удивительно, что старые, увечные или слишком молодые хищники не прочь полакомиться говядиной. Область их распространения ограничена югом Дальнего Востока, и сегодня тигры значительно чаще осваивают сельхозугодья и берут дань скотом, чем в недалеком прошлом. Если в 1967—1976 гг. они задрали в Тернейском районе лишь восемь телят, то за последующие семь лет — около 10 лошадей да два десятка коров и телят. Отдельные тигры привыкают «пасти» скот и занимаются этим летом и зимой. Как-то в октябре зверь отбил от стада 14 телят, загнал их в лог и в течение недели задрал четырех. Нашли от них «рожки да ножки». В начале декабря он напал на вольно пасущихся коней и некоторых сильно поцарапал. Охотится на скот и самка с потомством. Одна мамаша появилась в поселке с тигренком. Семейной компанией звери обошли лесопилку, зашли на ферму, попробовали прочность дверей и запоров в скотных дворах и ушли. А через некоторое время тигрица, перемахнув через загон, покалечила коня. Испуганные кони вырвались на волю, и она угнала их в лес. Тигренок участия в охоте не принимал, остался лежать в 200 м от бани. В нескольких километрах от поселка она все-таки задавила кобылу и привела к ней тигренка, который хорошо «закусил» задней ногой лошади.

Возле поселка Терней, на левом берегу Серебрянки, ночью 17 июля 1982 г. пастухи услышали рев коров в летнем загоне. Скотник в полной темноте обошел его и увидел лежащего телка. Легонько толкнул его ногой, телок попытался подняться, но не смог. Пастух позвал товарищей, дорезали бычка, решив, что он заболел, ободрали и, успокоившись, пошли спать. Через час снова коровы замычали. Люди вышли из домика, смотря — кто-то дерет другого теленка. Подумали, рысь. Осветили фонариком — тигр. Быстренько соорудили из рваной телогрейки факел, вооружились топорами, лопатами и вчетвером с криками пошли отгонять тигра, который волок добычу к речке. Ни шум, ни крики, ни факел не испугали его, он дотащил тушу (примерно 50 кг) до речки, а пастухи ни с чем вернулись. Утром выяснилось, что и первого теленка задрал полосатый хищник, но при виде человека, бесстрашно шагавшего в темноте, отступил и наблюдал с расстояния в несколько десятков метров.

Быть или не быть таким тиграм? Большинство и жителей, и тигролюбов за то, чтобы отпугивать, отлавливать, усыплять, отстреливать таких зверей. Об этом высказывались в своих пуб-

ликациях и все русские тигроведы. Но делать это должны профессионалы, а не всяк желающий, иначе печальный исход неизбежен.

В местах обитания тигра скотоводство — всегда рискованное занятие, однако местные фермеры скот разводят. А его регулярно воруют тигры. Как избежать, мягко говоря, конфликта? Нам кажется, мы нашли способ: надо убеждать и поощрять и фермеров, и охотников. Правда, наш первый опыт удачным не назовешь. В проекте «Амурский тигр» была предусмотрена выплата компенсации фермерам за потравленный тигром скот. Четыре года они получали ее и стали требовать компенсаций дальше. А американцы отказались. И вот реакция: «Убьем всех ваших тигров!» Что значит, ваших? Американцы платили добровольно из средств налогоплательщиков. Оказывали гуманитарную помощь. Попробуй, объясни это фермерам (а они же и охотники), всегда уничтожающим, по их словам, только надоедливых тигров. Убьют и сегодня, даже получив компенсацию. Они же не в Индии, а в России...

Но мы продолжали свою тактику. При финансовой поддержке международного сообщества создали в Тернее благотворительный фонд «Фермер». Основная задача его — выплачивать деньги за погубленных тигром животных и обучать правильному ведению хозяйства в местах обитания хищника. И охотника тоже надо поощрять, рекламировать за то, что он **не убил** тигра. В Китае за такое убийство — смертный приговор, но никто не был казнен, а тигров остались единицы. Наказания ничего хорошего не дают.

С помощью того же фонда помогаем Тернейскому районному обществу охотников налаживать охрану диких животных. Не все получается, но люди прислушиваются, задумываются, в чем-то меняются к лучшему. Воспитание — процесс долгий, не на год-два. Предстоит работать и с той массой любителей, которые ставят капканы на соболя, норку, выдру, стреляют белку и копытных по лицензии. Уже организуются охотничьи коллективы, в которых бережное отношение к диким животным — приоритет.

Мы пытаемся сохранить в неприкосновенности несколько участков тайги из числа охотничьих промысловых угодий, куда ограничен доступ людей и где не ведутся рубки леса. На деньги гранта поставили шлагбаумы и построили таежные избушки. Результат налицо: где есть охрана, там водятся и дикие звери. Пока эта наша совместная с американцами деятельность оплачивается не Отечеством, а американскими налогоплательщиками... Но нас поддерживают местные власти, многие средства массовой информации. Трудно. В новинку. Приобретаем опыт.

Однако главное в охране тигра (да и вообще всего живого) — политика государства, его за-

бота о сохранности природы. Мы потратили много сил и времени, чтобы «родить» Стратегию охраны тигра. Сейчас она принята на федеральном уровне, издано несколько приказов Госкомэкологии, работают Приморская и Хабаровская администрации — и все в защиту тигра. Его нельзя не сохранить! В середине века амурских тигров спасли государственные законы об охране, нынешняя беззубая политика для этого не годится. Наше дело приложить все свои силы, знания, опыт на пользу местным жителям и диким животным.

И мы много работаем, всем нашим коллективом. Возник он не сразу и не сам по себе. Мы его создавали, взращивали, лелеяли, понимая, что в одиночку много не сделаешь. О каждом из участников можно написать отдельную повесть (кстати, она была бы и интересной, и поучительной), я выделил лишь основных и представляю их в предельно краткой форме.

Сначала — об американских коллегах.

Морис Хорнокер (Maurice Hornocker) — директор Института по изучению диких животных, известный зоолог, посвятивший этому жизнь. В 1991 г. исполнилась давняя мечта Хорнокера — поработать с амурскими тиграми. Благодаря его энергии, умению руководить людьми, душевной доброте, человечности и огромной любви к животным проект «Амурский тигр» работает и расширяет поле деятельности.

Ховард Квигли (Howard Quigley) — зоолог, профессор Фростбургского университета, исключительно эрудированный и интеллигентный человек. Любую проблему понимает с полуслова и всегда окажет помощь. Без его научных консультаций, высокого профессионализма и душевного такта трудно представить нашу работу.

Дейл Микюэлл (Dale Miquelle) — упорный, целеустремленный, упрямый американец (мама — французенка, папа — испанец). Приехал к нам, не зная ни слова по-русски, представления о России — самые примитивные. Тигров изучал, в Непале. Старается объять необъятное, работать может по 20 часов в сутки. Сделал больше, чем можно было ожидать. Все, кто связан с нашим проектом или лично с Дейлом, опасаются одного — как бы он не уехал домой. Правда, Дейл пустил в Уссурийском крае корни — женился на русской девушке, живут счастливо.

Джон Гудрич (John Goodrich) и Линда Керли (Linda Kerley) — молодые зоологи, фанатично преданные идее сохранения всего живого на Земле, с огромным опытом радиослежения за животными. Обеспокоенные судьбой амурского тигра, приехали к нам изучать его. Великолепные ребята, веселые, доброжелательные, умеют работать в тайге. Джон — рыбак и любитель поохотиться на дичь, но не с ружьем, а с луком.



Участники нашей «команды» с пойманными тигрицами — мамой и дочкой. Слева направо: Н.Рыбин, Б.Шляер, А.Костыря, Дж.Гудрич.
Фото из коллекции института



Х.Квигли с тигрицей Ольгой.
Фото Дж.Гудрича

С тигрицей Леной. Слева направо:
И.Николаев, Е.Смирнов, М.Хорнокер.
Фото из коллекции института



Линда предпочитает цветы и морковь. Но главное для них — спасти амурского тигра.

Барт Шляер (Bart Schleyer) — не американец, по его утверждению и убеждению, а аляскинец. За плечами — более 200 пойманных и помеченных в США медведей, теперь — и более 20 амурских тигров. Скромный. Простой. Атлет. Всегда улыбается, страстный охотник, но всегда без ружья. Двухтомную «библию» о луках постоянно носит в рюкзаке. Потрясающий человек, его любят и уважают все! Таких на планете больше нет!

Теперь о тех, кто приехал на Дальний Восток не из-за океана.

Николай Рыбин — украинский таксист, которому надоела его работа, и он подался в уссурийскую тайгу. Устроился в наш заповедник, увидел, как ловят тигров... Парень здоровенный, крепкий, может делать все и в любое время. Освоил все необходимые методики, без него не обходится ни одно серьезное мероприятие.

Алексей Костыря — будущий зоолог, в экологическом плане — «зеленый», без тайги себя не мыслит. Работага, каких мало. Отменный рыбак, турист, скалолаз, аквалангист. Большой люби-

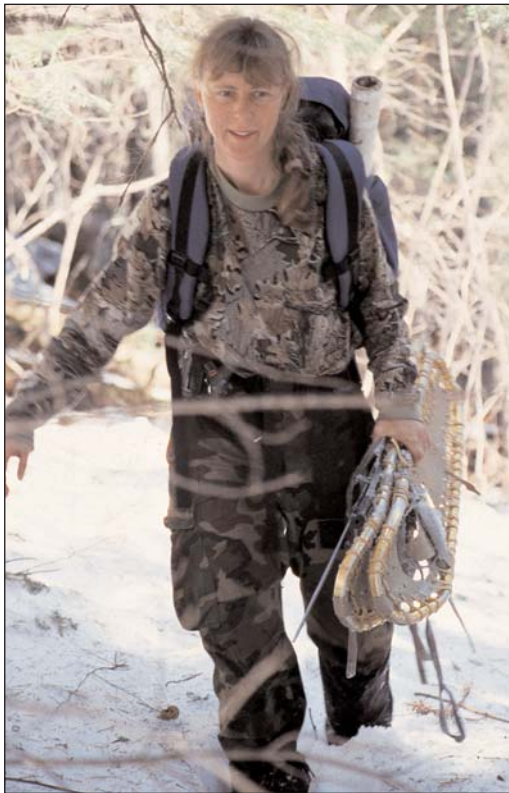
тель полетать на АН-2 или МИ-8 и «послушать» тигров и медведей.

Игорь Николаев — известный русский тигровед, как и его трагически погибший друг А.Г.Юдаков. Оба из одного амурского поселка, вместе прошли многие тысячи километров по следам тигра. Написали единственную в русском тигроведении книгу «Экология амурского тигра» — настольную для каждого, кто изучает этого зверя. Скромный и надежный товарищ во всех случаях жизни.

Евгений Смирнов — зоолог, приехал в уссурийскую тайгу из Москвы. Сначала занимался мышевидными грызунами, с 1981 г. переквалифицировался и стал «тигрятником».

В нашей «команде» меня вполне устраивает роль «вратаря» — «держат удар».

Те, кто нам помогает (сотрудники заповедника, краевых учреждений, журналисты, местные жители) и остались «за кадром», надеюсь, не обидятся. Статья в журнале — не повесть, а всего лишь короткий рассказ о том, как все мы пытаемся сохранить жизнь гигантских редких кошек. Иногда приходится заботиться о них «с пеленок».



Л.Керли в уссурийской тайге.

Фото Дж.Гудрича



На сеанс связи.

Слева направо: Д.Миксуэлл, Дж.Гудрич, Е.Смирнов.

Фото из коллекции института

В декабре от рук браконьеров погибла тигрица Надя, оставив сиротами трех полугодовых котят. Для них это уже солидный возраст, но самостоятельно они жить не могут. Можно бы отловить и их, как мы поступили с осиротевшими трехмесячными тигрятами Лены, но выяснилось, что зоопарки не нуждаются в тиграх. Мы попытались выкормить сирот в тайге. Зима. Снег. Холодно и голодно. Правда, мы знали, что через 5-6 месяцев они смогут добывать пропитание сами. Снег сойдет, проснутся барсуки, енотовидные собаки, бурундуки, мышевидные грызуны, тайга оживет. Охотья — и будешь сытым.

С помощью местных властей бассейн ключа был объявлен временным заказником, охота и рубка леса запрещены. Поставили шлагбум и никого не пускали. Тигрят подкармливали раз в три дня мясом диких животных, а то и «ножками Буша». Мы и себе не позволяли беспокоить малышей. Положим мясо, сделаем небольшой круг, чтобы уточнить, кто был и что делал, и обратно. Никаких фото- и видеосъемок, ни одного журналиста. Конечно, мы тропили тигрят, но в двух-трех километрах от «места их жительства» и только в пята, чтобы не спугнуть. За пять месяцев видели лишь одного из них, причем дважды. Несколько раз к месту подкормки навевался огромный самец, и мы дрожали от страха за тигрят. На счастье, он был к ним равнодушен, съедал мясо и убирался восвояси. Поначалу докучали надоедливые вороны и орланы, но мы научились прятать мясо, а тигрята — ловить пернатых хищников. Наши подопечные задрали и съели двух енотовидных собак. Потом разделились: два тигренка помельче (видимо, самочки) ходили вместе, а третий жил в одиночку. В марте снег начал интенсивно таять, и тигрята стали совершать дальние прогулки и в конце концов подались километров за 20 выше по ключу. Мы продолжили наблюдения до конца апреля, пока не сошел весь снег. Тигрятам было около 10 месяцев, и мы не беспокоились за них. В мае попытались отловить и пометить подросших котят, но, к сожалению, это не удалось. Тем не менее свой эксперимент мы считаем удачным, так как удалось спасти совсем еще не готовых к самостоятельной жизни тигрят-сирот.

Что ждет их в будущем, не станут ли они очередными жертвами человека?

* * *

В начале XX в. тигр был многочислен в России, на него интенсивно охотились, убивая

ежегодно по 50—80 особей, и поголовье стало падать. С 1915 г. хищник исчез с побережья Японского моря, сохранился он лишь в глухой тайге. В 30—40-е годы осталось 30—40 особей, зверь был на грани уничтожения. Его спасла только малочисленность людей в тайге — было где спрятаться от человека. Дальнейшими правительственными мерами (организацией заповедников, заказников, законами об охране тигров и копытных) удалось не только сохранить, но и восстановить численность редчайших кошек. Это большая заслуга, и терять ее было бы позором. А теперь ареал тигра постоянно сокращается из-за лесных пожаров, вырубок, увеличения сельхозугодий, урбанизации и т.д., поголовье диких копытных — критическое, в тайге убивают без оглядки все живое. Половина тигрят погибает естественным путем, остальных добивают браконьеры, прироста почти нет. Тем не менее среди местных жителей много ратующих за то, чтобы исключить амурского тигра из национальной Красной книги, разрешить на него охоту и сократить численность до 100—200 зверей. Это идет от личных обид (съели тигры собаку, корову, порушили капканы, напугали при встрече) и от обычной безграмотности, недостатка верной информации, а черпается она или от соседа, или от «горячего» журналиста. Где правда, где ложь — попробуй разберись. Специалисты — зоологи и охотоведы — крайне редко публикуют свои материалы, и это очень печально. Людей надо образовывать экологически, воспитывать в них рачительных хозяев всех таежных богатств.

Устранить конфликт между тигром и человеком сейчас очень сложно, поскольку в тайге почти не остается мест, где не промышляли бы охотники, куда хоть на время мог бы переселиться «владыка джунглей». Так он и бродит от одного охотничьего участка до другого в поисках тишины, пищи и надежного пристанища.

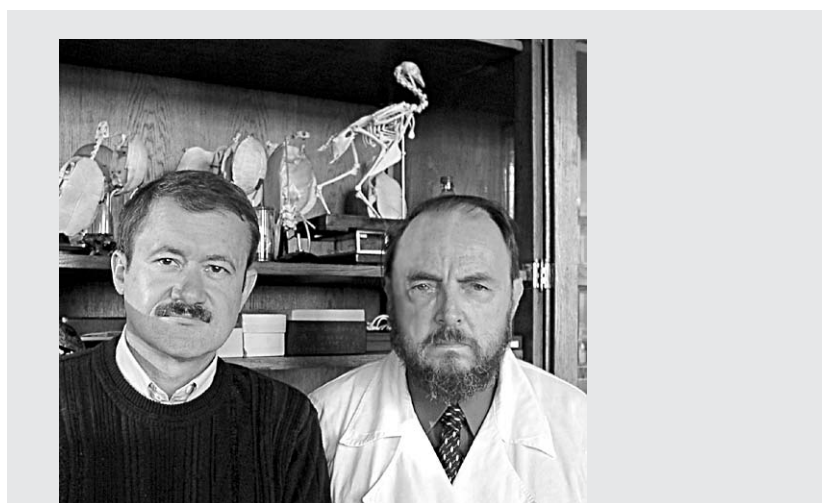
Наша «команда» состоит из «тигриных адвокатов». Совершенно естественно, что мы делим людей на «наших» — сторонников охраны природы (в том числе и тигра), колеблющихся и «не наших». К последним мы причисляем тех, кто считает, что борьба за сохранение девственной природы подобна войне с ветряными мельницами, мол, развитие человеческого общества обязательно пройдет (уже проходит) стадию ее полнейшего уничтожения. Но мы уверены, что так не должно быть — ведь планету нашу населяет *Homo sapiens* — человек разумный. Разум, а не алчность, и должен двигать его поступками. ■

Что делает зоолог-морфолог в тропическом лесу?

Л.П. Корзун, Ф.Я. Держинский

Еще в недавнем прошлом тропические леса у европейцев ассоциировались с враждебной человеку растительностью, а также самыми разнообразными и почему-то прежде всего опасными животными. Теперь же эти хрупкие и ранимые экосистемы воспринимаются как богатейшие на Земле кладовые биологического разнообразия, над которыми нависла реальная опасность необратимого уничтожения. Каждого любителя природы, побывавшего в джунглях, мучает мысль о том, насколько потускнеет лик нашей планеты, если исчезнут тысячи неповторимых существ, созданных эволюцией за миллионы лет. Одни из них оказались на грани существования, другие — уже исчезли, даже не успев попасть в поле зрения зоолога.

Несомненно, для спасения тропических лесов необходимы глубокие экологические знания, в том числе представления о том уникальном месте, которое в сложной системе взаимосвязей занимает каждый лесной вид. Но в тропическом лесу собирать такие сведения крайне сложно. И не только потому, что там трудно работать. Даже застраховав-



Леонид Петрович Корзун (слева), доктор биологических наук, профессор кафедры зоологии позвоночных биологического факультета Московского государственного университета им.М.В.Ломоносова. Область научных интересов — функциональная морфология, орнитология, экология.

Феликс Янович Держинский, доктор биологических наук, профессор той же кафедры. Специалист в области зоологии позвоночных, биомеханики, сравнительной анатомии.

шись различными средствами от подстерегающих болезней и смирившись с изнуряющим климатом, ученый должен проявить огромную настойчивость и недюжинную изобретательность, чтобы собрать хотя бы скромную информацию об интересующих живот-

ных. Мало того что многие из них редки, большинство видов обитают высоко над землей, в верхних ярусах густого полога леса. Поэтому наблюдения за некоторыми животными в естественных условиях, как правило, случайны и отрывочны. К тому же человек на-



Мадагаскарский тропический лес.

Фото Л.П.Корзуна

столько быстро сводит первичные леса, что нередко ученые просто не успевают как следует изучить биологию обитающих там видов.

Среди тропических позвоночных животных традиционно большим вниманием у натуралистов пользуются птицы. Это происходит не только потому, что они отличаются многообразием и эстетической привлекательностью,

но и благодаря той ответственной и во многом уникальной роли эффективных разносчиков семян растений, которую птицы сыграли в истории становления древних тропических лесов и продолжают играть сейчас. Эта их роль важна как для поддержания сложной мозаичной структуры растительности, так и для естественного лесовосстановления.

Помощь пришла со стороны

В современной удручающей ситуации, когда «цейтнот» сочетается с проблемами, сопровождающими организацию и проведение полевых исследований, приходится наряду с традиционными искать и новые подходы к изучению биологии видов, обитающих в труднодоступных районах. И такие подходы существуют, но они оставались невостребованными, поскольку сформировались, казалось бы, в стороне от тех проблем, которые должен решать современный исследователь тропической орнитофауны.

Теория Дарвина открыла перед натуралистами будоражащую воображение перспективу познания эволюционной истории становления современных видов. Хотя с тех пор прошло чуть менее полутора столетий, белые пятна непознанного все еще остаются обширными. В первую очередь это относится к истории птиц. До сих пор страдает досадной фрагментарностью палеонтологическая летопись этой группы, поскольку хрупкий скелет птиц оказался чрезвычайно неустойчив к разрушительному действию времени. Но в практике решения задач, связанных с реконструкцией эволюционной истории животных (филогенеза), оформился так называемый комплексный эколого-морфологический метод. Исключительно много для его развития сделал применительно к птицам наш соотечественник К.А.Юдин [1]. Главная идея, определяющая практическое применение метода, заключается в том, что конструкция костно-мышечных узлов (например, конечностей или челюстного аппарата) как результат длительной эволюции до сих пор отражает содержание ее последовательных отрезков, на каждом из которых организм был адаптирован



Особенности строения челюстного аппарата антарктического пингвина и гагары (слева). У пингвинов ветви нижней челюсти активно выгибаются наружу, за счет чего увеличивается объем ротовой полости (справа внизу). Благодаря этой способности они могут всасывать вместе с водой сразу большое количество мелких рачков, а не ловить их по одному, подобно гагаре.

к соответствующим требованиям среды. И строение челюстного аппарата ныне живущих птиц может рассматриваться как некий протокол, результат наложения этих последовательных адаптаций с их конкретными морфофункциональными чертами. При этом более древние уже утратили свою актуальность и сохранились в виде морфологических следов, вошедших в состав характерного для данного таксона общего плана строения.

Как же, опираясь на эту теоретическую посылку, должен работать орнитолог, пытающийся воссоздать путь адаптивной эволюции той или иной группы? Например, стремясь расшифровать историю становления пищевой адаптации (важнейшего аспекта эволюции), он должен начать с выявления ее принципиальных особенностей у современных представителей. Для этого необходимо, препарировав голову зафиксированной в спирту или формалине птицы, тщательно проанализировать строение челюстного аппарата, отвечающего за специфический, свойственный только данному виду или группе близ-

ких видов способ захватывания корма и его первичной обработки в клюве перед проглатыванием. При этом обнаруживаются конкретные функциональные связи, а также соответствующая им согласованность форм отдельных деталей и особенностей биомеханического узла, которые и превращают его в конструкцию, обладающую определенными механическими свойствами.

Полевые наблюдения, если они возможны, позволяют уточнить, как эти обнаруженные за рабочим столом свойства проявляются в жизни животного, обеспечивая присущий только данному виду характер взаимодействия с внешней средой (в нашем примере — специфическую пищевую адаптацию). В реальной работе неизбежно возникают различного рода трудности. То обнаруженные функциональные возможности челюстного аппарата плохо сочетаются с наблюдаемым в природе способом питания животного, то какие-то характерные особенности никак не находят себе места в рабочих гипотезах о сущности специфики пищевой адаптации изу-

чаемой группы. Выходит, что материал неуступчив и сопротивляется принятию первой попавшейся, поверхностной версии. Счастливая догадка, которая хорошо согласуется со всем тем, что известно о данном виде из конкретных наблюдений, рождается на мучительном пути преодоления внутренних противоречий в перебираемых гипотезах и ведет к прежде ускользавшему пониманию сущности адаптации этого вида.

Сопоставление нескольких близких групп птиц (изученных аналогичным образом) позволяет наряду с видовыми особенностями выделить общие для них конструктивные черты, функциональность которых порой не удается интерпретировать, опираясь лишь на знание современной адаптации. Эти интригующие детали, возможно, представляют собой остатки той древней конструкции, благодаря которой предковым формам удалось войти в специфическую пищевую нишу и дать веер новых видов. Многие из них приобрели на базе исходной конструкции новые принципиальные морфофунк-

циональные особенности и покинули материнскую нишу, заняв новое место в экосистемах, в том числе современных. Реконструировав из этих деталей целостную структуру предкового челюстного аппарата, решавшего вполне определенные задачи, начинаешь понимать, каким был этот таинственный предок, кто из ныне живущих видов и групп наиболее полно сохранил его черты и в каких условиях сложились специфические адаптации, обеспечившие ему эволюционный успех.

Таким образом, изучая челюстной аппарат птиц, мы как бы через маленькую замочную скважину заглядываем в прошлое, чтобы подсмотреть там отрывки эволюционного сценария, связанного с важными сторонами жизни древних экосистем, в том числе утраченных ныне.

Морфолого-экологическая специфика видов

Это понятие включает в себя не только представление о современных адаптациях видов, обеспечивших им особое место в системе взаимоотношений в рамках современных экосистем (в случае с пищевыми адаптациями — более эффективное, чем у других видов, использование конкретных пищевых ресурсов). Оно содержит также историческую составляющую, которая неповторима для каждого вида или естественной группы в силу уникальности пройденного ими пути. Поэтому у видов, занимающих схожие трофические ниши и соответственно внешне сходных, детальный морфофункциональный анализ неизбежно выявит в наслоениях следов древних адаптаций признаки, отражающие различие конкретных эволюционных путей.

Чтобы все сказанное не показалось читателю слишком умозрительным или банальным, покажем результаты обсуждаемого подхода на примерах. Первый из них, хотя и не связан с жизнью тропического леса, весьма поучителен.

Всем известно, что пингвины, великолепные пловцы, ловят свою добычу под водой. Некоторые виды питаются рыбой, а многие — мелкими рачками, образующими сравнительно плотные скопления планктона — криль. Казалось бы, во время кормежки все должно происходить очень просто: птица ныряет в облако криля и поштучно хватает рачков клювом. Так до сих пор и полагают многие орнитологи, но эта простота иллюзорна. Сравним, например, строение черепа пингвина и гагары. Клюв гагары действительно служит ей в качестве тонкого пинцета, позволяющего ловить под водой добычу. Но если пингвины в этом похожи на гагару, то зачем им столь широкая по вертикали нижняя челюсть? Насколько нам известно, у других ныряющих птиц есть ноздри, а у пингвинов они заросли. Это — очень значимые, но «лежащие на поверхности» особенности, наряду с которыми есть еще целый ряд «причуд», способных вызвать удивление специалиста. Впрочем, перечислив большинство из них в своей статье, Р.Л.Зуси в конце отметил, что функциональное значение этих деталей неизвестно [2]. Вскоре мы предложили гипотезу, объясняющую специфику строения черепа пингвинов [3]. Дело в том, что при схватывании под водой мелкого рачка относительно широким клювом быстро смыкаемые челюсти должны изгонять находящуюся между ними воду, которая может вынести добычу за пределы клюва. С той же проблемой сталкиваются и рыбы. Но у них есть жаберные крышки, которые, резко

оттопыриваясь в стороны в момент схватывания (одновременно с расширением ротовой полости), действуют подобно насосу, втягивающему мелкий объект. Оказалось, что благодаря всем принципиальным специфическим морфофункциональным особенностям челюстной аппарат пингвинов также действует как своего рода насос, а резкое расширение ротовой полости происходит за счет энергичного разведения ветвей нижней челюсти в стороны. Ясно, что чем шире они по высоте, тем больший объем засасывается, тем эффективнее функционирует насос. Если бы у пингвинов сохранились ноздри, то через них хлынул бы поток воды, который ослабил бы засасывающую силу полезной струи. Попавшие вместе с ней в ротовую полость рачки задерживаются в высоких ороговевших зубчиках, покрывающих поверхность языка и спускающихся им навстречу с неба. Ветви нижней челюсти возвращаются на место, изгоняя воду из ротовой полости, а захваченная порция рачков проглатывается. Так стало очевидным, что пингвины способны к массовому сбору добычи, а не ловят, подобно гагарам, рачков по одному. В этом и заключается истинная простота реального положения дел.

К сожалению, морфология в наше время обычно рассматривается как весьма архаичная и немодная наука, возможности и задачи которой в значительной мере уже исчерпаны. Пренебрегающие ею орнитологи, желая разобраться, чем и как питаются пингвины, используют в своих дальних экспедициях совершенное и дорогостоящее оборудование, но не пытаются использовать подсказки, которые может дать строение тела этих птиц. И хотя Дж.П.Крукселл отвергает возможность массовой ловли пингвинами планк-

тонных рачков, материалы его экспедиции, на наш взгляд, говорят о другом [4]. Так, например, по данным экспедиции, за одно погружение продолжительностью до 2 мин золотохвостый пингвин (*Eudyptes chrysolophus*) успевает поймать в среднем 150 мелких рачков (эуфаузиид *Thisanoessa macrura* и амфипод *Themisto gaudichaudii* длиной 20 мм и массой 0.1 г). Похоже, что гипотеза, родившаяся за рабочим столом морфолога, способна по крайней мере внести коррективы в интерпретацию полевых наблюдений.

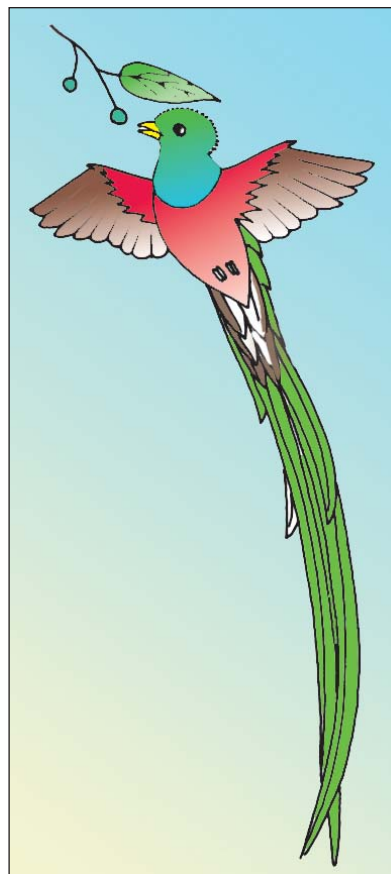
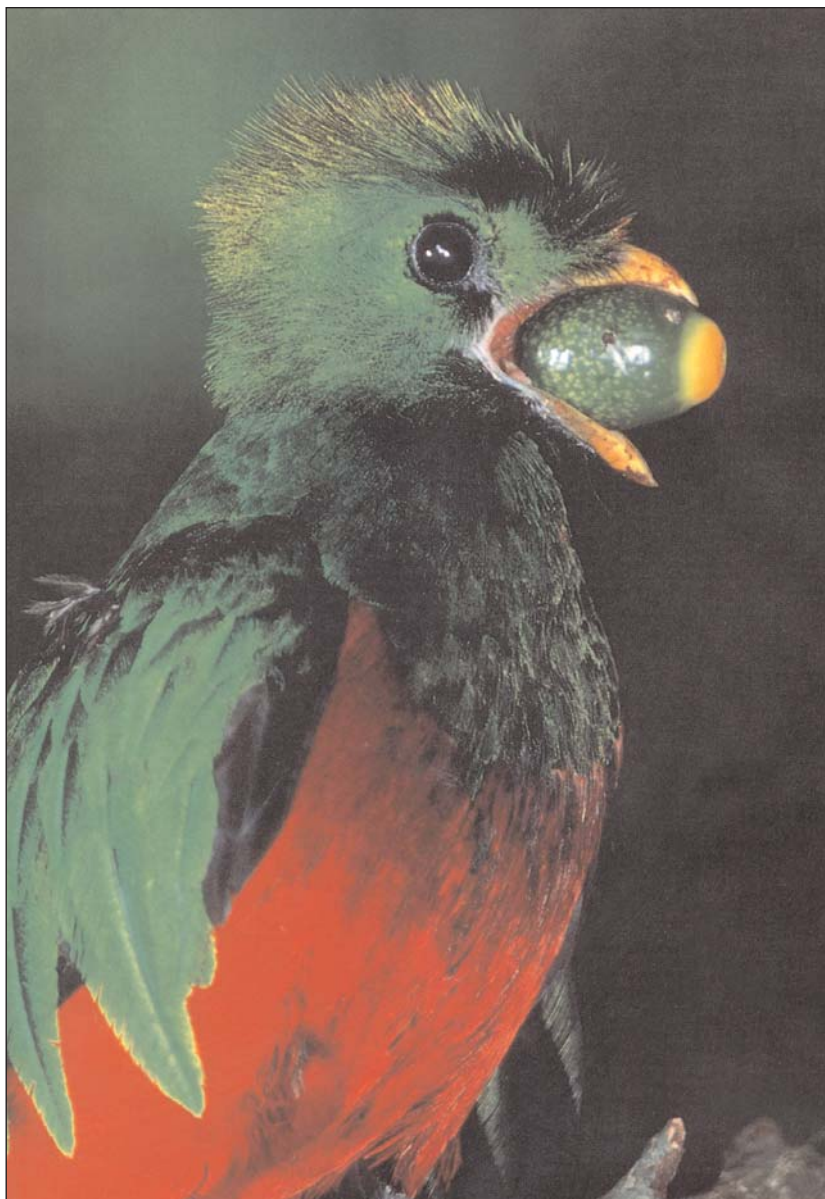
В поисках истины

Ситуация с пингвинами напоминает ту, в которой оказываются орнитологи, изучающие птиц в тропическом лесу. Представьте себе сравнительно редкую птицу, живущую высоко в кронах и, следовательно, малодоступную для прямых наблюдений. Допустим, орнитологу удалось добыть один или два экземпляра. В желудке он обнаружил либо членистоногих, либо плоды, либо и то и другое. Надежды на долговременные систематические наблюдения практически нет. Какие прикажете делать заключения о пищевой специализации вида? А ведь это очень интересный вопрос, поскольку пищевые привязанности — основа для важнейших связей в экосистемах. Неужели продолжать отстреливать и отлавливать все новые и новые экземпляры, надеясь «набрать статистику», позволяющую прийти к надежным выводам? Но в наше время это слишком жестоко и расточительно. Да и, как показывает практика, специалисты, изучающие один и тот же вид в разных частях его ареала, чаще всего получают такой разброс данных, что не могут договориться о том, какой же все-таки рацион для него специфичен.

Или другая ситуация. Комфортабельно устроившись под плодоносящим деревом, вы получаете возможность с утра до ночи наблюдать кормящихся на нем птиц. Если плоды лишены надежных защитных оболочек и относительно невелики, вы с удивлением обнаружите, что ими питаются птицы даже тех видов, от которых едва ли можно было этого ожидать. Сделать в такой ситуации вывод о том, кто в столь широком наборе видов специализированный фруктояд, а кто оказался на дереве по случаю, крайне трудно. Безусловно, терпеливый, настойчивый сбор всех возможных данных путем прямых наблюдений, а также анализа содержимого желудков со временем позволяет сделать интересные и важные выводы. Но, как мы уже говорили, времени для этого порой мало. И вот тут свою весомую лепту в познание пищевой специализации может внести функциональный морфолог. Заполучив хотя бы один экземпляр интересующего вида, он в лабораторных условиях тщательно и детально изучает строение челюстного аппарата (скелета головы и очень сложно устроенных челюстных мышц). Затем, опираясь на разработанные представления о принципиальных свойствах этого биомеханического узла у птиц и на существующие подходы к его функциональному анализу с использованием приемов графической статистики [5], исследователь в каждом частном случае выдвигает и разрабатывает одну или несколько версий о механических свойствах конкретной конструкции челюстного аппарата. На основе версий он формулирует представления о наиболее вероятных вариантах специфической для данного вида пищевой адаптации. При этом морфолог, в отличие от полевого зоолога, практически не ограничен во време-

ни для непосредственного изучения объекта. Перебирая различные графические модели, он имеет возможность проводить с ними своего рода эксперименты, которые в конечном итоге позволяют остановиться на гипотезе, которая хорошо согласуется со всеми известными результатами наблюдений.

Например, на Мадагаскаре живут редкие птицы, близкие родственники наших сизоворонок — земляные ракши (*Brachypteraciidae*), биология которых изучена до сих пор очень поверхностно, а о пищевой адаптации не известно почти ничего. Местообитания этих птиц стремительно уничтожаются, что еще больше усугубляет проблему организации наблюдений за ними в естественной обстановке. В нашем распоряжении оказался всего один экземпляр длиннохвостой земляной ракши (вид той же группы). По строению челюстного аппарата она во многом сходна с другими представителями широко распространенного отряда ракшеобразных (в него входят и щурки, и птицы носороги, и удоы и т.д.). Однако нам удалось обнаружить у нашего испытуемого механизмы, осуществляющие дозированную амортизацию при ударах по твердому субстрату (как у дятлов) и свидетельствующие о способности этих птиц к эффективному долблению. Желудок нашего экземпляра был заполнен термитами. Полученные сведения позволяют нам с большой долей уверенности считать, что способность раздвигать термитники открыла этой земляной ракше доступ к богатому источнику корма, редко потребляемому на Мадагаскаре другими животными. Такое предположение дало возможность сделать выводы о пищевой адаптации длиннохвостой земляной ракши, которая до сих пор остается уникальной. И теперь,



Ярко окрашенный самец южноамериканского кwezала. Как и все трогоны, эти любители полакомиться спелыми плодами сначала высматривают их, сидя на ветвях среднего яруса, а затем срывают с подлета.

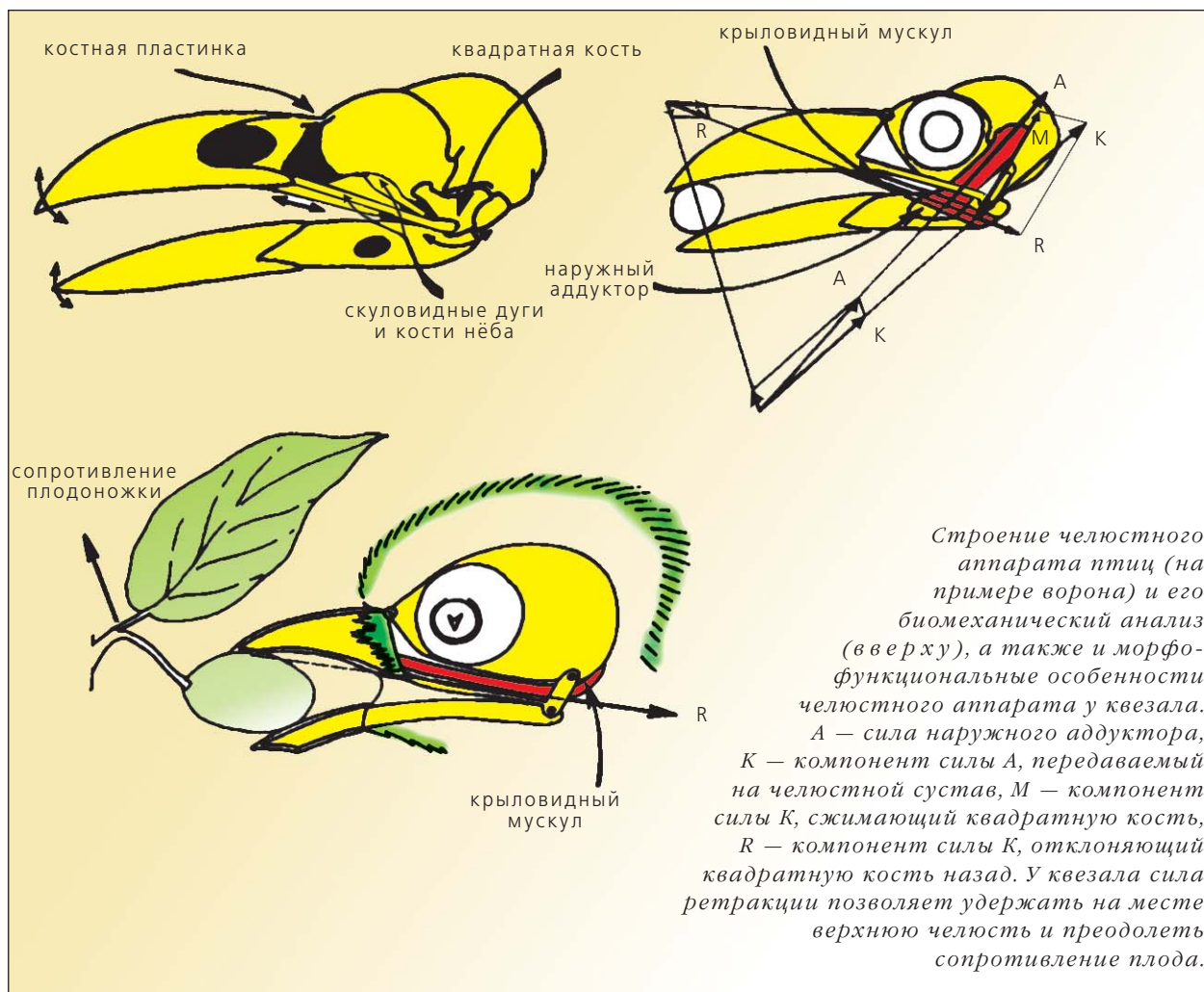
Фото из «Wildlife». 1990. V.8. №8.

увидев попытки птицы добраться до термитов, можно не сомневаться, что перед нами не случайный эпизод, а проявление способностей, выработанных длиннохвостой земляной ракшей на протяжении своей долгой эволюционной истории. Таким образом, наличие определенного типа термитников — одно из важнейших условий сохранения данного редкого вида.

Важную роль морфолога в решении еще одного круга проблем можно проиллюстри-

ровать на примере трогонов (*Trogoniformes*), населяющих тропические леса Америки, Азии и Африки. Среди этих ярко окрашенных птиц наиболее известны потрясающие своей красотой южноамериканские кwezалы — священные птицы ацтеков. Отряд трогонов явно распадается на две группы — трогонов Нового Света и Старого Света. Представители первой группы — как правило, фруктоядные виды, некоторые из них даже специализированные (тот же кwezал). Африкан-

ские же трогоны питаются относительно малоподвижными насекомыми и за сбором плодов вообще замечены не были. Азиатские виды потребляют корма обоих типов. Наблюдать за столь яркими относительно малоподвижными птицами даже в тропическом лесу сравнительно несложно. Всех без исключения трогонов отличает общая манера сбора корма: они высматривают его, сидя неподвижно на ветвях среднего или нижнего яруса, а затем схватывают с подлета,



Строение челюстного аппарата птиц (на примере ворона) и его биомеханический анализ (вверху), а также и морфофункциональные особенности челюстного аппарата у кеззала. А — сила наружного аддуктора, К — компонент силы А, передаваемый на челюстной сустав, М — компонент силы К, сжимающий квадратную кость, R — компонент силы К, отклоняющий квадратную кость назад. У кеззала сила ретракции позволяет удержать на месте верхнюю челюсть и преодолеть сопротивление плода.

будь то плод или насекомое. Казалось бы, в таком случае и без привлечения морфофункционального анализа вполне можно разобраться с пищевой адаптацией отдельных видов. Но как ответить на неизбежный вопрос: какой была предковая, т. е. исходная, ключевая для всей группы адаптация? При решении проблемы ответственная роль, на наш взгляд, опять-таки принадлежит морфологу.

Оказалось, что на морфологическом уровне отряд трогонов весьма однороден, а морфофункциональный анализ челюстного аппарата показал, что его принципиальные свойства соответствуют именно адаптации к питанию довольно крупными прикреп-

ленными плодами. Обсудим одну из наиболее выразительных особенностей, связанных с этой адаптацией.

Изучение птиц, питающихся прикрепленным растительным кормом (который нужно отрывать), показало, что освоение такой пищевой ниши требует от птицы способности удержать на месте, как это ни покажется странным, верхнюю челюсть. Чтобы понять, что имеется в виду, разберем некоторые принципиальные особенности строения челюстного аппарата птиц. Верхняя челюсть (или надклювье) у них соединена с черепной коробкой в области переносицы тонкой и гибкой костной пластинкой. Поэтому надклювье, как и нижняя челюсть,

способно поворачиваться вверх и вниз относительно черепной коробки (кинетичный череп). Небные кости и скуловые дуги, продолжающие нижнюю сторону надклювья, при его поворотах перемещаются продольно. Позади они, как и подклювье, связаны с нижними концами квадратных костей, которые подвижно подвешены к черепу верхними концами и отвечают на перемещения качательными движениями.

При сжимании добычи надклювье активно опускается навстречу нижней челюсти, для чего аддукторные мышцы должны тянуть небную кость продольной, или ретракционной, силой (R) назад. Эти мышцы представлены двумя основ-

ными группами. В группе дорсальных аддукторов доминирует расположенный наклонно позади глаза наружный аддуктор, сила которого (A) в типичных случаях тянет нижнюю челюсть вверх, прижимая к добыче, и одновременно назад, на первый взгляд безо всякого полезного эффекта. В действительности же при этом и создается необходимая для сжатия добычи ретракционная сила, которую единственный ventральный аддуктор — горизонтально натянутый крыловидный мускул — передает через костное небо с нижней челюсти на верхнюю.

Соппротивление плодоножке плода или черешка листа требует от клюва добавочной продольной силы, а при ее отсутствии вычитается из силы R , уменьшая ее. Когда птица отрывает плод на ее надклювье действует сила, противоположная силе R . Естественно, это влечет за собой ослабление хватки, и объект попросту выскальзывает из клюва. Для нижней челюсти такие силы не опасны. У растительноядных птиц мы обнаружили немало способов, позволяющих противостоять пассивному отклонению надклювья. Трогоны решили эту проблему самым радикальным и эффективным образом. Их крыловидный мускул, в отличие от типичного варианта, крепится не на нижней челюсти, а на основании черепной коробки и поэтому создает силу R вне зависимости от величины и наклона силы дорсальных аддукторов.

Литература

1. Юдин К.А. // Зоол. журн. 1970. Т. 49. № 4. С. 588—600; Он же // Тр. Зоол. ин-та АН СССР. Л., 1974. Т.53. С.5—29.
2. Zusi R.L. An interpretation of skull structure in penguins / Ed. B.Stonehouse. Baltimore, 1974. P.59—84.
3. Дзержинский Ф.Я., Корзун Л.П. К функциональной морфологии аппарата захватывания пищи у пингвинов // Адаптации пингвинов. М., 1977. С.5—54.
4. Croxall J.P. // Biologist. 1985.V.32. №3. P.165—170; Croxall J.P., Davis R.W., O'Connell M.J. // Condor. 1988. V.90. P.157—167.
5. Дзержинский Ф.Я. Биомеханический анализ челюстного аппарата птиц. М., 1972.

Спрашивается, как могли возникнуть такие принципиальные особенности, если бы предковой (ключевой) была адаптация к питанию сидящими на ветвях насекомыми, сбор которых даже с подлета не требует дополнительных усилий, а значит — и таких глубоких перестроек челюстного аппарата? Решив в ходе эволюции комплекс проблем, связанных с питанием прикрепленными плодами, трогоны, естественно, сохранили способность склевывать с подлета и насекомых, что с биомеханической точки зрения — более простая задача, решаемая даже неспециализированным челюстным аппаратом. Но почему многие трогоны изменили своей главной предковой пищевой нише? Известно, что от тропических лесов Америки к лесам Азии и далее — к Африке обилие плодов неуклонно уменьшается. Вероятно, наступившее в сравнительно недавние времена обеднение флоры (особенно африканской), в частности, за счет сокращения числа представителей лавровых и пальм — главных обладателей высокопитательных плодов — привело к исчезновению специализированных фруктоядов или к их пищевой переориентации. Возможно, какие-то процессы, связанные с историей тропического леса, привели к похожим результатам и в Азии. По нашим представлениям, пищевая ниша трогонов сформировалась в древних лесах, более напоминавших современные влажные ле-

са Южной Америки, где и сегодня их адаптация к питанию плодами проявляет себя наиболее полно и выразительно. В Африке среда обитания настолько не соответствует узкой ключевой адаптации трогонов, что их впору рассматривать как угасающую группу.

* * *

К настоящему времени удалось раскрыть немало подобных загадок. Хочется надеяться, что открывшиеся перспективы покажутся зоологам достаточно привлекательными. И тогда морфолог устремится в поле, чтобы в естественной обстановке увидеть то, что ему открылось за рабочим столом. А для полевого зоолога станет нормой нетерпеливое предвкушение того момента, когда он сможет, поместив свой объект под бинокляр, отправиться в морфологическое путешествие, способное укрепить уверенность в надежности отрывочных полевых наблюдений и даже озарить исследователя новыми яркими догадками. Слияние разных подходов нам кажется естественным и очевидным, поскольку оба они нацелены на одно и то же — понять, как живут окружающие нас создания, изучению которых мы посвящаем свою жизнь. ■

Работа выполнена при поддержке фонда «Университеты России» и Российского фонда фундаментальных исследований. Проект 99-04-48136.

Подводный вулкан прорывается к поверхности

В начале мая 2000 г. экипажи самолетов, пролетавших вблизи Соломоновых о-вов, сообщали, что над поверхностью воды поднимается высокая колонна дыма. 14 мая этот район Тихого океана посетило австралийское научно-исследовательское судно «Франклин», которое участвует в проекте «SHAARC» («Submarine Hydrothermally Active ARC volcanoes»). Находящаяся на его борту международная группа специалистов изучает подводные дуговые вулканы, проявляющие гидротермальную активность.

Приблизившись к точке с координатами 8.99° ю.ш., 157.97° в.д., ученые обнаружили, что волны разбиваются о некое препятствие на дне, а через каждые 5–7 мин происходит активный выброс газов и твердых материалов, длящийся по 2–3 мин. Такую картину они наблюдали в течение всех 20 ч, которые судно провело в данной точке (Bulletin of the Global Volcanism Network. 2000. V.25. №4. P.4. США).

Оказалось, что здесь идет мощное извержение подводного вулкана Кавачи. Его вершина находилась тогда всего в 2–5 м под водой. Раскаленные блоки лавы и тучи пепла взлетали на 70 м, а столбы сернистого пара достигали полукилометровой высоты.

Этот базальтово-андезитовый вулкан известен с 1939 г., когда он впервые извергался на глазах у людей. С тех пор он не менее девяти раз пытался выйти на поверхность океана, но рожденные в подобных пароксизмах островки всякий раз оказывались недолговечными: течения и волны довольно быстро размывали рыхлые породы. Появится ли на этот раз клочок

суши на более длительное время, пока неясно.

Построенная специалистами новая батиметрическая карта существенно отличается от прежней, 1984 г. Установлено, что извержение идет не из единого кратера, а из целого ряда донных расселин, расположенных на склонах в радиусе по меньшей мере 5 км от вершины Кавачи. Была измерена температура воды на разных глубинах и подняты образцы пород и вулканических брекчий. В лабораторных условиях будет изучен и состав черного курильщика, который почти целиком тоже удалось поднять на борт судна.

«Битва» археологов с землеустроителями

В 30-х годах английские археологи обнаружили крупную стоянку *Homo erectus* у берегов р.Иордан, в районе современного поселка Гешер-Бенот-Яаков (север Израиля). Эта находка, как и стоянка около селения Убейдия, расположенного неподалеку, — важнейшее свидетельство первой миграции древнейшего предка человека из Северной Африки в Европу. С тех пор раскопки в этом месте вели специалисты из различных стран. По мнению одного из них, английского археолога К.Гэмбла (С.Gamble), здесь находился великий перекресток путей доисторического человека. Именно на этих стоянках можно установить, насколько развит был *Homo erectus*, каковы были его способности к выживанию.

Во время последних раскопок в Гешер-Бенот-Яакове, которые велись под руководством Н.Горен-Инбар (N.Goren-Inbar), в слоях возрастом 780 тыс. лет обнаружено множество каменных топоров, сходных с ранее

найденными на стоянках древнего человека в Африке (Science. 2000. V.287. №5451. P.206. США).

Однако теперь слои этой уникальной по степени сохранности стоянки доисторического человека безнадежно повреждены или лишены временного контекста: землеустроители провели осушительные работы, даже не предупредив археологов (необходимость работ вызвана частыми затоплениями, приносящими значительный ущерб сельскому хозяйству). Управление по изучению древностей Израиля настаивает на введении строгих мер, направленных на предотвращение подобных случаев.

Планета может остаться без приматов

Приматологи пришли к печальному выводу: к середине XX в. вымерли два вида приматов — тонкотел златоголовый с о.Кат Ба (Вьетнам) и черно-красная гвереца, обитающая в Кат д'Ивуаре и Габоне (Sciences et Avenir. 2000. №641. P.22. Франция). Остались считанные единицы особей еще примерно 10 видов, в том числе горной гориллы (ареал распространения — приграничная область между Угандой, Руандой и Демократической Республикой Конго), а также подвидов горилл, обитающих на территории вдоль границы Нигерии и Камеруна, в Уганде и др.

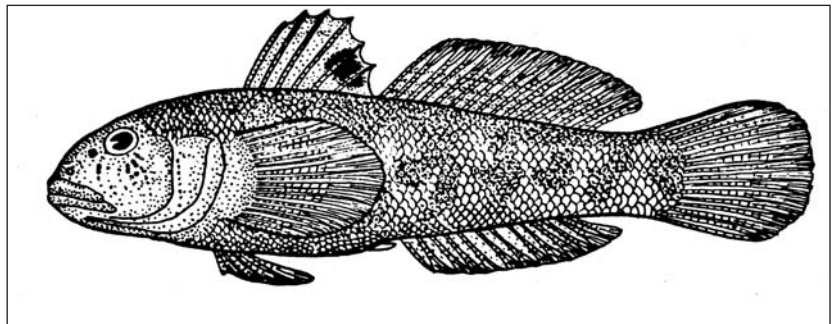
Последние статистические сводки показывают, что в ближайшие годы исчезнет каждый десятый вид приматов из числа ныне существующих. Причины столь тяжелого положения — вырубка лесов и лесные пожары, активная разработка полезных ископаемых и браконьерство.

«Бычок в томате» в Великих озерах Америки

К.Н.Несис,
доктор биологических наук
Москва

Бычок-кругляк (*Neogobius melanostomus*) известен всем, кто живет на берегах Черного и Азовского морей и впадающих в них рек (в Днепре он обитает до Днепропетровска, в Дунае — до Видина); водится он и в Каспии. Ловить бычка на удочку — любимое занятие ребятни. Когда-то консервы «Бычок в томате» (а это именно кругляк) были стандартной закуской под водочку по всему СССР. Бычка-кругляка издавна промышляли у побережий Черного и, в особенности, Азовского морей; здесь эта маленькая (длина самца до 15 см, самки до 20 см) солоноватоводная и пресноводная рыбка давала 90% всех уловов бычков. В Азове уловы кругляка в 1930-х годах превышали 30 тыс. т, а в 50-х достигали 50—90 тыс. т. В 60-х — начале 70-х годов они резко упали из-за перелома, а случайно завезенный с восточного побережья США гребневик мнемнописис довел запасы бычка до минимума.

Но вот в 1990 г. бычок неожиданно появился в Великих озерах США и Канады [1]. Впервые эту пестренькую рыбку с характерным черным пятном на первом спинном плавнике заметил в апреле того же года в р.Сент-Клэр близ Детройта Д.Джуд (D.J.Jude) из Мичиганского университета. За последующие 10 лет бычок



Бычок-кругляк.

заселил все Великие озера от Верхнего до истока р.Св.Лаврентия. Его, несомненно, завезли с судами (вероятно, с балластной водой) из портов Черного или Азовского моря.

Американцы в своих кулинарных привычках консервативны, так что речи о промышленном лове бычка у них не идет (хотя любители его, конечно, ловят), поэтому они сразу испугались и стали думать: бычок вредный или не очень?

Самцы бычка-кругляка в период нереста меняют окраску, становятся совершенно черными, только края плавников светлые (их так и называют «чернышами» или «цыганами»). Гнезда строят на дне, чистят и охраняют их, странными звуками заманивают в них самок (ворчат, квакают, верещат), а после нереста прогоняют и две недели охраняют икру, при этом ничего не едят. Гнездо бычок-самец защищает отчаянно: самозабвенно кидается на палец, хотя сам с палец

длинной; рыбу вдвое крупнее себя прогоняет; бросаясь на нарушителя, рычит, кусается, даже плюется камешками! Так вот, в Великих озерах кругляк сильно потеснил местного бычка-подкаменщика *Cottus bairdi*, похожего на него по размеру и форме и живущего в тех же местах. Кругляк изгоняет подкаменщика с гнездовой, поедает его молодь и успешно конкурирует за пищу. Значит, вредный.

Но кругляк во множестве истребляет маленькую полосатую ракушку дрейссену (*Dreissena polymorpha*), лет 20 назад попавшую с балластными водами в Великие озера, скорее всего, тоже из портов Черного или Азовского моря. Впервые ее обнаружили почти там же, где кругляка, — в оз.Сент-Клэр. Потом она заселила все Великие озера, проникла в Миссури и Миссисипи и расселилась на громадных территориях США и Южной

Канады. Дрейссена прекрасно чистит воду, но, размножаясь в великом множестве, забивает водозаборные сооружения и водопроводы, притапливает буи и бакены, вредит аквакультуре и губит местных ракушек-беззубок. Ущерб от нее — многомиллиардный! И никто из морских животных в Америке ее не ест! А бычок-кругляк поедает 4–5 дрейссен за час, благо зубы у него прекрасно приспособлены отрывать моллюсков от дна и разламывать их раковины. Ведь мелкие двустворчатые моллюски — его основная пища на черноморской родине; кроме них, он поедает червей и рачков, а иногда и рыбу. Значит, очень даже полезный! Но маленькому бычку крупные дрейссены не по зубам, а они-то самые плодовитые.

На родине бычка — Черном и Азовском морях — его едят разные хищные рыбы — судак,

севрюга, осетр, крупные камбалы, а также водяные ужи, цапли. Можно было подумать, что и хищники Великих озер — обыкновенный окунь, малоротый черный окунь и светлоперый судак — тут же кинутся поедать бычка. Не тут-то было! Бычок оказался так увертлив, что привыкшие к неторопливым местным рыбкам хищники поначалу с ним не справлялись, но потом они приучились, и местные рыбаки стали ловить окуней и судаков с брюхом, набитым бычками.

Еще проблема — перенос загрязнений по пищевой цепи. Очищая воду, дрейссены накапливают в своем теле тяжелые металлы, пестициды и т.п. От них через бычков-кругляков они могут попасть в рыбу. Да, но ведь вода-то при этом становится чище!

Так американские и канадские хранители природы и не решились, полезен бычок или

вреден. В Великих озерах скорее не вреден. Тем более, что истребить его там уже невозможно. Но можно попытаться не допустить бычка в систему Миссури — Миссисипи. Из оз.Мичиган туда ведут два канала, у входов в каналы бычок уже водится. Теперь американцы собираются построить в начале каналов электроотпугивающие сооружения и с помощью слабого тока, неприятного для рыбок звука и завесы из воздушных пузырьков не пустить маленькую пеструю рыбку дальше. В экспериментах это выходило.

Вот такое получилось соотношение между США с Канадой и бывшим СССР: они нам — гребневика мнемипсиса, мы им — дрейссену и бычка. Но все-таки бычок и вкуснее, и полезнее мнемипсиса! ■

1. Raloff J. // Science News. 1999. V.156. №5. P.68.

Затмение звезды экзопланетой

Д.З.Вибе,

кандидат физико-математических наук
Москва

Обнаружение планет за пределами Солнечной системы уже перестало быть сенсацией. Сообщение о первой планете, найденной вблизи нормальной звезды, появилось осенью 1995 г., а уже в мае 2000 г. число известных экзопланет перевалило за сорок [1].

Все экзопланеты открыты методом лучевых скоростей. Притяжение планеты заставляет звезду колебаться относительно их общего центра масс, в результате чего скорость звезды относительно

земного наблюдателя меняется с периодом, равным периоду обращения планеты. Эти изменения скорости вызывают сдвиг линий в спектре звезды (эффект Доплера). Именно колебания линий в спектре звезды и являются на сегодняшний день главным свидетельством наличия у нее планеты. А можно ли подтвердить существование экзопланет более прямым методом?

При современном уровне наблюдательной техники рассчитывать на прямое обнаружение такого объекта, к сожалению, не приходится. Зато астрономические приборы

вполне способны зафиксировать изменение яркости звезды в тот момент, когда перед ее диском проходит планета.

5 ноября 1999 г. американские специалисты Дж.Марси и П.Батлер (J.Marcy, P.Butler) методом лучевых скоростей обнаружили признаки планеты у звезды HD 209458. Они передали данные о ее движении своему коллеге Г.Хенри (G.Henry), который на обсерватории Фэрборн в штате Аризона занимается с помощью автоматических телескопов поиском слабых колебаний яркости звезд. И удача не заставила себя ждать: в ночь с 7

© Д.З.Вибе

на 8 ноября, точно в предсказанный момент, блеск HD 209458 померк на 0.017^m (около 1.6%).

К несчастью, затмение началось незадолго до захода звезды за горизонт, и пронаблюдать его полностью не удалось. Период обращения спутника HD 209458 приблизительно равен 3.5 сут, поэтому следующее затмение пришлось на дневное время; еще через 3.5 дня над обсерваторией Фэрборн испортилась погода, а потом период видимости звезды HD 209458 на этой широте закончился. Однако Марси и его коллеги сочли, что полученных доказательств достаточно, и 12 ноября в Циркуляре Международного астрономического союза №7307 они сообщили миру о первых наблюдениях затмения звезды планетой и о том, что сведения о планете, полученные методом лучевых скоростей, полностью согласуются с данными яркостного анализа.

А еще через неделю выяснилась интересная подробность. Оказывается, планета у звезды HD 209458 была открыта летом 1999 г., а в сентябре того же года затмения звезды неоднократно и во всех подробностях наблюдала группа европейских и амери-

канских астрономов с участием первооткрывателя внесолнечных планет М.Майора (M. Mayor; Женевская обсерватория). Но Майор и его коллеги, в отличие от Марси, Батлера и Генри, пошли по традиционному пути: написали статью, направили ее в «Astrophysical Journal» и не сообщали о результатах, пока статья не была принята в печать. Так авторы первых подробных наблюдений планетной системы HD 209458 оказались в положении людей, которые тоже наблюдали «внесолнечное затмение» [2].

Наблюдения затмения HD 209458 важны не только как независимое подтверждение работоспособности метода лучевых скоростей. Этот метод не позволяет измерить угол наклона орбиты планеты к лучу зрения и потому дает лишь нижнюю границу ее массы (даже очень массивная планета никак не повлияет на лучевую скорость звезды, находясь на орбите, перпендикулярной к лучу зрения). Поскольку параметры внесолнечных планет не очень хорошо согласуются с теориями образования планетных систем, существовавшими до их открытия, любое уточнение данных о них неопределимо. Как

и подавляющее большинство экзопланет, спутник HD 209458 относится к классу «горячих юпитеров»: при массе $0.6-0.7 M_{Ю}$ он в 1.3 раза превосходит по размеру крупнейшую планету Солнечной системы. Это согласуется с его положением в системе: судя по небольшому периоду, планета едва не касается поверхности звезды, и температура ее, вероятно, превышает 1000 К.

А в январе 2000 г. из Медонской обсерватории, расположенной под Парижем, поступило сообщение о том, что затмения HD 209458 наблюдались в 1991 г. на телескопе астрометрического спутника «Гиппаркос» [3], но поскольку целью этих наблюдений было определение точных координат звезд, а не их блеска, небольшие колебания яркости HD 209458 остались незамеченными. Как признают Робишон и Арену, они нашли эти колебания, лишь зная, где и что искать. Понимая, что в данных «Гиппаркоса» таким же образом могут быть погребены и другие интереснейшие открытия, Европейское космическое агентство организовало страницу в Интернете [4] для доступа к фотометрическому архиву астрометрического проекта [5]. ■

Литература

1. Сурдин В.Г. Каталог экзопланет // Природа. 2000. №7. С.20-21; Вубе Д.З. Каталог экзопланет пополняется // Там же. №11. С.84.
2. Charbonneau D., Brown T.M., Latham D.W., Mayor M. // Astrophys. J. 2000. V.529. L45-L48.
3. Robichon N., Arenou F. HD 209458 // Astronomy and Astrophysics. 2000. V.355, P.295-298.
4. <http://sci.esa.int/home/hipparcos/>
5. <http://astro.estec.esa.nl/Hipparcos/Transit.html>

Канонический орнамент на древних изделиях из металла

Ю.С.Худяков,

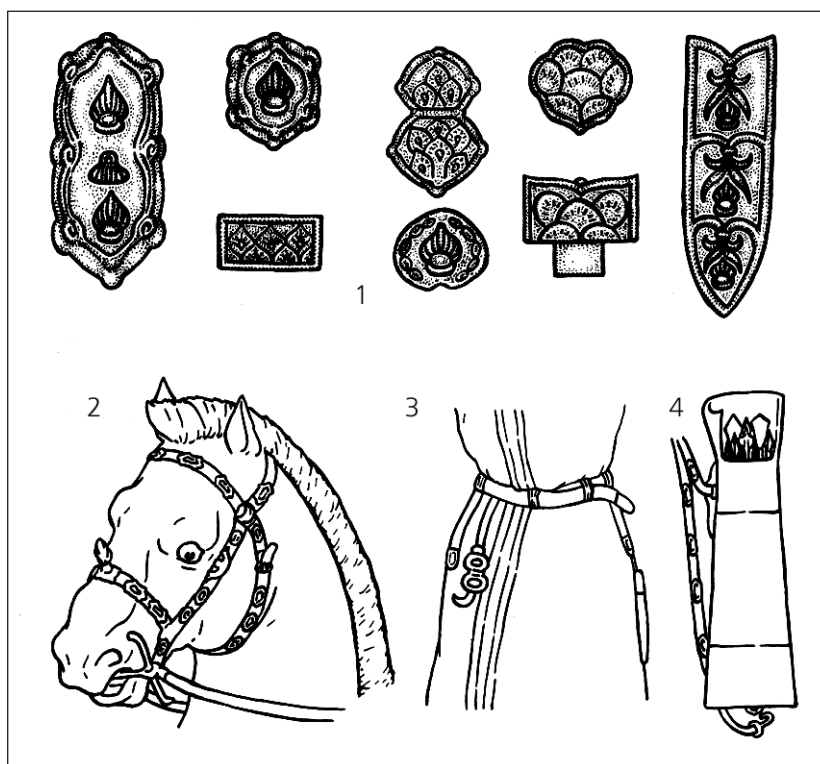
доктор исторических наук

Институт археологии и этнографии Сибирского отделения РАН
Новосибирск

Декоративно-прикладное и орнаментальное искусство древних и средневековых кочевников Центральной Азии — своеобразный феномен художественной культуры. Оно наглядно демонстрирует эстетические представления кочевников, их культурные контакты со странами земледельческих цивилизаций, проникновение в кочевую среду мировых вероучений.

На средневековых поселениях, в курганах и могилах кочевников, обитавших в эпоху раннего средневековья в долинах Енисея, Оби и Иртыша, в горах Алтая и Саян в XVIII—XIX вв. неоднократно находили бронзовые позолоченные бляшки, портупейные накладки, пряжки, поясные обоймы, ременные наконечники с разнообразным орнаментом. В первой половине XVIII в. большие коллекции таких предметов собрали известные ученые Д.Г.Мессершмидт, Г.Ф.Миллер, начальник Уральских и Сибирских горных заводов генерал Г.В.де Геннин и др.

В XIX в. эти находки стали передавать в музеи, открывшиеся в сибирских городах: Барнауле, Томске, Краснояр-



Орнаментированные металлические изделия (культура енисейских кыргызов): из поясов и сбруй (1), уздечных наборов (2), поясных обойм (3), портупейных накладок (4).

ске, Минусинске. Благодаря усилиям многих ученых и краеведов в музейных собраниях Москвы, Санкт-Петербурга и Сибири появились большие коллекции художественно оформленных изделий

из металла — в основном украшений воинского наборного пояса и конской сбруи.

Среди разнообразных вариантов орнамента на металлических изделиях особый интерес представляют изобра-



Наремненные накладки, бляшки, обоймы.

Здесь и далее фото автора

жения в виде языков пламени в сочетании с цветами смоковницы и побегов виноградной лозы. Трактовались они по-разному. Так, археолог из Хакасии Я.И.Сунчугашев посчитал их «сиянием Солнца», о прощании с которым говорится в хакасском сказании «Ах Чибег Арыг» [1]. В 1966 г. археолог Л.Г.Нечаева, анализируя бляшки с подобными изображениями с могильника Тора-Тал-Арты в Туве, на котором были погребены кыргызские воины IX—X вв., высказала предположение, что пламевидные фигуры имеют элементы, схожие с буддийским культовым символом — «жемчужиной в огне» [2]. Были отмечены и другие символы, характерные для культовой атрибутики буддизма. В дальнейшем ведущий специалист по средневековой тюретике (изделиям из металла) Средней Азии Б.И.Маршак пришел к выводу, что все без исключе-

ния орнаментальные сюжеты на металлических украшениях пояса и сбруи у кочевников Саяно-Алтая заимствованы из декоративно-прикладного искусства стран Среднего и Дальнего Востока. Однако, используя в оформлении художественных изделий иноземные мотивы средневековые номады воспринимали содержание этих изображений по-своему, творчески перерабатывали, создавали новые варианты известных канонических символов [3].

В ходе раскопок в 1970—1980-х годах памятников енисейских кыргызов, древних тюрок и уйгуров в Минусинской котловине автор данной статьи на могильниках Ник-Хая, Ибыргыс-кисте, Ортызы-Оба обнаружил большое количество бляшек, накладок, обойм, наконечников ремней, орнаментированных каноническими символами, отлитых из бронзы и крытых позоло-

той. Они украшали поясные, уздечные и седельные ремни, портупей колчанов. Некоторые из находок — узда на черепе лошади и колчанная портупея из захоронения древнетюркского воина на могильнике Ибыргыс-кисте в долине р.Ут в Минусинской котловине — сохранили свои металлические украшения [4]. Это позволило реконструировать узду и оценить весь набор бляшек целиком, а не по отдельным деталям. Сверкая на солнце позолотой, бляшки с пламевидными изображениями и цветами смоковницы, несомненно должны были привлекать внимание, свидетельствовать о высоком социальном статусе воина.

Находки аналогичных предметов с пламевидным орнаментом в погребениях уйгуров, на памятнике Ник-Хая в долине р.Енисей в Минусинской котловине позволили связать их с культовой символикой манихейской религии. Возникшая в Иране в период деятельности пророка Мани в III в. в результате реформирования зороастризма и включения в него элементов христианства, митраизма и буддизма в VII в. эта религия стала государственной в Уйгурском каганате [5].

В манихейской культовой атрибутике важную роль выполняли изображения огня и солнечного света, символизирувавшие воплощение главного божества Света и его победу в постоянной борьбе с божеством Мрака. Близки по манере минусинским изображениям на бронзовых позолоченных бляшках фрески в уйгурских манихейских храмах в Восточном Туркестане.

Однако ряд исследователей южносибирской тюретики вслед за Нечаевой предпочитают считать изображения на металлических изделиях древних тюрок, уйгуров и енисейских кыргызов буддийской символикой. По мне-

нию исследователя средневековой торевики Южной Сибири Л.М.Хаславской, пламевидные детали на поясных, сбруйных и портупейных бляшках во всех деталях схожи с одним из основных символов буддизма — «драгоценностью, охваченной пламенным ореолом», или «жемчужиной в огне» [6], считавшейся, согласно индийской мифологии, средством исполнения желаний. «Драгоценность» на раскрытом цветке лотоса изображалась на ладони у различных божеств буддийского пантеона, у Джамбхалы, одаряющего богатством, или Авалокитешвары, защищающего верующих буддистов от опасности в момент преодоления водных преград [7]. Другой археолог, Н.В.Леонтьев, считает, что этот символ напоминает одну из благих эмблем Будды — «чинтамани», камень, исполняющий желания [8]. В пользу буддийской символики пламевидного орнамента свидетельствует и то, что он часто встречается с другим буддийским символом — «цветком смоковницы». Среди других буддийских символов на металлических предметах встречается «улзий» — «бесконечный узел», или «узел счастья».

Бляшки из уйгурского памятника Ник-Хая, древнетюркского Ибыргыс-кисте относятся к VIII—X вв. Подобные



Захоронение древнетюркского воина. На заднем плане колчан с орнаментированными накладками.

изделия характерны и для культуры енисейских кыргызов того же времени.

Эти символы на наборных воинских поясах, сбруйных и портупейных ремнях придавали воинской амуниции и конскому убранству нарядный вид. В то же время они выполняли роль амулетов-оберегов, предохранявших воина, его оружие и боевого коня от всевозможных нападений в бою и походе.

Манихейская и буддийская символика на предметах из металла средневековых кочевников Саяно-Алтая важна еще и тем, что свидетельствует

о распространении этих прозелитарных религий среди номадов. До недавнего же времени считалось, что в кыргызской культуре безраздельно господствовал шаманизм. Однако находки вещей с канонической символикой подтверждают приводимые в средневековых источниках свидетельства о том, что кыргызская знать проявляла интерес к манихейству и буддизму, возникший, когда в ходе войны с Уйгурским каганатом и его разгрома в IX в. кыргызские войска вырвались из-за Саянских гор в степи Монголии и Восточного Туркестана. ■

Литература

1. Сунчугашев Я.И. Древняя металлургия Хакасии: Эпоха железа. Новосибирск, 1979.
2. Нечаева Л.Г. Погребения с трупосожжением могильника Тора-Тал-Арты // Тр. Тувинской комплексной археол.-этнограф. экспедиции. М.; Л., 1966. Т.2. С.118—129.
3. Маршак Б.И. Согдийское серебро. М., 1971.
4. Худяков Ю.С., Нестеров С.П. Группа погребений Ник-Хая // Археол. юга Сибири и Дальнего Востока. Новосибирск, 1984.
5. Худяков Ю.С. // Гуманит. науки в Сибири. Сер. археолог. и этнограф. 1998. №3. С.37—38.
6. Худяков Ю.С. Орнамент наборных поясов из погребений Ник-Хая // Пластика и рисунки древних культур. Новосибирск, 1983. С.152.
7. Худяков Ю.С., Хаславская Л.М. О пламевидном орнаменте в южносибирской торевики // Рериховские чтения 1984 года. Новосибирск, 1985. С.248—249.
8. Терентьев В.А. Опыт унификации музейного описания буддийских изображений // Исполз. музейных кол. в критике буддизма. Л., 1981. С.36.

Умеют ли вороны «считать»?

К сентябрю шумная толпа глупеньких воронят, по-видимому, уже постигает основы вороньей науки... Они узнали про ружье и западни... узнали, что зонтик — это не ружье. Они научились считать до шести, что очень хорошо для таких юных ворон, хотя сам Серебряное Пятнышко умел считать почти до тридцати.

Э.Сетон-Томпсон

З.А.Зорина, А.А.Смирнова, О.Ф.Лазарева

Вопрос о том, могут ли животные «считать» или, говоря точнее, анализировать количественные, и в особенности числовые, параметры среды, возник давно и продолжает привлекать внимание специалистов и всех интересующихся поведением животных. Этот интерес питается наблюдениями, свидетельствующими, что животные постоянно сравнивают важные для них объекты и четко выбирают большие — по площади, весу или плотности распределения. Существует также масса историй о птицах, обнаруживающих пропажу яиц из гнезда или птенца из выводка; о воронах, которые не подлетают к приманке до тех пор, пока не убедятся, что все охотники, пробравшиеся в укрытие на глазах у стаи, покинули его. Такие истории кочуют из работы в работу уже более 100 лет, однако так и остаются охотничьими рассказами, потому что никто еще точно не знает, что же происходит на самом деле, могут ли животные в природе «считать» и как они это делают. Даже строчки эпиграфа, принадлежащие известному канадскому зоологу,



Зоя Александровна Зорина (в центре), доктор биологических наук, заведующая лабораторией физиологии и генетики поведения биологического факультета Московского государственного университета им.М.В.Ломоносова. Область научных интересов — изучение поведения и рассудочной деятельности животных, главным образом птиц.

Анна Анатольевна Смирнова (слева), кандидат биологических наук, научный сотрудник той же лаборатории. Занимается сходными проблемами.

Ольга Федоровна Лазарева, аспирантка Института высшей нервной деятельности. Научные интересы связаны с изучением довербального мышления птиц, в частности способности к обобщению, построению аналогий.

© З.А.Зорина, А.А.Смирнова,

О.Ф.Лазарева

получили некоторое подтверждение лишь много десятилетий спустя после их написания.

Многочисленные попытки исследовать способность животных к «счету» в эксперименте показали, что оценка количественных параметров связана с целым комплексом перцептивных и когнитивных процессов. В англоязычной литературе они обозначаются емким термином «numerical competence», который не имеет точного русского аналога. Из этого комплекса вопросов мы исследовали два: какой диапазон оценки множеств доступен животным? В какой степени у них развита такая форма рассудочной деятельности (или довербального мышления), как способность к обобщению признака числа?

* * *

К настоящему времени общепризнано, что изучение у животных рассудочной деятельности как предшественника мышления человека необходимо для понимания закономерностей эволюции поведения. Известно, что животные обладают различными формами довербального мышления [1] и даже способны использовать символы для обозначения объектов, явлений или понятий [2]. В то же время вопрос о том, в какой степени у животных, не относящихся к приматам, развиты высшие формы довербального мышления (способность к обобщению и формированию довербальных понятий), еще недостаточно исследован. А ведь ответ на него необходим для понимания развития довербального мышления в процессе эволюции.

Способность к обобщению составляет основу для возникновения абстрактных

представлений и использования символов. Мерой абстрагирования или, как говорил И.М.Сеченов, «удаления от чувственных корней» служит умение оперировать символами в полном отрыве от обозначаемого ими физического объекта или явления. Подобные способности — одна из характерных черт мышления человека, и поэтому их изучение столь важно для выяснения грани между возможностями психики человека и животных.

Исследуя эту проблему, мы обратились к задачам, связанным с обработкой информации о признаке числа, который условно называют счетом. К настоящему времени предложено несколько классификаций процессов, обеспечивающих распознавание этого признака. Большинство из них выделяет истинный счет — формальную нумерацию объектов для определения их абсолютного числа, которую используют люди. В последнее десятилетие элементы такого счета обнаружены у шимпанзе и серого жако. Истинный счет подразумевает обязательное применение упорядоченной последовательности индивидуально различающихся маркеров-числительных (например, арабских цифр), причем последний из них должен обозначать общее число пересчитанных объектов. Все остальные процессы можно подразделить на две основные группы: распознавание множеств по всей совокупности количественных параметров (по числу и по сопряженным с ним признакам — площади, весе); распознавание множеств собственно по признаку числа. Эти формы счета в той или иной степени обнаружены у разных животных, причем и в природе, и в эксперименте в двух ситуациях: узнавание определенного множества и выбор

большого при сопоставлении двух или более множеств.

К настоящему времени бесспорно доказано, что животные умеют распознавать и использовать не только количественные параметры среды, но и признак числа. Показано, что приматы могут использовать символы для маркировки небольших множеств и производить с ними операции, аналогичные арифметическим [3]. Так, И.Пепперберг выявила сходные способности у серого жако, который сообщал, сколько элементов содержится в множестве, произнося английские названия числительных [4]. Однако в целом сведения о не относящихся к приматам животных, умеющих обобщить информацию о числе, остаются весьма фрагментарными.

Мы исследовали такую форму когнитивной деятельности у высокоорганизованной представителя класса птиц — врановых (серых ворон). Известно, что эти птицы, с их крупным и тонко дифференцированным мозгом могут решать многие элементарные логические задачи во многом так же, как мартышковые обезьяны [5]. При изучении способности ворон к обобщению мы использовали несколько методов, направленных не на выработку определенной реакции на конкретный стимул, а на выделение общего для разных стимулов признака и формирование отвлеченного правила выбора. Если при первых же предъявлениях новых стимулов животное легко решает задачу, значит, оно усвоило такое правило и способно к обобщению.

В экспериментах нам предстояло: исследовать способность ворон к относительным количественным оценкам и определить диапазон, в котором они могут сравнивать множества по

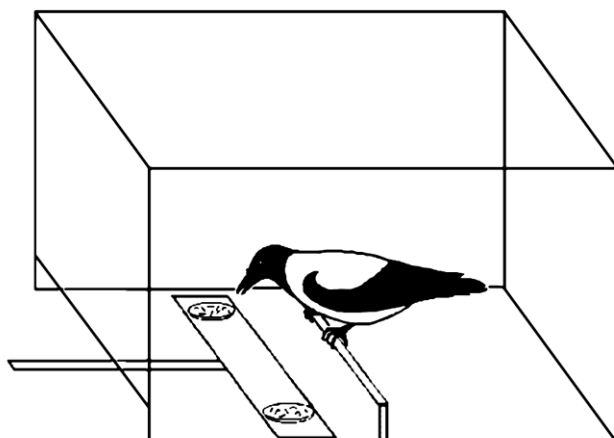
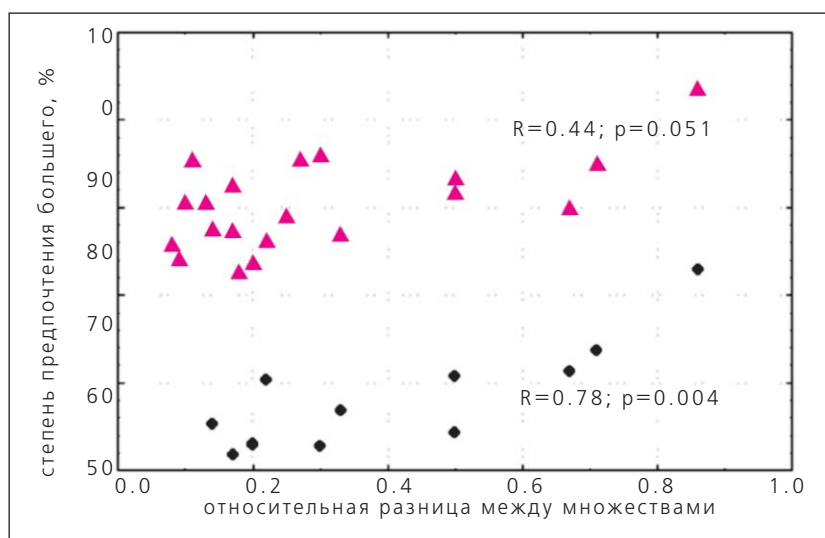


Схема эксперимента «свободный выбор». Ворона почти всегда выбирает кормушку с большим числом червяков. Внизу — зависимость степени предпочтения большего от разницы между сравниваемыми множествами у ворон (показано цветом) и голубей.



числу элементов в них; оценить умение птиц обобщать по признакам «большее множество» и «соответствие (или несоответствие) числа»; выяснить, способны ли они к элементам символизации.

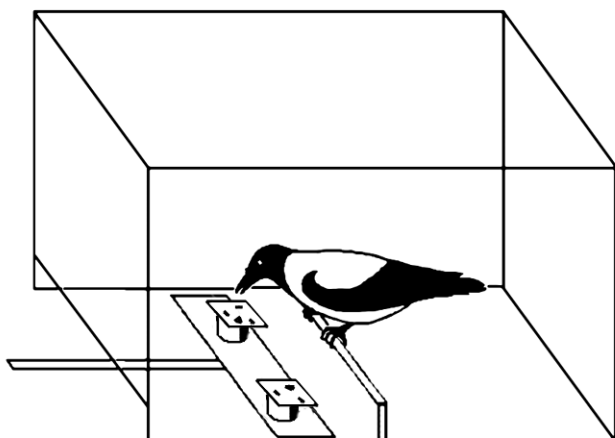
Работу проводили на 13 серых воронах разного возраста (не моложе двух лет), а также 11 сизых голубях. На каждой стадии экспериментов стимулы предъявляли в специально подобранных последовательностях, никогда не повторяя одну и ту же комбинацию несколько раз подряд, а распределяя их случайно (как и положение подкрепляемого и неподкрепляемого стимулов). В большинстве случаев использовали неповторяющиеся последовательности ком-

бинаций. В качестве показателя успешного переноса правила выбора на новые стимулы (т.е. отвлеченности сформированного правила) служили результаты первых 30 тестовых предъявлений. При обработке результатов мы пользовались общепринятыми статистическими методами.

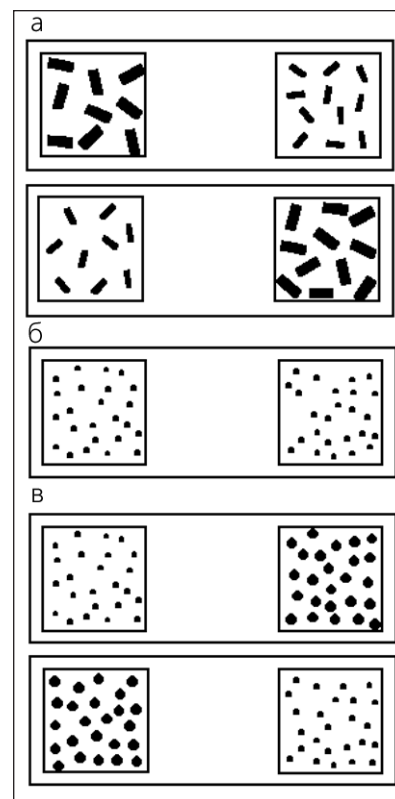
Один из первых вопросов, возникающих при изучении счета — это диапазон множеств, которые животные могут воспринять и точно оценить. Согласно общепринятой точке зрения его верхняя граница не превышает 7 ± 2 . Однако мы предположили, что доступный воронам диапазон значительно шире. Для ответа на этот вопрос мы использовали в эксперимен-

те два подхода: вначале изучали, как голуби и вороны сравнивают множества пищевых единиц в ситуации свободного выбора, а затем обучали их дифференцировке стимульных карточек с разным числом геометрических элементов.

В первом случае птице предлагали выбрать любую из двух открытых кормушек, и она могла съесть ее содержимое независимо от того, предпочла ли кормушку с меньшим или большим числом пищевых объектов. Для ворон это были личинки мучного хрущака (до 12 шт.), а для голубей — зерна пшеницы (до 10 шт.). И те и другие птицы в основном выбирали кормушку с большим числом приманок, однако



Обучение дифференцировке стимулов по признаку «большее множество». Приманка находится под карточкой с большим количеством. Справа — стимульные карточки с различным соотношением числа графических элементов и их суммарной площади: а — пара 9/11, б и в — 24/25.



у голубей такой выбор не превышал 63%, а у ворон составлял от 77% до 84%. В поисках причин столь существенных различий мы проанализировали зависимость степени предпочтения большего от разницы между сравниваемыми множествами. Оказалось, что голуби тем надежнее выбирают большую приманку, чем сильнее это множество отличается от меньшего. У голубей четко выражена корреляция между относительной разницей и долей выборов большего множества. У ворон уровень предпочтения большего превышает 70% даже при различиях всего на одну единицу, а корреляция между относительной разницей и долей выбора большего выражена слабо. Вероятно, в основе этого выбора у голубей и ворон лежат разные механизмы. Голуби, видимо, оценивают и сравнивают всю совокупность количественных характеристик множества,

в том числе общую площадь или плотность расположения пищевых объектов. Для ворон же скорее всего важно именно число объектов в кормушках [6].

При такой постановке задачи нельзя ни подтвердить, ни опровергнуть подобное предположение, поскольку методика не позволяла отделить число от других количественных признаков. Поэтому на следующем этапе мы применили иной методический прием — обучали четырех ворон дифференцировке стимулов по признаку «большее множество». Птице предлагали две кормушки, накрытые карточками. Если она сбрасывала карточку с большим числом элементов, то находила личинки мучного хрущака. В ходе обучения случайно чередовали 40 неповторяющихся пар множеств (от 1 до 12), варьировали различные второстепенные признаки. Когда количество правильных реше-

ний достигало 80%, меняли соотношения числа элементов и их суммарной площади. В таких сериях в половине случаев большее множество состояло из мелких элементов и соответственно имело меньшую суммарную площадь; в другой половине, наоборот, большее множество состояло из более крупных элементов. Даже в парах с обратным соотношением числа элементов и их суммарной площади количество правильных решений составило в среднем 75%. Таким образом, мы доказали, что в диапазоне от 1 до 12, вороны сравнивают множества именно по числу элементов. В тестах на перенос птицам предъявляли новые множества, включавшие до 25 элементов. При естественном соотношении числа элементов и их суммарной площади вороны всегда выбирали большее множество. Однако, когда это соотношение варьировали, птицы правильно

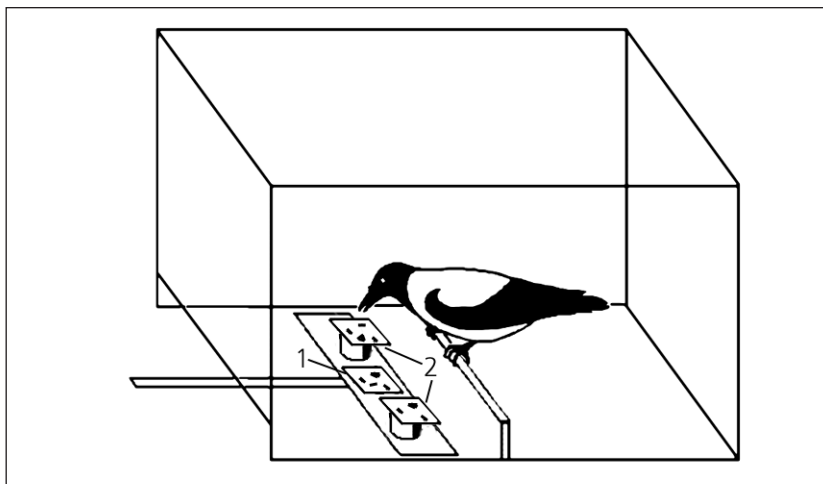
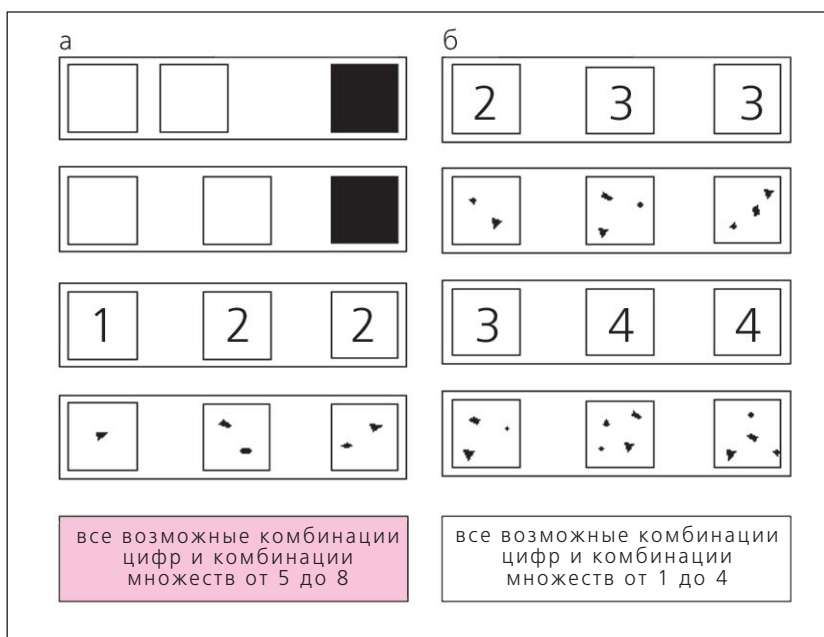


Схема опыта «выбор по образцу»: 1 — образец, 2 — карточка для выбора. Приманка находится под карточкой, соответствующей образцу. Внизу — карточки, предъявляемые последовательно в ходе обучения (а), тестирования с частично обновленными наборами стимулов (б) и совершенно новыми (выделено цветом). На первой стадии обучения образец располагали рядом с подкрепляемой карточкой, затем всегда строго посередине.



оценивали множества, содержащие не больше 20 элементов [6].

До сих пор способность воспринимать и точно оценивать такие большие множества у животных не наблюдали. Наши опыты показали, что верхняя граница диапазона, в котором вороны успешно сравнивают множества по числу элементов, близка к 20. Кроме того, серые вороны могут обобщать по признаку «большее множество». Сформированное у них правило выбора оказалось инвариантным как к изменению второстепенных пара-

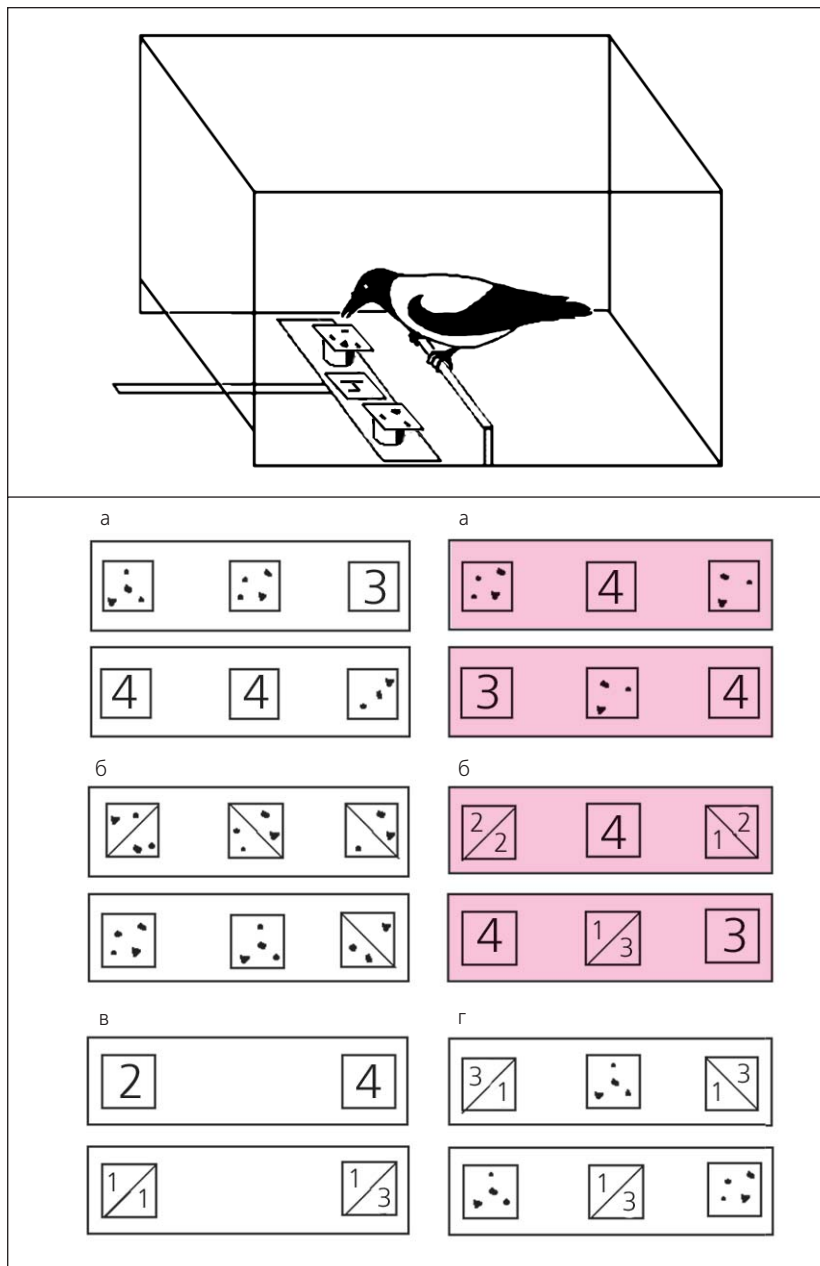
метров стимульных карточек (цвет, форма и размер изображенных элементов), так и к изменению диапазона предъявляемых множеств.

Для изучения способностей животных к обобщению наряду с дифференцированным обучением широко используют задачу выбора по образцу, предложенную Н.Н.Ладыгиной-Котс еще в 1914 г. В наших опытах вороне предлагали две накрытые карточками кормушки. Между ними помещали карточку-образец, а приманка находилась под карточкой, соответствующей образцу.

Чтобы увеличить вероятность выработки именно отвлеченного правила выбора по признаку сходства, применяли стимулы разных категорий: черные и белые карточки, графические множества из одного и двух элементов, а также арабские цифры 1 и 2. В ходе обучения эти наборы чередовали: после того, как птица осваивала один набор, ей предъявляли следующий и т.д.

После нескольких циклов чередования трех базовых наборов стимулов четыре из шести ворон без дополнительного обучения решали

Схема экспериментов по изучению символизации. Приманка находится под карточкой, по значению соответствующей образцу. Внизу — карточки, использованные в опытах: а — при установлении соответствия, б — при «сложении» (тестовая серия выделена цветом), в — в условиях «свободного выбора», г — в контрольной серии.



задачу как при предъявлении частично обновленных наборов стимулов, так и совершенно новых — цифр и множеств от пяти до восьми. Значит, у них сформировалось отвлеченное правило выбора, которое птицы успешно применяли не только при абсолютном сходстве стимулов, но и при соответствии такой характеристики, как число элементов разной формы, цвета и размера. Следовательно, можно говорить,

что вороны умеют обобщать по признаку «соответствие числа элементам» [7].

Доказанная нами способность ворон к обобщению по признаку числа дала основания исследовать их возможности к символизации. Под этим термином мы понимаем умение устанавливать эквивалентность между исходно индифферентными для птиц знаками (арабскими цифрами) и обобщенной информацией о числе элемен-

тов в множествах разной природы, а также оперировать ими. В основе нашего подхода лежали три экспериментальных факта: способность ворон обобщать по признаку числа; оперировать понятием «соответствие»; легко запоминать связанное с каждым конкретным стимулом число приманок и применять эту информацию в новой ситуации. Главная особенность такого подхода — отсутствие прямого обучения. Опыты

включали демонстрационные и тестовые серии. В первых вороны получали информацию о «цене» каждого стимула. При правильном выборе они находили количество личинок, соответствующее изображенному на сброшенной карточке множеству: например, под карточкой с четырьмя элементами или с цифрой 4 — четыре личинки. При этом образец и «правильная» карточка принадлежали к одной категории: если образцом была цифра, то и соответствующая карточка для выбора также была цифрой. Для успешного решения задачи воронам достаточно было использовать ранее усвоенное правило выбора по соответствию с образцом.

В тестовых сериях образец принадлежал к одной категории, а обе карточки для выбора — к другой: так, если образцом была цифра, то для выбора предъявляли два множества, и наоборот. Соответствие образца и одной из карточек для выбора не было очевидным. Для правильного решения этой задачи вороны должны были не только воспользоваться правилом выбора по образцу, но и мысленно сопоставить ранее полученную информацию (число единиц подкрепления, связанное с каждым из стимулов) и установить, какое из двух множеств соответствует цифре-образцу и, наоборот, какая из двух цифр соответствует множеству. В отличие от других аналогичных экспериментов, такой подход отличался отсутствием прямого обучения соответствию между цифрами и графическими множествами.

В тестовых сериях птицы с самого начала решали задачу правильно: в большинстве случаев выбирали цифру, соответствующую изображенному на образце множеству, и наоборот. Таким

образом, они сумели быстро, за счет мысленного сопоставления ранее полученной информации, установить эквивалентность множеств и исходно индифферентных для них знаков (арабских цифр от 1 до 4).

Мы полагаем, что в основе принятия решения лежит операция логического вывода, которую называют транзитивным заключением. Если графическому множеству и цифре соответствует одинаковое число личинок, значит, множество соответствует цифре. На основе двух посылок, полученных ассоциативным или условнорефлекторным путем, животное делает вывод о наличии третьей связи. Известно, что голуби, в отличие от шимпанзе, с такой задачей не справляются [8], а вороны, согласно нашим результатам, способны к такому логическому выводу.

В следующих опытах мы выяснили, могут ли птицы оперировать усвоенными символами, т.е. выполнять с цифрами операцию, аналогичную арифметическому сложению. В демонстрационной серии использовали только графические множества: либо обычные, либо разделенные карточки. Птицам демонстрировали соответствие количества элементов в обычных и в разделенных графических множествах числу в обычных или в разделенных кормушках. Под карточкой с «разделенным» множеством ворона находила кормушку, также разделенную вертикальной перегородкой на две равные части. Количество личинок в ее двух отделах соответствовало числу элементов на двух половинках карточки. В отличие от демонстрационной серии, в тесте присутствовали только цифры. Если в качестве образца предъявляли отдельную цифру, то для выбора — разделен-

ные карточки с парой цифр, сумма которых на одной из них соответствовала цифре на образце. И наоборот — если в качестве образца использовали разделенную карточку с парой цифр, то для выбора предлагали отдельные цифры.

Вороны успешно справились и с этой задачей. К началу опыта они уже знали, что каждому графическому множеству и каждой цифре соответствует определенное количество личинок, и на этом основании находили соответствие определенных цифр и графических множеств. Затем птицы получали дополнительную информацию о том, что разделенному графическому множеству соответствует количество личинок в разделенной кормушке. Следовательно, для правильного решения они должны были сделать вывод об эквивалентности отдельных цифр и их соответствующих комбинаций.

Еще одним подтверждением способности ворон оперировать усвоенными символами стали результаты задачи на свободный выбор. Здесь птицы сравнивали не открытые множества приманок, а цифры или пары цифр. Вороны уверенно скидывали карточку с большей цифрой или с их большей суммой.

Проверить влияние на выбор каких-либо посторонних признаков (например, обонятельных, акустических или же неосознанных подсказок экспериментатора) помогла контрольная серия, в которой воронам предлагали задачу, не имевшую логического решения: обе карточки для выбора соответствовали образцу. Подкрепление помещали в одну из кормушек в случайном порядке. Таким образом, если бы вороны могли находить кормушку с личинками по каким-либо признакам, не имевшим от-

ношения к логической структуре задачи, то они и в такой ситуации успешно находили бы ее. Однако реально количество правильных решений у всех подопытных ворон резко понизилось до случайного уровня. При этом птицы были явно недовольны и не желали работать в такой ситуации.

* * *

При обсуждении наших данных возникают вопросы: как оценить степень доступного птицам обобщения и можно ли считать, что у них формируется понятие о числе? На этот счет нет единого мнения. Общепринято, что понятие числа у животных подразумевает абстрагирование числа как признака всего множества, не связанного со свойствами его элементов. О наличии такого абстрагирования свидетельствует возможность переноса, т.е. способность распознавать новые стимулы.

Ряд авторов необходимым критерием считают умение выполнять арифметические операции. По мнению других, это требование неоправданно строгое и чисто формальное. Кроме возможности переносов они полагают обязательным понимание свойств равенства (транзитивности, рефлексивности и симметрии). Согласно нашим экспериментам, серые вороны удовлетворяют большинству из этих критериев, а значит, они владеют понятием числа. Они могут запоминать числовые значения стимулов не только в виде образных представлений, но и в некоей отвлеченной и обобщенной форме.

Разумеется, вопрос о способности птиц пользоваться символами нуждается в дальнейшем исследовании. В частности, необходимо выяснить, могут ли вороны, усвоившие соответствие цифр и графических множеств, применить свое знание к новым для них графическим

изображениям. Тем не менее полученные данные позволяют предположить, что не только у высших приматов, но и у некоторых птиц довербальное мышление достигло в своем развитии того промежуточного этапа, который, по мнению Л.А.Орбели, позволяет использовать символы вместо реальных объектов и явлений и который в эволюции предшествовал формированию второй сигнальной системы. Таким образом, впервые высказанное Л.В.Крушинским представление о параллелизме в эволюции высших когнитивных функций птиц и млекопитающих — позвоночных с разными типами структурно-функциональной организации мозга — получает новое подтверждение. ■

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований. Проекты 95-04-11099 и 98-04-48440.

Литература

1. Зорина З.А. Сравнительные исследования некоторых сложных форм обучения у птиц. // Сравнительная физиология ВНС человека и животных. М., 1990. С. 21–36; она же // Мир психологии. 1999. Т.1. №17. С.186–197.
2. Rumbaugh D.M., Washburn D.A. // The Development of numerical competence: animal and human models / Eds S.T.Boysen, E.J.Capaldi. Hillsdale, New Jersey, 1993. P.87–106.
3. Boysen S.T., Bernston G.G., Hannan M.B., Cacioppo J.T. // J. Exp. Psychol. Anim. Behav. Process. 1996. V.22. №1. P.76–86.
4. Pepperberg I.M. // Behav. & Brain Sci. 1988. V.11. P.595–596.
5. Обухов Д.К. Морфогенез и реактивная перестройка нервной системы // Тр. С.-Петербург. общ-ва естествоисп. / Ред. О.С.Сотников. СПб., 1996. Т.76. Вып.5. С.113–133.
6. Зорина З.А., Смирнова А.А. // Журн. высш. нерв. деятельности. 1994. Т.44. №3. С.618–621; 1995. Т.45. №3. С.490–499; 1996. Т.46. №2. С.298–301.
7. Смирнова А.А., Зорина З.А., Лазарева О.Ф. // Журн. высш. нерв. деятельности. 1998. Т.48. №5. С.855–867.
8. Lipkens R., Kop P.F.M., Matthijs W. // J. Exp. Analysis of Behav. 1988. V.49. P.395–409; Yamamoto J., Asano T. // Psychol. Rec. 1995. V.45. P.3–21.

Астрономия

Открылся четвертый «глаз» Очень большого телескопа

В ночь с 3 на 4 сентября 2000 г. увидел «первый свет» последний из четырех гигантских инструментов системы Очень большого телескопа (Very Large Telescope — VLT) Европейской южной обсерватории¹. Пока на нем проводятся отладочные работы, но уже в начале 2001 г. его отдадут в руки ученым. Таким образом, этот комплекс оптических телескопов на горе Сьерро-Параналь в чилийской пустыне Атакама стал крупнейшей обсерваторией Южного полушария. Каждый из его четырех гигантских рефлекторов (с диаметром главного монолитного зеркала 8.2 м) великолепно показал себя при наблюдениях: чистая и стабильная атмосфера в совокупности с новой электронной системой повышения четкости изображений позволили достигнуть рекордного углового разрешения в 0.18".

Следующим непростым, но очень важным шагом будет объединение четырех больших и нескольких меньших телескопов (их сейчас строят рядом с большими) в систему, работающую как единый сверхтелескоп. Тогда по суммарной площади зеркал (более 220 м²) VLT станет эквивалентен 17-метровому телескопу, а по разрешающей способности оставит далеко позади все наземные инструменты, а может быть, и Космический телескоп им.Хаббла.

Каждый из четырех телескопов VLT имеет, как уже сообщалось, собственное имя², взятое из языка народа мапуче, живущего в южной части Чили. Первый телескоп, построенный в марте 1998 г., нарекли Анту (Солнце), второй — Кьюен (Луна), третий — Мелипаль (Южный Крест), а четвертый — Йепун. По поводу значения четвертого

¹ См. также: Второй «глаз» Очень большого телескопа // Природа. 2000. №4. С.36; Гордость европейской астрономии // Там же. №8. С.42.

² См.: Сурдин В.Г. Крестины 8-метровых телескопов // Природа. 2000. №1. С.62—64.

имени ранее говорилось, что на языке мапуче так называют ярчайшую звезду ночного неба — Сириус. Однако некоторые специалисты усомнились в правильности этого перевода и провели лингвистические изыскания. Выяснилось, что дословно «Йепун» означает не «ярчайшая звезда ночи» (т.е. Сириус), а «вечерняя звезда» и относится к Венере. Нужно заметить, что мапуче, как и многие древние народы, не отождествляли «вечернюю звезду» и «утреннюю звезду» с одной и той же планетой Венерой в ее разных положениях относительно Солнца.

Итак, четвертый телескоп VLT, нареченный Йепун, носит имя «вечерней звезды» — Венеры.

ESO Press Release 18/00, 4 September 2000.

Астрофизика

Одиночная нейтронная звезда поглощает межзвездный газ

Наблюдения рентгеновского источника RX J1856.5-3754 с помощью Космического телескопа им.Хаббла позволили отождествить его с объектом, дающим слабое оптическое свечение. Анализ показал, что и оптическое, и рентгеновское излучение испускает нейтронная звезда. Это компактный объект, который рождается в конце эволюционного пути массивной звезды: исчерпав источники энергии, она коллапсирует в сверхплотный остаток и сбрасывает внешнюю оболочку.

Объект RX J1856.5-3754 — это впервые обнаруженная в 1997 г. *одиночная* нейтронная звезда. Прежде все подобные объекты находили по излучению аккреционного диска, возникающего при перетекании на нейтронную звезду вещества близкой «нормальной» звезды-спутника. У RX J1856.5-3754 впервые обнаружены также явные признаки взаимодействия с межзвездным веществом.

Оболочка, сброшенная родительской звездой, к настоящему времени полностью рассеялась, а это означает, что взрыв произошел не менее нескольких десятков

тысяч лет назад. За такой срок нейтронная звезда должна остыть и перестать излучать в рентгеновском диапазоне. Чтобы выяснить, каким механизмом обеспечивается столь длительное свечение RX J1856.5-3754, М.ван Керквейк (M.van Kerkwijk; Утрехтский университет, Нидерланды) и Ш.Кулкарни (Sh.Kulkarni; Калифорнийский технологический институт, США), попытались получить на Очень большом телескопе (VLT) ее спектр. Однако ни одной линии в спектре выявить не удалось. Тем не менее в ходе наблюдений выяснилось, что с 1997 г. видимое положение звезды заметно изменилось. При предполагаемом расстоянии до звезды в ≈200 св. лет ее угловое смещение соответствует скорости 100 км/с. Другим сюрпризом стало обнаружение в окрестностях звезды слабого свечения водорода в линиях бальмеровской серии.

Керквейк и Кулкарни предположили, что RX J1856.5-3754, пролетая сквозь разреженное межзвездное облако, аккрецирует на себя газ, энергия падения которого преобразуется в тепловую и заставляет звезду «светиться» в рентгеновском диапазоне. Жесткое излучение звезды ионизует окружающий водород, который спустя некоторое время рекомбинирует, излучая в линиях H_α и H_β.

Процесс переизлучения избыточной энергии и постепенной рекомбинации занимает около 1000 лет. Поскольку звезда за это время пролетает значительное расстояние, за ней должен оставаться светящийся след. Керквик и Кулкарни за предоставленное им дополнительное наблюдательное время обнаружили, что такой след действительно имеется. На снимке, полученном ими с помощью телескопа Кьюен из системы VLT, виден световой конус, в вершине которого расположена эта одиночная нейтронная звезда. Коническая форма следа связана, вероятно, с тем, что атомы водорода, поглощая рентгеновские кванты, не только теряют электроны, но и приобретают импульс в направлении от звезды.

По оценкам Керквейка и Кулкарни, плотность газа в окрестностях RX J1856.5-3754 в среднем в 100 раз превышает среднюю галактическую. Однако для обеспечения наблюдаемого рентгеновского потока ее недостаточно. Не исключено, что в недавнем прошлом звезда пролетела через еще более плотный газ и сейчас излучает накопленную ею энергию.

ESO Press Release. 11 September 2000;
<http://www.eso.org/outreach/press-rel/pr-2000/pr-19-00.html>

Физика

Эффект осцилляции нейтрино снова подтвержден

На конференции «Нейтрино-2000», проведенной летом в Садбери (Канада), было сообщено о первых результатах эксперимента с так называемыми «дальними» нейтрино, т.е. нейтрино, проходящими значительное расстояние (несколько сотен километров) от точки своего образования до места детектирования. Уже эти, предварительные, результаты дают еще одно подтверждение существования нейтринных осцилляций¹, которые впервые достаточно надежно были установлены в 1998 г. японскими физиками в экспериментах с атмосферными нейтрино.

Эффект осцилляции нейтрино выражается в том, что во время полета частица меняет свой состав. Так, если из точки своего образования вылетают нейтрино одного типа, то за время полета они могут превращаться в нейтрино другого типа, поэтому исходные частицы мы или вовсе не регистрируем, или интенсивность их потока будет заметно ослаблена.

Смена типа нейтрино происходит на некоторой характерной длине (длине осцилляций), и, хотя точно она неизвестна, предыдущие

эксперименты показали, что эта длина достаточно велика. Например, эффект осцилляций не наблюдался с реакторными нейтрино на измерительной базе ~100 м, а первый положительный результат был отмечен при прохождении атмосферных нейтрино (мюонных и электронных) сквозь Землю (база ≈ 13 тыс. км). Именно по этой причине эксперименты с «дальними» нейтрино приобретают особый интерес. Предполагается проведение трех таких экспериментов: в Японии, США и Европе.

Обсуждавшиеся на конференции новые результаты относятся к эксперименту в Японии (эксперимент K2K), который проводился международным коллективом физиков Японии, США и Кореи. Нейтрино мюонного типа возникали при распаде пионов, рождавшихся при столкновениях протонов высоких энергий с ядрами мишени. Пучки протонов создавались в ускорителе лаборатории КЕК близ Токио. Нейтрино регистрировали подземным детектором установки Superkamiokande, расположенной на расстоянии 250 км от ускорителя. За время наблюдения (около года) было зарегистрировано 17 событий при ожидаемом числе 29! Тем самым отмечен явный дефицит в интенсивности приходящих мюонных нейтрино. Аналогичная недостача (по сравнению с ожидаемым числом) наблюдалась ранее и в экспериментах с атмосферными нейтрино.

Для более точных количественных сопоставлений в эксперименте K2K пока не хватает статистики. Поскольку детектор Superkamiokande способен регистрировать также нейтрино электронного типа, напрашивается вывод, что мюонные нейтрино переходят в процессе осцилляции в неподдающиеся регистрации тау-нейтрино (нейтрино, как известно, бывают всего трех типов: электронное, мюонное и тау). Этот вывод, конечно, требует дальнейшего количественного подтверждения.

Эффект осцилляции возможен только в том случае, если нейтрино обладают отличной от нуля массой. Поэтому результаты опи-

санных экспериментов, будучи подтвержденными достоверной статистикой, практически доказывают (хотя и косвенно) наличие у нейтрино массы, а из этого факта вытекают многочисленные следствия для астрофизики, космологии, теории происхождения химических элементов.

CERN Courier. 2000. V.40. №7. P.8 (Швейцария).

Биология

Физиономическое распознавание пресмыкающихся

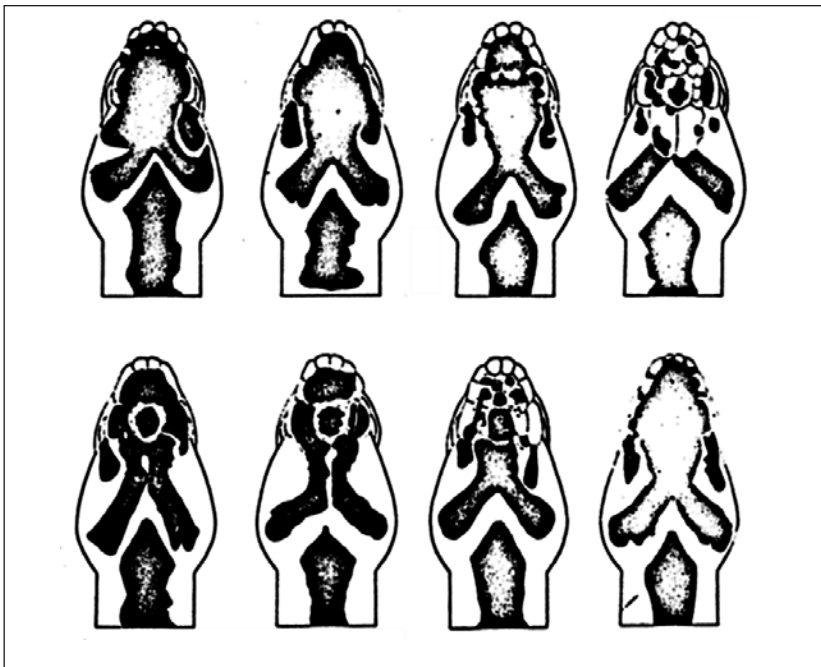
Современные популяционно-экологические, этологические, микроэволюционные, генетические исследования по биологии животных предполагают, что наблюдатель имеет возможность проследить в природе жизнедеятельность отдельных индивидуумов, а следовательно, распознавать их среди сородичей. Хорошо, когда речь идет о слонах или шимпанзе, а если животные мелкие и все «на одно лицо», как, например, ящерицы или змеи?

В последние десятилетия в герпетологии постоянно совершенствуются способы индивидуального мечения и распознавания особей — от грубого, «классического» отрезания пальцев до технически изощренных микроциповых меток. Но при этом сохраняется немало проблем и возникают новые. Так, современные требования гуманного отношения к «братьям меньшим» не допускают болезненных и травмирующих способов мечения (в некоторых западных научных журналах перестали публиковать статьи, авторы которых используют жестокую процедуру отрезания пальцев).

В последние годы развивается новое направление — индивидуальное физиономическое распознавание особей. Любопытно в этом отношении наблюдения британского естествоиспытателя П.Бенсона¹. Изучая в природе местных обыкновенных гадюк

¹ Benson P.A. // British Herpetological Soc. Bull. 1999. №67. P.21—27.

¹ См. также: *Домогацкий Г.В.* Свидетельство существования эффекта нейтринных осцилляций // *Природа*. 1998. №10. С.103—104; *Копылов А.В.* Проблема солнечных нейтрино: от прошлого к будущему // *Там же*. №5. С.31—40; №6. С.27—36.



Индивидуальный характер рисунка и расположения щитков на головах гадюк *Vipera berus*.

Vipera berus, он установил, что расположение щитков и рисунок на их головах имеют индивидуальный характер, и по этим признакам можно безошибочно установить «личность» каждой змеи. Этот способ замечателен тем, что животных даже не надо отлавливать — отличительные признаки хорошо заметны в бинокль или невооруженным глазом. Бенсон разработал систему кодировки, позволяющую зашифровать индивидуальные внешние черты особи в легко читаемую формулу.

Решая конкретные исследовательские задачи, специалисты изобретают все более неожиданные способы мечения и формы их использования. Например, сотрудник Сиднейского университета Ш.Даунс² предложил совершенно необычную технику мечения с необычной же целью: предлагается метить не животных, а их потенциальную добычу, что, по его мнению, позволит, например, точно охарактеризовать, как питаются в природе змеи.

© Д.В.Семенов,

кандидат биологических наук
Москва

² Downes Sh. // Amphibia—Reptilia. 2000. V.21. №1. P.126—131.

Зоология

Форониды найдены в Арктике

Форониды — своеобразная группа исключительно морских донных беспозвоночных, которую одни систематики рассматривают как отдельный самостоятельный тип *Phoronida*, а другие — как класс в составе типа *Lophophorata*. Живут эти червеобразные животные в трубочках из органического вещества, обычно инкрустированных песчинками. Из трубочек наружу высовывается только передний конец животного, несущий пучок из нескольких десятков щупалец, расположенных в два ряда по спирали, — так называемый лофофор. Группа эта очень небольшая — в мировой фауне известно всего 11 видов форонид. До сих пор они встречались только в тропических и умеренных водах, ни в Арктике, ни в Антарктике обнаружены не были. Недавно российские исследователи Е.Н.Темерева, В.В.Малахов, Е.Л.Яковис, М.В.Фокин (из Московского и Санкт-Петербургского государственных университетов) сообщили о первой находке форонид

в морях Арктики. Шестимиллиметровые животные (определенные как давно известный вид *Phoronis ovalis*) сидели на раковинах моллюсков-гребешков *Chlamys islandicus*, поднятых со дна Онежского залива Белого моря, вблизи Соловецких о-вов. Это обстоятельство говорит о существенном расширении ареала форонид на север. Кроме того, открытие животных нового типа в Белом море означает обогащение его фауны.

Авторы предполагают, что *Ph.ovalis* — реликт, проникший в Белое море относительно недавно (около 8 тыс. лет назад, в эпоху бореальной фазы) вместе со многими другими тепловодными компонентами беломорской фауны (тогда же вселился и их хозяин — гребешок). На правочерность этой гипотезы указывает отсутствие находок форонид в Норвежском и Баренцевом морях, т.е. в акватории между Белым морем и Атлантическим океаном, в котором форониды (и в том числе *Ph.ovalis*) широко распространены. Подобный разорванный ареал характерен и для некоторых других беломорских видов — бореальных вселенцев. Конечно, нельзя исключить и того простого обстоятельства, что в этих морях маленьких форонид еще не заметили, ведь и в хорошо изученном Белом море они были обнаружены только сейчас. Есть надежда, что дальнейшие исследования смогут прояснить этот вопрос и уточнить, относится ли арктическая форонида к бореальным реликтам.

Доклады Академии наук. 2000. Т.374. №4. С.571—573 (Россия).

Охрана окружающей среды

Возрождение озера Солтон-Си

Скоро исполнится 100 лет трагической ошибки американских гидростроителей: при сооружении крупной оросительной системы в долине Импириал-Валли (штат Калифорния) они направили воды р.Колорадо в пустынную впадину, дно которой находится на 72 м ниже уровня моря. За не-

сколько лет впадина заполнилась водой, и на ее месте возникло оз. Солтон-Си, вскоре начавшее засоляться. Так в Юго-Восточной Калифорнии рядом с плодороднейшими землями и цитрусовыми плантациями появилось свое «Мертвое море» площадью 984 км². Поначалу здесь был популярный курорт, но притягательность его быстро исчезла: близкая пустыня дышала жарой, а влага — химией.

Сейчас воды озера на 25% соленее морских. Еще хуже то, что с окрестных полей сюда стекают удобрения: ими питаются синезеленые водоросли, которые поглощают растворенный в воде кислород, а в период бурного развития («цветения») выделяют ядовитые вещества. Поголовные заморы рыбы и отравления птиц происходят постоянно. Правда, некоторые орнитологи напоминают, что оз. Солтон-Си стало важным «пересадочным» пунктом для перелетных птиц (здесь, например, останавливается коричневый пеликан, занесенный в списки охраняемых видов).

По мнению большинства экологов, надо если не избавиться от Солтон-Си, то хотя бы его оздоровить. В начале 2000 г. правительству был представлен проект санации озера, но прежде авторитетная комиссия во главе с биологом М. Френдом (M. Friend), изучив нынешнее состояние бассейна и его берегов, заключила, что озеро загрязнено не так сильно, как опасались, а лабораторные исследования ядов, выделяемых водорослями, показали их безопасность для позвоночных. С другой стороны, рыбы, обитающие в Солтон-Си, почти поголовно заражены паразитическими червями. В озере обнаружено более 300 видов организмов, ранее здесь не встречавшихся.

Общий вывод таков: бассейн нуждается в оздоровлении, и оно технически возможно. Составленный специалистами план предусматривает широкомасштабные работы по опреснению Солтон-Си. Для этого на берегах необходимо построить испарительную систему с многочисленными прудами, из которых можно будет изымать осаждающиеся соли,

а свежую пресную воду — закачивать в озеро до достижения нормального уровня солености. Пока экосистема не оздоровится (а это определит группа опытных ихтиологов), специальный траулер будет отлавливать большую и ослабленную рыбу.

Весь план, рассчитанный на 30 лет, обойдется федеральному бюджету не менее чем в 1 млрд долл. Правительство США одобрило его и направило для утверждения в Конгресс. Уже выделено 5 млн долл. на исследования. В случае окончательного положительного решения проект станет одним из крупнейших экологических мероприятий в мире.

Science. 2000. V.287. №5453. P.565 (США).

Гидрология

Наводнения: можно ли избежать катастроф?

Наводнения занимают первое место в ряду стихийных бедствий по охвату территорий, повторяемости и материальному ущербу. В России ежегодно затопляются около 50 тыс. км², из них 40% приходится на сельскохозяйственные угодья. Этим проявлениям стихии подвержены более 300 городов, десятки тысяч населенных пунктов, огромное число хозяйственных объектов. По данным ЮНЕСКО, на планете за последнее столетие от потоков погибли почти 10 млн чел. (от землетрясений и ураганов — 2 млн). Убытки составляют десятки миллиардов долларов, достигая в некоторых странах 15% валового национального дохода.

Катастрофические затопления в последнее десятилетие заметно участились. Гидрологи различают естественные и антропогенные причины наводнений и рассматривают возможные пути сокращения наносимых ими ущербов¹. Естественными причинами обусловлены следующие типы наводнений.

Весенне-летние таяния снегов и ледников. Сокращение ущерба можно достигнуть путем надежно-

¹Радкович Д.Я., Радкович Л.Д. // Водные ресурсы. 2000. Т.27. №3. С.261—266.

го прогнозирования, исходя из снегозапасов. При повторяемости наводнений один раз в 100 лет рекомендуется защищать городские и сельские населенные пункты гидротехническими сооружениями; при повторяемости один раз в 20 лет — создавать мелиоративные системы. Для аккумуляции высоких вод целесообразно строить водохранилища. Следует учитывать, что корреляция между снегозапасами и уровнем половодья не всегда высока: дружная весна может вызвать затопление при малых запасах снега. В отдельных случаях необходимо предусматривать эвакуацию населения.

Ливневые дожди. Наводнения такого типа часты на Дальнем Востоке, на европейской территории России, на Черноморском побережье Кавказа. Меры против них аналогичны изложенным выше.

Ветровые нагоны на открытых морских побережьях и в устьях рек. Прогнозируются на короткие сроки.

Заторы при весеннем вскрытии ледового покрова (распространены на сибирских реках, текущих с юга на север). Волна половодья распространяется в низовья, опережая таяние льда. Используются взрывные и авиабомбовые разрушения торосов, что не всегда эффективно. Следует предусматривать кратковременные отселения людей.

Зажоры от начального образования льда в начале зимы. Избежать наводнений такого типа можно созданием подпорного режима для уменьшения скорости течений: сокращаются сроки ледостава на поверхности потока и зазоры в его толще не образуются.

Отложения наносов при выходе рек с предгорных участков и сокращение в итоге транспортирующей способности потока (Кур, Терек, Хуанхэ). Защитой служит создание террас и лесопосадок, что ослабляет эрозионные процессы.

Колебания уровня бессточных озер в результате нарушения водного баланса и его составляющих. Пример — Каспийское море, где долгое время происходило опус-

кание уровня и освоение прибрежных территорий, которые при последующем подъеме воды стало заливать. Не допустить ущерб помогает запрет на освоение мест, подверженных даже редким затоплениям.

К немалым потерям могут приводить и наводнения антропогенного типа.

Стеснение сечения потока дамбами, мостовыми переходами и т.д. При их проектировании следует принимать во внимание возможные затраты, которые потребуются для ликвидации последствий, связанных с повышением уровня воды.

Нарушение естественного режима расходов воды и ее уровня. Например, режим Нижней Волги изменился под влиянием водохранилищ, сооруженных выше по течению. Способ сокращения убытков — более тщательные технико-экономические расчеты и уточнение правил эксплуатации водохранилищ.

Освоение территорий в нижних бьефах водохранилищ. Например, ниже Цимлянского водохранилища уже несколько десятилетий не заливается пойма, и здесь ведется интенсивное строительство. Но при половодье, возможном один раз в 100 лет, произойдут колоссальные разрушения. Необходим запрет на освоение таких территорий.

Как свидетельствуют современные природные, экологические и социально-экономические показатели, для большинства речных бассейнов характерно бессистемное и нерациональное размещение самых различных по назначению объектов. Для них необходимо предусмотреть организационно-технические меры: инженерно-гидротехнические мероприятия, прогнозирование, оповещение населения, своевременная эвакуация. Между тем программные документы по предотвращению потерь от наводнений начали разрабатывать только в последнее десятилетие.

© К.С.Померанец,
кандидат географических наук
Санкт-Петербург

Климатология

Тысячелетие климатических изменений: дебаты продолжаются

На конференции «Малая ледниковая эпоха и средневековый теплый период», которая проходила в Геологической обсерватории им.Ламонта и Доэрти по изучению Земли (март 2000 г., Палисейдс, США), ведущие климатологи мира обсуждали естественные колебания климата, предшествовавшие глобальному потеплению в XX в.

Еще в начале 60-х годов американский ученый Х.Х.Лэмб (H.H.Lamb) выдвинул гипотезу о глобальном потеплении на Земле в 1000—1300 гг. Основанная на неполных данных, к тому же касающихся главным образом Западной Европы, гипотеза тем не менее укоренилась в науке на долгий период. Однако в последнее время возникли сомнения в ее справедливости.

Климатологи М.К.Хьюз и Х.Ф.Диас (М.К.Hughes, H.F.Diaz) подчеркивают, что существующие данные позволяют говорить лишь о некоторых локальных потеплениях в те или иные сезоны указанного периода. Вместе с тем именно из-за скудости материалов нельзя полностью отвергать и глобальный характер этого процесса, в особенности это касается акваторий Мирового океана и Южного полушария.

Анализ ледяных кернов, извлеченных на территории Гренландии и Антарктиды, показывает, что около 1000 лет назад температура в этих районах Земли была выше, чем в последние десятилетия XX в. Дендрологическая информация по Северному полушарию и некоторые палеоклиматические данные по Северной Атлантике тоже говорят о потеплении в средние века (по крайней мере в отдельные летние сезоны). В то же время годовые кольца на спилах старых деревьев в Южном полушарии этого не подтверждают.

Около 1000 г. уровень солнечной активности был достаточно высоким (о чем свидетельствует количество поступавших на Зем-

лю изотопов ^{10}Be и ^{14}C), а интенсивность излучения Солнца — несколько выше средней. Орбитальное положение Земли в то время способствовало увеличению инсоляции в бореальных областях Северного полушария, по крайней мере летом. К середине XVI в. средние глобальные температуры понизились. В некоторых районах Малый ледниковый период начался уже в XIII в., в других — в XIV—XV вв., а завершился в большинстве регионов в середине—конце XIX в. Но и во время этого похолодания бывали эпизоды потепления (например, в XVIII в. температура была выше, чем в предыдущем и последующем веках).

Среди всех этих, зачастую противоречивых, данных бесспорно одно: в XX в. глобальная температура возрастала в беспрецедентном для всего тысячелетия темпе, а конец уходящего века был, вероятно, одним из самых теплых за несколько тысяч лет.

Science. 2000. V.288. №5470. P.1353 (США).

Археология. Антропология

Кто захоронен в царской гробнице?

Более 20 лет назад экспедиция во главе с греческим археологом М.Андроникосом (M.Andronicos) обнаружила при вскрытии кургана возле пос.Вергина (Северная Греция) две погребальные камеры с богатыми, явно царскими захоронениями. Эксперты из разных стран сошлись во мнении, что это члены семьи Александра Македонского. Но кто именно? Сам полководец скончался в индийском походе, тело его довели до Египта, а дальнейшая его судьба неизвестна. Из четырех могил одна несомненно принадлежала убитому в юношеском возрасте единственному сыну Александра Великого. Но кем были мужчина и женщина в самой богатой из вергинских гробниц, долгое время оставалось неясным.

В 1984 г. английский анатом Дж.Х.Масгрейв (J.H.Musgrave) обратил внимание на то, что череп и,

возможно, другие кости этого человека, похоже, несут следы серьезных прижизненных повреждений. Из исторических документов известно, что отец Александра Македонского, воинственный Филипп II, во время осады г.Метони в 354 г. до н.э. был тяжело ранен стрелой, попавшей ему в правую глазницу и наполовину ослепившей его (что, правда, не помешало царю править еще 18 лет и положить начало Македонской империи). Так в течение 16 лет и считалось, что Вергина — место последнего упокоения Филиппа II и его жены Клеопатры. Здесь даже построили специальный музей для этих останков.

Греческий палеоантрополог А.Барциокос (A.Bartsiokos) опроверг это мнение лишь в конце 1999 г. Он критически изучил скелет (особенно череп), чтобы выяснить, есть ли на нем след от стрелы и костная мозоль, которая неизбежно должна возникнуть при заживлении ран. Костной мозоли он не обнаружил, а все увиденное можно, по его мнению, отнести на счет индивидуальных анатомических черт. На многих современных черепах, не подвергавшихся никаким травмам, тоже бывают подобные выступы, а у этого древнего македонца и на левом глазу наблюдаются аналогичные черты. К тому же среди предметов, обнаруженных в гробнице, были вырезанные из слоновой кости миниатюрные головки Александра Македонского и Филиппа II, но лицо последнего не совпадает с реконструкцией, сделанной по его черепу.

Известно, что после смерти Александра Великого Македонией правил в продолжение шести лет его сводный брат Филипп III Аррихидай, который не был столь же воинствен, как отец и сводный брат. Боевых ранений, судя по историческим материалам, он не имел. Не обнаружено характерных следов и на спорном скелете, а ведь у Филиппа II в 344-м или 345 г. до н.э. копьем была сломана правая ключица, и последствия этого не могли остаться незамеченными. То же можно сказать и о бедренной кости: почти смертельное ранение заставило царя

хромать все три года оставшейся ему жизни. Где же эти боевые отметки на скелете? Их не обнаружили ни гистологи, ни рентгенологи... Словом, перед нами — останки отнюдь не Филиппа II и Клеопатры, а его сына Филиппа III Аррихида и его жены Эвридики.

Древние хроники рассказывают, что Аррихидай побывал в завоеванном его братом Вавилоне, получил там в наследство доспехи и другие личные вещи Александра Македонского и привез их на родину. Так что лежавшие в мраморном саркофаге и позолоченном сундуке с эмблемой Македонии предметы вполне могли ранее принадлежать великому воителю. Среди них, помимо упомянутых выше головок из слоновой кости, — позолоченная серебряная диадема, покрытый листовым золотом царский скипетр, наполовину железные, а наполовину золотые латы, железный боевой шлем и церемониальный щит. Все это — замечательная пища для ума историков и археологов.

А вот место нахождения останков отца Александра Великого теперь снова стало загадкой.

Science. 2000. V.288. №5465. P.411, 511 (США).

Археология

Доказательство каннибализма у древних индейцев

Археологи, проводившие на юго-западе США раскопки селений индейцев пуэбло, не раз находили остатки расчлененных человеческих скелетов, что, вообще говоря, может свидетельствовать о существовании в их среде каннибализма. Однако противники данной точки зрения справедливо указывают, что само по себе расчленение трупов могло быть связано с какими-нибудь ритуалами, но не обязательно с поеданием себе подобных. Поистине сенсационными стали поэтому опубликованные недавно результаты работы Р.Малара (Marlar R.A.) и его коллег, сумевших найти прямые доказательства случая каннибализма,

произошедшего около 1150 г. н.э. в небольшом селении на юго-западе штата Колорадо.

Картина, представшая взору археологов, вскрывших одну из землянок, была пострашнее любого фильма ужасов. Костные останки семи человек (мужчин и женщин) располагались группами, свидетельствуя о том, что тела были расчленены и свалены в несколько куч. Где-то сбоку валялся череп подростка, а на полу — множество осколков керамической посуды, которую, возможно, использовали для варки человеческого мяса. То, что человечина в посуде когда-то была, подтвердил проведенный исследователями иммунологический тест на присутствие миоглобина человека — белка скелетных мышц и сердца. Пробы на миоглобин у различных животных (бизона, оленя, кролика, индейки и др.) дали отрицательные результаты.

Однако решающим доводом в пользу состоявшейся 850 лет назад оргии каннибалов оказались человеческие экскременты, находившиеся на месте бывшего очага, но не сгоревшие. В этих пролежавших много столетий испражнениях (капролитах) не было обнаружено остатков семян и какой-нибудь другой растительной пищи, зато положительным оказался тест на человеческий миоглобин. Проведенный авторами тщательный анализ как других древних капролитов из раскопок поселений пуэбло, так и фекалий современных людей, показал, что данный белок в них отсутствует. Следует подчеркнуть, что речь идет именно о миоглобине, входившем в состав пищи. Миоглобин собственных мышц в кишечник попасть не может, в отличие, например, от гемоглобина, который в кишечнике (а соответственно и в фекалиях) встречается очень часто. Об обстоятельствах разыгравшейся трагедии сказать что-либо определенное трудно, но по каким-то причинам каннибалы очень быстро покинули хижину, оставив орудия и другие ценные предметы.

Nature. 2000. V.407. P.74—78 (Великобритания).

Эволюция климата и ландшафтов в кайнозое

В.П.Чичагов,
доктор географических наук
Институт географии РАН
Москва

В тяжелых для науки условиях России конца XX в. появляются фундаментальные труды, в которых подведены итоги многолетних коллективных исследований российских ученых по актуальным проблемам современности, тем самым перебрасываются мосты из прошлого науки в ее будущее.

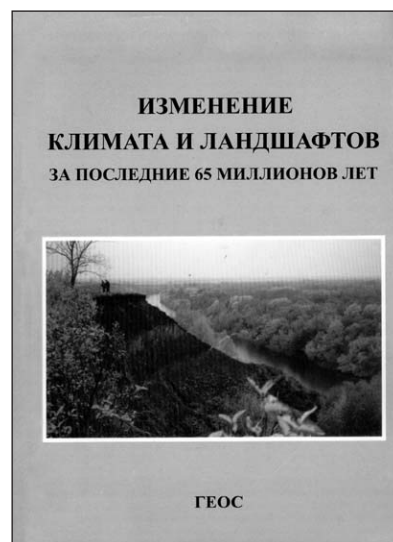
Цель рецензии — рассказать об одном из таких трудов, созданном большим коллективом российских ученых под руководством лидера отечественной палеогеографии — Андрея Алексеевича Величко. Мне довелось учиться на географическом факультете МГУ и работать вместе с ним в отделе геоморфологии Института географии Академии наук СССР. Черпая опыт и знания, учась обрабатывать и обобщать научные материалы у своих руководителей, основоположников российской палеогеографии — академика И.П.Герасимова и профессора К.К.Маркова, — Величко быстро защитил кандидатскую, вслед за ней докторскую и стал самостоятельным исследователем, возглавившим отдел палеогеографии института.

Результаты его работ публиковались в сборниках и мо-

нографиях, получивших признание как в России, так и за рубежом. Быстро наладилось плодотворное сотрудничество с американскими, немецкими, французскими и другими иностранными учеными, и в результате — публикация международных трудов: монографий, атласов, сборников.

Опыт такого научного сотрудничества принес пользу всем участникам, обогатил как российских, так и зарубежных партнеров. Научный уровень исследований заметно вырос. Особенностью российских палеогеографов стали коллективные публикации (авторы — отечественные ученые и исследователи из различных регионов и организаций России). Логическим завершением многолетних коллективных работ российских ученых в области эволюционной географии стала рецензируемая книга.

Она состоит из 10 глав и введения, которое имеет подзаголовок, говорящий о значении палеоданных для оценки глобальных изменений природной среды и климата. Отмечается, что кардинальные современные изменения биосферы носят революционный характер. Этап сегодняшних преобразований «можно лишь сопоставить



**Изменение климата
и ландшафтов
за последние
65 миллионов лет**

Под ред. А.А.Величко. М.: ГЕОС,
1999. 260 с.

с этапом становления кислородной атмосферы на планете, радикальным способом изменившей весь облик оболочки планеты» (с.5).

Человек влияет на биосферу по трем направлениям: механическому (прямое деструктивное воздействие на ландшафтную оболочку), радиационно-химическому (через биокостные системы и озоновый слой), а также путем увеличения концентрации парниковых газов в атмосфере. Первые два типа разрушительны. Третий заметно влияет на ход глобальных климатических изменений. В связи с этим глобальные и региональные изменения климата приобрели статус одной из наиболее важных проблем современности. Для ее разрешения была создана, в частности, международная программа «Global Change», а также российская государственная научно-техническая «Глобальные изменения природной среды и климата». В состав последней входил проект «Новейшие климатические изменения». Задача первого этапа его разработки — установить региональные особенности ландшафтно-климатических трансформаций в пределах Северной Евразии, наиболее значительной части континента по природным и климатическим изменениям в кайнозое.

Авторы рецензируемой книги вышли за рамки новейшего этапа развития Земли, охватив более значительный временной интервал продолжительностью более 65 млн лет (от палеогена до голоцена). В мировой науке — это первое исследование такого рода.

В первой главе обсуждаются общие вопросы изучения палео- и современного климата, в частности такие направления, как экспериментальная палеоклиматология и палеоклиматическое моделирование. Анализируются разнообразные методы палеоклиматических

реконструкций от палеоботанического до палеогляциологического. В последнем разделе привлекают внимание оригинальные матрицы климатической информативности биогенных, криогенных и литологических компонентов суши внетропического пространства, составленные А.А.Величко (с.18,19).

В последующих семи главах дан богатый материал по палеоклиматам арктических районов, Восточно-Европейской равнины, Западной и Восточной Сибири (на примере Центральной Якутии), северо-востока Азии, Дальнего Востока, Казахстана и Центральной Азии (равнины и предгорья), акваторий Северной Атлантики. Палеоклиматический анализ был проведен с единых научных позиций, а результатом стала разработка оригинальных схем, содержащих основную информацию о рассматриваемых событиях для большинства регионов. Особенно интересным и важным представляется то, что в каждой схеме приведены три варианта шкал: общая хроностратиграфическая, региональная и, в случае необходимости, шкала, отражающая представления той или иной творческой группы. Эти схемы позволяют более объективно сопоставить события с хроностратиграфическими шкалами. Региональные главы изобилуют опорными разрезами и палеонтологическими характеристиками, включают оригинальные схемы ландшафтных перестроек на основании специально разработанного спектра состояний зон и подзон.

Итоговыми результатами стали кривые климатических характеристик. Несмотря на то, что предпочтение отдавалось количественным характеристикам, полученным в большинстве случаев с применением методов, разработанных в лаборатории эволю-

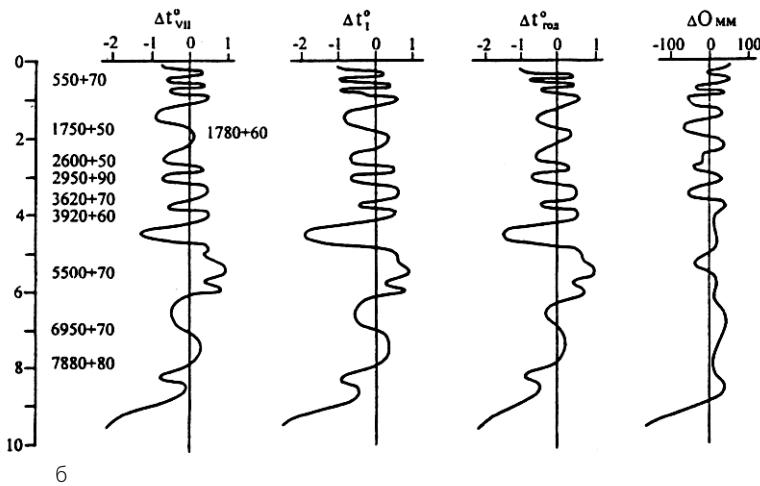
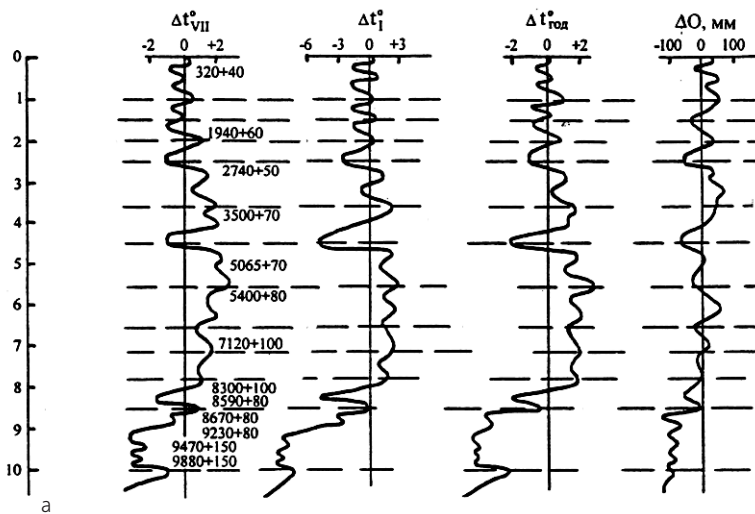
ционной географии Института географии РАН, в ряде случаев допускались и качественные оценки. Сильной стороной проведенной работы считаю использование материалов по субконтиненту, полученных на основании исследований бассейнов Северного Ледовитого, Тихого и Атлантического океанов. К сожалению, до сих пор массивы данных по континентам и океанам были обособлены. Очень благоприятное впечатление от региональных глав создает их обстоятельность, единообразие и оригинальность содержания, региональная специфика.

Приглашаю читателя пролистать рецензируемый труд, останавливаясь лишь на отдельных, примечательных сюжетах, как новых, так и не потерявших значение с годами и имеющих будущее. Ограничимся просмотром некоторых, насыщенных научной информацией и хорошо проиллюстрированных, материалов.

Книга состоит из 10 глав. Остановлюсь на некоторых, наиболее интересных палеогеографических карто-схемах, показывающих динамику ландшафтов и климата.

В главе «Арктические районы» — это корреляция Восточно-Арктического шельфа в кайнозое (автор М.П.Алексеев, рис.11, с.35) и соединения Полярного бассейна с Атлантическим океаном в палеогене и неогене (А.М.Ахметьев, рис.19, с.42). В «Восточно-Европейской равнине» — динамика ландшафтов и климата в позднем кайнозое на юго-западе Русской равнины (Т.В.Светлицкая, рис.21, с.49) и в центральных районах (Ю.И.Иосифова, рис.25, с.56—57), а также серия карт-схем для эпох оптимума миоцена и минимума плиоцена (автор тот же, рис.22—25).

Большой детальностью отличаются схемы, составлен-



Динамика климатических условий в разных регионах Русской равнины в голоцене. Представлены отклонения величин от современных значений для территорий Карелии (а) и Молдавии (б). Составил В.А.Климанов.

ные М.А.Фаустовой, В.В.Писаревой, А.А.Величко и Т.Д.Морозовой (рис.40, с.76–77) и В.А.Климановым (рис.41, с.81). В «Западной Сибири» — динамика в позднем плейстоцене и голоцене (В.С.Волкова, рис.50, 53; с.106–108). В «Восточной Сибири» — матрица динамики Центральной Якутии в голоцене, составленная А.А.Андреевым и В.А.Климановым (рис.57, с.126).

В главе «Северо-восток Азии» — схема отклонений от современных значений характеристик палеоклимата в го-

лоцене на севере Якутии (В.А.Климанов, рис.64, с.145). «Казахстан и Центральная Азия» — динамика климата в голоцене на севере Казахстана (Климанов, рис.81, с.190).

В десятой главе особенно интересны палеотемпературные кривые кайнозоя Северной Азии (средние в январе), выполненные А.А.Величко (рис.105, с.221).

В заключительном разделе привлекают внимание схемы, которые показывают цикличность событий на Восточно-Европейской равнине и коле-

баний температуры в Северной Евразии в кайнозое, составленные А.А.Величко (рис.108–111, с.236–238).

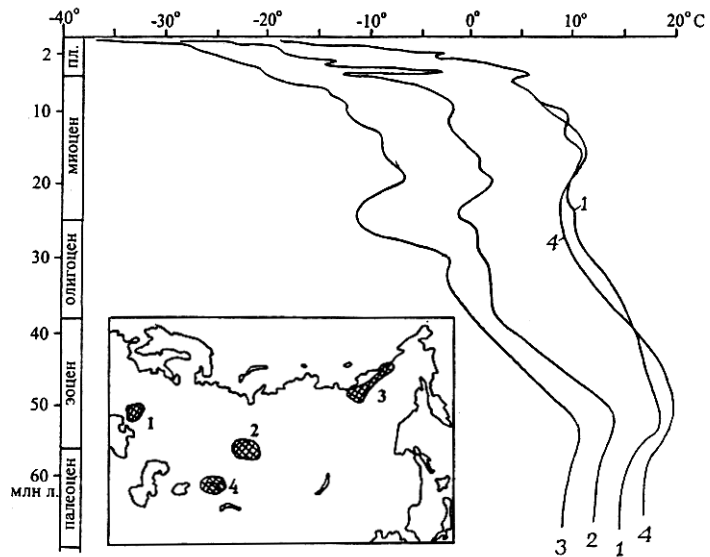
Для меня лично особый интерес представляют новые данные по динамике климата на юге Дальнего Востока России и кривая колебания уровня Японского моря в среднем и позднем плейстоцене, представленные А.М.Коротким (рис.66–69, с.150–155).

В результате обобщения обширного нового фактического материала и опыта предшествующих поколений авторы книги пришли к ряду фундаментальных выводов. В Северной Евразии на протяжении палеогена и неогена произошла смена моно- и полизональной структур. Другими словами, преобладание лесной гиперзоны уменьшилось и внедрились новые зоны. Этот процесс смены зональной структуры — или миграционный режим — происходит до позднего плистоцена. Сменивший его плейстоцен характеризовался иным процессом: «В контрастных условиях чередования холодных (ледниковых) и теплых (межледниковых) фаз макроциклов совершалась многократная смена криогиперзональной структуры холодных эпох (когда лесную зону сменяли ландшафты открытых типов) и полизональной структуры межледниковых эпох с восстановлением лесной зоны. Динамика зональной структуры в четвертичном периоде, следовательно, характеризовалась уже не миграционным, а пульсационным режимом».

Таким образом, на территории Северной Евразии зональная структура претерпела сложную перестройку. Возраст отдельных зон, образующих современную систему, различен, т.е. сегодня зональная структура полихронна или гетерохронна. Происходит нарастание во времени ши-

ротной дифференциации содержания биоценозов внутри зон. Наименьшую выраженность эта дифференциация (широтная асимметрия) проявляла в первой половине кайнозоя, и особенно в начале, когда субтропическая лесная растительность распространилась как в Восточной Европе, так и в Сибири. Существенная широтная дифференциация ландшафтов наступает во второй половине олигоцена, особенно возрастает начиная с середины миоцена, когда на востоке субконтинента, и прежде всего на северо-востоке Азии, формируются ландшафты, значительно более приспособленные к условиям усиливающегося похолодания. В олигоцене происходила тектоническая активизация, усилившаяся во второй половине миоцена и в плиоцен-четвертичное время. Поднимаются Тибет и Гималаи, и возникает область высокого давления — Сибирский антициклон. Взаимодействие возникших поднятий с новой системой атмосферной циркуляции оформило современный план зонального строения Северной Евразии.

Познакомившись с книгой, невольно оказываешься вовлеченным в широкий круг проблем и вопросов эволюционной палеогеографии Евразии. Больше того, научное редактирование этого труда проведено так тщательно, что разнообразные по форме материалы написания стали едины, а отклонения от заданных рамок незначительны. Отступили на второй план и спорные вопросы. А они, конечно же, есть. Их и не может не быть в научной монографии, написанной по результатам исследований процессов, протекавших в по-



Палеотемпературные кривые кайнозоя Северной Евразии (средние температуры января). Приведены данные для юго-запада Русской равнины (1) на широте 47°, южной половины Западной Сибири (2) — 65°, северо-востока Азии (3) — 70°, Центральной Азии (4) — 43°. Составил А.А.Величко.

следние 65 млн лет начиная с палеогена. Мне — геоморфологу, исследователю эволюции равнинного рельефа Азии на протяжении 45 лет приходится сталкиваться со сложностями в трактовке событий позднемелового-палеогенового этапа развития Земли. Чрезвычайная важность его заключается в создании обширных низких континентальных платформенных равнин, из которых тектоника создала ряд горных стран.

Во введении упоминается, что избранный для палеогеографического анализа отрезок времени предусматривает как достоинства, так и недостатки. Я не вижу в книге недостатков, но вопросы очевидны. Какой

была суша будущей Евразии в палеогене? Насколько точно можно определить характер ее взаимодействия с морем? Какой позиции придерживаются авторы? Если им близки построения в рамках тектоники плит, то как это отражается на зональном строении древних эпох? И вообще, имеются ли современные природные аналоги палеогена? Читатель понимает, что вопросы можно задавать до бесконечности, но делать этого не стоит. Задавать вопросы легко, а создавать фундаментальные монографии — большой труд. Можно порадоваться большому успеху авторов рецензируемой книги и поздравить их с заслуженной научной победой. ■

Фитотерапия

М.А.Кузнецова. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАСТЕНИЙ В НАРОДНОЙ МЕДИЦИНЕ. М.: Высшая школа, 2000. 142 с.

Лечение растениями, применяемыми в народной медицине, имеет многовековую историю. Издавна знания передавались из рода в род, из поколения в поколение. С появлением письменности сведения наносили на глиняные таблички с изображением рисунка растений и способа применения. Например, рецепт, найденный в 1971 г. в тибетском монастыре и переведенный на все языки мира, существует 4 тыс. лет. Расшифровка табличек продолжается и в настоящее время.

В Древней Руси было распространено траволечение. Заслужила всеобщее признание и сохранилась до наших дней фитотерапия, в которой используются в основном отдельные части растения. Лекарственные средства, получаемые из растений, по сравнению с синтетическими препаратами воздействуют мягче, значительно реже вызывая побочный эффект и аллергические реакции.

В настоящее время в мире используется около 23 тыс. растений, а на территории России и сопредельных государств — свыше 300. Их применяют также в курортной фито- и аэротерапии (лечение запахами растений).

В книге перечислено 55 растений, применяемых в народной медицине (береза, бузина, вишня, кислица, вереск, ежевика, земляника, жимолость, клевер, лопух, полынь, укроп и др.), с кратким описанием и рисунком, указанием ареала, содержания биологически активных веществ в сырье. Для многих растений даны лекарственные формы, способы приготовления и применения.

Птицеводство

ИНКУБАЦИЯ ЯИЦ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПТИЦЫ: СПРАВОЧНИК / Сост. Б.Ф.Бессарабов, Н.П.Мишуров, А.А.Усов, Т.Н.Кузьмина. М.: Росинформагротех, 2000. 176 с.

«Инкубация» — термин латинского происхождения, означающий насиживание яиц. Инкубация бывает естественной и искусственной (в инкубаторе).

В настоящее время само существование и дальнейшее развитие промышленного птицеводства невозможно без искусственной инкубации. Именно она позволяет непрерывно в течение всего года получать крупные партии суточного молодняка, необходимого для пополнения стада несушек, выращивания бройлеров на мясо и воспроизводства племенной птицы. Существенно изменилось техническое оснащение инкубаторов. Взамен устаревших моделей («Универсал», «Кавказ» и др.) отечественная промышленность начала выпускать новые, более высокого технического уровня (ИУП-Ф-45, ИПК-Ф-36).

В справочнике собраны сведения о строении и составе яиц, описаны биология размножения и эмбриональное развитие сельскохозяйственной птицы, влияние внешней среды, методы оценки качества яиц, биологический контроль.

Орнитология

В.А.Марголин. ПТИЦЫ КАЛУЖСКОЙ ОБЛАСТИ. ЧАСТЬ 1: НЕВОРОБЬИНЫЕ. Калуга: Изд-во Н.Бочкаревой, 2000. 336 с.

Обзор орнитофауны калужского края впервые опубликовал преподаватель местной гимназии Г.К.Зельницкий в 1804 г. на страницах периодического издания «Уrania». Позднее, в 1891 г., фаунистичес-

кую статью на немецком языке написал настоятель калужской римско-католической церкви, первый почетный член Общества изучения природы местного края П.П.Саницкий, по долгу службы посещавший окрестности Калуги с 1881 г. В своей работе, переведенной на русский язык, он перечислил 134 вида.

Сейчас вышла книга, в которой обобщены материалы, опубликованные за два последних столетия и в большинстве своем неизвестные широкому кругу читателей. Автор рассказывает о сроках полета, размножении и зимовках, численности, репродуктивном периоде и результатах кольцевания. Им выявлены существенные изменения в фауне птиц, указывающие на смещение фенологических фаз их жизненного цикла. Описано 17 отрядов неворобьиных: гагаро-, поганко-, пеликано-, аисто-, гусе-, соколо-, куро-, журавле-, ржанко-, рябко-, голубе-, кукушко-, сово-, козодое-, стриже-, ракше- и дятлообразных.

Основой книги стала не только работа с литературой, но и материалы, собранные в студенческих экспедициях. Автор участвует в создании «Красной книги Калужской области».

История науки

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК: 275 ЛЕТ СЛУЖЕНИЯ РОССИИ / Отв. ред. В.М.Орел; Ред.-сост. С.С.Илизаров. М.: Янус-К, 1999. 800 с.

Датой основания Российской академии наук принято считать 8 февраля (по новому стилю) 1724 г., когда Сенат одобрил проект Петра I об учреждении в Санкт-Петербурге Академии наук и художеств. Царь понимал значение научной мысли, образования и культуры народа для процветания страны.

Работа Академии в первые десятилетия велась по трем ос-

новным направлениям (или «классам»): математическому, физическому (естественному) и гуманитарному. Были созданы анатомический театр, географический департамент, астрономическая обсерватория, физический и минералогический кабинеты. Академия получила Аптекарский огород (впоследствии Ботанический сад), инструментальные мастерские и богатейшие коллекции Кунсткамеры. Велись работы по геодезии и картографии, горному делу и металлургии.

Первым президентом Академии 20 ноября 1725 г. был назначен медик Лаврентий Блюментрост. Заботясь о мировом престиже, Петр I пригласил ведущих иностранных ученых: математиков и механиков Н. и Д.Бернулли, Х.Гольдбаха, физика Г.Бюльфингера, астронома и географа Ж.Делиля, историка Г.Ф.Миллера, а в 1726 г. математика Л.Эйлера.

По инициативе Академии и при ее участии осуществлялись комплексные экспедиционные исследования российских территорий от Белого моря до Каспийского, от западных областей до Камчатки.

С 1728 г. начал издаваться журнал или, точнее, ежегодный сборник трудов — «Комментарии Петербургской академии наук» (на латинском языке), который быстро приобрел популярность и авторитет одного из ведущих научных изданий Европы. Была создана собственная типография.

В 1748 г. состоялось назначение первого русского президента Академии, им стал граф К.Г.Разумовский. Появились первые русские академики: математик и переводчик А.В.Авдодуров, путешественник и исследователь Камчатки С.П.Крашенинников и многие другие.

Целую эпоху в истории Академии и России составила научная, просветительская и организаторская деятельность ве-

ликого ученого-энциклопедиста Михаила Васильевича Ломоносова.

Вышла книга, в которой на основе современных исследований и фактического материала по-новому осмыслена роль Академии наук в истории российского государства и фундаментальной науки. В работе использованы архивы РАН, Государственного исторического музея, иконотеки Института истории естествознания и техники им. С.И.Вавилова РАН, а также лаборатории цифровой оптики Института проблем передачи информации РАН.

М.Б.Мирский. ХИРУРГИЯ ОТ ДРЕВНОСТИ ДО СОВРЕМЕННОСТИ. ОЧЕРКИ ИСТОРИИ. М.: Наука, 2000. 798 с.

Тысячелетия истории обогатили хирургию ценнейшим опытом. В кладовой врачебной мудрости хранится многое, чем не стоит пренебрегать и сейчас, в наше электронно-кибернетическое время. История каждой науки — это история идей, двигавших или замедлявших научный прогресс.

Вышла книга, состоящая из восьми тематических глав, посвященных хирургии древних цивилизаций (Египет, Древний Рим), средневековья (искусство Авиценны и Парацельса), средневековой России (хирурги-монахи), эпохи Просвещения (Московская госпитальная школа, операции Петра I), первой половины XIX в. (Иван Буш, Ефрем Мухин, Петр Савенко и др.), второй половины XIX в. (хирурги Германии, Австрии, Англии, Америки, Швейцарии). Отдельный раздел — Пирогов и его школа. Золотым веком хирургии называют XX, когда стали делать операции на сосудах, коронарных артериях и венах. Целая глава посвящена офтальмологу Владимиру Филатову.

Автор книги — доктор медицинских наук, профессор, руководит сектором истории медицины и здравоохранения института им. Н.А.Семашко Российской академии медицинских наук.

Г.Горелик. АНДРЕЙ САХАРОВ: НАУКА И СВОБОДА. Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2000. 512 с.

Я не добровольный жрец идеи, а просто человек с необычной судьбой.

Из дневника А.Д. Сахарова, 27 апреля 1978 г.

Андрей Дмитриевич Сахаров (1921—1989) — «отец советской водородной бомбы», физик-теоретик, сделавший для военной мощи СССР, быть может, больше других. Первый в нашей стране был отмечен Нобелевской премией мира.

Одним из главных источников для книги послужила коллекция устных историй (около 50 интервью с коллегами, друзьями и близкими Сахарова), а также недавно рассекреченные архивные материалы.

Как и почему главный теоретик советского термоядерного оружия превратился в защитника прав человека? Была ли отечественная водородная бомба создана физиками самостоятельно или при существенной помощи разведки? Что общего между неощутимо малым давлением света, впервые измеренным Петром Лебедевым в 1901 г., и самым мощным оружием, появившимся полвека спустя? Какое отношение имеет симметрия бабочки к барионной асимметрии Вселенной, впервые объясненной Сахаровым? Что значила наука и свобода для Андрея Дмитриевича? Ответы на эти вопросы находим в книге.

Издание иллюстрировано фотографиями и документами из государственных и личных архивов.

Михаил Иванович Венюков в эмиграции

Г.И.Любина,

кандидат исторических наук

Институт истории естествознания и техники им.С.И.Вавилова РАН

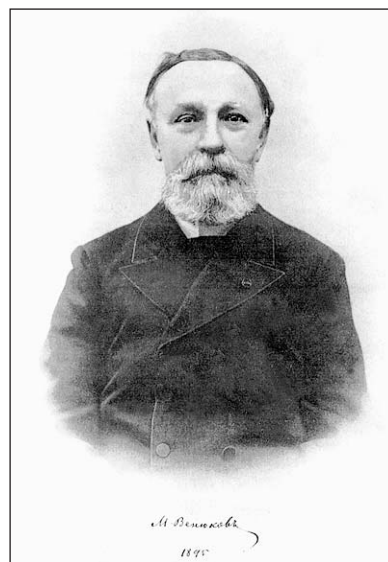
Михаил Иванович Венюков (1832—1901) путешественник и исследователь — оставил яркий след в изучении Среднеазиатского и Дальневосточного регионов. Последнюю треть жизни он провел в эмиграции. Возможно, это обстоятельство, равно подозрительное для историков царского и советского времени, а также радикальные взгляды Венюкова (при всех своих демократических симпатиях он не укладывается в канонический образ прогрессивного деятеля) объясняют тот факт, что до сих пор еще не написана биография этого патриота и ученого, сделавшего так много для развития и всемирного признания отечественной науки [1].

По образованию Венюков принадлежал к элитной и наиболее вольнодумной части русского офицерства: воспитанник Константиновского артиллерийского училища в Петербурге (1845—1850), затем вольнослушатель естественного факультета Петербургского университета (1852—1854), выпускник Академии Генерального штаба (1854—1856). Молодого Венюкова влекла карьера

преподавателя, исследователя, путешественника и открывателя новых земель, но знакомство с реальной академической средой его несколько разочаровало. Угроза «откомандирования в строй» ввиду надвигающейся Крымской войны решила его выбор в пользу Академии Генерального штаба [2].

Служебные обязанности не стеснили научных интересов Венюкова. В 1856 г. он был командирован с военной целью в амурский край, в 1857—1863 гг. путешествовал по Забайкалью, Тянь-Шаню, Алтаю и Кавказу. Затем четыре года возглавлял комиссию по земельной реформе в Царстве Польском. В 1868 г. он предпринял кругосветное путешествие, в 1869—1870 гг. при поддержке военного министра Д.А.Милютина состоялась научная командировка в Китай и Японию. Помимо военно-стратегических сведений, необходимых для работы, Венюков добывал в этих поездках богатый естественнонаучный материал, деятельно участвовал в обустройстве переселенцев амурского края и в закладке г.Хабаровска.

Научная обработка собранных им сведений отразилась в многочисленных



Михаил Иванович Венюков.

публикациях. Библиография трудов Венюкова (всего около 250 названий), составленная В.В.Клевенской, дает представление о его большом творческом потенциале. Первые статьи в русских научных и популярных изданиях относятся к началу 50-х годов, спустя десятилетие в зарубежных журналах появились публикации на английском языке, а в 70-е годы — на немецком. В них трактовались проблемы географии, этнографии, демографии, экономики азиатской части России, а также история колонизации Кавказа, Средней Азии и Дальнего Востока, картографирование новых территорий, приобретенных Россией, описание ее границ, история отношений с Китаем, проблемы китайской эмиграции в Россию и пр. В научном багаже Венюкова насчитывалось около полудюжины крупных монографий, в том числе учебник по физической географии Японии и Китая. Вторая часть его книги по военному обозрению русских границ в Азии (южные окраины Арало-Каспийской низменности) была переведена на английский, французский, итальянский, японский языки и получила лестный отзыв военного теоретика К.Мольтке. В некрологе Российского географического общества (РГО) отмечались пионерные заслуги Венюкова в изучении рек Уссури и Чуи, Заилийского края, Дальнего Востока., Японии [3].

Еще до отъезда за границу он был желанным автором в иностранных научных журналах. В архиве русского географа-эмигранта Л.И.Мечникова, «уважаемого сотрудника» швейцарского «Географического обозрения», есть письмо редактора с просьбой заручиться согласием на сотрудничество в этом издании «ученого и прославлен-

ного полковника» Венюкова. В русском исследователе видели возможного автора статей о «международных интересах в Азии» [4]. Его ценили как крупного знатока Дальневосточного и Среднеазиатского регионов и эксперта в области межгосударственных отношений.

Венюков оставил родину в расцвете творческих сил, полный желания послужить отечеству, где был востребован лишь частично. Он хотел служить в составе действующей армии и сотрудничать в Военно-научном комитете Кавказского округа. Военный министр дал согласие на первое, но отклонил второе. Просьба об отставке была принята Александром II: в чине генерал-майора Венюков был уволен из армии. Он отказался от государственной пенсии.

В кругу русских эмигрантов Михаил Иванович держался особняком. Современники писали о его сложном, несколько чужаковом характере. Сам он проливает некоторый свет на эту странность. Он писал, что избегает сближения с соотечественниками из-за опасения бесцеремонного вторжения в личную жизнь, чем так грешат русские. Он решительно пресек знакомства с некоторыми учеными в Париже.

Хвост полицейской опеки потянулся за Венюковым на чужбину. С 1877 г. в Швейцарии, а позднее во Франции он чувствовал присутствие тайных наблюдателей — в великосветских салонах, в русском храме, в читальне, в дешевом ресторане, среди студентов Латинского квартала.

Венюков был строг в оценке соотечественников. Для него важное значение имели нравственный облик человека, его демократизм, сострадание к участи «плебеев», умение служить интересам общества. Еще в молодости

Венюков без оглядки отдал свои симпатии революционному таланту А.И.Герцена. В 1867 г. специально приехал в Женеву для свидания с ним, публиковал статьи в «Колоколе» о колонизационной политике России. Патриотическое чувство делало Венюкова исключительно щепетильным и даже подозрительным к поползновениям, как ему казалось, со стороны западных интеллектуалов, эксплуатировать за бесценок научный потенциал русских эмигрантов. Это недоверие имело некоторые основания, заметим только, что чувство подозрительности у Венюкова обострилось. Его изоляция в среде русского зарубежья была почти неизбежна. Он поддержал мальтусовскую теорию регулирования населения, отвергнутую большинством естествоиспытателей, считал утопичной теорию устройства общества на началах безусловного равенства, полагая, что тем самым человечество обрекает себя на «стоячесть и вымирание» [5].

В эмиграции для Венюкова закончилось время активных научных экспедиций, хотя он объездил всю Францию, Южную и Центральную Европу, Англию, не раз побывал в Африке, Южной и Центральной Америке [6]. Он лишился дорогого ему статуса первопроходца, разведчика новых земель.

Венюков уехал из России с надеждой обрести на Западе свободу и с трезвым пониманием того, что не сможет принимать никакого участия в гражданской жизни Европы. В письме к Александру II Венюков писал о невозможности исключить его из «числа преданных сынов русской земли» и старался служить отечеству всеми доступными ему средствами, сохранив российское подданство.

Ему казалась важной миссия посредничества между отечественной и западной наукой. Исключенный силою обстоятельств из активной научной деятельности, он занимался тем, что называлось в то время научно-литературным творчеством. Не забываясь в дебри русской истории, он попытался осмыслить и обобщить все, что случилось с Россией его поколения.

Позднее Венюков изнутри изучил западную науку, оценил ее сильные и слабые стороны. Демократ по натуре, он приветствовал научные общества и особенно «Ассоциацию для содействия развитию науки» за доступность, разнообразие изучаемых тем, массовость: она насчитывала до 4 тыс. членов. С радостью отмечал участие в работе соотечественников: П.Л.Чебышева, К.А.Андреева, А.Н.Хорвата. Он предрекал большую будущность научным обществам и съездам. «Зерна демократической науки приносят очень недурные плоды», — констатировал он.

Оценка «академической» науки была не столь однозначной. Венюков признавал несомненный научный авторитет М.Бертло, Л.Пастера, Ж.Дюма. Вслед за ними он отмечал массу «хороших посредственностей», которые «по мере сил еще двигают науку»: геолога О.Добре, математика Ш.Эрмита, палеонтолога А.Годри и многих других не последних представителей французского естествознания. Завершал классификацию Венюкова разряд «конгломерированной посредственности» — «вольные академики» из богатеев вроде Ф.Лессепа, бывшего министра иностранных дел Ш.Л.Фрейсине и пр.

Статьи Венюкова появлялись в «Докладах Парижской академии наук», в «Географиче-

ческом обозрении», в научно-популярном журнале «Научное обозрение» и др. За первые годы его пребывания во Франции объем печатных публикаций в журналах составил, по его собственным подсчетам, пять-шесть листов. Популярности за Западе Венюков-автор обязан как высоким научным уровнем своих работ, так и громадным интересом общественности к проблеме русской экспансии в азиатском регионе.

Вместе со многими соотечественниками Михаил Иванович выступал на заседаниях Парижской академии наук и научных обществ. Он был членом парижских обществ: географического, коммерческой географии, топографии, не считая Русского, Лондонского и Женевского географических обществ.

Он занялся пропагандой исследований русских географов и картографов, публиковал обстоятельные обзоры их работ в журнале Парижского географического общества. Благодаря его стараниям французские географические журналы давали более подробную информацию о трудах русских ученых, чем «Известия РГО». Венюков без промедления передавал статьи русских авторов во французские журналы. Лондонское географическое общество, по его свидетельству, следило за работами русских географов по парижским публикациям. Велики его заслуги в ознакомлении западных ученых с трудами Н.М.Пржевальского, других русских исследователей Азии.

Для соотечественников Венюков выступал в роли обозревателя некоторых проблем научной жизни Франции, пытался снять с русской диаспоры обвинения в безделье и тунеядстве. В русских научных («Известия РГО») и популярных («Русская ста-

рина», «Неделя») изданиях он печатал статьи о народном образовании, научных обществах, демографических проблемах Франции.

Венюков развернул перед читателями панораму научного присутствия в Париже соотечественников. Он привел внушительную статистику публикаций российских авторов практически всех специальностей в «Докладах Парижской академии наук» (103 мемуара 50 авторов за восемь лет), сообщил сведения об отечественных ученых — членах Парижской АН и Института Франции [7], об участии русских исследователей во французских научных изданиях, об их докладах в парижских аудиториях, об обмене информацией с коллегами и пр. «В этом обмене, — как бы оправдывался он, — только обскурант не увидит воздействия русской мысли на европейскую и, стало быть, и общечеловеческую».

Серьезную услугу родине оказал Венюков разоблачением лженаучных суперпроектов. Мода на такие проекты во второй половине XIX в. была чрезвычайно велика. Россия привлекала иностранцев громадностью территории, нетронутостью природных ресурсов. Находилось немало охотников до легкой наживы. Пользуясь хозяйственной неопытностью русских и неразработанностью местного законодательства, они пытались нагреть руки на заведомо мошеннических авантюрах. Известный французский инженер Ф.Лессепс выступил с проектами строительства Туркестанской железной дороги и орошения среднеазиатских степей. За броской рекламой Венюков разглядел попытку заманить в сети доверчивых простаков. Оба проекта были настолько авантюрными, что разоблачить их автора не составило

большого труда. На страницах «Русского инвалида» проекты Лессепа были опровергнуты Венюковым.

Отдаленность от забот повседневной жизни России, свобода мысли, неограниченной жесткой цензурой, побуждали к размышлению о судьбах «далекой, но любимой родины». Появилась серия книг о современной ему России [8]. Венюков рассмотрел историю отечества на сравнительно коротком историческом отрезке — от николаевского режима до реакции 60—70-х годов. Это придает его историческим очеркам достоверность живого рассказа очевидца. Прежде чем подвести читателя к выводам о геополитических задачах России, о ее месте в мировой политике и историческом предназначении, Венюков рассмотрел ряд вопросов: реформы 60-х годов и их последствия для общества и колонизационную политику государства.

В панораме русской истории XIX в. Михаил Иванович рассматривал царствование Николая I, когда «административная ссылка с жандармами и фельдъегерями составляла поэзию самодержавия и тайной полиции», как пролог к современным событиям. Венюков думал, что реформы 60-х годов по масштабам преобразований сродни петровским. Многие из них — освобождение крестьян, «величайшее по замыслу событие русской истории», преобразование судебной системы, которое могло бы обеспечить стране «юстицию из самых лучших», земская реформа «в числе очень дорогих приобретенных русского народа» оздоровили русскую жизнь.

Реформы 60-х годов, по оценке Венюкова, подтолкнули общество к дальнейшим прогрессивным преобразованиям. Но сопротив-

ление ретроградных сил — к ним он относил чиновников, духовенство, аристократов — свело все к полумерам. Период прогрессивных реформ, который принес Александру II славу «обновителя русской земли», длился недолго (1855—1866). Ответственность за неудачу реформ Венюков возлагал на самодержавие. Одним из тяжчайших преступлений ретроградов он считал делиберализацию общества после покушения на царя в 1867 г.

Венюкову представлялось, что в деспотическом государстве милитаризация — это один из способов уйти от решения внутренних проблем. Он связывал этот процесс с проведением политики колонизации, последствия которой для страны имели, по его мнению, больше минусов, чем плюсов. Кавказская кампания, связанная с присоединением к России Чеченского и Дагестанского анклавов, а затем Туркестанская породили чудовищное казнокрадство в русской армии и администрации. Венюков обращал внимание на пагубные последствия завоевательной политики государства, на демографическое положение народа, его потери, по Венюкову, составляли 500—600 тыс. взрослых мужчин каждую четверть века из-за войн и болезней [9].

Многие сторонники прозападной ориентации России считали, что спор между славянофилами и западниками разрешился уже к 60-м годам столетия. «Любовь к отечеству не должна туманить здравый смысл россиян, нам не миновать процесса общечеловеческого развития», — писал Н.И.Пирогов, представляя «общечеловеческое» как общеевропейское [9]. Венюков думал иначе.

Серьезным промахом внешней политики России Михаил Иванович считал

предпочтение европейских интересов. Ему казалась непростительной ошибкой русской дипломатии поддержка Германии в наметившемся конфликте с Австро-Венгрией в 1870 г. и во франко-прусской войне 1870—1871 гг. Он полагал, что своей благожелательной позицией Россия способствовала росту прусского милитаризма и собственными руками создала себе в Европе опаснейшего противника.

Одна из первостепенных задач внешней политики России, по Венюкову, — усилить восточное направление, к чему обязывает географическое положение страны, раскинувшейся на двух континентах. Укрепив внутреннее единство в азиатском регионе, Россия должна припаять свои окраины к центральному ядру [9]. Венюков полагал, что в Азии Россия достигла своих естественных пределов и должно строиться взаимоотношения с соседними государствами на дружеских началах, избрав основными партнерами Китай и страны Средней Азии.

Михаил Иванович смотрел на Париж как на свое последнее пристанище. Он вовсе не был анахоретом, умел ценить художественные сокровища города, таланты актеров, красоту парков и пригородов, но его не увлекали политические и литературные кумиры тогдашней Франции. Он осуждал «воровское направление деятельности правительства» — казнокрадство, мошенничество, своекорыстие во всех эшелонах государственной власти, свирепость местной полиции.

В номере Эльзасской гостиницы, что в демократическом Латинском квартале, он чаще принимал приезжих соотечественников, «столпов Генштаба», чем постоянных русских обитателей фран-

цузской столицы. Появление Венюкова в Париже почти совпало со смертью глубоко симпатичного ему Н.Н.Муравьева-Амурского (1881). Для Венюкова Муравьев был в некотором роде идеалом умного, независимого и демократичного, несмотря на свои генеральские замашки, общественного деятеля, «энергического, честного и дальновидного человека».

Венюков не раз обращался к этой значимой для истории XIX в. фигуре, он оставался верен памяти генерал-губернатора Восточной Сибири. Венюков описал дорогу для сердца русского патриота могилу Муравьева-Амурского на Монмартрском кладбище Парижа. Заблаговременно он позаботился и о собственном последнем приюте. Согласно завещанию, его науч-

ное наследство (книги, рукописи, карты) было передано Хабаровской библиотеке, денежные суммы — с.Никитское Рязанской губ., его «малой родине», а также с.Венюково на Уссуре. 17 июля 1901 г. Михаил Иванович скончался в одной из парижских больниц. Похоронен на кладбище в Ницце, где покоится прах его духовного учителя Герцена. ■

Литература

1. *Венюков М.И.* Путешествие по Приамурью, Китаю и Японии. Хабаровск, 1952. С.5—26.
2. Воспоминания М.И.Венюкова: 1852—1854 в Петербурге // Рус. старина. 1891. Т.69. №1. С.143.
3. Отчет РГО за 1901 г. СПб., 1902. С. 11—13.
4. Государственный архив Российской Федерации. Ф.6753. Оп.1. Д.38. Л. 12.
5. *Венюков М.И.* Из воспоминаний. Амстердам, 1901. Кн.3: 1877—1884. С.743—744.
6. *Добролюбов Г.В.* Библиографический словарь писателей, ученых и художников, уроженцев (преимущественно) Рязанской губернии. Рязань, 1910. С.21—24.
7. *Венюков М.И.* Русские во Французском институте в 1892 г. // Рус. старина. 1892. Т.73. №3. С.808.
8. *Венюков М.И.* Исторические очерки России со времени Крымской войны до заключения Берлинского договора. 1855—1878. Лейпциг; Прага, 1878—1880. Т.1—4.
9. *Пирогов Н.И.* Сочинения. СПб., 1887. Т.1.С.240.

ПРИРОДА

Над номером работали

Ответственный секретарь

Ю.К.ДЖИКАЕВ

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

Адрес редакции:

117810, Москва, ГСП-1

Мароновский пер., 26

Тел.: 238-24-56, 238-25-77

Факс: (095) 238-26-33

Подписано в печать 10.01.2001

Формат 60×88 1/8

Бумага типографская №1

Офсетная печать

Усл. печ. л. 10,32

Усл. кр.-отт. 67,8 тыс.

Уч.-изд. л. 15,1

Заказ 4301

Набрано и сверстано в редакции

Отпечатано в ППП

типографии «Наука»

Академиздатцентра «Наука» РАН,

121099, Москва, Шубинский пер., 6