

ПРИРОДА

3 03



В НОМЕРЕ:**3 СОВЕСТЬ АКАДЕМИИ**

К 100-ЛЕТИЮ М.А.Леонтовича

Шафранов В.Д.**Судьба и магия таланта (4)****Беляев С.Т.****В «центре сопротивления» (10)****Окунь Л.Б.****Уроки гражданского мужества (12)****Леонтович Н.М.****Коммуна на Сивцевом Вражке (13)****Леонтович Т.А.****Заметки к родословной (16)****Лекторий****19 Кулагин В.В., Руденко В.Н.****Квантовые невозмущающие измерения в физике**

Квантовая механика не позволяет проводить точные измерения произвольных величин многократно. Как построить измерительную систему, чтобы обойти эти ограничения?

28 Милановский Е.Ю., Шейн Е.В.**Структура почв**

С давних времен замечено, что самая плодородная почва состоит из отдельных комочков-агрегатов. За счет каких сил, какой энергии образуются такие комочки, исчезают после дождя и рождаются вновь?

33 СВЕТ И ЦВЕТ ЖИВЫХ ОРГАНИЗМОВ**Лабас Ю.А., Гордеева А.В., Фрадков А.Ф.****Флуоресцирующие и цветные белки**

Окраску и разноцветную флуоресценцию обитателей подводного мира обеспечивают белки нового класса. Специалисты уже клонируют гены некоторых из них и вводят в разные организмы, чтобы наблюдать за событиями в клетках. Возможно, с помощью таких генов можно будет красить растения, рыб и даже... овец.

44 Кречмар А.В.**Дальневосточный гастроном, или Пищевые пристрастия бурого медведя**

Распространение бурого медведя на востоке Сибири зависит вовсе не от обилия идущих на нерест лососей, как предполагали прежде, а от присутствия кедрового стланика и кедровой сосны, семена которых составляют основу его рациона.

52 Величко А.А., Грибченко Ю.Н., Куренкова Е.И.**Позднепалеолитический человек заселяет Русскую равнину**

Вторая половина последней ледниковой эпохи, начавшаяся примерно 40 тыс. лет назад, была временем активного проникновения наших далеких предков на север.

Заметки и наблюдения**61 Булавинцев В.И.****Воробьиное племя****Научные сообщения****64 Богданов Н.Н.****Новый диагностический признак в дерматоглифике****Туманова Т.А., Алифанов В.Р., Болотский Ю.Л.****В России впервые обнаружены остатки анкилозавров (69)****Калейдоскоп****70****Дорога женщинам в космос сужается****71 РЯДОМ С КИРОМ НАЗИМОВИЧЕМ НЕСИСОМ****Степаньянц С.Д.****Человек Высокий****Новости науки****75**

*Снова на пути к Марсу (75). Определены места «примарсенения» (75). У Земли тоже были кольца (76). Причина аномальной сверхпроводимости MgB_2 (76). Лазер-манипулятор (77). Стрессы и размножение ящериц. Семенов Д.В. (77). Перспектива попадания вида в Красную книгу предсказуема! Гиляров А.М. (78). Как крошатся горы? (78). Прогноз Эль-Ниньо удался (79). Муссоны: вчера, сегодня, завтра (80). Климат Австралии и парниковый эффект (80). Ледники Аляски сокращаются (81). Заговорит ли библиотека Ашшурбанипала? (81).
Коротко (32, 68)*

Рецензии**82 Голубовский М.Д.****Биотерапия рака, дело КР и сталинизм (Размышление о книге)****Новые книги****90****Встречи с забытым****92 Кузьмин А.В.****Небо Иоганна Байера**

CONTENTS:

3 THE CONSCIENCE OF THE ACADEMY

On the 100th Anniversary of the Birth of M.A. Leontovich

Shafranov V.D.

The Destiny and Magic of the Talent (4)

Belyaev S.T.

At the «Center of Resistance» (10)

Okun L.B.

Lessons in Civic Courage (12)

Leontovich N.M.

The Commune on Sitsev Vrazhek Lane (13)

Leontovich T.A.

Genealogical Notes (16)

Lectures

19 Kulagin V.V. and Rudenko V.N.

Quantum Nondemolition in Physics

Quantum mechanics does not allow multiple precise measurements of arbitrary quantities. How is it possible to construct a measuring system that would get around these limitations?

28 Milanovsky E.Yu. and Shein E.V.

Soil Structure

Since ancient times it has been observed that fertile soil consists of individual aggregate clots. What forces and what energy are responsible for such clots, which disappear after rain and then reemerge?

33 THE LIGHT AND COLOR OF LIVING ORGANISMS

Labas Yu.A., Gordeeva A.V., and Fradkov A.F.

Fluorescent and Color Proteins

The color and multicolored fluorescence of underwater inhabitants are due to proteins of a new class. Researchers can now clone genes of some of them and introduce them into various organisms to observe the events occurring in cells. Such genes might be used to color plants, fish, and even sheep.

44 Krechmar A.V.

The Far East Food Store, or The Brown Bear's Tastes in Food

The spread of the brown bear in East Siberia depends not on the abundance of spawning salmons, as was previously assumed, but on the presence of mountain pines and stone pines, whose seeds form the basis of the bear's nourishment.

52 Velichko A.A., Gribchenko Yu.N., and Kurenkova E.I.

The Late Paleozoic Man Inhabits the Russian Plain

The latter half of the last glacial epoch, which began about 40 000 years ago, was a time of active northward migration of our distant ancestors.

Notes and Observations

61 Bulavintsev V.I.

Sparrows

Scientific Communications

64 Bogdanov N.N.

A New Diagnostic Feature in Dermatoglyphics

Tumanova T.A., Alifanov V.R., and Bolotsky Yu.L.

First Find of Ankylosaur Remains in Russia (69)

Kaleidoscope

70

The Path to Space Gets Narrower for Women

71 NEAR KIR NAZIMOVICH NESIS

Stepanyants S.D.

Homo altus

Science News

75

Again on the Way to Mars (75). The Landing Sites on Mars Determined (75). The Earth, too, Had Rings (76). The Cause of MgB₂ Anomalous Conductivity (76). Laser Manipulator (77). Stresses and the Reproduction of Lizards. **Semenov D.V.** (77). The Prospects of a Species Getting into the Red Data Book Are Predictable! **Ghilarov A.M.** (78). How Do Mountains Crumble? (78). Successful El Nin'o Prediction (79). Monsoons: Yesterday, Today, and Tomorrow (80). The Climate of Australia and the Greenhouse Effect (80). Alaska's Glaciers Are Shrinking (81). Will Ashurbanipal's Library Start Speaking? (81).

In Brief (32, 68)

Book Reviews

82 Golubovsky M.D.

Biotherapy of Cancer, The KR Case, and Stalinism

(Reflections on a Book)

New Books

90

Encounters with the Forgotten

92 Kuzmin A.V.

The Sky of Johann Bayer

СОВЕСТЬ АКАДЕМИИ

К 100-летию Михаила Александровича Леонтовича

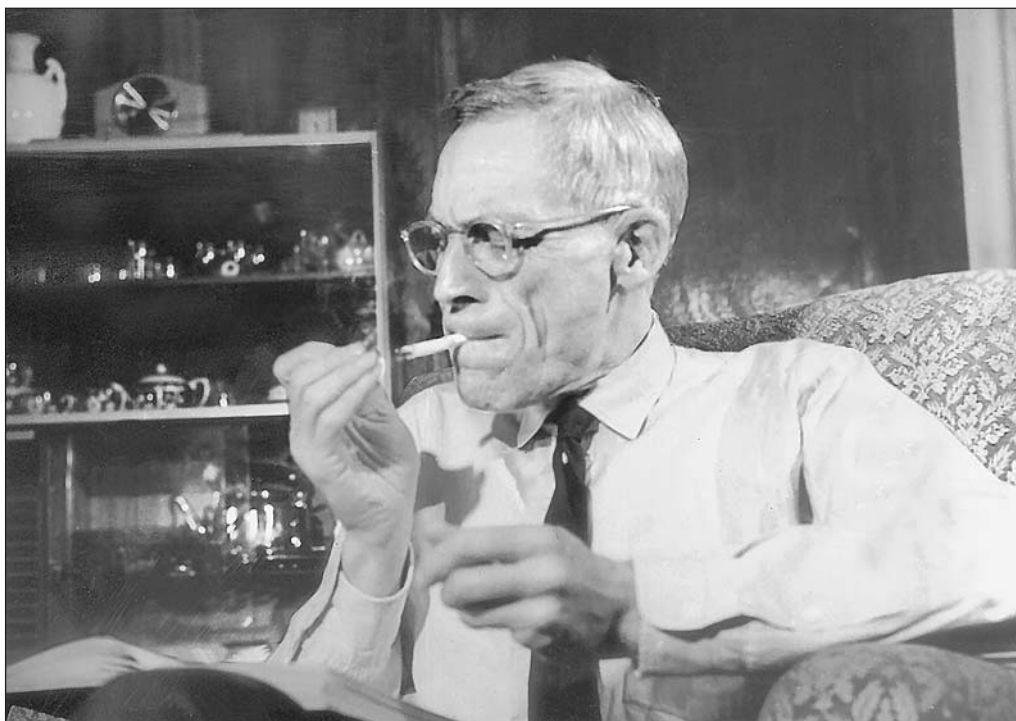


Фото ТАСС. 1963 г. Из иконотеки ИИЕиТ РАН.

Выдающийся физик-теоретик, создатель научных школ в радиофизике и физике плазмы, академик Леонтович (1903 – 1981) оставил о себе особенную память. Независимость, принципиальность, прирожденная интеллигентность – все чистейшей пробы – накладывались на эмоциональный и взрывной характер. Люди, знавшие Михаила Александровича, отмечают его уникальность, непохожесть на других. Ближайший ученик и последователь Леонтовича В.Д.Шафранов сказал о нем: «Человек с незамутненным мышлением». Может быть, это главная составляющая, которая позволила Леонтовичу стать тем, кем он был, – и в науке, и в повседневности.

Леонтовича называли совестью Академии. По сию пору бытуют красочные рассказы о том, как на выборах в Академию наук СССР он своей бескомпромиссной позицией создавал непреодолимый барьер для последователей Лысенко и околонуучных карьеристов. Притягательную силу личности и почву, из которой эта сила произросла, читатель может ощутить, познакомившись с предлагаемыми ниже очерками.

Их авторы – академик Виталий Дмитриевич Шафранов; дочь Леонтовича Наталия Михайловна; академик Спартак Тимофеевич Беляев; академик Лев Борисович Окунь и сестра Михаила Александровича Татьяна Александровна. Последние четыре из этих очерков (мы предлагаем журнальные варианты) публикуются в подготовленной к юбилею книге «Академик М.А.Леонтович: Ученый. Учитель. Гражданин» (сост.: В.И.Коган, Л.К.Кузнецова, В.Д.Новиков), что оговорено в наших примечаниях.

При подготовке этой публикации было приятно взаимодействовать с членами семьи Леонтовича, любезно познакомившими редакцию с домашними фотоархивами, за что душевно благодарим.

Судьба и магия таланта

Академик В.Д.Шафранов
Москва

В этом году Российский научный центр «Курчатовский институт» отмечает столетие со дня рождения трех знаменитых академиков: И.В.Курчатова (12 января), А.П.Александрова (13 февраля) и М.А.Леонтовича (7 марта).

Имя Игоря Васильевича Курчатова связано в первую очередь с созданием ядерного щита нашей страны, развитием ядерной и исследованиями, связанными с возможностью создания термоядерной энергетики.

Анатолий Петрович Александров знаменит организацией защиты кораблей от магнитных мин* и, вслед за Курчатовым, развитием ядерной энергетики страны, в том числе внедрением ее во флоте.

Михаил Александрович Леонтович — физик-теоретик широкого профиля (физическая оптика, теория колебаний, акустика, статистическая физика, термодинамика), создатель научных школ по радиофизике и физике плазмы.

* В эту работу включился в начале войны и его коллега по ленинградскому Физико-техническому институту И.В.Курчатова, занимавшийся до этого физикой «не актуальных» в военное время ядерных реакций (через год он возглавит атомный проект!).

© В.Д.Шафранов
Все выдержки из воспоминаний цитируются по материалам книги «Академик М.А.Леонтович: Ученый. Учитель. Гражданин» (М., 2003).

Он родился 7 марта 1903 г. в Петербурге, в доме деда по материнской линии, выдающегося русского механика В.Л.Кирпичева. Отец Михаила Александровича, Александр Васильевич Леонтович (1869—1943), — преподаватель Киевского университета, физиолог, с 1929 г. академик АН УССР. Мать, Вера Викторовна Кирпичева, была врачом-окулистом. Детские годы Леонтовича прошли в Киеве. Летом семья выезжала на дачу, два с лишним сезона жила на Днепре. Минька (как звали в детстве Михаила Александровича) унаследовал от отца «органическую» любовь к природе и получил от него многочисленные сведения о повадках животных, о птицах и их голосах, о растениях, насекомых и т.д. Анатолий Петрович Александров рассказывал, что они познакомились с Михаилом Александровичем, когда им обоим было по 9 лет, и вспоминал, как на хуторе Млынок, куда их семьи выезжали летом из Киева, они вместе ловили некому французскому преподавателю лягушек**.

Александр Васильевич разделял идеи социал-демократов, содействовал им, в связи с чем

** В следующий раз они встретились уже в 1946 г. (До этого момента они не виделись — Александров жил в Ленинграде, а Леонтович — в Москве.)

у него сложились трудности с работой. По совету профессора Д.Н.Прянишникова он принял участие в конкурсе и прошел на место заведующего кафедрой физиологии в Петровско-Разумовском сельскохозяйственном институте (ныне Сельскохозяйственная академия им.К.А.Тимирязева). Так семья Леонтовичей оказалась в 1913 г. в Москве, где Минька поступил в гимназию (в Киеве у него была надомная учительница), расположенную против того места, где сейчас находится станция метро «Новослободская». Из Петровско-Разумовского он добирался на паровичке и другими видами транспорта.

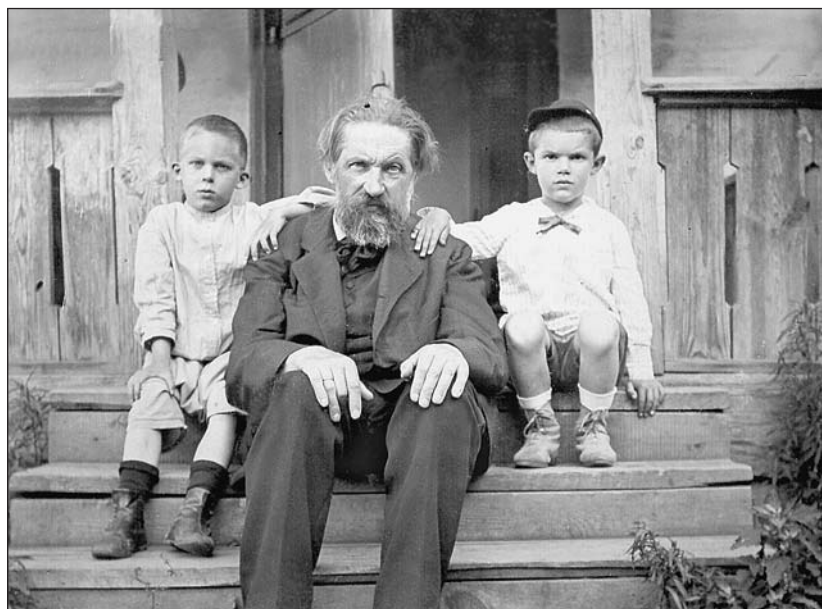
В гимназии Леонтович, воспринявший от своего отца на всю жизнь интерес к природе, занимается в естественном кружке, увлекается химией (отец допускал его в свою химическую лабораторию), геологией. Затем наступает его увлечение математикой. Вместе с отцом, заинтересовавшимся в 40 лет биологической статистикой, он, учась в последнем, 6-м классе гимназии, называвшейся с 1918 г. советской трудовой школой, начал изучать высшую математику. В декабре этого же года он поступает в Московский народный университет им.Л.А.Шанявского, где в физической лаборатории работали



Отец — Александр Васильевич Леонтович — в 1893 г.



Мать — Вера Викторовна — с детьми Евгенией и Михаилом. 1910 г.



Виктор Львович Кирпичев с внуками. Слева — Миша Леонтович. Справа — Витя Радциг.

большие энтузиасты физики Э.В.Шпольский и Т.К.Молодой. Вероятно, под их влиянием он принимает решение стать физиком и поступает в Московский государственный университет на физико-математический факультет.

В голодный 1919-й год заболела и умерла мать Михаила Александровича. После вторичной женитьбы отца он зажил са-

мостоятельной жизнью, взяв под опеку и свою сестру Евгению. В 1921 г. он помог ей поступить на физико-математический факультет Московского университета. Евгения Михайловна вспоминала: «...и я стала жить с братом в его московской комнате, разгородив ширмой наши кровати. В 1921 г. было еще голодно, еда была очень скудная. Я помню вместо чая ка-

кой-то суррогатный кофе с сахарином (сахара не было и в помине) и какое-то подобие хлеба. Правда, Миньке на паек иногда давали гуся. Но с 1922 г., с начала нэпа, все изменилось. Каждое утро Минька (он всегда вставал раньше меня) ходил за хлебом и приносил чудесные мягкие калачи.... Когда я жила у Миньки, я не помню, чтобы у меня были какие-нибудь проблемы с день-



М.А.Леонтович в 1947 году.
Из иконотеки ИИЕиТ РАН.

гами — я просто жила на его счет».

Итак, Леонтович с 17 лет начинает самостоятельную жизнь. По предложению Молодого, работавшего в Институте биологической физики, организованном П.П.Лазаревым, Леонтович становится препаратором, несколько позже — младшим, а затем старшим лаборантом в лаборатории Курской магнитной аномалии этого института. В летние каникулы, иногда и зимой, ему удается с магнитометром в руках обойти всю Курскую губернию.

В 1925 г. Леонтович, А.А.Андронов, А.А.Витт и С.Э.Хайкин становятся первыми аспирантами Леонида Исааковича Мандельштама. Основной интерес Михаила Александровича сосредоточивается (в связи с проводившимися в МГУ, а потом в ФИАНе под руководством Мандельштама экспериментами по рассеянию света в жидкости) на молекулярной оптике. Он участвует в создании классической теории комбинационного рассеяния света в кристаллах. Оригинальность, глубина и общность теоретических исследований сразу выдвигают его в чис-

ло ведущих физиков института. Его доклад «Молекулярная оптика» становится тем, что сейчас называют кандидатской диссертацией (в то время ученые степени не присуждались). С этим докладом Леонтович выступает в Ленинграде. Его оппоненты — В.Т.Бурсиан и В.К.Фредерикс, ученики П.С.Эренфеста.

По окончании аспирантуры в 1928 г. Леонтович остается работать в НИИ физики МГУ. Он становится доцентом, затем профессором физического факультета. Кроме чтения лекций преподает в общем физическом практикуме, совместно с С.И.Вавиловым организует специальный оптический практикум.

В конце 1934 г. Леонтович переходит на работу в ФИАН в качестве старшего научного сотрудника лаборатории колебаний, которую возглавлял Н.Д.Папалекси, и сразу оказывается в числе ведущих физиков института. В 1935 г. И.Е.Тамм, руководитель теоретического отдела ФИАНа, так охарактеризовал Леонтовича в связи с решением о присуждении ему степени доктора физико-математических наук без защиты диссертации:

«Михаил Александрович Леонтович принадлежит к числу выдающихся физиков-теоретиков. Отличаясь чрезвычайной ясностью ума и критической глубиной физической мысли, редкой по глубине и всесторонности эрудицией и владея в совершенстве математическим аппаратом, он вместе с тем является редким примером физика, сочетающего в себе теоретика и экспериментатора — наряду с теоретическими ему принадлежит и ряд экспериментальных работ. Ряд его работ относится к таким разнородным областям, как теория колебаний, квантовая теория, теория относительности. Но наибольшее значение имеют его работы по оптике и статистической физике.

Девять оптических работ М.А.Леонтовича посвящены всестороннему выяснению слож-

ного комплекса явлений рассеяния света. Начав совместное с А.А.Андроновым развитие данной Л.И.Мандельштамом теории молекулярного рассеяния света на поверхности жидкости, он показал затем, что выводы этой теории приложимы также и к рассеянию света слабоматовыми поверхностями. Ряд его работ, выполненных частью совместно с другими авторами, посвящен комбинационному рассеянию (раман-эффекту) в кристаллах. В частности, им выяснена зависимость поляризации этого рассеяния от кристаллической структуры, связь рассеяния в кристаллах с рассеянием в растворах соответствующих веществ и т.д. В совместной с С.Л.Мандельштамом (младшим) работе впервые дан правильный расчет рэлеевского рассеяния твердыми телами. Наконец, в последней работе этого цикла М.А.Леонтович чрезвычайно изящно разрешает трудный вопрос о рассеянии света неравномерно нагретым телом.

Работа по рассеянию света естественно привела М.А.Леонтовича к рассмотрению некоторых общих проблем статистической физики. В этой области им достигнуты очень важные результаты, ставящие его в ряд наиболее крупных специалистов по статистической физике. Так, им впервые было дано обобщение статистических методов на случай непрерывных систем, установлено и исследовано понятие вероятности в функциональном пространстве, позволяющее правильно поставить и решать вопрос о степени зависимости флуктуаций в разных участках тел. Весьма близко к этим работам также и очень ценное исследование законов изменения флуктуаций во времени. Наряду с применением разработанных методов к ряду физических задач М.А.Леонтовичем достигнуты в последнее время существенные результаты в направлении обоснования статистической физи-

В оптической лаборатории МГУ.
40-е годы.



ки с точки зрения теории случайных процессов».

К этому следует добавить впервые решенную им (в соавторстве с Мандельштамом) задачу о квантово-механическом туннелировании микрочастицы через энергетический барьер, непреодолимый в рамках классической механики. Вскоре Г.А.Гамов, опираясь на эту работу (но не сославшись на нее), дает объяснение радиоактивного α -распада.

Последующий цикл работ Михаила Александровича, выполненный в 1936–1938 гг., относится в основном к молекулярной акустике. Вместе с Мандельштамом он ставит и решает в общей постановке трудную задачу о поглощении и дисперсии скорости звука в жидкостях в широком интервале частот. Развитую им общую теорию Леонтович привлекает для расчета поглощения звука в электролитах. К этому же времени относится его непримиримая борьба с лженаучными претензиями на материализацию (в механистическом смысле) эфира как носителя электромагнитных волн.

В 1939 г. Михаил Александрович избирается членом-корреспондентом АН СССР. В его научной характеристике того времени, подписанной С.И.Ва-

виловым, говорится: «М.А.Леонтович, ближайший помощник и ученик академика Л.И.Мандельштама, является выдающимся и разносторонним физиком-теоретиком. Он свободно владеет методами самых различных ветвей физики. Собственные научные интересы М.А.Леонтовича охватывают статистическую физику, термодинамику, гидродинамику, теорию электромагнетизма и физическую оптику.

Научные работы, выпущенные М.А.Леонтовичем от своего имени, не очень многочисленны, но каждая из них является крупным вкладом в тот вопрос, которому она посвящена. Очень большое количество работ выполняется под руководством М.А.Леонтовича аспирантами МГУ и ФИАНа и студентами-дипломниками МГУ. М.А.Леонтович является одним из ведущих работников ФИАНа, его помощью и консультацией широко пользуются все сотрудники, от младших до членов-корреспондентов Академии наук. Для М.А.Леонтовича характерна большая требовательность к качеству научной работы вообще и своей собственной в первую очередь. На столь же высоком уровне, как и научно-исследовательская работа, стоит преподавание М.А.Леонтовича. Его лекции по

статистической физике и по физической оптике пользуются огромной популярностью среди студенчества. Посещаемость этих лекций и теперь, когда выбор обязательных лекций предоставлен самим студентам, остается стопроцентной».

В начале Великой Отечественной войны Михаил Александрович вместе с Физическим институтом АН СССР (как и другими научными учреждениями) эвакуировался в Казань*. В 1942 г. по инициативе Хайкина на московском оборонном заводе №465 Наркомата электропромышленности создается лаборатория по разработке радионавигационной системы на-

* По воспоминаниям академика А.М.Обухова, «плотность числа академиков, докторов и кандидатов наук на единицу площади (как служебной, так и жилой) была, по-видимому, рекордной в истории развития науки. Кроме науки были и неотложные практические дела. Например, нужно было разгружать баржи с дровами и лесом. Следует заметить, что большинство научных работников, в особенности теоретиков, подходило к решению подобных практических проблем как-то не квалифицированно. Однажды мне повезло — я попал в бригаду, которой руководил молодой и энергичный член-корреспондент АН СССР Леонтович. Оказалось, что он и в этой, сугубо практической области не уступал профессионалам. Работая с полной отдачей, он своим примером показывал как нужно брать бревно на плечо, изредка взбодривал нас острым словом. Видя его высокую фигуру и чувствуя на себе его взгляд, все члены бригады как-то подтягивались и успешно выполняли задание».



С М.К.Романовским у только что собранного токамака Т-3. Начало 60-х годов.

ведения для слепого бомбометания. Руководителем теоретической группы назначается Леонтович. После проведения необходимой теоретической части работы, в 1944 г., он переводится в теоретическую лабораторию радиолокационного института — НИИ-108, возглавлявшегося А.И.Бергом.

Наряду с решением специальных задач оборонного значения Михаил Александрович выполняет здесь важные теоретические работы в области радиофизики. Еще в лаборатории колебаний он сформулировал приближенные граничные условия для электромагнитного поля на поверхности хорошо проводящих тел (опубликовал эту работу лишь через десять лет, в 1948 г.). Эти «граничные условия Леонтовича» позволили решить большой класс радиофизических задач и сразу прочно вошли в радиофизику и радиотехнику.

В 1944 г. Михаил Александрович публикует фундаментальную работу по распространению радиоволн вдоль поверхности Земли. Он предлагает мощный метод параболического уравнения для комплексной амплитуды волны, получивший впоследствии большое значение в теории распространения волн и задачах нелинейной оптики. Еще одной основополагающей работой этого периода, также ставшей исходной для целого научного направления, становится его совместное с М.Л.Левиным исследование по общей теории тонких проволочных антенн. Ему принадлежит также плодотворная идея включения флуктуационных токов в уравнения электродинамики. Этот цикл работ Михаила Александровича фактически лег в основу нашей теоретической школы по радиофизике.

До 1946 г. Леонтович читает лекции в МГУ. В 1944 г. выходит в свет его замечательный курс «Статистическая физика», а спустя семь лет книга «Введение в термодинамику». В 1945 г. он возвращается на работу в ФИАН, где после смерти Н.Д.Папалекси в 1947 г. становится руководителем лаборатории колебаний. На первых послевоенных выборах в Академию наук, в 1946 г., Михаила Александровича избирают в академики. Работая в ФИАНе, он продолжает свою очень важную для воспитания нового поколения советских физиков педагогическую деятельность. С 1946 по 1954 гг. преподает в МИФИ (где с 1949 г. руководит кафедрой теоретической физики). Одновременно в 1947—1950 гг. заведует в Издательстве иностранной литературы редакцией физики.

С 1951 г. в деятельности Леонтовича наступает новый важный период. Ему поручают руководство теоретическими исследованиями по управляемому термоядерному синтезу в Институте атомной энергии. Это решение было принято по предложению Тамма. Следует сказать, что в то время управляемый термоядерный синтез (УТС) привлекал в первую очередь возможностью ускорить наработку трития для термоядерной бомбы. И Леонтович страшно обиделся на Тамма, втягивающего его в работу над бомбой. Вскоре, однако, проблема с термоядерной бомбой была решена без управляемого синтеза, и Михаил Александрович с большим энтузиазмом стал заниматься проблемой производства электроэнергии с помощью неисчерпаемого источника энергии — ядерного синтеза. Его участие в работе по УТС сыграло исключительную роль для успешного развития физики высокотемпературной плазмы в СССР. Первые же его работы по расчету электродинамических сил, возникающих при смещении токового канала относительно проводя-

щего кожуха, по динамике пинчевого разряда, по стабилизирующему действию на разряд сильного продольного магнитного поля стали основой для последующих обширных исследований, которыми занялись его ученики. Он принимает активное участие в постановке новых экспериментов, в анализе и обсуждении их результатов. Для всего коллектива физиков, собранного с целью решения задачи по созданию термоядерной плазмы, Михаил Александрович становится высшим авторитетом в вопросах не только научных, но и общечеловеческих. Его принципиальность, прямой и открытый взгляд на жизнь и живейший интерес ко всем научным новостям во многом способствовали формированию на долгие годы здорового климата в коллективе, находившемся в сфере его влияния и внимания. А влияние Михаила Александровича испытали на себе несколько десятков физиков, как работавших непосредственно с ним, так и тех, кто участвовал в работе его знаменитого семинара.

В чем же секрет магии Леонтовича, которая так воздействовала не только на работавших с ним многие годы, но и на тех, кто встречался с ним почти что мимоходом? Напомним о родителях, сумевших привить своим детям честность, бескорыстие, доброе отношение к природе, к людям, обладающим этими же качествами. Естественно, что такие люди находят друг друга и дружат, равняясь на чем-то их превосходящих сверстников. Так и возникает конгломерат уникальных личностей типа А.А.Андропова, М.А.Леонтовича, П.С.Новикова, оставивших глубокий след в жизни других. Они, конечно, очень разные. Леонто-



На прогулке. Третий слева — известный радиофизик В.В.Мигулин. 1969 г.

вич, вспоминал С.М.Рытов, мог сказать громко, на весь зал даме, проявлявшей к нему благосклонное внимание: «Имейте в виду: у меня есть жена и я ее люблю». Но, как рассказал Г.Г.Гусев, он мог так же громко заявить в 1947 г. партийной комиссии по чистке кадров, предлагавшей освободить от работы ценного сотрудника Издательства иностранной литературы, у которого оказались репрессированными родители: «Так вот, я считаю ваши действия незаконными. Я назначен сюда Центральным Комитетом партии, и я отвечаю за штат физической редакции. Если сделаете что-либо без моего согласия, я немедленно отправлюсь в ЦК». Это был рискованный, но действенный шаг. Председатель комиссии, не уверенный в поддержке сверху, решил отложить этот вопрос и не возвращался к нему.

Трезвый взгляд на такие вещи, как борьба за «идеологическую чистоту» науки в конце 40 — начале 50-х, и прямое высказы-

вание в поддержку обвиняемого в соответствующем «грехе» — это характерно для Леонтовича. На собрании сотрудников в ФИАН, где осуждались «философские ошибки» в изданных лекциях Мандельштама, Леонтович сказал простую, но убийственную для критиков фразу, запомнившуюся С.М.Рытову: «Из того, что лекции Мандельштама через 15 лет не удовлетворяют критиков, следует, что критикам надо написать новую книгу, в которой теория относительности освещалась бы так, как они считают правильным».

Поражала удивительная прямолинейность и непосредственность Леонтовича: «...в нем было много детского, — пишет С.М.Рытов, — в частности такой была его реакция, когда он слушал что-либо интересное или неожиданное для него. Он просто пожирал своего собеседника расширенными глазами». И такого рода интерес ко всему новому сохранялся, можно сказать, до самой его кончины. ■

В «центре сопротивления»

Академик С.Т.Беляев

Москва

В феврале 1952 г. я с дипломом физико-технического факультета МГУ стал сотрудником теоретического сектора А.Б.Мигдала в Курчатовском институте (тогда ЛИПАНе). В коллективе Мигдала я не был новичком, так как уже с 1947 г. проходил практику, а затем и защищал там диплом. Как раз в это время разгорался ажиотаж в термоядерном направлении, где, казалось, вот-вот желанный результат будет достигнут. И часть сектора Мигдала бросают на развитие успеха. Теоретические работы курирует Леонтович. Я с молодым азартом включаюсь в работу, не пропускаю семинары Л.А.Арцимовича и теоретический семинар, которым руководит Леонтович.

Но однажды Михаил Александрович в присутствии Мигдала пошел со мной на откровенный разговор о беде, случившейся с А.М.Будкером (руководителем моего диплома), который лишен допуска к секретным работам и фактически отстранен от тех направлений, где он очень успешно и плодотворно работал, в том числе и от термоядерных исследований. Работы

Будкера знает и высоко ценит Курчатов. И если уж он не смог отстоять Будкера, то естественно опасаться худшего. (Напомню, что в это же время набирало силу «дело врачей», и «чистки» не удалось избежать даже ЛИПАНу.) Есть надежда (как я понял, не только у Леонтовича, но и у Курчатова) на новую научную идею-изобретение Будкера. Аргументируя ее стратегической важностью, можно защитить и автора. Будкеру надо помочь довести идею до обоснованного предложения, и Михаил Александрович просит меня этим заняться.

Так началась наша совместная работа с Андреем Михайловичем Будкером, которая продолжалась около четырех лет. Некоторое время я еще посещал термоядерные семинары, участвовал в дискуссиях. Самому Будкеру вход на семинары был закрыт. Может быть, поэтому Леонтович часто заходил к нам и справлялся, как идет работа. Обсуждались и научные проблемы термояда, интерес к которому у Будкера сохранялся (именно он в 1953 г. впервые высказал идею об удержании плазмы в «магнитной бутылке»). Общение было неформальное, переходившее от одной темы к другой. Михаил Александрович явно пытался поддержать Будкера,

не дать ему почувствовать изоляцию. А поддержка эта была полезна и даже необходима.

Курчатов хотел, чтобы предложение Будкера — релятивистский стабилизированный электронный пучок — прошел экспертизу ведущих теоретиков. Я помню беседы с В.А.Фоком, И.Е.Таммом, Н.Н.Боголюбовым, В.И.Векслером. Каждый раз возникали сомнения и вопросы, особенно по устойчивости пучка. Это требовало новых обоснований с детальными расчетами. Иногда возражения казались придирками, и Будкер терял самообладание. (Особенно трудным оппонентом был Векслер, которого Будкер раньше сам жестко критиковал.)

Беседы с Леонтовичем очень помогали, он всегда умел успокоить и направить внимание на реальные научные проблемы. Его доброжелательная критика как правило позволяла подготовиться и к резкой критике оппонентов. При этом Леонтович не был начальником Будкера, его посещения, носившие характер «дружеских визитов», были лишены какой-либо формальности. Михаил Александрович свободно переходил от рекомендаций по конкретным физическим проблемам к «аналогичным» случаям споров и дискуссий в своей практике, а затем

© С.Т.Беляев
© В.И.Коган, Л.К.Кузнецова,
В.Д.Новиков, сост. книги
«Академик М.А.Леонтович: Ученый.
Учитель. Гражданин» (М., 2003).

и к совсем, казалось бы, поторонным житейским вопросам. Общение с Леонтовичем и возможность обсудить с ним как научные, так и «дипломатические» проблемы, а иногда просто поговорить на отвлеченные темы очень поддерживали Будкера. С появлением Михаила Александровича сразу возникала атмосфера доброжелательности и открытости, лишенная какого-либо чиновничества. Вспоминаю один вступительный диалог:

— Михаил Александрович, вы вроде в новом костюме?

— Да, это Марфе Алексеевне где-то повезло, отстояла в очереди. Правда, ничего?

В августе 1952 г. у меня в семье прибавление: родилась двойня. При ставке старшего лаборанта — явная проблема. Михаил Александрович делает мне предложение поработать (по совместительству) на кафедре теоретической физики в МИФИ, которой он заведует. Причем не упоминая и не соотнося это с моими домашними проблемами.

На кафедре возник еще один канал нашего общения. В МИФИ Леонтович слыл легендарной личностью, поражая своей принципиальностью и вместе с тем отзывчивостью. Последним качеством некоторые студенты даже злоупотребляли, прося у него взаймы. (Однажды я оказался этому невольным свидетелем.) Эта тема неоднократно обсуждалась, но, по-видимому, ее трудно исчерпать в связи с ее обширностью. Я лично имел в этом отношении лишь единичный опыт и был поражен умением Михаила Александровича концентрироваться на главном, отбрасывая все лишнее, что можно усмотреть из нашего диалога:

— Михаил Александрович, можно к вам по личному вопросу?

— Сколько?

После смерти Сталина (март 1953 г.) положение стало более

терпимым. Группе ведущих физиков, лидером которой был Курчатов, удалось произвести «революцию» (вернее, «реставрацию») на физическом факультете МГУ. До войны основными кафедрами физфака заведовали крупные ученые Академии: И.Е.Тамм, Г.С.Ландсберг, С.Э.Хайкин и др. Но во время войны МГУ и Академия наук были эвакуированы в различные города, и кафедры физфака заняли штатные сотрудники факультета, не обремененные научными заслугами, но преуспевшие в политической демагогии. После войны физфак МГУ стал воинствующим центром «партийной физики», откуда постоянно исходили критика «буржуазных теорий» (квантовой механики и теории относительности) и персональная травля, в основном ранее преподававших здесь профессоров, с обвинениями их в махизме, физическом идеализме и пр. В 1954 г. команде Курчатова удалось инициировать на физфаке «кадровую чистку»: были уволены с факультета наиболее одиозные фигуры, образован новый ученый совет, приглашены известные физики для заведования кафедрами. В составе десанта, высаженного на физфак, был и Михаил Александрович вместе с Арцимовичем. А нашу кафедру в МИФИ возглавил В.Г.Левич, который ранее был заместителем Леонтовича.

С 1954 г. положение Будкера также начинает улучшаться. Наша работа по обоснованию его идеи стабилизированного релятивистского пучка закончилась докладом на международной конференции в Женеве в 1956 г. (хотя и без участия все еще невыездного Будкера). Встал вопрос об экспериментальных работах. Я занялся другими проблемами, а в 1957 г. уехал на год в Копенгаген, в Институт Нильса Бора. Контакты с Михаилом Александровичем стали эпизодическими.

Вспоминаю наши последние встречи. Лето 1979 (или 1980)

года. Мы встретились в парке на территории Курчатовского института, и Михаил Александрович, помянув мое ректорство в Новосибирске, спросил: «У вас не сохранилось каких-либо контактов в МГУ? У меня внук, сын Миши Левина, поступает на мехмат. Боюсь, они его зарежут. Вы же знаете обстановку на мехмате». Я ответил, что с покойным ректором Р.В.Хохловым у меня были хорошие отношения, а после его гибели в горах контактов с новым руководством никаких нет. Поговорили о других делах и разошлись. Через некоторое время мы снова встретились почти на том же месте, и Михаил Александрович сразу начал: «Внука-то приняли», — и добавил, удовлетворенно усмехаясь: «Все-таки они меня боятся!» Михаил Александрович имел основания для такого заявления. Он по праву считался эталоном принципиальности и моральной твердости и не мог не реагировать на нечистоплотные поступки. Особенно ярко это проявлялось в жизни Академии наук.

Леонтович в Академии наук — большая и серьезная тема, которая неоднократно обсуждалась. Я затрону лишь некоторые эпизоды, которым был свидетелем после избрания меня в Академию в 1964 и 1968 гг.

Партийно-бюрократическое давление на Академию особенно ярко проявлялось во время выборов. Но именно во время выборов Академия могла открыто противостоять давлению. Однако для этого требовались предварительная «пропагандистская» работа и открытые выступления на Общем собрании. И если «центром сопротивления» практически всегда оказывались физики, то центральной фигурой у физиков был Леонтович. Именно к нему стекались истинные характеристики кандидатов, если противоречили официальным. Поэтому, будучи «молодым академиком», я постоянно советовался с Миха-

илом Александровичем. Например:

— Михаил Александрович, как вы голосуете за гуманитариев?

— Для профилактики всех вычеркиваю, кроме тех, кого мне специально рекомендуют.

О выступлениях Леонтовича против некоторых одиозных кандидатов в Академию неоднократно писалось. Хочу добавить, что он иногда очень остро и неожиданно реагировал на обсуждение, казалось бы, рутинных дел. Представьте себе картину. Общее собрание Академии в Доме уче-

ных. Рассматривается пункт программы об утверждении на новый срок директора одного химического института. Леонтович не сидит на месте, а прохаживается перед сценой из конца в конец, оглядывая зал. Кажется, что его не особенно интересует разбираемый вопрос. Но вот зачитывают характеристику, где среди прочего отмечается, что за прошедший срок директором выполнено свыше трехсот (!) научных работ. Вопрос ставится на голосование. И тут Михаил Александрович просит слова и предлагает не утверждать директора,

так как «административные обязанности будут мешать его столь плодотворной научной работе». В зале общий смех, а испуганный, покрасневший директор оправдывается: это, мол, сотрудники сами вписывают меня автором, хотя я этого не требую и даже запрещаю... и т.п. В зале новый взрыв смеха. И такие уроки Михаил Александрович давал Академии неоднократно. «Они» имели основание его бояться!

А я иногда в трудные минуты стараюсь представить, как бы на моем месте поступил Михаил Александрович Леонтович... ■

Уроки гражданского мужества

Академик Л.Б.Окунь

Москва

В конце 40 — начале 50-х годов в Московском механическом институте (ныне Московский инженерно-физический институт) собралось целое созвездие профессоров. Но лишь один из них был уже академиком — Михаил Александрович Леонтович. Каково же было разочарование студентов, когда на его первой лекции по статистике и термодинамике мы увидели человека, стоявшего перед нами, подобно цапле, на одной ноге, поджав вторую, и успевшего в первые же минуты измазать мелом свой довольно-таки не новый костюм. Говорил он громко и четко, но уследить за его мыслью было трудно. Никаких шуток или веселых историй, которые

позволили бы перевести дух, в его лекциях не допускалось.

На экзамене он был исключительно деликатен. После того, как мы вытянули свои билеты, он надолго ушел из аудитории, дав возможность всем желеющим подойти к столу и поменять билет на более приемлемый. Отвечать ему было легко: он не задавал трудных вопросов и явно хотел поставить оценку лучше. Я очень удивился, когда несколько лет спустя услышал, как он громогласно разносит своего нерадивого дипломника.

После окончания института я принес ему первую статью, написанную по дипломной работе, которую выполнил под руководством А.Б.Мигдала и В.И.Когана. Михаил Александрович представил ее в «Доклады Академии наук».

Позднее, в 60-х годах, на общих собраниях АН СССР в Доме

ученых, Леонтович раскрылся для меня в другом качестве. Я увидел бесстрашного борца. Встав с места в первом ряду, он своим громовым голосом объяснял залу и президиуму, какой вред науке нанесли заведующий Отделом науки ЦК КПСС С.П.Трапезников или ближайший соратник Лысенко Н.И.Нуждин и насколько увеличит вред их избрание в члены Академии. После таких выступлений, служивших уроками гражданского мужества и преданности науке, Общее собрание проваливало могущественных в то время кандидатов.

Очень многие, и я в том числе, обращались к Михаилу Александровичу в трудную минуту. Он помогал, чем мог. Михаил Александрович остался в моей памяти и сердце как один из лучших представителей русской интеллигенции. ■

© Л.Б.Окунь
© В.И.Коган, Л.К.Кузнецова,
В.Д.Новиков, сост. книги
«Академик М.А.Леонтович: Ученый.
Учитель. Гражданин» (М., 2003).

Коммуна на Сивцевом Вражке

Н.М.Леонтович

Москва

В начале 20-х годов в центре Москвы, на Сивцевом Вражке, возникла коммуна, вокруг которой собрались удивительные люди. Несомненно, это сообщество уникально для советского времени, да, пожалуй, и вообще уникально. В компанию, помимо Михаила Александровича Леонтовича, входили Николай Николаевич Парийский, Александр Александрович Андронов, Александр Адольфович Витт. В основном именно они определяли содержание жизни и дух всего сообщества. Все они учились в Университете на физико-математическом факультете. Женщины были объединены учебой в Лосиноостровской гимназии. Это Лидия Викторовна Птицына, сестры Свешниковы (Татьяна и Наталья), Людмила Всеволодовна Келдыш, Наталия Лучинская. Входили в эту компанию и Евгения Александровна Леонтович, брат и сестра Старокадомские (Михаил — композитор, Екатерина — физик), Игорь Владимирович Арнольд (математик). Несколько наособицу стоял Игорь Евгеньевич Тамм. Он был старше, и всегда к нему обращались на ты и по имени отчеству. Внутри же молодежной компании все были на ты и называли друг друга по именам (Шурка,

Миша, Коля, Журка и т.п.). Потом даже дети так же называли друзей родителей.

Естественно, образовалось несколько супружеских пар. Н.Н.Парийский и Л.В.Птицына, А.А.Андронов и Е.А.Леонтович, М.А.Леонтович и Т.П.Свешникова, П.С.Новиков и Л.В.Келдыш. Пары оказались очень крепкими — на всю жизнь. Характерно, что в семьях было много детей. От трех у Андроновых и Парийских до пяти у Келдыш.

Люди эти были яркими индивидуальностями и, конечно, очень отличались друг от друга. Однако многое их объединяло. Они составляли содружество, имевшее общее лицо. И мне кажется интересным посмотреть на их общие свойства. Основой жизни, стержнем, была, конечно, наука. И наукой они занимались ради науки. Свое основное удовольствие получали от узнавания, открытия научного факта. Все остальное — вторично. Они



Участники коммуны. Стоят: Татьяна Петровна Свешникова и Михаил Александрович Леонтович; крайний справа — Александр Александрович Андронов. Сидят: Николай Николаевич Парийский, Лидия Викторовна Птицына, Евгения Александровна Леонтович, Наталья Петровна Свешникова. Начало 20-х годов.

© Н.М.Леонтович
© В.И.Коган, Л.К.Кузнецова,
В.Д.Новиков, сост. книги
«Академик М.А.Леонтович: Ученый.
Учитель. Гражданин» (М., 2003).



Михаил Александрович с женой
Татьяной Петровной. 1923 г.

Михаил Александрович и Татьяна
Петровна с дочкой Верой на
руках, дочь Наташа, сыновья
Андрей и Александр 1946 г.



1948 г. М.С.Молоденский,
Н.Н.Парийский, Наташа
Леонтович, Л.В.Парийская,
Т.П. и М.А.Леонтовичи.

не делали карьеры. Даже представить себе невозможно, чтобы кто-нибудь из них организовывал получение какого-либо звания. Хотя, конечно, они понимали свое место в науке. Годы спустя это выглядело так: Н.Н.Парийский — астроном, член-корреспондент АН, А.А.Андронов — физик, академик, П.С.Новиков — математик, академик, М.А.Леонтович — физик, академик, А.А.Витт — физик, доктор физико-математических наук (погиб в 1938 г.), Л.В.Келдыш — доктор физико-математических наук, Е.А.Леонтович — доктор физико-математических наук.

Но они не были сухарями и интересовались совсем не одной наукой. Очень большое значение в их жизни играла природа. Поэтому — регулярные прогулки. Летом — пешком, зимой — на лыжах. Самые разные походы — горные, речные. И они стали пионерами в освоении такого проведения отпусков — начали ходить в походы, когда это не было распространено. Одним из самых необычных был поход на Алтай в 1926 г. — на лошадях. Причем эти прогулки и походы продолжались до очень, очень пожилых лет.

Все они знали и любили литературу, живопись. Тут, конечно, пристрастия распределялись по-разному. Но интерес к искусству присутствовал у всех. В 20-е годы Москва была театральным городом. И интерес к театру был очень большим. Простаивали ночами за дешевыми билетами. Мои родители особенно любили Камерный Таирова. Новиковы были большими любителями живописи, дружили со скульптором В.Н.Домагацим, а в более поздние годы собирали живопись. Парийский коллекционировал монографии по живописи еще тогда, когда это не вошло в моду.

Они были атеистами. При этом их нравственная планка находилась очень высо-

ко. Поэтому, когда теперь так легко ставят нравственность в зависимость от религиозности, мне кажется, что люди не думая повторяют штампы. Я же считаю, что нравственность и религиозность — совершенно независимые свойства человека и расположены в разных углах человеческой души.

В 20-е годы они были «красные». Эти очень умные люди (причем думающие над социальными, общественными вопросами) не поняли преступности Октябрьской революции. «Белые» были для них врагами. Степень их революционности — разная. Видимо, самым революционным из них был А.А.Андронов. Их обманули фразеологией о социальной справедливости, равенстве. Когда к ним пришло прозрение? Я не знаю ответа на этот вопрос. Я даже не знаю, насколько они — друзья — обсуждали эти самые главные вопросы между собой. Несомненно, обсуждали их внутри семей. И какие-то общие точки зрения у них выработывались, но, мне кажется, что до конца откровенными друг с другом они все-таки не были. От чего зависело прозрение? Кроме, конечно, фактов, которые все знали. От психологической необходимости жить «заодно с правопорядком». От того, насколько эти умнейшие люди разрешали себе в подобных вопросах думать так же до конца, как они умели делать в своей науке. Конкретно могу только сказать, что Леонтович, видимо, сильно прозрел после дела Промпартии — дела Рамзина (1930). Тут, по всей вероятности, сказался и тот факт, что по этому делу проходил его дядя со стороны матери, Михаил Викторович Кирпичев. При всей революционной настроенности в начале 20-х годов, ни один из этих людей не состоял членом партии. Почему? Мне кажется, что для них невозможно было потерять определен-

ную степень свободы, брать на себя обязательства что-то делать и говорить не согласно со своими убеждениями. Но согласно с чьими-то указаниями. И эта в общем-то нравственная позиция оказалась в конечном счете самой прагматичной. Это была наверняка одна из причин, почему в 37—38-м годах из всей их компании погиб только один человек — А.А.Витт. Про Витта мы теперь очень мало что знаем*. Но одно из его «мо» вошло в научный фольклор — «все плохое сократится, все хорошее останется».

Удивителен их пуританский образ жизни. Тогда, в 20-х годах, такие взгляды были очень распространены, что вполне отражено в литературе. И они в этом смысле были детьми своего времени. Но большинство людей постепенно отошло от таких точек зрения и такого образа жизни. А они восприняли эту пуританскую психологию очень глубоко и исповедовали ее всю жизнь. И если их дети переставали разделять такие представления о быте, то родители, если не осуждали их, то во всяком случае удивлялись. Сами же они жили очень аскетично. Совершенно простая одежда, у женщин никаких украшений. Мебель только необходимая, никаких занавесок, абажуров. Все это было в их представлении мещанством, пошлостью.

Наверняка неправильно сказать, что все они были счастливые люди. Но все они люди состоявшиеся. И причина, на мой взгляд, — не только заложенные в них способности в сочетании с научным любопытством, но и их нравственные позиции, которые не дали им растрачивать на мелочи то, из чего получилось нечто поистине стоящее — наука, семья. ■

* Некоторые сведения об А.А.Витте содержатся в публикации: Горелик Г.Е. «Не успевшие стать академиками» // Природа. 1990. №1. С.123—128. — *Примеч. ред.*

Заметки к родословной

Т.А.Леонтович,
доктор медицинских наук
Институт мозга РАМН
Москва

Предки моего брата Михаила Александровича Леонтовича по общей для нас отцовской линии (матери у нас разные) относятся к трем дворянским родам, проживавшим на юго-западе России: Леонтовичей (в Екатеринославской губ.), Абешкиных (в Кишиневе) и Годзевичей, выходцев из Литвы (в Полтавской губ.).

Первый известный моему отцу наш предок из рода Леонтовичей, **по имени Осип** (прапрапрадед Михаила Александровича), был войсковым писарем Запорожской Сечи, очевидно, где-то в конце ее существования (Екатерина II, как известно, упразднила сечь в 1775 г.). Войсковые писари этой казачьей республики занимали высшее место в иерархии писарей и исполняли функции министра иностранных дел: от имени запорожского войска проводили переговоры с правителями других государств, подписывали международные документы и т.д. [1]. По-видимому, они были достаточно образованными людьми — так, письмо воинского писаря Василия Зеленого Ма-

зепе было написано по-русски и по-латыни (вместо обычно используемого украинского языка). Любопытно, у И.С.Зильберштейна говорится [2], что запорожский писарь на знаменитой картине Репина «Запорожцы пишут письмо турецкому султану» списан с Леонтовича (хотя и нет указания, с кого именно. Может быть, это наш родственник).

Григорий Осипович Леонтович (прапрадед Михаила Александровича) родился около 1775 г. По документам, в 1797 г. он был корнетом и потомственным дворянином Екатеринославской губ. Позже находился на гражданской службе. У меня хранится подлинная грамота от 13 мая 1797 г., подписанная предводителем дворянства Екатеринославской губ. Николаем Капнистом, о внесении корнета Григория Осиповича Леонтовича и его рода в родословную книгу потомственных дворян — ввиду подлинности представленных им документов о его дворянском достоинстве (на основании грамоты Екатерины II от 21 апреля 1785 г.). Мне известны два сына Григория Осиповича Леонтовича — Федор и Николай.

Федор Григорьевич Леонтович (1795 г.р. — ?), прадед Михаила Александровича, и **Николай Григорьевич** — дворя-

не, помещики Екатеринославской губ. Федор Григорьевич военным уже не был; согласно формулярному списку, служил в Екатеринославском уездном суде в 1809—1818 гг. и оставил службу 23 лет в чине губернского секретаря. По документу 1842 г. (метрика сына Василия), он был помещиком с.Марьевка (а Николай — д.Леонтовичевой) Екатеринославской губ. Сыновья Федора Григорьевича — Василий и Иван.

Василий Федорович Леонтович (1842—1888), дед Михаила Александровича, и **Иван Федорович** (годы жизни неизвестны) — дворяне. Их родители (Федор и Любовь Леонтовичи) оставили малолетних сыновей круглыми сиротами. По семейным рассказам, назначенный им опекун оказался пройдохой. Когда по жалобе соседей приехали официальные лица с проверкой, выяснилось, что мальчиков держат в черном теле, а все имение разворовано. Таким образом, братья Василий и Иван, а также их потомки лишились имущества и зарабатывали на жизнь своим трудом.

О Василии Федоровиче Леонтовиче известно достаточно много. Он обучался в 1856—1862 гг. в Екатеринославской губернской гимназии. В 1871 г. окончил с отличием медицинский факультет киевского Уни-

© Т.А.Леонтович
© В.И.Коган, Л.К.Кузнецова,
В.Д.Новиков, сост. книги
«Академик М.А.Леонтович: Ученый.
Учитель. Гражданин» (М., 2003).
Журнальный вариант.
Полностью публикуется в книге
«Академик М.А.Леонтович...».

верситета. В 1872—1884 гг. работал земским врачом 3-го участка Екатеринославского уезда, в с.Томаковка, (когда-то оно входило в Запорожскую Сечь), а в 1884—1888 гг. — врачом в Могилевской губ. Сын Василия Федоровича (наш отец Александр Васильевич Леонтович) говорил, что в период работы земским врачом Василий Федорович принимал участие в движении народников. Василий Федорович был женат дважды. Первым браком — на Вере Петровне Годзевич, от которой имел четверых детей: старшего сына Александра, которым гордился и которого нежно любил (сохранилось несколько его писем сыну), и трех дочерей — Ольгу, Любовь и Веру.

Александр Васильевич Леонтович, отец Михаила Александровича; родился в Киеве в 1869 г., умер в 1943 г. в Москве. В 1893 г. окончил медицинский факультет Киевского университета с отличием. Учился в кредит — в его бумагах я нашла напоминания о необходимости возвращения денег спустя даже несколько лет после окончания университета — видимо, жилось не очень легко. Некоторое время был земским врачом, с 1893 г. стал работать на кафедре гистологии, а затем нормальной физиологии медицинского факультета Киевского университета (прозектором, приват-доцентом). Позже читал также курс лекций по физиологии животных на естественном отделении физико-математического факультета. До революции он по несколько месяцев работал в лучших европейских лабораториях — у О.Лангендорфа (1907) и Г.Германа и П.Вейса (1911).

Папа сочувствовал и помогал революционерам. Спустя годы Г.М.Кржижановский писал: «Я хорошо помню о неоценимых услугах, которым был обязан первый ЦК нашей партии дорогому А.В.Леонтовичу (период 1903—1905 гг.). Лично мне он передал запасные ключи для прохода через ту часть университета, в ко-

торой помещалась его физиологическая лаборатория. Многократно я спасался от преследования царских шпионов именно благодаря такой возможности пройти через здание университета» [3]. Сестра папы, Любовь Васильевна, была профессиональным революционером-подпольщиком и дважды подвергалась тюремному заключению. Близкий друг Н.К.Крупской по Бестужевским курсам, она работала в Петербурге связной партии большевиков и содержала их конспиративную квартиру.

Убеждения отца чуть не помешали защите докторской диссертации в 1900 г. (по иннервации кожи человека). На выборах заведующего кафедрой физиологии, где он работал, его забаллотировали. Из-за реакционных настроений на кафедре и отсутствия каких-либо перспектив в киевском университете был вынужден искать другое место работы.

Долгое время он возглавлял кафедру физиологии расположенного на окраине Москвы Петровско-Разумовского сельскохозяйственного института (Сельскохозяйственной академии им.К.А.Тимирязева). Кафедра признавалась лучшей и в научном, и в педагогическом плане. За годы преподавания в разных учебных заведениях Киева и Москвы отец написал в соавторстве четыре учебника по анатомии и физиологии животных.

Отец был крупным ученым с оригинальными взглядами, объединившим в своем лице морфолога и физиолога-экспериментатора, что в то время было совершенно необычно. Его работы посвящены изучению периферической нервной системы. Им разработана оригинальная модификация окраски нервных структур метиленовой синью. Квинтэссенцией его исследований стала гипотеза об электромагнитной компоненте в передаче возбуждения между нейронами (существующей, по его представлениям, наряду с медиаторной). Нейрон рас-



Александр Васильевич Леонтович в 1909 г.

считывался как «аппарат колебательного тока».

В 1929 г. папа был избран академиком Украинской академии наук и в 1936 г. переехал в Киев. В Украинской академии он возглавил отдел нормальной физиологии при Институте клинической физиологии. Я помню, как счастлив был отец вернуться на Украину и работать над любимой проблемой, как рад он был опять встречаться и знакомить нас со своими киевскими родственниками. В июне 1941 г. его лаборатория была полностью оборудована необходимыми иностранными приборами для проверки его гипотезы о «нейроне, как аппарате колебательного тока», под землей построена камера для электрофизиологических экспериментов (экранизация!).

Однако война разрушила планы — пришлось все бросить и эвакуироваться с академией в Уфу. Папина научная школа распалась. На фронте погиб мой брат, младший сын Александра Васильевича, 19-летний Борис. До сих пор у меня хранится карманный атлас СССР, в котором



Александр Васильевич с женой Натальей Всеволодовной и детьми Борисом и Татьяной 1940 г.

чуть не до дыр затерты карты западных областей страны: ежедневно мы следили по названиям городов и поселков, как идут дела на фронте.

В 1943 г. Александр Васильевич вернулся с семьей в Москву. Его пригласили открыть лабораторию по своей тематике уже в Академии наук СССР. Однако он тяжело заболел и скончался в декабре того же года. К сожалению, дальнейшая разработка его гипотезы об электромагнитной составляющей взаимодействия между нейронами прекратилась.

Я была последней из пяти детей моего отца (от первого брака родилось трое: Михаил (1903 г.р.), Евгения (1905 г.р.) и Вера (1911 г.р.) и от второго

двое: Борис (1921 г.р.) и я, Татьяна (1923 г.р.).

Папа был счастлив в семейной жизни — оба его брака оказались удачными. Первой его женой была Вера Викторовна Кирпичева, врач-окулист, мать Михаила Александровича. По словам знавших Веру Викторовну, она была искренним, интеллигентным человеком. Его вторая жена, моя мама Наталья Всеволодовна Флерова, знала чету Леонтовичей давно — Александр Васильевич был другом ее отца, педагога Всеволода Александровича Флерова, и Леонтовичи часто бывали в их доме.

В декабре 1919 г. погибла от осложнения гриппа (миелита) Вера Викторовна. Она умирала

в полном сознании, и их восьмилетняя дочка Вера, присутствовавшая в комнате, рассказывала мне позже, как рыдал папа и как Вера Викторовна сказала ему: «Женись на Наталье Всеволодовне».

Семья папы как с Верой Викторовной, так и с моей мамой носила некоторые патриархальные черты. У нас была своя Арина Родионовна — няня, которая всю свою жизнь провела в семье папы и стала как родная. Эта традиция продолжилась и в семье Михаила Александровича — там была Марфуша (Марфея, как ее называл Миня).

Мои родители не были религиозными — я не помню никаких разговоров с нами, детьми, на эту тему, полностью отсутствовали в семье также какие-либо религиозные обряды или атрибуты. Однако мы, дети, были крещены, и в семье неукоснительно и торжественно справлялись православные Рождество и Пасха, несмотря на имевшийся в то время строгий официальный запрет. Я думаю, это было соблюдение традиций нашей православной культуры.

В заключение вернемся к тому, что род Леонтовичей происходит, по-видимому, из наиболее образованной части запорожцев. Возможно, именно «запорожские» гены определили особую «воинственность» Михаила Александровича, всем известную его вспыльчивость. Неумный запорожский дух проявился в социальной активности моих предков — в их «борьбе за правду», будь то борьба с монархическим или советским строем, а также с «неправдой» в обыденной жизни. ■

Литература

1. *Яворницький Д.І.* Історія запорожських козаків. Київ, 1990. Т.ІІ; 1993. Т.ІІІ. (Эварницкий Д.И. История запорожских козаков. СПб., 1895. Т.ІІ; 1897. Т.ІІІ.)
2. *Зильберштейн И.С.* Репин и Тургенев. М., 1945.
3. Самоотверженность. Письмо Г.М.Кржижановского // Неделя. №23, 7 июня 1963 г. С.6—7.

Квантовые невозмущающие измерения в физике

В.В.Кулагин, В.Н.Руденко

В последние годы квантовое поведение микроскопических и макроскопических объектов все больше интересует ученых. Вопросы возникают и при практическом использовании квантовых состояний объектов, например, для телепортации или в квантовых компьютерах [1]. Остаются пока нерешенными и фундаментальные проблемы, такие как создание законченной теории квантовых измерений, проблема декогерентизации (разрушения) квантовых состояний, квантовое описание развития Вселенной, проблема «скрытой массы» в астрофизике и т.д.

Принципиальным моментом при исследовании квантового поведения любых объектов является сама возможность измерения каких-либо их параметров. Причем такие измерения желательно проводить неоднократно; тогда по результатам измерений можно судить об изменении состояния системы. Строго говоря, измерение всегда предполагает какое-то воздействие на систему, о которой мы хотим получить информацию. В классическом мире, окружающем нас, такое «вмешательство» чаще всего оказывается крайне незначительным. Например, измеряя линейкой



Виктор Владимирович Кулагин, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник отдела гравитационных измерений Государственного астрономического института им.П.К.Штернберга. Область научных интересов — поиск гравитационных волн внеземного происхождения, оптимальные квантовые невозмущающие измерения.



Валентин Николаевич Руденко, доктор физико-математических наук, заведующий отделом того же института, профессор кафедры астрофизики и звездной астрономии физического факультета Московского государственного университета им.М.В.Ломоносова. Область научных интересов — астрофизика, радиофизика, прецизионные радиофизические и оптические измерения.

длину какого-то предмета, мы не изменяем его свойств. Однако и в обычной практике нетрудно найти примеры измерений, когда вмешательство в систему уже может быть заметным. Если мы хотим определить силу тока, то должны включить амперметр в разрыв цепи, таким образом изменяя ее. Если внутреннее сопротивление амперметра не равно нулю (как у любого реального прибора), ток в цепи изменится, и результат нашего измерения уже будет отличаться от значения тока в исходной цепи. Но в классическом мире всегда остается возможность учесть все возмущения,

© В.В.Кулагин, В.Н.Руденко

вносимые измерительным прибором. В квантовом мире мы сталкиваемся с тем, что такие возмущения уже нельзя учесть однозначно, можно только говорить о некоторой вероятности получения определенного результата. Итак, именно при проведении измерений квантовая механика накладывает одно из самых жестких ограничений на нашу способность узнать что-либо о квантовом объекте.

Измеряя — изменяем

Пусть, например, мы хотим определить внешнюю силу, действующую на некоторую частицу. Для этого нам надо неоднократно измерить координату этой частицы, а потом с помощью математической обработки результатов измерений восстановить значение силы. В классической физике координату в принципе можно измерять сколь угодно точно, причем произвольное количество раз, на состоянии объекта такие измерения не сказываются. В квантовой механике ситуация несколько другая. Одним из постулатов квантовой механики — принципом неопределенности Гейзенберга — запрещается одновременное точное измерение некоммутирующих переменных, в нашем случае координаты и импульса частицы: $\Delta x \Delta p \geq \hbar/2$, где Δx и Δp — неопределенности (ошибки) при измерении координаты и импульса, а \hbar — постоянная Планка. Это означает, что при первом измерении координаты импульс частицы приобретет неконтролируемое возмущение Δp тем большее, чем выше точность первого измерения координаты, и во время следующего измерения координаты через время t ее значение будет содержать часть $\Delta x = \Delta p \cdot t/m$ (m — масса частицы), связанную не с действующей силой, а с возмущением импульса во время первого измерения. Если затем набор таких данных обработать, то найденная внешняя сила будет не соответствовать истинной силе, действующей на частицу.

Аналогичным образом соотношение неопределенности накладывает ограничения на предельную точность при измерениях других переменных, определяющих состояние квантовых объектов. Необходимо еще раз подчеркнуть, что однократное измерение произвольных переменных в принципе может быть произведено сколь угодно точно, здесь запретов со стороны квантовой механики нет; проблемы возникают только при проведении серии последовательных измерений или при непрерывных измерениях.

В начале 1970-х годов была выдвинута концепция так называемых *квантовых невозмущающих измерений* [2], смысл которой заключался в выборе переменных, «не страдающих» от неконтролируемого возмущения сопряженной переменной при измерениях. Например, такими «хорошими» переменными оказываются интегралы движе-

ния — величины, сохраняющиеся в процессе эволюции системы. Пусть измеряется импульс p свободной частицы, который для нее есть интеграл движения. Тогда в соответствии с соотношением неопределенности координата частицы получает неконтролируемое возмущение. Но при следующем измерении это не приводит к увеличению ошибки измерения импульса, просто теперь частица имеет неопределенное положение. Однако, если наша измерительная система построена так, что она нечувствительна к вариациям координаты, т.е. допускает такие перемещения, импульс будет опять измерен с первоначальной точностью. И этот процесс можно продолжать сколь угодно долго. Следовательно, с точки зрения теории квантовых невозмущающих измерений для свободной частицы координата — «плохая» переменная, а импульс — «хорошая».

Для замкнутой системы интегралом движения является также ее полная энергия. В случае электромагнитного поля, ограниченного резонатором (заключенного в полость с проводящими стенками), энергия пропорциональна числу квантов поля в резонаторе, поэтому квантовая механика в принципе позволяет произвольное количество раз точно сосчитать, сколько квантов там содержится. Принцип построения системы невозмущающего измерения числа квантов был впервые выдвинут авторами [3], где для этой цели предлагалось использовать нелинейное взаимодействие электромагнитного поля резонатора с измерителем. Таким измерителем может быть устройство, определяющее координату подвижной стенки резонатора; нелинейность возникает из-за квадратичной зависимости силы давления света от амплитуды поля. Выходной сигнал измерителя оказывается пропорционален квадрату амплитуды поля внутри резонатора, т.е. энергии этого поля (числу квантов).

Таким образом, один из основных моментов в теории квантовых невозмущающих измерений — выбор величины, подлежащей определению. Выбирая переменную в соответствии с рекомендациями теории, можно в принципе осуществить сколь угодно точное ее измерение, ограниченное лишь техническими возможностями экспериментатора. Число квантов, повторим, и есть такая «хорошая» переменная.

Как сосчитать фотоны и сохранить их

Пусть поставлена задача измерить число квантов, не поглощая их. Если использовать обычный счет с помощью фотодетектора, то после такого измерения все кванты окажутся уничтоженными (поглощенными), и для следующего измерения они перестанут существовать. Необходимо *невозмущающее* определение числа квантов, что означает их сохранение в процессе измерений: к сле-

дующему циклу остается ровно столько же квантов, сколько было во время предыдущего.

В оптике идеи невозмущающих измерений известны сравнительно давно, но первые экспериментальные результаты в этом направлении получены недавно [4]. В настоящее время активно изучается принципиальная возможность считывать информацию, закодированную в оптическом пучке, без разрушения самого пучка (носителя информации). Обычно при измерении невозмущающим образом интенсивности какого-либо пучка, назовем его для определенности сигнальным, используется вспомогательный пучок (пусть он будет измерительным), причем интенсивность измерительного пучка значительно меньше интенсивности сигнального (рис.1). В общем случае пучки могут иметь разную частоту и поляризацию, так что между ними не будет никакой интерференции. Два пучка направляются одновременно в нелинейную оптическую среду, показатель преломления которой зависит от интенсивности поля, в первом приближении — сигнального. Такими свойствами обладают так называемые керровские среды с $\chi^{(3)}$ -нелинейностью, например кристаллы LiNbO_3 , KN_2PO_4 , BaTiO_3 , полупроводниковые кристаллы GaAs и многие другие. Сдвиг фазы измерительного пучка оказывается прямо пропорциональным интенсивности сигнального пучка, остается только этот сдвиг фазы зарегистрировать (измерительный пучок можно и уничтожить — поглотить, ведь это просто вспомогательный элемент системы измерения). Фазу измерительного пучка проще всего зарегистрировать

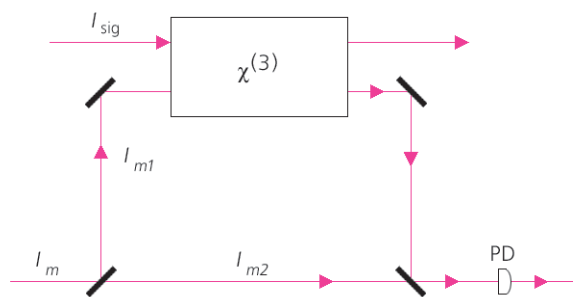


Рис.1. Схема оптического невозмущающего измерения интенсивности пучка. Сигнальный пучок вызывает в нелинейной $\chi^{(3)}$ -среде изменение показателя преломления, зависящее от его интенсивности I_{sig} . Измерительный пучок I_m делится на две части на полупрозрачном зеркале. Часть измерительного пучка I_{m1} также проходит через нелинейную среду и приобретает сдвиг фазы, пропорциональный I_{sig} , а другая часть I_{m2} — нет. Обе части измерительного пучка интерферируют на поверхности фотодетектора PD, который и регистрирует сдвиг фазы по интерференционной картинке.

с помощью метода оптической интерферометрии. Предварительно измерительный пучок делится на две части, потом одна из частей взаимодействует с сигнальным пучком в нелинейной среде и приобретает сдвиг фазы, а затем две части измерительного пучка интерферируют на поверхности фотодетектора, который регистрирует результирующую интенсивность. Выходной сигнал фотодетектора оказывается пропорциональным сдвигу фазы части измерительного пучка, зависящему от интенсивности сигнального пучка. А сама интенсивность сигнального пучка на выходе идеальной нелинейной среды сохраняется той же, что и на входе, т.е. производится ее невозмущающее измерение.

Такая схема хорошо работает, когда интенсивность сигнального пучка довольно большая (пучок содержит большое число квантов). Но если требуется определять наличие всего нескольких фотонов, в частном случае одного, эта схема оказывается малоприменимой. Под действием одного фотона показатель преломления нелинейной среды изменяется чрезвычайно мало, и измерительный пучок не сможет зарегистрировать это изменение, да и влиянием на среду измерительного пучка уже нельзя будет пренебречь.

Переходим к микроволнам

Еще сложнее ситуация для микроволнового диапазона — из-за трудностей принципиального и технологического характера. В отличие от оптического диапазона, где хорошо разработана технология счета фотонов при помощи фотодетектора, в СВЧ диапазоне до появления технологии ридберговских атомов отсутствовали даже поглощающие методы регистрации единичных квантов.

В схеме невозмущающей регистрации одного фотона микроволнового (СВЧ) диапазона [5, 6] вместо измерительного пучка света используется измерительный пучок, состоящий из рубидиевых атомов. Эти атомы замечательны тем, что содержат на внешней оболочке один электрон (в этом смысле они подобны водороду), которым относительно легко манипулировать с помощью внешнего электромагнитного поля. Атомы переводятся в сильно возбужденное состояние (получаются так называемые ридберговские атомы [7]), когда главное квантовое число $n \sim 50$. В таком состоянии электрон находится далеко от атомного ядра, поэтому, во-первых, внешние поля действуют на него значительно заметнее, чем в случае невозбужденного атома, а, во-вторых, переходы между удаленными уровнями лежат в микроволновом диапазоне (переходы между слабо возбужденными уровнями обычно соответствуют оптическому или еще более коротковолновому излучению). Измеряемое СВЧ поле ограничено резонатором, через который пролетают один за другим атомы

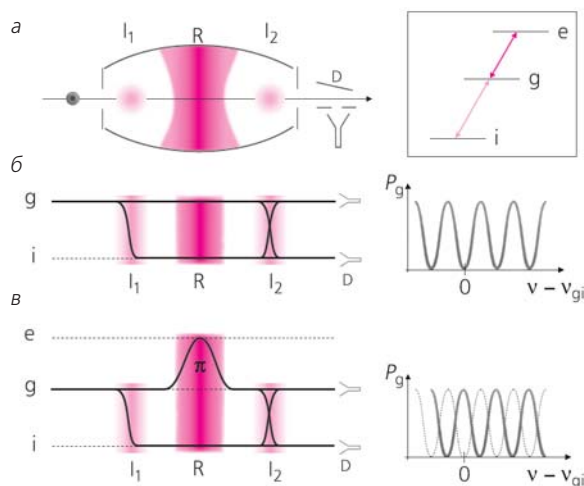


Рис.2. Принципиальная схема эксперимента по невозмущающей регистрации одиночного фотона: а — атомы по одному пересекают область R с измеряемым полем, резонансным переходу $|g\rangle - |e\rangle$. I_1 и I_2 — области атомного «делителя» и «смесителя» интерферометра Рамси; в этих областях на атомы действует классическое поле, квазирезонансное с переходом $|g\rangle - |i\rangle$, которое формирует требуемое состояние пучка. D — ионизационный детектор для определения состояния атомов, выходящих из установки; б — изменение состояния атома при взаимодействии с полем в R, не содержащим фотонов; справа показана зависимость вероятности нахождения атома в основном состоянии $|g\rangle$ от смещения частоты $\nu - \nu_{gi}$; в — то же, что и б, но поле в R содержит один фотон. Отметим, что фаза синусоиды на графике справа (непрерывная линия) изменилась на π .

рубидия. Если они нерезонансно взаимодействуют с полем (частота поля не совпадает с частотой перехода между уровнями атомов), изменение фазы волновой функции атомов оказывается чрезвычайно малым, поэтому в чистом виде реализовать невозмущающее измерение числа фотонов в резонаторе [8] пока не удалось. В то же время, если использовать резонансное взаимодействие пучка атомов и поля в резонаторе, а параметры этого взаимодействия (в частности, длительность) подобрать так, чтобы оно носило полностью обратимый характер, можно будет экспериментально обнаружить один фотон без его окончательного поглощения.

Известно, что в электромагнитном поле «двухуровневый» атом попеременно занимает одно из двух состояний, соответствующих нижнему и верхнему уровням, если частота внешнего поля отвечает расстоянию между уровнями (резонансный режим). Вероятность обнаружить атом в каждом из них меняется по гармоническому закону,

а частота осцилляций ω_R (частота Раби) пропорциональна амплитуде поля. Не возбужденный атом в основном состоянии $|g\rangle$, помещенный в поле, через время $\tau = \pi/\omega_R$ с вероятностью единица окажется в возбужденном состоянии $|e\rangle$, а через $t = 2\pi/\omega_R$ вернется в исходное энергетическое состояние (там же атом будет и во все другие моменты времени, определяемые соотношением $\omega_R t = 2k\pi$, где k — целое число). В промежутках между этими моментами существует отличная от нуля вероятность обнаружить атом как в одном, так и в другом состоянии. Фактически атом периодически поглощает и излучает фотоны, причем эта периодичность определяется амплитудой поля (частотой Раби). Если атом первоначально находился в возбужденном состоянии $|e\rangle$, то при взаимодействии с полем он переходит из него в основное состояние и обратно.

Сказанное выше можно подкрепить строгим квантовомеханическим расчетом, который для эволюции волновой функции пучка атомов с начальным состоянием $|\psi(0)\rangle = a_g|g\rangle + a_e|e\rangle$ в электромагнитном поле дает следующее выражение [9]:

$$|\psi(\tau)\rangle = (a_g \cos(\omega_R \tau / 2) + a_e \sin(\omega_R \tau / 2)) \cdot |g\rangle + (a_e \cos(\omega_R \tau / 2) - a_g \sin(\omega_R \tau / 2)) \cdot |e\rangle. \quad (1)$$

Коэффициенты a_e и a_g должны удовлетворять обычному условию нормировки $a_e^2 + a_g^2 = 1$, которое гарантирует, что сумма вероятностей нахождения атома во всех состояниях (в данном случае $|g\rangle$ и $|e\rangle$) не превысит единицы.

Пусть теперь нас интересует взаимодействие поля в резонаторе R, содержащем максимум один фотон, с атомом (рис.2). Состояние поля будем описывать символом $|0\rangle$ при отсутствии фотона и символом $|1\rangle$ при наличии одного фотона. Пусть атом влетает в область поля R в резонаторе в состоянии $|g\rangle$. Если поле содержит один фотон в начальный момент времени, то в процессе эволюции система претерпевает обратимые осцилляции Раби с угловой частотой ω_{R0} между состояниями $|g, 1\rangle$ (когда атом находится в основном состоянии и фотон не поглощен) и $|e, 0\rangle$ (когда атом находится в возбужденном состоянии, а фотон поглощен). Говорят, что в произвольный момент времени τ система находится в когерентной суперпозиции состояний $|g, 1\rangle$ и $|e, 0\rangle$. Здесь уже ω_{R0} — частота осцилляций Раби в случае всего одного фотона в резонаторе; она определяется коэффициентом связи атома с полем в резонаторе.

Предположим теперь, что время взаимодействия τ поля и атома выбрано таким образом, что выполняется соотношение (так называемый 2π -импульс Раби) $\tau = 2\pi/\omega_{R0}$. Это условие легко выполнить, выбирая нужную скорость пролета атома через область поля R. Тогда в момент вылета атом находится в невозбужденном состоянии, а фотон по-прежнему остается в резонаторе (поле находится в состоянии $|1\rangle$) — атом сначала поглотил фотон, а потом излучил его перед выходом

из резонатора. Однако, хотя атом и возвращается в исходное энергетическое состояние, квантово-механический расчет показывает, что его волновая функция стала другой — ее фаза изменилась на π : в начальный момент волновая функция системы была $|g, 1\rangle$, а в конце взаимодействия стала $-|g, 1\rangle = \exp(i\pi)|g, 1\rangle$ (в выражении (1) надо частоту ω_R заменить на ω_{R0} , состояния $|g\rangle$ и $|e\rangle$ — на $|g, 1\rangle$ и $|e, 0\rangle$, а также подставить значения $a_c = 0$, $a_g = 1$ и $\tau = 2\pi/\omega_{R0}$). Если же фотона не было в резонаторе R, волновая функция системы $|g, 0\rangle$ остается без изменений (атому нечего поглотить в резонаторе, и осцилляций Раби не происходит, $\omega_R = 0$). Таким образом, при наличии фотона в резонаторе волновая функция атома, пролетающего через область поля R, изменяет знак, нужно только это изменение зафиксировать.

Ловим сдвиг по фазе

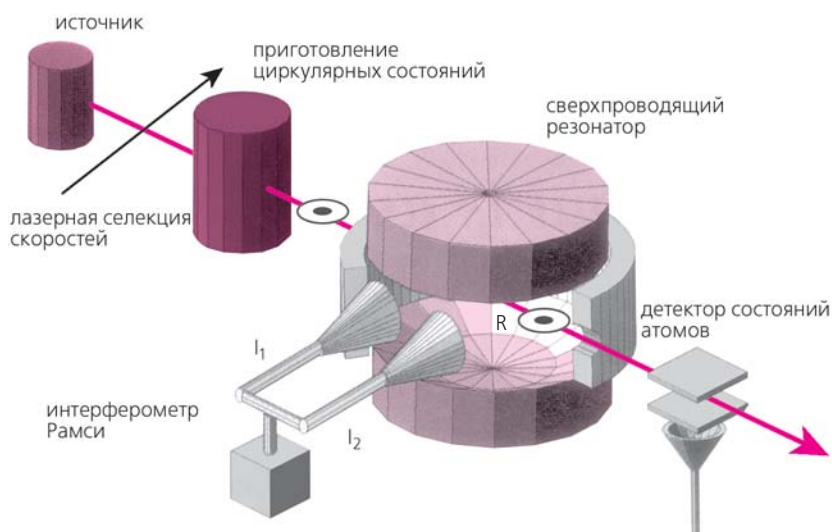
Для измерения этого фазового сдвига используется атомный интерферометр Рамси, преобразующий сдвиг фазы волновой функции атома в изменение энергетического состояния последнего, которое можно зарегистрировать ионизационным детектором. Ионизационный детектор позволяет определить, в каком энергетическом состоянии находится атом. Работа интерферометра Рамси в определенном смысле аналогична работе обычного оптического, например интерферометра Маха—Цандера, с тем различием, что там пучки разделяются в пространстве, здесь же атомы разделяются по состояниям, а в пространстве проходят один и тот же путь. В интерферометре Рамси входной пучок атомов разбивается атомным «делителем» в области I_1 на два пучка в разных состояниях — измерительный $|g\rangle$ и опорный $|i\rangle$, потом измерительный пучок взаимодействует с полем в резонаторе R, а опорный — нет, а затем

два пучка смешиваются на атомном «смесителе» в области I_2 (см. рис.2, 3). В результате на выходе состояние атомов зависит от фазы волновой функции измерительного пучка, т.е. разность фаз преобразуется в энергию атома, которая и измеряется ионизационным детектором. Налицо аналогия с интерферометром Маха—Цандера, где разность фаз оптических полей преобразуется в интенсивность, измеряемую фотодетектором.

Рассмотрим более подробно превращения волновой функции атомов на пути от источника до детектора состояний (рис.3). Деление и смешение атомных пучков в интерферометре Рамси происходит в областях I_1 и I_2 , в которых пучок атомов взаимодействует со слабым электромагнитным полем определенной частоты классическим образом. Рассмотрим сначала работу «делителя» I_1 . Входной пучок атомов в состоянии $|g\rangle$ попадает в зону I_1 (см. рис.2), где присутствует классическое поле частоты ν , практически резонансной с переходом $|g\rangle - |i\rangle$. Волновая функция атома в таком поле будет эволюционировать согласно уравнению (1) с учетом того, что вместо состояния $|e\rangle$ теперь есть состояние $|i\rangle$. Пусть $\omega_R\tau/2$ выбрано так, что $\cos(\omega_R\tau/2) = \sin(\omega_R\tau/2) = 1/\sqrt{2}$. Тогда на выходе зоны I_1 состояние пучка описывается волновой функцией $|\psi_{I1}\rangle = 1/\sqrt{2} \cdot (|i\rangle + |g\rangle)$ (знак + возник из-за того, что теперь $|g\rangle$ — верхнее состояние, а $|i\rangle$ — нижнее, см. рис.2).

Пучок атомов в таком состоянии проходит далее через область резонатора R. Опорное состояние $|i\rangle$ (см. рис.2) выбрано так, что поле в R нерезонансно по отношению к переходу $|i\rangle - |g\rangle$, поэтому атомы в состоянии $|i\rangle$ пролетают резонатор, не взаимодействуя с полем, а атомы в состоянии $|g\rangle$ испытывают взаимодействие, описанное выше. В результате на выходе резонатора волновая функция пучка будет $|\psi_R\rangle = 1/\sqrt{2} \cdot (\lambda|g\rangle + |i\rangle)$, где множитель $\lambda = 1$, если в резонаторе нет фотонов, и $\lambda = -1$, если там находится один фотон.

Рис.3. Схематическое изображение установки для неоднократной невозмущающей регистрации фотона. Поле располагается вблизи оси сверхпроводящего резонатора (область R). Поля областей I_1 и I_2 интерферометра Рамси излучаются из рупоров внутри резонатора через отверстия на боковой поверхности (на рисунке не показаны). Кольцо вокруг боковой поверхности резонатора изображено с разрывом для наглядности.



Смешение происходит в области I_2 , где пучок атомов опять взаимодействует с классическим полем, причем, как и прежде, $\cos(\omega_R \tau/2) = \sin(\omega_R \tau/2) = 1/\sqrt{2}$. Эволюцию волновой функции атомов в результате этого взаимодействия опять можно описать уравнением (1) (с соответствующей заменой состояний), и на выходе системы имеем

$$|\psi_2\rangle = 1/2 \cdot [(\lambda+1)|i\rangle + (\lambda-1)|g\rangle]. \quad (2)$$

Таким образом, если в резонаторе нет фотона ($\lambda = 1$), из системы выходят атомы только в состоянии $|i\rangle$, если же фотон присутствует, состояние выходящих атомов будет $|g\rangle$. Остается зарегистрировать состояние выходящих атомов селективным ионизационным детектором и определить, есть ли фотон в области поля R или нет. При этом каждое измерение оставляет то состояние поля в резонаторе, какое было первоначально (если фотон был в резонаторе, он там и остается, если фотона не было, после измерения резонатор также не содержит фотона).

Обычно в прецизионных физических экспериментах (если они не преследуют метрологических целей) принято регистрировать не какое-то число, а изменение некоторой величины при варьировании каких-либо параметров системы. Такой метод существенно уменьшает вероятность ошибки и позволяет в значительной степени уйти от влияния побочных эффектов и снизить погрешности аппаратуры. В описываемой схеме также может быть применен этот подход. Состояние атомов на выходе из системы зависит от того, насколько сильно частота классического поля ν в области «делителя» и «смесителя» интерферометра Рамси отличается от частоты ν_{gi} атомного перехода $|g\rangle - |i\rangle$. При смещении частоты ν от резонансного значения ν_{gi} вероятность нахождения выходящих из системы атомов в определенном состоянии ($|g\rangle$ или $|i\rangle$) осциллирует между 0 и 1 — появляются биения Рамси, аналогичные изменению интенсивности на выходе оптического интерферометра Маха—Цандера, по сути — интерференционная картинка. Этот эффект используется для точного определения состояния выходящих атомов. Пусть, например, регистрируется количество N_g выходящих атомов в основном состоянии. Тогда, если в резонаторе нет фотона, изменение N_g со временем будет соответствовать кривой b на рис.2 (заметим, что $N_g(\nu_{gi}) = 0$). Если же в резонаторе фотон присутствует, кривая зависимости N_g от ν будет иметь вид кривой v на рис.2 (здесь при резонансе $N_g(\nu_{gi}) = 1$). Регистрируя таким образом зависимость N_g от ν и зная частоту резонанса ν_{gi} , можно сделать вывод, есть фотон в резонаторе R или нет.

От теории к практике

Чтобы дать представление о чрезвычайно сложной и кропотливой работе по реализации

эксперимента, демонстрирующего возможность невозмущающих измерений в физике, и в частности невозмущающего измерения числа фотонов в резонаторе, опишем кратко экспериментальную установку, которая использовалась в работе [5].

Для проведения эксперимента применялся пучок рубидиевых атомов, получаемых за счет теплового испарения рубидия. Из всего пучка методом лазерной селекции [10] выбирались только атомы, имеющие строго определенную скорость — 503 ± 2.5 м/с, что необходимо для точного задания времени взаимодействия атомов с полем. Потом атомы взаимодействовали с лазерным полем (частота лазерного излучения зависит от того, какой атом переводится в ридберговское состояние, и для рубидия может принадлежать к ближайшему инфракрасному диапазону), а затем — с радиочастотным полем (несколько раз) в присутствии медленно меняющегося электростатического поля, смещающего за счет эффекта Штарка уровни энергии атома. С помощью такой методики атомы переводились в сильно возбужденное водородоподобное ридберговское состояние с главным квантовым числом 50 (состояние $|g\rangle$), 49 (состояние $|i\rangle$) или 51 (состояние $|e\rangle$). Ридберговские состояния характеризуются очень большим временем жизни (порядка 30 мс для уровней $|g\rangle$ и $|i\rangle$, что в атомных масштабах чрезвычайно большая величина), и, кроме того, сильно взаимодействуют с микроволновым излучением (переход $|g\rangle - |e\rangle$ соответствует частоте 51.1 ГГц, а переход $|g\rangle - |i\rangle$ — частоте 54.3 ГГц). Процесс приготовления атомов в ридберговском состоянии носил импульсный характер: в определенные моменты времени готовились порции атомов, имеющие в среднем 0.3—0.6 атомов (чаще всего либо в сгустке был лишь один атом, либо сгусток не получился). Этот импульсный процесс с очень хорошей селекцией скорости позволяет предсказывать положение каждого сгустка (атома) в пространстве с точностью ± 1 мм.

Вся установка охлаждалась в гелиевом криостате до 0.6—1.2 К. Резонатор R типа Фабри—Перо для поля составлен из ниобиевых сферических зеркал, причем боковая поверхность закрыта цилиндрическим кольцом для уменьшения потерь (время релаксации 1 мс). В кольце сделаны небольшие отверстия для входа и выхода атомов и для введения классического поля интерферометра Рамси (рис.2, 3, области I_1 и I_2). К ниобиевым зеркалам приложено также небольшое статическое поле для точной подстройки уровней энергии атомов с помощью эффекта Штарка. Так как положение атомов хорошо известно в пространстве, генератор для интерферометра Рамси действовал в импульсном режиме: его поле включалось только тогда, когда атомы пересекали зону I_1 или I_2 . В результате видность интерференционной картинки (отношение разности максимального и минимального значений и их суммы) достигала

72% (вероятность регистрации атома в состояниях $|g\rangle$ или $|e\rangle$) осциллировала между 0.86 и 0.14 при изменении частоты поля ν генератора в интерферометре Рамси). Эффективность селективного ионизационного детектора, определяющего состояние атома, составляла 30%.

Экспериментальный цикл состоял в создании слабого поля в резонаторе, а затем в измерении этого поля с помощью одного или нескольких атомов, пролетающих через резонатор. Необходимая статистика накапливалась за большое число проведенных одинаковых экспериментальных циклов, повторяемых через 1.5 мс. Перед каждым циклом проводилась процедура принудительного поглощения остаточных фотонов в резонаторе (пропускались пять атомных сгустков, содержащих от трех до девяти атомов в состоянии $|g\rangle$). Эти атомы поглощали остаточные фотоны, оставляя в среднем не более 0.12 фотонов в резонаторе). Затем через промежуток времени не более 400 мкс (для уменьшения эффекта теплового возбуждения резонатора) проводился измерительный цикл.

Что же получилось?

Всего на описанной установке были проведены экспериментальные циклы трех различных типов.

1. Принудительное инжектирование фотона в резонатор R и его последующая невозмущающая регистрация.

2. Невозмущающая регистрация теплового фотона в резонаторе R с последующим детектирование этого фотона путем обычного поглощающего измерения.

3. Неоднократная последовательная невозмущающая регистрация теплового фотона в резонаторе R.

В экспериментах первого типа сначала один атом помещал фотон в резонатор R («готовил» состояние поля в резонаторе), а другой регистрировал этот фотон невозмущающим образом. Первый атом в возбужденном состоянии $|e\rangle$ пересекал резонатор спустя 100 мкс после принудительного поглощения остаточных фотонов. Генератор интерферометра Рамси в это время не работал (поля в областях I_1 и I_2 не было). Между зеркалами резонатора прикладывалось постоянное напряжение, в результате уровни энергии атома смещались за счет эффекта Штарка так, что эффективное время взаимодействия первого атома и поля в резонаторе составляло $\tau_{\pi/2} = \pi/2\omega_{R0}$. Система атом + поле испытывала при этом так называемый $\pi/2$ -импульс Раби, а ее состояние после такого взаимодействия описывалось волновой функцией (ср. выражение (1)) $|\psi(\tau_{\pi/2})\rangle = 1/\sqrt{2} \cdot (|e,0\rangle + |g,1\rangle)$, т.е. атом с равной вероятностью мог оставить фотон в резонаторе или нет. Если состояние возбужда-

ющего атома после пролета резонатора оказывалось $|e\rangle$, значит, в резонаторе фотона не было, если же состояние возбуждающего атома после взаимодействия становилось $|g\rangle$, фотон оставался в резонаторе. Таким образом, по результатам контроля состояния первого атома было известно, создано ли поле с одним фотоном или фотонов в резонаторе нет.

Через 100 мкс после подготовки состояния поля в резонаторе включался генератор интерферометра Рамси, и через систему пропускаться второй атом — измерительный, причем время взаимодействия его с полем в резонаторе устанавливалось равным $\tau_{2\pi} = 2\pi/\omega_{R0}$ (2π -импульс). Теперь уже состояние этого атома после его прохождения областей I_1 , R и I_2 должно полностью соответствовать результатам процедуры приготовления. И действительно, измерения показали наличие двух синусоид при изменении частоты в генератора интерферометра Рамси, смещенных на π одна относительно другой (рис.4). Для каждого значения частоты ν производилось усреднение по 250 измерениям. Синусоида, соответствующая детектированию первого возбуждающего атома в состоянии $|e\rangle$ (резонатор остался пустой), имела фазу, которая должна получаться в случае пустого резонатора, а у синусоиды, сопровождающей вылет данного атома в состоянии $|g\rangle$ (фотон остался в резонаторе), фаза отвечала наличию одного фотона в резонаторе.

Видность интерференционной картинки оказалась 41%. Такое относительно небольшое значе-

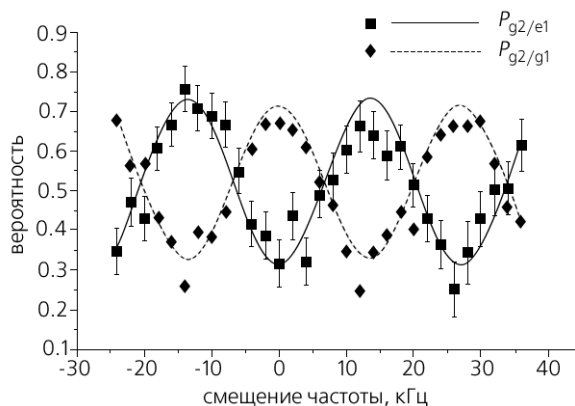


Рис.4. Результаты эксперимента первого типа — инжекция фотона в резонатор с последующей невозмущающей его регистрацией. Изображены частотные зависимости условной вероятности регистрации второго атома в состоянии $|g\rangle$, если первый был зарегистрирован в состоянии $|e\rangle$ (и фотона в резонаторе не осталось) — $P_{g2/e1}$ или $|g\rangle$ (и фотон инжектирован в резонатор) — $P_{g2/g1}$. Теоретические кривые проведены с учетом погрешностей аппаратуры, статистическая ошибка измерения показана только для вероятности $P_{g2/e1}$.

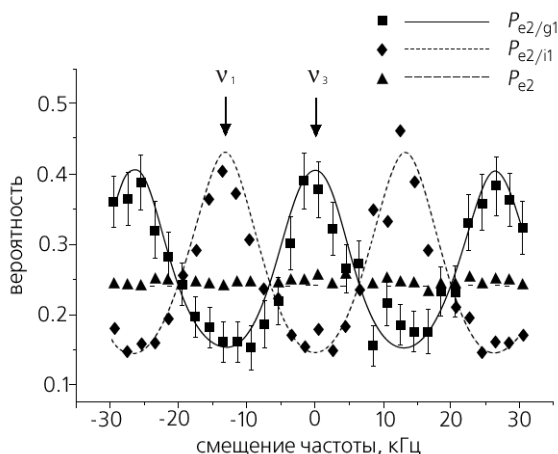


Рис.5. Результаты эксперимента второго типа — невозмущающая регистрация теплового фотона с последующей проверкой правильности первого измерения. Показаны экспериментальные значения: — условной вероятности $P_{e2/g1}$ детектирования второго атома в возбужденном состоянии $|e\rangle$ (т.е. второй атом поглотил фотон в резонаторе), если первый атом имел состояние $|g\rangle$ на выходе системы (т.е. зарегистрировал наличие фотона в резонаторе); — условной вероятности $P_{e2/i1}$ детектирования второго атома в состоянии $|e\rangle$, если первый атом имел состояние $|i\rangle$ (и соответственно не зарегистрировал фотон в резонаторе); — вероятности P_{e2} регистрирования второго атома в состоянии $|e\rangle$, если состояние первого атома не определялось.

ние видности связано с имеющимися погрешностями эксперимента. К ним относятся: неидеальный контраст интерферометра Рамси (ограниченный величиной в 72%), неточность задания $\pi/2$ и 2π -импульсов Раби, ошибки детектирования атомов, наличие сгустков, содержащих два атома и более, присутствие остаточного теплового поля в резонаторе, а также релаксация поля в резонаторе между пролетами возбуждающего (первого) и измерительного (второго) атомов. Оказывается, что если учесть в расчетах все эти источники погрешностей, то теоретические кривые хорошо описывают экспериментальные точки (рис.4).

В экспериментах второго типа последовательность измерений была обратной: сначала измерительный атом определял, есть ли фотон в резонаторе R, а затем пробный атом проверял правильность результатов измерений, полученных с помощью первого атома. Измерительный (первый) атом пропусклся через резонатор спустя 300 мкс после проведения процедуры принудительного поглощения остаточных фотонов, когда поле в области R имело тепловой характер (среднее число тепловых фотонов было равно 0.3). Для такого поля априорная (расчетная) вероятность на-

личия фотона в резонаторе составляла 0.18, вероятность отсутствия фотона — 0.77 и вероятность нахождения двух и более фотонов — 0.05. Вслед за измерительным атомом через 75 мкс пропусклся второй атом (пробный) в состоянии $|g\rangle$, причем он уже не подвергался воздействию импульсов интерферометра Рамси (его генератор во время пролета второго атома выключался). Время взаимодействия второго атома с полем R в резонаторе устанавливалось равным $\tau_\pi = \pi/\omega_{R0}$ (π -импульс Раби). Если фотон был в резонаторе R, то пробный атом должен был обязательно поглотить этот фотон. Поэтому вероятность нахождения пробного атома в возбужденном состоянии $|e\rangle$ после взаимодействия с полем в резонаторе в идеале должна быть равна вероятности нахождения там фотона. Соответствующие экспериментальные точки приведены на рис.5. Контрольная линия, изображаемая треугольниками, соответствует вероятности обнаружить второй (пробный) атом в состоянии $|e\rangle$, когда регистрация состояния первого (измерительного) атома не проводилась и не было никакой предварительной информации о состоянии поля в резонаторе. Отсутствие модуляции контрольной линии при изменении смещения частоты $\nu - \nu_{g1}$ гарантировало чистоту эксперимента. Опять, как и в случае экспериментов первого типа, учет возможных погрешностей дает хорошее совпадение теоретических кривых и экспериментальных данных. Этот опыт рельефно проявил невозмущающий характер описанной схемы: когда первый (измерительный) атом определяет наличие фотона в резонаторе, он делает это невозмущающим (непоглощающим) образом, оставляя фотон с большой вероятностью в резонаторе, так что потом этот фотон может возбудить второй атом (пробный), следующий за измерительным. Механизмы регистрации фотона в резонаторе для измерительного и пробного атомов существенно отличаются, так как последний использует обычный процесс поглощения фотонов и оставляет после себя пустой резонатор.

И наконец, в экспериментах третьего типа последовательно определялось невозмущающим образом наличие фотона в резонаторе R путем пропускания через систему одинаковых измерительных атомов с интервалом в 75 мкс. Как и в экспериментах второго типа, поле в резонаторе было тепловым с вероятностью нахождения одного фотона в резонаторе, равной 0.18. Интерферометр Рамси был настроен на частоты ν_1 или ν_3 (см. рис.5), причем в каждом случае были произведены 1000 измерений. Условная вероятность нахождения второго атома в том же состоянии, что и первого, когда результаты контроля состояния первого атома уже известны, должна быть больше, чем априорная вероятность нахождения атома в нем. И действительно, на частоте ν_1 априорная вероятность нахождения первого атома в состоянии $|i\rangle$ составила 0.32, тогда как условная

вероятность нахождения второго атома в том же состоянии $|i\rangle$ после прохождения первого атома (и его регистрации) увеличилась до 0.48 (заметьте, что частота ν , нерезонансна с атомным переходом (см. рис.5), поэтому наличие фотона в резонаторе соответствует состоянию $|i\rangle$ выходящих атомов, тогда как при резонансе оно соответствует отсутствию фотона, см. выражение (2) и рис.1). В идеале данные вероятности должны быть равны 0.18 и 1, расхождение с теоретическими значениями опять хорошо объясняется имеющимися погрешностями эксперимента.

В заключение

Эксперимент по регистрации фотона в резонаторе невозмущающим образом (без поглощения) впервые доказал, что выводы квантовой теории невозмущающих измерений справедливы не только для большого числа квантов (квазиклассический случай), но также и для единичных квантовых объектов — атомов и фотонов. В частности, если ранее ошибка подобного измерения числа квантов была значительно больше единицы, то теперь при повторной регистрации единичных ф-

тонов ошибка оказывается меньше одного кванта. И хотя таким способом можно контролировать всего два состояния поля — с одним фотоном либо вообще без фотонов, этот метод может оказаться определяющим для развития квантовых компьютеров. Действительно, в компьютерных вычислениях используется двоичное представление чисел — с помощью нулей и единиц, а именно такая ситуация и описана выше: наличие фотона соответствует единице, а его отсутствие — нулю, причем можно неограниченное число раз считать информацию о нахождении фотона в резонаторе без ее разрушения, а также управлять состоянием резонатора с помощью проходящих атомов. Именно такая ячейка может стать основой для создания квантовой логики и памяти в квантовых компьютерах и системах квантовой передачи и обработки информации будущего.

Кроме указанных применений, аналогичная экспериментальная схема может использоваться для анализа процесса проведения квантовых измерений, генерации потока атомов в коррелированных состояниях, для изучения квантования поля в резонаторе и многих других исследований, фактически создавая фундамент новой экспериментальной физики. ■

Литература

1. Валиев К.А., Кокин А.А. От кванта к квантовым компьютерам // Природа. 2002. №12. С.28—36.
2. Брагинский В.Б., Воронцов Ю.И. // УФН. 1974. Т.114. С.41—53.
3. Брагинский В.Б., Воронцов Ю.И., Халили Ф.Я. // ЖЭТФ. 1977. Т.73. С.1340—1343.
4. Grangier P., Levenson I.A., Poizat I.P. // Nature. 1998. V.396. P.537—542.
5. Nogues G., Rauschenbeutel A., Osnaghi S. et al. // Nature. 1999. V.400. P.239—242.
6. Grangier P. // Nature. 1999. V.400. P.215—217.
7. Маныкин Э.А., Ожован М.И., Полуэктов П.П. Конденсированное ридберговское вещество // Природа. 2001. №1. С.22—30.
8. Brune M., Haroshe S., Lefevre V. et al. // Phys. Rev. Lett. 1990. V.65. P.976—979.
9. Клышко Д. Н. Физические основы квантовой электроники. М., 1986.
10. Миногин В. Г., Летохов В. С. Давление лазерного излучения на атомы. М., 1986.

Поправка

Автор статьи «За краем таблицы Менделеева» (2003 г., №1) приносит извинения читателям за допущенную в тексте оплошность: химический элемент №108 назван «ганий» вместо «гассий» (Hassium). Название, которое конгресс Международного союза чистой и прикладной химии утвердил в августе 1997 г., дано в честь германской земли Гессен (по латыни Hassias), где в г.Дармштадте располагается научный центр GSI, занимающийся синтезом новых элементов.

В.А.Щеголев

Структура почв

Е.Ю.Милановский, Е.В.Шеин

Издавна повелось, что качество земли определяют по цвету и по тому, как она распадается на отдельные комочки-агрегаты. Это очень правильное наблюдение: если цвет темный, значит, в почве много органического вещества — гумуса, который определяет ее плодородие. А если она распадается на равномерные комочки, то дождевая влага быстро впитывается, всегда будут хорошие условия проветривания, и земля не превратится в сплошную глинистую массу. Поэтому нередко говорят, что структурная почва — культурная почва.

У почвоведов с первых студенческих полевых практик остается яркий образ структуры чернозема из курских или воронежских степей, который по праву считается царем почв: на корешках растений черными, матово-поблескивающими бусинками висят отдельные комочки, создавая иллюзию, что они — неотъемлемая часть корневой системы (рис.1). Ведь неспроста корни так густо пронизывают агрегат. Значит, именно в нем сконцентрированы основные питательные вещества, вода и воздух. Но почвенный агрегат не просто хранилище. В нем живет основная часть микроорга-



Евгений Юрьевич Милановский, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник кафедры физики и мелиорации почв факультета почвоведения Московского государственного университета им.М.В.Ломоносова. Область научных интересов — химия и морфология почв, хроматографические методы исследования.

Евгений Викторович Шеин, доктор биологических наук, профессор, заведующий той же кафедрой. Специалист в области физики почв, термодинамики почвенной влаги, энерго- и массопереноса в почвах. Неоднократно публиковался в «Природе».

низмов, которые определяют многие биосферные процессы (и парниковый эффект в том числе!). Здесь, видимо, и происходит постоянное производство необходимых для растений веществ. Специалисты называют структуру черноземов зернистой, так как комочки по размеру (2—5 мм) близки к семенам зерновых культур, а именно гречихи. Еще со времен становления

практического земледелия замечено, что самая плодородная почва состоит из отдельных агрегатов, по размеру приближающихся к семенам. Вот и получается, что почвенная структура — главное, центральное, узловое звено многих природных процессов.

Но образование, длительное устойчивое существование зернистой структуры до сих пор

остаются загадкой. Действительно, после весеннего снеготаяния или летнего ливня те же самые черноземы представляют собой равномерную глинистую массу, в которую и ступить-то страшно. Сапоги превращаются в огромные неподъемные земляные валенки, и очистить их от этой прилипшей, вязкой грязи просто невозможно. Но засветит солнышко, прогуляется над полем теплый ветерок, и снова — отдельные агрегаты. Только что был пластилин какой-то, и вдруг — рассыпчатые комочки. После сильного дождя — липучая глина, но потом опять — отдельные агрегатики. Кажется, что почва обладает памятью: она знает, что обязательно должна возвратиться в агрегированное состояние. Что же заставляет ее помнить про комочки-агрегаты и поддерживать их? За счет каких сил, какой энергии они образуются, исчезают после дождя и рождаются вновь? Это и есть основная загадка почвенной структуры, отгадать которую брались многие ученые. Но прежде всего надо ответить на следующий вопрос:

Из чего состоит почвенный агрегат?

Если из комочка чернозема сделать тонкий срез и рассмотреть его в микроскоп, то можно увидеть соединенные друг с другом частички с просвечивающей между ними пустотой — поровым пространством. В нем как раз и сохраняются вода и питательные вещества, живет и функционирует почвенная биота (рис.2). Крупные отдельные частицы — это кусочки минералов и горных пород (песчинки, пылинки и др.). Они когда-то составляли геологическую породу, на которой и образовалась почва с характерной структурой. Теперь эти минеральные частицы соединены между собой прочной, но пластичной связью, которая не рвется даже при проникновении воды. В то



Рис.1. Уникальная агрегатная структура почв. Курская черноземная степь. Фото авторов

же время при насыщении агрегата водой возникают очень большие силы, стремящиеся отодвинуть частицы друг от друга. Физико-химический характер этих сил можно пояснить на схеме (рис.3). На поверхности минеральных частиц, расположенных рядом и омываемых водой, образуется некоторый, как правило, отрицательный электрический заряд. К таким частицам обязательно подойдут из раствора положительно заряженные катионы. Они окружают их, формируя поверхностный слой. Но вот что интересно: в межчастичном пространстве количество катионов окажется значительно больше, чем в окружающей воде. Хорошо известно, что концентрации веществ в водной среде должны выравниваться за счет процессов диффузии. Поэтому молекулы воды передвигаются в зону, насыщенную ионами (т.е. в межчастичное пространство), до тех пор, пока концентрации не сравняются. Вода накачива-

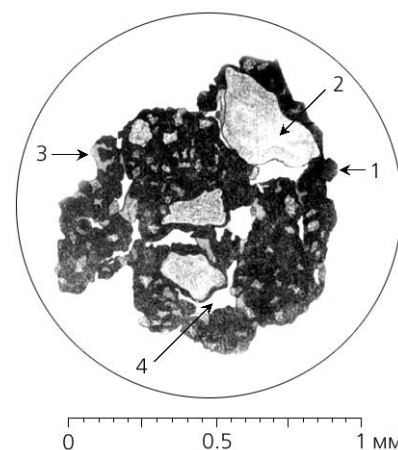


Рис.2. Срез агрегата чернозема обыкновенного (по: Качинский Н.А. Структура почвы. М., 1963).

- 1 — микроагрегаты;
- 2 — крупные минеральные частицы;
- 3 — органический цемент;
- 4 — видимые микропоры.

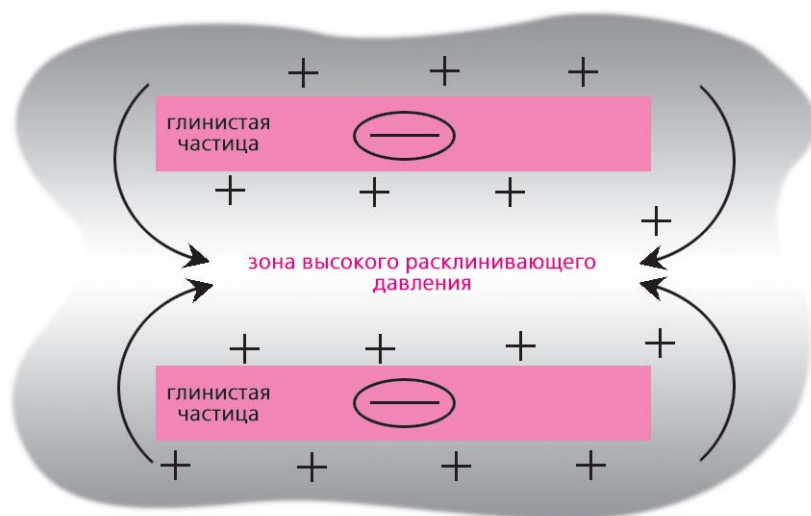


Рис.3. Схема возникновения раскливающего давления между отрицательно заряженными минеральными частицами. Стрелками указано направление движения воды в пространство с положительно заряженными сорбированными катионами.

ется концентрационным насосом между частицами и раздвигает их все дальше и дальше. Эта сила весьма образно названа раскливающим давлением. За счет него частицы уплыли бы друг от друга на большое расстояние. Но в почвенном агрегате они держатся вместе, несмотря на то, что раскливающее давление иногда достигает нескольких десятков (!) атмосфер. Оно может разорвать крепкие канаты из полиэтилена или лавсана. А почвенные агрегаты увеличиваются в размерах, набухают, но не разрушаются. Тут возникает следующий вопрос:

Чем обусловлены агрегатные водоустойчивые связи?

Гипотез на этот счет выдвинуто много. В 20-х годах прошлого века один из основателей российского количественного почвоведения К.К.Гедройц высказал предположение, что такие связи возникают при совместном осаждении мелких минеральных частиц в растворах с ионами кальция, которые це-

ментируют и соединяют их. Этот тип устойчивых и прочных связей был назван цементационным. Впрочем, формировать устойчивые связи кроме иона кальция могут ионы железа и алюминия. Последующие эксперименты показали, что так образуются только очень маленькие агрегатки, не более 2–3 мкм, но не реально существующие, размером с 3–5-миллиметровое гречишное зерно.

В дальнейшем, отталкиваясь от идеи Гедройца, коагуляционную теорию развил И.Н.Антипов-Каратаев. Он заинтересовался действием не только минеральных, но и органических коллоидов и убедительно показал, что только при их совместной коагуляции образуется что-то подобное почвенному агрегату. Однако лишь подобное. Загадка устойчивого, не распадающегося в воде агрегата так и оставалась загадкой.

Позднее, в 30–50-х годах, В.Р.Вильямс (известный, в основном, как теоретик и пропагандист травопольной системы земледелия) обратил внимание на то, что стабильные почвенные агрегаты возникают в при-

корневой зоне растений. В их формировании участвуют сами корни и живущие там микроорганизмы, вырабатывающие специфическое вещество — свежий (как назвал его Вильямс) почвенный гумус. Он-то и обладает свойствами клея, прочно соединяющего частицы. Причем такой свежий гумус образуется при недостатке кислорода или, как говорят, в анаэробных условиях с помощью почвенных бактерий-анаэробов. Впоследствии коллегами Вильямса и его учениками было доказано, что именно внутри почвенных агрегатов такие условия и существуют. Другими словами, микроорганизмы-анаэробы создают гумус-клей из поступающих в почву растительных остатков, образуют свежую органику для соединения минеральных частиц в устойчивые агрегаты, в которых они постоянно живут и «работают». Чем больше природного клея, тем прочнее и устойчивее почвенные агрегаты, лучше почвенная структура, выше плодородие. (Кстати, из таких логических рассуждений и родилась знаменитая травопольная система, предлагавшая земледельцам некоторое количество сезонов засеивать поля травами, возрождая тем самым структуру и плодородие почв.) Однако секрет этого природного клея, который крепче лавсановых и полиэтиленовых нитей, так и остался секретом.

Во всех теориях структурообразования отсутствует главный действующий «герой» практически всех почвенных процессов — вода. Без нее все события в формировании почвенной структуры кажутся разобщенными, не связанными друг с другом. В последнее время родилась идея, что основную роль в природном клее должно играть органическое вещество почвы, которое затрудняет быстрое поступление воды в межчастичное пространство, препятствует возникновению высоких раскливающих давлений и разрыву агрегата. Чтобы разъяснить эту

идею, попробуем поставить эксперимент. Возьмем две стеклянные трубки. Внутреннюю поверхность одной из них смажем вазелином. Опустим концы трубок в воду и скоро увидим, что в чистой трубке вода поднялась на некоторую высоту, а в смазанной вазелином, напротив, опустилась ниже первоначального уровня. Причина этого эффекта связана с различными свойствами поверхности. По чистому стеклу вода хорошо растекается — оно гидрофильно. Поверхность, отталкивающая воду (в нашем случае покрытая вазелином), гидрофобна.

А что, если нечто подобное происходит и в почвенных агрегатах? Но для этого необходимы следующие условия: гумусовые вещества, вырабатываемые микроорганизмами из растительных остатков, должны обладать гидрофобными свойствами и при этом прочно удерживаться на гидрофильной (аналогичной стеклу) поверхности минеральных частиц. Значит, почвенные органические молекулы должны иметь как гидрофильные, так и гидрофобные свойства, или, как говорят биохимики, быть амфифильными. Тогда в почвенной поре молекула органического вещества одной своей частью (гидрофильной) прочно удерживается на поверхности минеральной частицы, а другой (гидрофобной) — ориентируется внутрь, в межчастичное пространство (рис.4). Вода в такую пору поступает медленно. Это очень важно. Именно медленно, без закупоривания пор и разрыва агрегатов защемленным воздухом. При этом комочки увеличиваются в объеме, набухают. Почва как бы становится единой глинистой массой. Органические молекулы гумуса своими гидрофобными окончаниями держатся друг за друга, не позволяя молекулам воды разорвать гидрофобные связи. Чем больше гидрофобных окончаний, тем устойчивее агрегаты и тем сильнее они противостоят раскли-

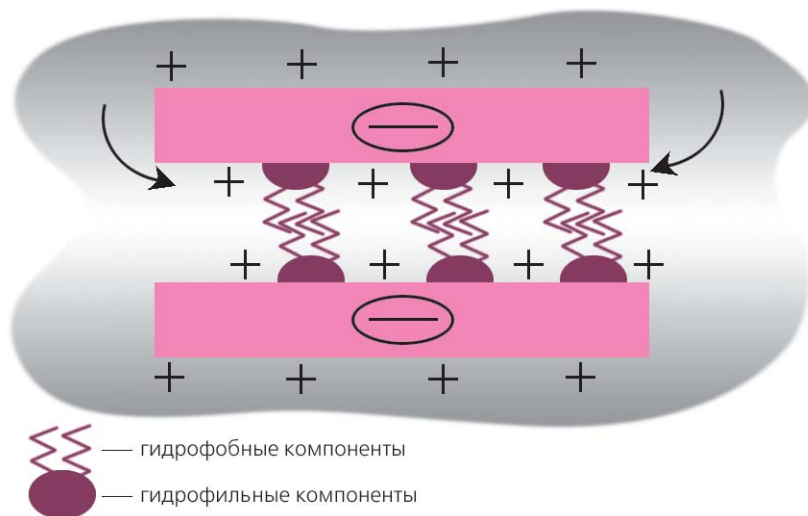


Рис.4. Возникновение устойчивой почвенной структуры благодаря амфифильным свойствам почвенного гумуса. Гидрофобные компоненты прочно связываются друг с другом, а гидрофильные — с минеральными частицами. Такой органо-минеральный комплекс устойчив и к механическим воздействиям, и к разрушающему влиянию воды.

нивающему действию воды. Теперь эту гипотезу следует доказать экспериментально.

Специфика почвенного гумуса

Итак, необходимо было доказать, что почвенное органическое вещество обладает амфифильными свойствами с доминирующими гидрофобными. Только тогда оно способно формировать зернистую структуру. Это удалось сделать с помощью метода жидкостной хроматографии гидрофобного взаимодействия. Он основан на том, что в специальную хроматографическую колонку помещают вещество (матрицу) с заведомо известными гидрофобными свойствами. При пропускании пробы через такую колонку гидрофобные участки поверхности анализируемого органического вещества образуют контакты с гидрофобными же группами матрицы. Органический материал в исходной пробе разделяется. Из хроматографической колонки сначала элюируют (вы-

мываются) гидрофильные вещества и лишь в самом конце — гидрофобные, для отрыва которых от гидрофобной матрицы потребуется дополнительное усилие.

На такой же колонке проанализируем почвенный гумус. Нам надо показать, что в составе органического вещества зернистой почвы преобладают компоненты с гидрофобными свойствами, а в слабоагрегированной — с гидрофильными. Классическая, хорошо агрегированная почва — уже упомянутый чернозем. Плохо агрегированная — дерново-подзолистая, например, из нашего подмосковного леса. На рис.5 приведены хроматограммы гумусовых веществ из этих почв. Оказалось, что самые большие пики для пробы органического материала из чернозема наблюдались в области гидрофобных веществ. А в состав гумуса дерново-подзолистой почвы входили в основном гидрофильные компоненты. Гипотеза о важной роли гумуса с гидрофобными свойствами при образовании зернистой структуры получила первое подтверждение.

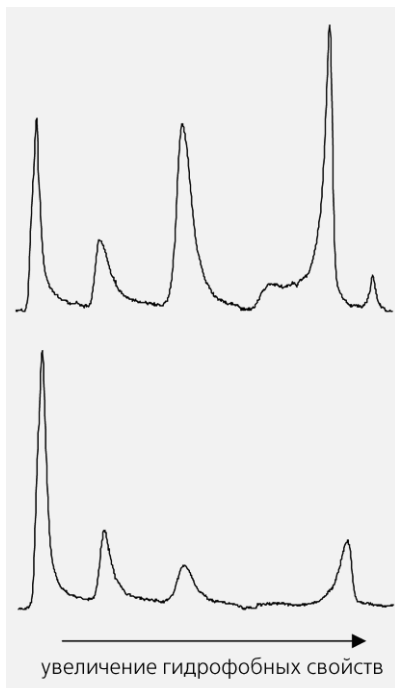


Рис.5. Спектры жидкостной хроматографии гидрофобного взаимодействия гумусовых веществ из чернозема (вверху) и дерново-подзолистой почвы.

Более того, вспомнив работы Вильямса, можно предположить, что свежий гумус и есть гумус с ярко выраженными гидрофобными свойствами. И образуется он в анаэробных условиях внутри агрегатов с помощью постоянно живущих там анаэробных бактерий. Это дока-

зали наши коллеги-микробиологи: внутри агрегатов совсем иные микроорганизмы, чем на их поверхности, в основном анаэробные. Гипотеза получила свое второе подтверждение.

Теперь уже можно более обоснованно представить определенный образ или, как принято говорить в современной науке, — модель формирования устойчивого почвенного агрегата. На рис.4 амфифильная почвенная органика находится между двумя минеральными частицами. Гидрофильная ее часть присоединяется к гидрофильной же поверхности минерала, а гидрофобные компоненты «сшивают» эти частицы. И хотя по-прежнему действуют силы расклинивающего давления, минеральный агрегат не разрушается. Гидрофобная связь — очень прочная, а проникновение воды в пространство между частицами замедляется за счет гидрофобизации поверхности минеральных частиц. Такой органо-минеральный комплекс и формирует устойчивость почвенного агрегата.

Итак, для того чтобы образовалась прочная, не распадающаяся в воде агрегатная структура, обязательны, как минимум, следующие условия. Во-первых, растительные или другие органические вещества, служащие исходным материалом для формирования гумуса, должны поступать внутрь почвы. Во-вто-

рых, необходимы локальные условия для жизни и деятельности анаэробных микроорганизмов, превращающих растительную органику в амфифильный почвенный гумус с доминирующими гидрофобными свойствами, который и скрепляет минеральные частицы, образуя устойчивый в воде агрегат.

Однако все это пока гипотеза, не теория. Хотя уже ясно, что основная роль в формировании прочной и устойчивой зернистой структуры принадлежит почвенному гумусу, причем весьма специфическому, обладающему амфифильными свойствами с преобладанием гидрофобных компонентов. Чтобы окончательно понять происхождение и значение для природы маленького комочка земли необходимо обосновать применение законов физики, коллоидной химии, микробиологии, минералогии, молекулярной биохимии и в конечном счете математики для построения модели образования и функционирования почвенного агрегата. Но это в будущем. А пока родилась лишь новая гипотеза, логически объясняющая роль и значение специфического органического материала в формировании агрегатной структуры почв — одного из основных факторов устойчивого плодородия, многих биосферных процессов и сохранности жизни на Земле. ■

Коротко

Любители водных видов спорта могут теперь не опасаться акульих атак. Австралийская фирма «Sea Change» разработала электронный прибор, который создает вокруг человека электрическое поле, воздействующее на центральную нервную систему морской хищницы. Чувствительные рецепторы, расположенные на уровне ее рыла, воспринимают ряды, и акула по мере прибли-

жения к устройству испытывает все более и более невыносимые спазмы мышц. Прибор успешно испытан в прибрежных водах Австралии и Южной Африки. Sciences et Avenir. 2002. №663. P.14 (Франция).

Запуск китайского пилотируемого космического корабля намечен на 2003 г., но сначала предстоит запустить похожий

беспилотный (третий по счету) корабль под названием «Shen-Zhou». В ходе подготовительных работ китайские инженеры построили в Намибии (Юго-Западная Африка) станцию слежения, телеметрии и руководства полетом «ТТ+С» — именно в этом районе должны идти на посадку космические аппараты. Spaceflight. 2002. V.44. №1. P.15 (Великобритания).

СВЕТ И ЦВЕТ ЖИВЫХ ОРГАНИЗМОВ*

Флуоресцирующие и цветные белки

Ю.А.Лабас, А.В.Гордеева, А.Ф.Фрадков

По приказу короля 4 января 1761 г. датский военный корабль направился из Копенгагена в Аравию с научной экспедицией. В ее составе были трое ученых, в их числе зоолог П.Форскал, а кроме того — художник, врач и слуга. Однажды, в начале марта, когда корабль плыл еще по Северному морю, пассажиры заметили в воде странное свечение. Причиной оказались небольшие, с крупную монету величиной, очень прозрачные медузы. По ночам при волнении воды они ярко светились зеленым фосфорическим светом. Форскал заспиртовал несколько экземпляров медуз и записал по-латыни в походном дневнике, что при раздражении и гибели они светятся. С этой записи началась история исследований *Medusa aequorea*, как назвал ее Форскал. Под этим именем она вошла и в его посмертно изданную монографию «Fauna arabica» (1775). В 1809 г. в названии появилась фамилия первооткрывателя — *Aequorea forskalea*. В новейших индексах цитат и в Интернете значится ее последнее устоявшееся имя — *Aequorea victoria*.

Оказалось, что у медузы имеется светящееся вещество. Через полтора века выяснилось:

© Ю.А.Лабас, А.В.Гордеева,
А.Ф.Фрадков



Юлий Александрович Лабас, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник Института биохимии им.А.Н.Баха РАН. Область научных интересов — биофизика клетки, фотобиология, медицинская биофизика, теория эволюции.

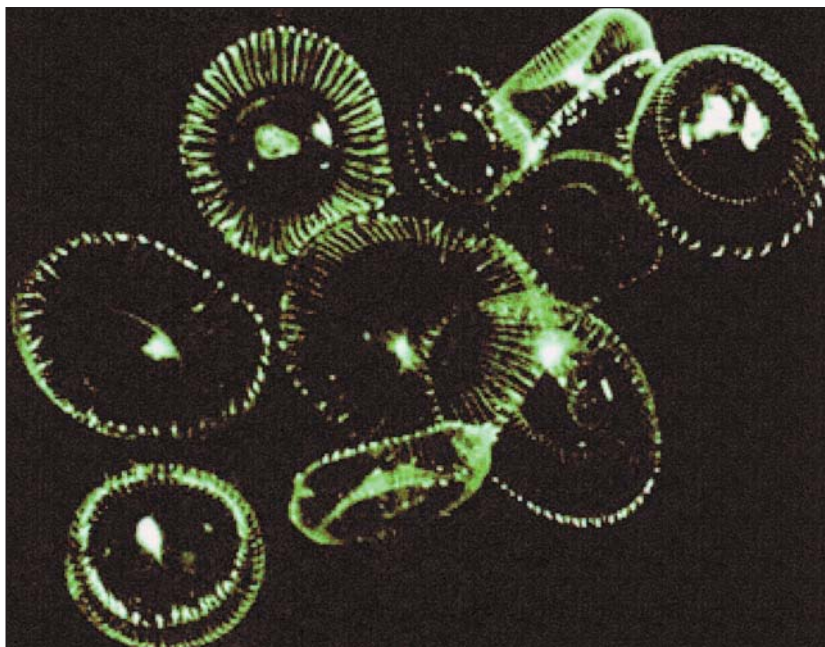


Анна Викторовна Гордеева, аспирантка того же института. Научные интересы связаны с биофизикой и биохимией клетки, теорией эволюции.



Аркадий Федорович Фрадков, кандидат химических наук, старший научный сотрудник Института биоорганической химии им.М.М.Шемякина и Ю.А.Овчинникова РАН. Занимается молекулярной генетикой и геной инженерией.

* Начало см. в предыдущем номере.



Светящаяся в темноте медуза *Aequorea victoria* [12].

для предварительной «заправки» эквореи таким веществом абсолютно необходим кислород. Само же оно представляет собой целентеразин (от лат. Coelenterata — кишечнополостные) — имидазолпиразиновое производное.

Целентеразин окисляется молекулярным кислородом до гидроперекиси в момент присоединения к экворину, белку, способному связывать ионы кальция. С конца 60-х годов экворин обрел всемирную известность как сверхчувствительный индикатор этих ионов внутри клетки. Впрочем, с 1993 г. куда популярнее стал зеленый флуоресцирующий белок (green fluorescent protein — GFP), тоже впервые выделенный из *Avictoria*. Разговор далее пойдет об этих и близких к ним белках.

Зеленый подарок эквореи

В 1962 г. О.Шимомура, Ф.Джонсон и Ю.Сайга отметили разницу между цветом биолюминесценции живой эквореи

и выделенного из нее комплекса светящегося вещества с экворином [1]. У живой медузы свечение зеленое с максимумом 508 нм. А чистый комплекс, реагируя с ионами кальция, испускает синий свет (максимум 465 нм). Оказалось, в светящихся энтодермальных клетках эквореи присутствует, кроме экворина, еще и другой — зеленый флуоресцирующий белок. Если облучить его синим или ближним ультрафиолетовым светом (в спектре возбуждения максимум 395 нм, второй пик — 475 нм), он излучает зеленый свет с максимумом 508 нм. Исследователи установили аминокислотную последовательность зеленого белка (его молекулярная масса составляет 28 кДа) и выяснили, что он состоит из 238 остатков. Квантовый выход флуоресценции GFP фантастически велик: около 0.8! Следует отметить, что энергия возбуждения экворина отчасти мигрирует на GFP безызлучательно благодаря непосредственному контакту с двумя молекулами GFP (он и существует в виде димера при одной молекуле экворина).

В 1992 г. американские ученые клонировали ген зеленого флуоресцирующего белка и внедрили его в геном кишечной палочки (*Escherichia coli*) [2]. В результате был получен белок в количестве, нужном для его исследований, в том числе для расшифровки аминокислотной последовательности, и выявлены совершенно уникальные особенности GFP. Оказалось, он, в отличие от всех до того известных окрашенных и флуоресцирующих белков (хромопротеидов: фикобиллинов, фикоэритринов, каротенопротеинов), для обретения оптических свойств не нуждается в какой-либо внешней хромофорной группе или в солях тяжелых металлов. Извне для его «созревания» — появления яркой зеленой флуоресценции — требуется только молекулярный кислород. Этот процесс длится довольно долго. Детектируемая флуоресценция появляется через полтора часа после синтеза, а достигает максимума только через несколько часов. При «созревании» в пептидной цепи белка образуется *p*-гидроксибензилиден-имидазолиновое кольцо из трех аминокислотных остатков, следующих друг за другом: серина-65, тирозина-66 и глицина-67. Оно-то и служит хромофорной группой.

В ходе такой реакции Тир-66 автокаталитически дегидрируется (отдает два протона) и окисляется молекулярным кислородом. Не вошедшая в состав хромофора часть пептидной цепи белка скручивается в подобие бочки или клетки, внутри которой помещается хромофор. Стенки «бочки» образованы 11 β -складками, а крышка, дно и связки с хромофором — α -спиральными участками белковой молекулы.

Кроме зеленого белка эквореи, подобные ему существуют у десятков видов других кишечнополостных животных: колониальных гидроидных (*Obelia longissima*, *O. geniculata*, *Clytia* sp. и др.) и коралловых полипов — морских перьев (*Renilla muel-*

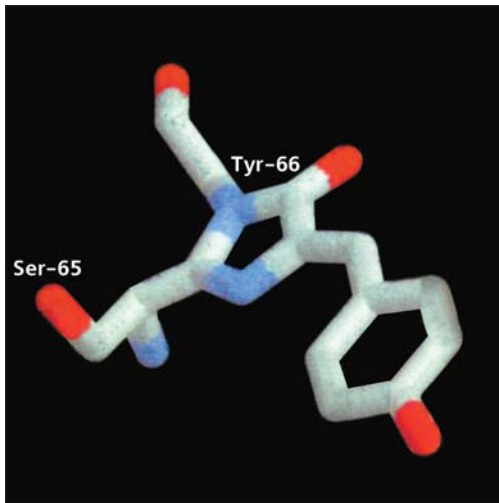
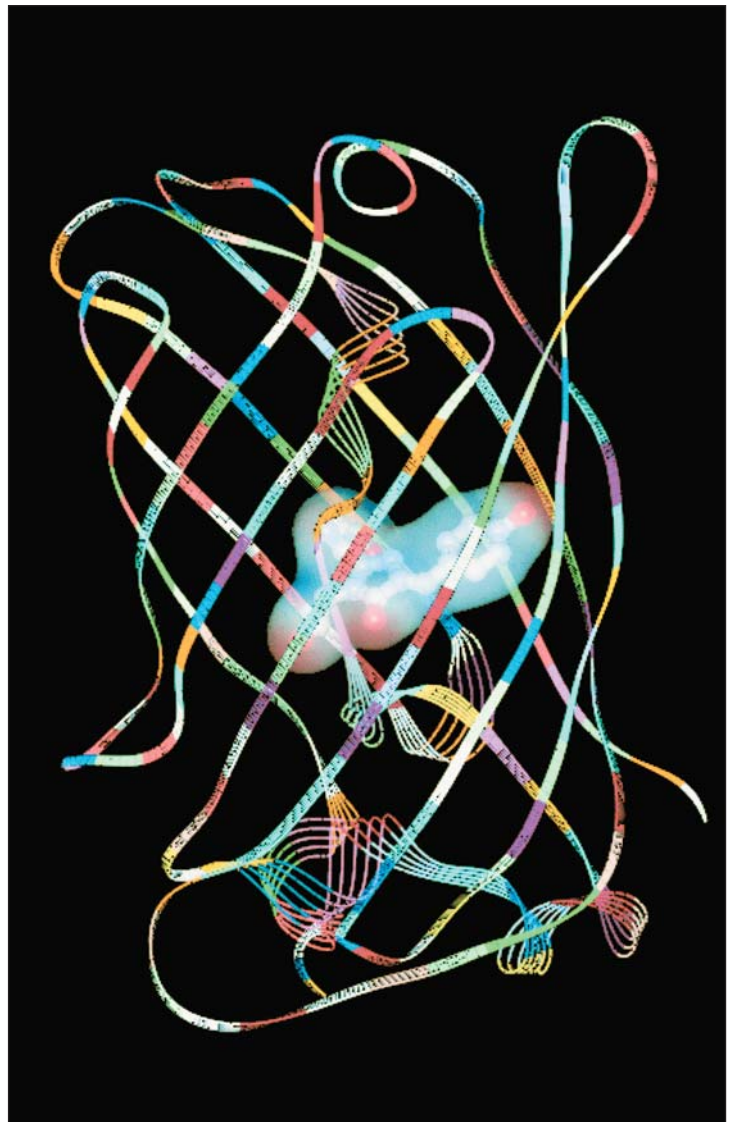


Схема строения молекулы зеленого флуоресцирующего белка (справа) и ее хромофорной группы [13, 7]. На общей схеме видно, что молекула имеет форму бочки, внутри которой заключены аминокислоты серин-65, тирозин-66 и глицин-67, образующие хромофор.



leri, *Rreniformis*, *Ptilosarcus* sp., *Stylatula elonga*, *Acanthophtilum gracile* и т.д.). У всех перечисленных организмов синий цвет преобразуется в зеленый.

Между прочим, у этих бесскелетных кораллов механизм импульсной биолюминесценции не такой, как у гидроидов. Люциферин (целентеразин) у них светится в комплексе не с белком, связывающим ионы кальция, а с ферментом люциферазой. С ней-то у коралловых полипов (Anthozoa) и образует комплекс зеленый флуоресцирующий белок (с более высоким средством, чем у экворей). Судя по спектрам биолюминесцен-

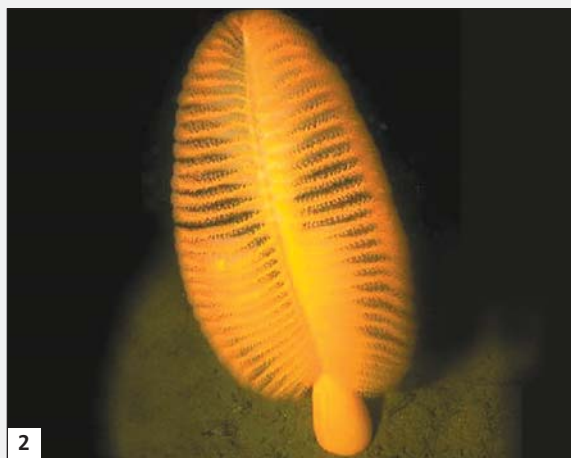
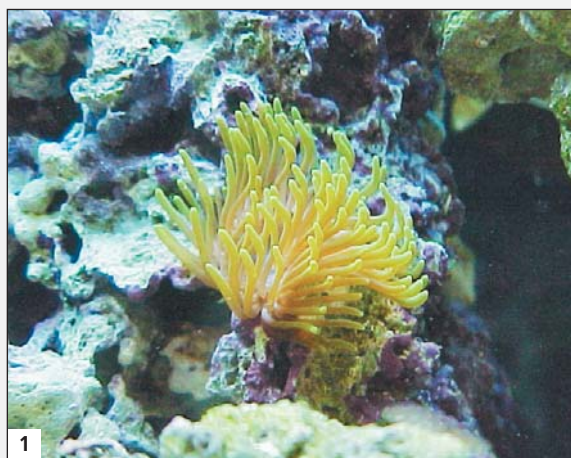
ции и флуоресценции живых фотогенных клеток, он, видимо, есть у организмов, даже не принадлежащих к типу кишечнополостных, например у гребневиков *Bolinopsis infundibulum* [3].

Сложилось убеждение, что все GFP встроены в биолюминесцентные системы гидроидных полипов либо кораллов и, в соответствии со своим названием, преобразуют синий свет биолюминесценции в зеленый, вероятно, лучше заметный в темноте. Другая возможная функция таких белков — стабилизация молекулы фотопротейна, повышающая квантовый выход свечения. У комплекса фо-

топротеина с GFP квантовый выход люминесценции заметно выше, чем без зеленого белка. Особенно велика эта разница у морских перьев рода *Renilla* и, видимо, других Anthozoa.

Охота за разноцветными белками

Осенью 1998 г. С.А.Лукьянов, руководитель исследовательской группы Института биорганической химии РАН, обратился к одному из авторов этой статьи — Ю.А.Лабасу — с просьбой порекомендовать биолюми-



Флуоресцирующие и окрашенные морские животные. Из числа первых здесь показаны актиния *Anemonia taiana* с ярко-зеленой флуоресценцией щупалец (1), кораллы *Porolithothamnion gurneyi* (2) и *Ricordia yuma* (3), флуоресцирующие соответственно желтым и красным; из вторых — *Acropora humilis* (4), *Actinia equina* (5), *Corynactis californica* (6), *Zoanthus* sp. (7) и *Anemonia sulcata* (8), у которых тело и кончики щупалец окрашены по-разному (№3, 6 — фото А.О.Романько, остальные взяты из Интернета <http://www.google.com.ru>).

несцентный организм, в котором можно найти белок с необычным цветом флуоресценции.

Лабас, обдумывая эту задачу, обратил внимание на следующие обстоятельства. Классы кишечнополостных Hydrozoa и Anthozoa, у которых обнаружены GFP, разошлись еще в глубоком докембрии. Гребневники от общих с ними предков отделились и того ранее. Следовательно, весьма вероятно, что все эти организмы унаследовали GFP от общих небиологических предшественников.

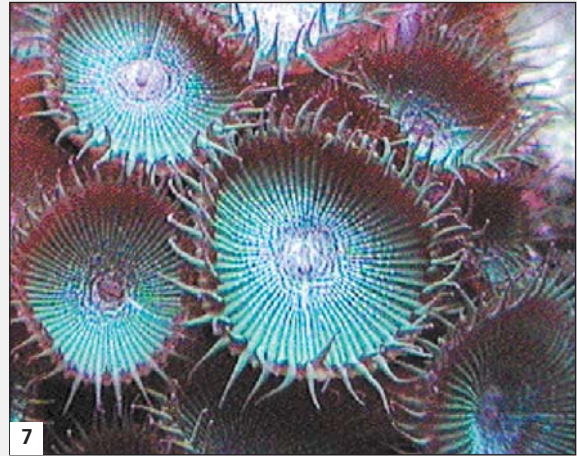
В то же время крупные подвижные животные с хорошо развитым зрением — рыбы, головоногие моллюски, высшие раки (т.е. потенциальные враги, а значит, и эволюционный повод обретения биолюминесценции) — появились не раньше кембрийского периода.

Стало быть, у GFP-подобных белков, как и у других компонентов системы свечения (люциферина, люциферазы и т.д.), могли быть какие-то добиологические функции. Почему бы им не сохраниться и по

сей день? В самом деле: у целого ряда несветящихся кораллов, живущих в морских аквариумах Московского зоопарка и у любителей, при освещении ультрафиолетом или голубым светом появляется яркая зеленая флуоресценция всего тела или только отдельных участков. На вид она очень похожа на флуоресценцию GFP той же экворины. Разные исследователи полагали, что за флуоресценцию кораллов ответственны какие-то низкомолекулярные солнцезащитные «пигменты». А вдруг это не так?



5



7



6



8

Ведь у них флуоресценция бывает не только зеленой, но и синей, желтой, оранжевой, рубиново-красной. Более того, она может замещаться обычной окраской. Например, у одного из двух видов актиний, которых часто содержат в морских аквариумах, а именно у *Anemonia majano*, кончики щупалец ярко флуоресцируют зеленым, а у другого — *Asulcata* — просто окрашены в пурпурный цвет. Не связано ли это у анемоний с разными вариантами белковых молекул, близких по структуре GFP?

Сколь ни безумными казались эти мысли, мы начали поиск таких белков. Сначала выделили матричную РНК (мРНК) из ярко окрашенных участков тела шести разных видов мягких кораллов — в первую очередь из флуоресцирующих кончиков

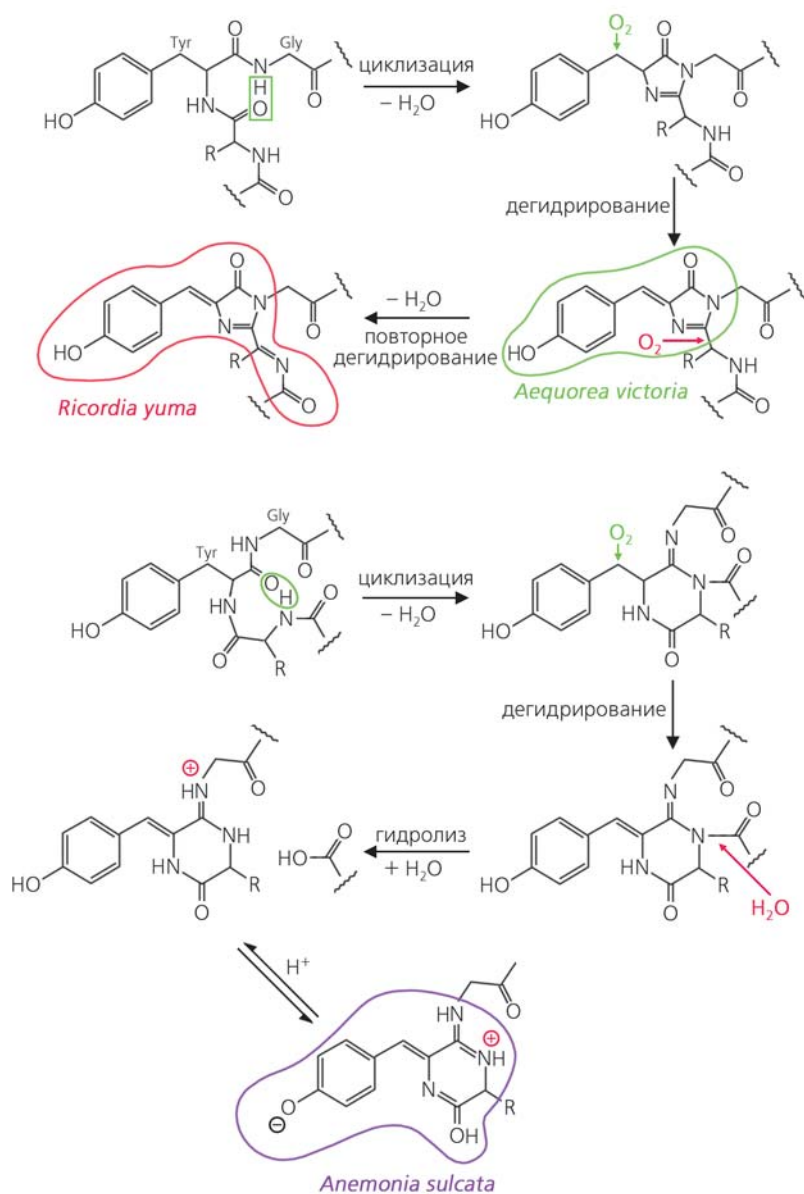
щупалец актинии *A.majano*, жившей в домашнем морском аквариуме известного московского любителя А.О.Романько. Потом сотрудники Лукьянова разнообразными молекулярно-биологическими манипуляциями получили из мРНК кодирующую ДНК (кДНК) и попробовали «выловить» из нее молекулы, сходные по нуклеотидной последовательности с геном зеленого белка эквореи.

«Ловля» осуществлялась с помощью праймеров — синтезированных одноцепочечных кусочков этого гена, способных закоротить на себе комплементарную цепь ДНК. Синтезировали для такой цели участки в 20–25 нуклеотидов, интуитивно показавшиеся самыми консервативными в гене GFP *A.victoria*. Поиски увенчались успехом, после

чего ген пересадили в геном кишечной палочки. И она заблестала ярким зеленым цветом!

Вскоре мы узнали от Романько, что в его морском аквариуме живет *Ricordia yuma* — удивительная дискосома (дискосидная актиния без щупалец), которая при синем освещении флуоресцирует ярким красно-оранжевым цветом (у других дискосом он сине-зеленый). Само собой разумеется, мы заподозрили, что и у этой дискосомы есть белок, подобный зеленому флуоресцирующему. Далее дело пошло быстрее. Из гена GFP *A.majano* и прочих подобных генов легче было конструировать праймеры для все новых вариантов.

Гены вновь открытых белков и GFP *A.victoria* оказались гомологичными: последовательности их нуклеотидов совпадали на



Формирование хромофорных групп в молекулах двух флуоресцирующих белков (вверху) и одного цветного белка [14]. Образование тех и других хромофоров начинается с циклизации, обусловленной отщеплением молекулы воды от соседних аминокислот. Последующее дегидрирование приводит к возникновению хромофора зеленого флуоресцирующего белка у экворей (*Aequorea victoria*), а если дегидрирование повторяется, образуется хромофор, который обеспечивает красную флуоресценцию у дискосомы (*Ricordia yuma*). Малиновый цвет щупалец у *Anemonia sulcata* обусловлен хромофором, процесс образования которого сложнее: после циклизации и дегидрирования происходит гидролиз и последующее присоединение атома водорода. На схемах обозначены две аминокислоты, входящие в состав хромофора, — тирозин (Tyr) и глицин (Gly).

20—30%. Значит, такой же гомологией характеризовались и сами белки. Весьма солидная степень совпадения, если учесть, что ветви кораллов и гидроидов разделились примерно полмиллиарда лет назад! Вероятность не поймать праймером фрагмент гена с полным совпадением нуклеотидов при первой попытке М.В.Матца была громадной. Но — чудо. Иначе не скажешь. Одним словом, в самом начале охоты за генами белков, подобных зеленому флуоресцирующему, всем участникам сопутствовало фантастическое везение.

В дальнейшем работа стала почти рутинной. И вот ее сенсационный результат: за большинство флуоресцентных и даже обычных окрасок (а это все цвета радуги!) несветящихся видов кораллов и, возможно, других кишечнорастворимых ответственны вовсе не разнородные низкомолекулярные «пигменты» и их комплексы с белками, как полагали ранее, а своеобразные белки одного семейства с GFP. У них одинаковые или очень близкие молекулярная масса, число аминокислотных остатков (229—266) и, что куда важнее, их последовательность. Та же самая бочкообразная структура и, главное, сходным образом устроенный хромофор с участием Тир-66 и Гли-67. Только в 65-й позиции вместо серина, как у *A.victoria*, находятся другие аминокислоты: лизин, аспарагин или глютамин.

Но почему же тогда у новых белков цвет флуоресценции бывает не только зеленым, но и желтым, красным и т.д.? Почему некоторые из них вообще не флуоресцируют, а просто ярко окрашивают животных в малиновый, синий, фиолетовый цвета? Выяснилось: это зависит главным образом от аминокислотных остатков, расположенных не в хромофоре, а за его пределами — в бочковидной структуре молекулы. Оптические свойства такой конструкции очень трудно понять и тем более предсказать. К тому же

оказалось, что сам хромофор в зеленых, желтых и красных флуоресцирующих белках имеет разную структуру, хотя в его состав входят те же тирозин и глицин.

К настоящему времени коллективом исследователей Лукьянова и Матцем (биостанция Витней, Флорида, США) клонировано уже более 30 генов GFP-подобных белков из разных видов несветящихся кораллов [4]. Получены десятки мутантов. Большинство этих белков ответственно за цветную (синеватую или зеленую, желтую, оранжевую, красную) флуоресценцию всего животного или отдельных участков тела. Другие (их пока девять) — за пурпурную или голубую окраску. Это могло быть связано с наличием по соседству с хромофором аминокислотных остатков, содержащих SH-группы (т.е. цистеин или метионин). Однако, судя по флуоресцирующим мутантам, причина окрашивания не в них.

С цветными белками еще далеко не все ясно. Некоторые из них сами не флуоресцируют, например пурпурный белок из *A.sulcata*, а просто окрашивают животное. Но стоит осветить на них зеленым светом, и разгорается яркая красная флуоресценция. Синий свет ее немедленно гасит. Природа таких странных явлений пока не объяснена.

Получены мутанты, которые после разовой лазерной засветки так и остаются флуоресцентными. Этими белками-маркерами можно метить цитоскелетные и другие белки, чтобы наблюдать за их перемещениями в клетке. Удивительное свойство всех GFP-подобных белков — их поразительная устойчивость к изменениям температуры, кислотности среды (pH), к разрушающим белки ферментам протеазам и разного рода химическим соединениям, которые вызывают денатурацию белков.

Не на Барьерном рифе ссылались мы наш живой материал,

а у московских любителей экзотической фауны из Индийского и Тихого океанов, в Московском зоопарке и московских зоомагазинах. А ведь годом позже выяснилось, что нам дышала в затылок группа австралийских ученых, которые работали с объектами, добытыми из моря. Австралийцы, однако, шли совсем другим путем [5]. Выделили сначала некий голубой нефлуоресцирующий белок из мадрепоровых кораллов и тщетно пытались отделить от него хромофорную группу. А тут заметили, что молекулярная масса у их белка, почти как у GFP. Начали смотреть аминокислотную последовательность с N-конца белка. Видят: опять отдаленно напоминает GFP. И тогда они догадались с чем имеют дело. В 2000 г. в Германии тоже были выделены цветные белки из актинии *A.sulcata*, и они проявляли черты сходства с GFP [6]. Задержись наше первое сообщение в «Nature Biotechnology» [7], и мы потеряли бы приоритет.

Зачем кораллам яркая окраска?

Как ни странно, вразумительный ответ на этот вопрос по сей день отсутствует. Довольно обычные цвета нефлуоресцентной окраски кораллов — голубой, зеленый, желтый или бурый. Гораздо чаще — ярко-красный, глубже 15–30 м кораллы бывают почти серыми. Флуоресцируют же по большей части зеленым или оранжево-красным. Цветные и флуоресцирующие белки сосредоточены у кораллов в особых гранулах внутри клеток. Группа австралийских ученых, возглавляемая бывшей москвичкой А.Селих, отметила, что при ярком солнечном освещении такие гранулы в двухслойном теле кораллов располагаются над внутриклеточными симбиотическими водорослями зооксантеллами. В слабоосвещенных зонах аналогичные гранулы находятся

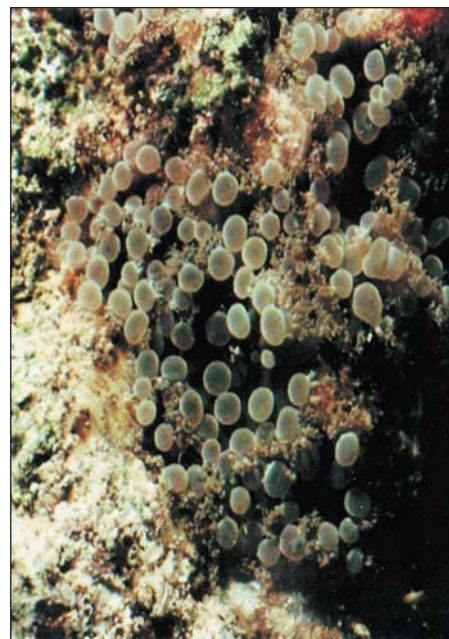
в основном под водорослевыми клетками. Поэтому Селих и ее коллеги утверждают, что цветные белки служат своеобразным экраном, который предотвращает чрезмерную активацию фотосинтеза у зооксантелл при слишком ярком свете [8]. Кстати, австралийская парфюмерная промышленность в последнее время широко использует солнцезащитные свойства этих белков при изготовлении губных помад и кремов.

Немецкий ученый Д.Шлихтер и его коллеги полагают, что одна из функций цветной флуоресценции глубоководных видов кораллов — преобразование ультрафиолетового и фиолетово-синего света глубин в более длинноволновый, делающий возможным фотосинтез симбионтов.

В.Вард, один из исследователей, впервые клонировавших GFP из экворей, высказал предположение, что флуоресценция, в отличие от просто цветной пигментации, — это вариант предупредительной окраски, поскольку она делает кораллы с их стрекательными клетками на щупальцах видимыми для рыб на больших глубинах.

Мы допускаем, что цветные пигменты могут быть ответственны также за фотоактивацию пока не идентифицированных ферментных систем, и в частности за тканевую фоторецепцию. Однако ни одна из этих гипотез не объясняет неодинаковую окраску разных участков тела у многих видов. Например, малиновую (*Anemonia sulcata*), зеленую флуоресцирующую (*Amajano*), оранжевую (*Zoanthus* sp.), синюю (*Heteractis crispa*) у кончиков щупалец или бирюзовую возле ободка вокруг подошвы (*Actinia equina*), между тем как все остальное тело — белое, бурое (от симбиотических водорослей зооксантелл), малиновое (*A.equina*) или с ярко-зеленой флуоресценцией и т.д.

На подводных снимках шельфа в Красном море мы заметили, что на малой глубине многие сидячие формы (губки, ко-



Шельф Красного моря. Здесь, на малой глубине, кораллы окрашены под цвет фона, создаваемого водорослями [15].

раллы, асцидии и др.) окрашены под цвет водорослевого фона: в зонах преобладания красных, бурых или диатомовых и зеленых водорослей, животные бывают соответственно красными, желто-бурными и зелеными. Покровительственная окраска или случайные совпадения? Если такое распределение закономерно, то цвет маскирует животных от зрячих хищников или обеспечивающие его белки необходимы для каких-то фотохимических реакций, меняющихся с глубиной. Механизм же можно объяснить просто: пелагические личинки сидячих животных избирательно оседают на поверхность, заселенную одной из этих групп водорослей, которые сами (или обитающие на них бактерии) выделяют привлекающие их вещества (аттрактанты). Однако на подводных снимках, сделанных вне Красного моря, заметить аналогичное распределение цветных сидячих животных нам не удалось.

Статистически доказано: разделение флуоресцентных окрасок кораллов по крайней мере на красный и зеленый ва-

рианты отнюдь не случайность. Его поддерживает естественный отбор. Но для чего? Почему? Здесь еще непочатый край работы. Ведь особого прогресса не заметно на протяжении последних десятилетий.

Головокружительная «научная карьера» светящихся и цветных белков

Светящиеся и флуоресцентные индикаторы. От фундаментальной науки не принято ожидать сиюминутного практического выхода. Но светящиеся и цветные белки привлекли внимание сразу же после их открытия. Мы упоминали, что экворин стали применять в качестве индикатора ионов кальция в клетке. Эти ионы присутствуют в самых разных клетках, а повышением их концентрации в цитоплазме запускается множество клеточных процессов: мышечные и немышечные сокращения, синаптическая передача нервных импульсов, всевозможные виды клеточной секреции, им-

мунные реакции фагоцитов, клеточные деления и т. д. Так что с помощью подобного индикатора можно следить за всеми перечисленными событиями в клетке. Именно светящиеся белки кишечнорастворимых животных из класса Hydrozoa — экворин и обелин — положили начало новой эре в биофизике клетки.

В 1985—1995 гг. гены экворина и нескольких похожих на него фотопротеинов (обелина и т. д.) выделили, а потом клонировали в кишечной палочке. Позже гены экворина и обелина были внедрены в геномы кукурузы, клеток млекопитающих и т. д. Достаточно было добавить к таким клеточным культурам восстановленный субстрат целентеразин, проходящий благодаря своей гидрофобности сквозь клеточные мембраны, чтобы наблюдать в хроническом опыте за свечением, отражающим изменения концентрации цитоплазматического кальция. Подобные эксперименты продолжают и поныне. Целентеразин для этой цели специально синтезируют. Биотехно-

логические фирмы поставляют его заказчикам наряду с плазмидами экворинового гена.

Затем генные инженеры и биотехнологи занялись флуоресцирующими белками, точнее, их генами. В качестве генетического маркера первым начали применять ген GFP из эквореи, соединяя его с генами других белков или вводя его матричную РНК во всевозможные клетки. Стало ясно, что таким способом можно сделать видимыми (во флуоресцентном микроскопе) места и скорость образования любых белков, проследить за ростом клеточных клонов, включая патогенные бактерии и раковые опухоли. Удается также наблюдать за размножением в подопытном организме разных вирусов, в том числе тех, которые содержат не ДНК, а РНК, т.е. ретровирусов, например, иммунодефицита человека. К 2002 г. количество работ с применением GFP в качестве генетического маркера превысило 9000!

В последнее время этот маркер стали применять в комплексе с геном белка нестина, характерного для стволовых клеток мозга. Благодаря этому была опровергнута незыблемая, казалось бы, догма о неспособности нервных клеток восстанавли-

ваться. Оказалось, что их самообновление за счет дифференцирующихся стволовых клеток осуществляется даже у взрослых животных, включая человека. Новые нейронные ассоциации у самца канарейки, к примеру, способствуют обучению новой песне. «Муки творчества» влекут за собой включение вновь дифференцирующихся нейронов в ранее сложившийся мозговой «коллектив»! Во флуоресцентном микроскопе на срезах мозга трансгенных мышей с зеленой нестин/GFP меткой прекрасно видны флуоресцирующие пятна в ряде областей [9]. Результаты работ с применением зеленого флуоресцирующего белка эквореи в качестве маркера сейчас просто необозримы*.

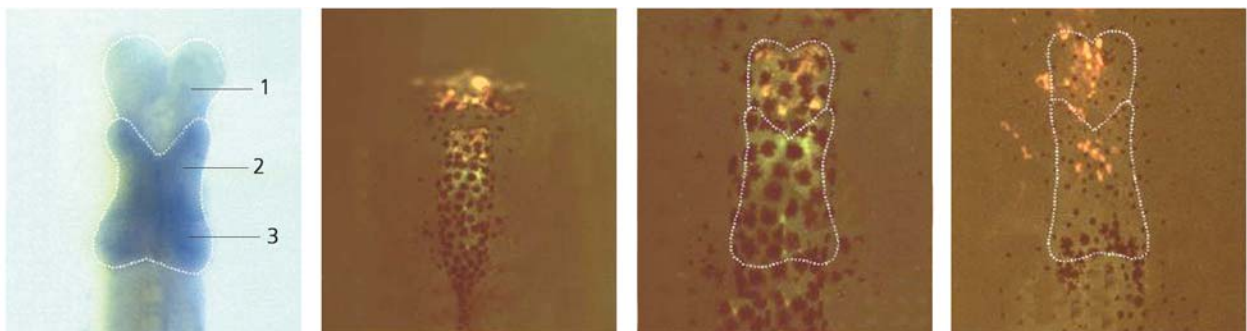
После того как был клонирован GFP из *A.victoria*, возникла необходимость обогатить палитру применяемых цветных маркеров, чтобы в одном опыте метить флуоресцентными метками сразу несколько генов. Попытки добиться этого путем мутагенеза гена GFP, пересаженного в кишечную палочку, имели весьма ограниченный эффект. От исходного дикого типа с максимумом свечения в 508 нм

* О них можно прочитать в Интернете (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez>) на ключевое слово GFP.

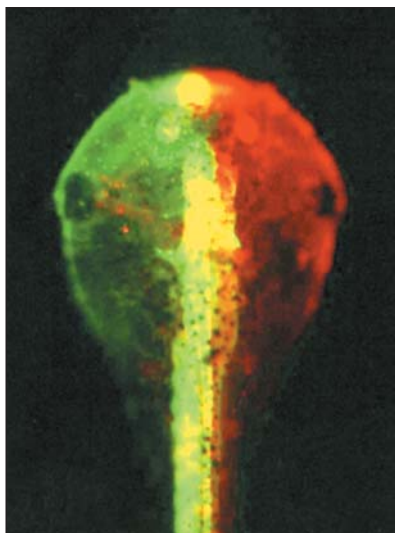
появились слабосветящийся «голубой» мутант с максимумом в 440 нм, а также «красный» мутант с максимумом в 526 нм, где свет все равно зеленый.

Многоцветная маркировка. Открыв цветные белки, мы получили возможность метить ими клеточные клоны, вводя в них матричные РНК таких белков [7]. Так, наш коллега А.Г.Зарайский инъецировал мРНК двух цветных белков в эмбрион шпорцевой лягушки на стадии восьми бластомеров: красного (от *Ricordia yuma*) — в левый спинной зачаток и зеленого (от *A.majano*) — в правый. В результате левая половина выросшего головастика была красной, а правая — зеленой. Их разделяла желтая полоса посередине тела, где смешивались цветные клетки.

Будущее биотехнологии. Как упоминалось в первой части нашей статьи, белки могут светиться не только от ионов кальция, но и от активных форм кислорода, в частности от супероксида. Французский ученый Ж.-М.Бассо с соавторами установил, что у многощетинковых червей из семейства Polynoidae этим радикалом окисляется фотопротейн полиноидин, и тот начинает светиться [10]. Что представляет собой удивительный полиноидин, по-



Экспрессия флуоресцентного белка в клетках головного мозга головастика африканской шпорцевой лягушки *Xenopus laevis*. [16]. Левый рисунок — структуры головного мозга в проходящем свете (контроль), остальные — при УФ-облучении (эксперимент). В опытный образец на ранней стадии формирования мозга был введен конструктор, состоящий из гена мутантного флуоресцирующего белка из красной дискосомы и одного из генов, которые контролируют развитие мозговых структур. В результате, по мере экспрессии гена, ответственного за синтез этого белка, появилась зеленая флуоресценция в УФ-свете: сначала — в клетках переднего мозга, позже — промежуточного. Со временем зеленая флуоресценция сменилась на розоватую. 1 — передний мозг, 2 — промежуточный, 3 — средний.



Головастики африканской шпорцевой лягушки — нормальный (слева) и генетически модифицированный. Второй вырос из зародыша, которому на стадии восьми бластомеров были введены мРНК двух цветных белков: в левый спинной бластомер — красного, в правый — зеленого [7]. И выросший головастик стал двухцветным!

ка не известно. Клонировать его ген и изучить аминокислотную последовательность белка до настоящего времени не удалось.

Фотопротеин из двустворчатого моллюска *Pholas dactylus* — фолазин — может светиться в присутствии и супероксида, и перекиси водорода, и других активных форм кислорода. В 2000 г. английский биохимик А.К.Кэмпбелл и его коллеги клонировали фолазиновый ген, однако в трансгенных организмах он пока не проявляет себя свечением [11]. У моллюска он образует комплекс с низкомолекулярным субстратом, давно известным, но неидентифицированным; к сожалению, он не похож ни на один из известных люциферинов. Если бы полиноидин и фолазин стали объектами биотехнологии, они нашли бы широчайшее применение в биологических и медицинских исследованиях, ведь содержание и кинетика активных форм кислорода в нервных и других клетках не менее важны, чем цитоплазматическая концентрация ионов кальция. Заметим, что за ее изменением в разных внутри-

клеточных органоидах можно проследить, используя специальные генетические конструкции. Они должны состоять из генов экворина и того белка, который характерен для той или иной клеточной структуры. Слиянием соответствующих фрагментов ДНК подобного рода конструкции уже изготовлены для многих клеточных структур: митохондрий, их межмембранного пространства, эндоплазматического ретикулума, ядра, сигналов, аппарата Гольджи и т.д.

В этом случае изменения концентрации ионов кальция регистрируют при помощи микроскопов с электронным усилением яркости изображения и выводом информации на компьютер. Мы полагаем, что можно добиться одновременной регистрации в разных клеточных структурах — ядре, митохондриях, эндоплазматическом ретикулуме и т.д. Для этого нужны генетические конструкции, которые содержали бы и ген экворина, и гены разноцветных флуоресцентных белков. Тогда цвет свечения экворина будет свой собственный в каждом клеточ-

ном органоиде: например в ядре — красным, митохондриях — зеленым, ретикулуме — желтым и т.п. При быстром вращении диска с множеством цветных светофильтров в оптическом пути микроскопа сигналы разного цвета можно направлять для одновременной регистрации на разных каналах электронно-оптической установки. Полагаем, что такие генетические конструкции и установка — дело ближайшего будущего. Эта задача представляет не только теоретический, но и практический интерес. Есть веские основания полагать, что кинетика изменений концентрации Ca^{2+} в каких-то участках нервных клеток характерным образом нарушается при ряде заболеваний центральной нервной системы, например паркинсонизме и болезни Альцгеймера.

Что касается многоцветных меток, то их применение особенно перспективно в так называемом методе индуктивно-резонансного переноса энергии (frequency-resonance-energy transfer — FRET). Впервые освоенный с использованием разноцветных мутантов GFP из эквореи, этот метод позволил наблюдать межбелковые взаимодействия. Чтобы увидеть контакты между белковыми молекулами, один их тип метят сравнительно коротковолновой флуоресцентной меткой, например зеленой (максимум излучения на 508 нм), а другой — длинноволновой, скажем, с красной флуоресценцией (излучением 583 нм), возбуждаемой зеленым светом. Если облучить объект ультрафиолетовым или синим светом, флуоресценция будет зеленой только до тех пор, пока первый из меченых белков не соединится со вторым. Когда эти белки вступят в контакт, флуоресценция станет красной из-за нерадиационной миграции энергии с первой метки на вторую. Так можно изучать взаимодействия антитела с антигеном, вирусного белка и связываемого им белка «хозяина», моле-

кулярного рецептора с белковым гормоном и т.д. Можно наблюдать разрушение белка ферментами протеазами*.

Другое применение разноцветных белков — автоматическая сортировка клеток по цвету в проточно-капиллярном цитометре. От красного белка все той же красной дискантии получен мутант, который по мере созревания за 16 ч меняет цвет флуоресценции с зеленого на красный. Если эмбрион пометить геном такого белка, то можно видеть, где ген начал работать раньше (т.е. стал синтезироваться сам белок), а где — позже. Об этом свидетельствует последовательное появление пятен зеленой и красной флуоресценции.

Со временем, возможно, удастся даже генетически красить в разные яркие цвета — флуоресцентные и нефлуоресцентные — декоративные растения, аквариумных рыбок (это уже удалось сотрудникам Сингапурского зоопарка) и, что куда важнее, овец и пушных животных. И тогда, например, могут появиться овцы с наследуемой

рубиновой, изумрудной или бирюзовой шерстью. Много и других перспектив.

Правда, есть одна методическая трудность. Открытые нами белки, в отличие от зеленого флуоресцирующего белка из эквореи, имеют тенденцию слипаться в уже выделенном виде в димеры, тетрамеры и даже в большие агрегаты. А это затрудняет их применение в методе FRET и может быть даже вредно для исследуемых клеток. Однако в последнее время эта трудность успешно преодолевается — специалисты научились получать неслипавшиеся мутантные варианты GFP-подобных белков. Один мономерный белок получен в лаборатории Р.Тсиена путем 33 точковых замен аминокислотных остатков. Другой мутант — «тандемный» — сконструирован в лаборатории С.А.Лукьянова в виде единого гена, слитого из двух одинаковых мономеров. Кодируемый этим димерным геном белок тоже не образует тетрамеров и не слипается в комплексы. Применение таких вариантов весьма перспективно.

Итак, изучение биоломинесценции, а затем и флуорес-

ценции началось с той самой светящейся медузы, которую Форскал назвал эквореей. В те годы, когда экворин впервые начали применять в качестве индикатора ионов кальция, о генной инженерии еще не было и речи. Фотопротеины просто выделяли из свежесобранных медуз или полипов и хранили в морозилке холодильника. Пределом мечтаний ученых было увидеть, как в экспериментах с мышечным волокном внутриклеточная концентрация Ca^{2+} резко возрастает при сокращении или как подобные же ее изменения запускают межнейронную химическую передачу возбуждения в синапсах. Теперь генные инженеры и биотехнологи манипулируют генами флуоресцирующих и цветных белков, чтобы в буквальном смысле наблюдать за ходом внутриклеточных событий. Не исключено, что в будущем им удастся окрашивать разные организмы во все цвета радуги. И это будет передаваться по наследству. ■

Работа поддержана Российским фондом фундаментальных исследований. Проект 02-04-49717.

* Об этом см. в Интернете (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/>) на ключевое слово FRET.

Литература

1. Shimomura O., Jonson F.H., Saiga Y. // J.Cell. Compar. Physiol. 1962. V.59. P.223—229.
2. Prasher D.C., Eckenrode V.C., Ward W.W. et al. // Gene. 1992. V.111. P.229—233.
3. Лабас Ю.А. О механизмах активируемой кальцием биоломинесценции гребневиков // Биофизика живой клетки. 1973. Вып.4. С.83—116.
4. Labas YA., Gurskaya N.G., Yanushevich Y.G. et al. // Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 2002. V.99. P.4256—4261.
5. Dove S.G., Hoegh-Guldberg O., Ranganathan S. // Coral reefs. 2001. V.19. P.197—204.
6. Wiedenmann J., Elke C., Spindler K.D., Funke W. // Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 2000. V.97. №26. P.14091—14096.
7. Matz M.V., Fradkov A.F., Labas YA. et al. // Nature Biotechnol. 1999. V.17. №10. P.969—973.
8. Salib A., Larkum, A., Cox G. et al. // Nature. 2000. V.408. P.850—853.
9. Yamaguchi M, Saito H, Suzuki M, Mori K. // Neuroreport. 2000. V.11. P.1991—1996.
10. Bassot J.M., Nicolas M.T. // Histochem. Cell. Biol. 1995. V.104. №3. P.199—210.
11. Dunstan S.L., Sala-Newby G.B., Fajardo A.B. et al. // J. Biol. Chem. 2000. V.275. №13. P.9403—9409.
12. Shimomura O. The discovery of green fluorescent protein / M.Chalfie., S.Kain. Wiley-Liss., 1998. P.3—15.
13. Tsien R. // Ann. Rev. Biochem. 1998. V.67. P.509—544.
14. Matz M.V., Lukjanov K.A., Lukjanov S.A. // BioEssays. 2002. V.24. P.953—959.
15. Фридман Д., Мальмквист Т. Чудеса Красного моря. Герцлия (Израиль).
16. Terskikh A., Fradkov A., Ermakova G. et al. // Science. 2000. V.290. №24. P.1585—1588.

Дальневосточный гастроном, или Пищевые пристрастия бурого медведя

А.В.Кречмар



Ни для кого не секрет, что человек, осваивая новые, прежде недоступные территории, постепенно оттесняет все живое в самые глухие, а порой и малопродуктивные уголки. Не миновала чаша сия и некогда многочисленного в лесах Евразии, горах Кавказа и Средней Азии бурого медведя (*Ursus arctos*). Неконтролируемая охота, рубка леса, строительство дорог и т.д. привели к тому, что в некоторых частях ареала численность этого крупного млекопитающего животного снизилась до критической, а два его подвида (закавказский и тяньшаньский) угодили на страницы Красных книг. Тем не менее на Тихоокеанском побережье северной части Азии популяции бурого медведя не только не сокращаются, а напротив — процветают. Чем же это можно объяснить?

По мнению большинства исследователей, помимо относительно малой освоенности региона благоприятствие бурого медведя в наши дни связано с обилием в этих местах тихоокеанских лососей. Более того, предполагается, что частичное совпадение ареала самого крупного подвида бурых медведей с п-ова Камчатка и о.Кадьяк у южных берегов Аляски (*U.a.middendorffi*) и места нереста наиболее крупных тихоокеанских лососей (чавычи и нерки) находятся в прямой зависимости [1].

Действительно, поднимаясь на нерест по многочисленным рекам тихоокеанского бассейна, горбуша, кета, кижуч, нерка и другие виды лососевых рыб становятся легкой добычей медведей дальневосточных популяций. У них даже выработался целый комплекс поведенческих адаптаций, направленный на добывание рыбы как в местах нереста, так и в особенности на путях к ним.

В наиболее удобных для рыбалки участках русла (чаще все-



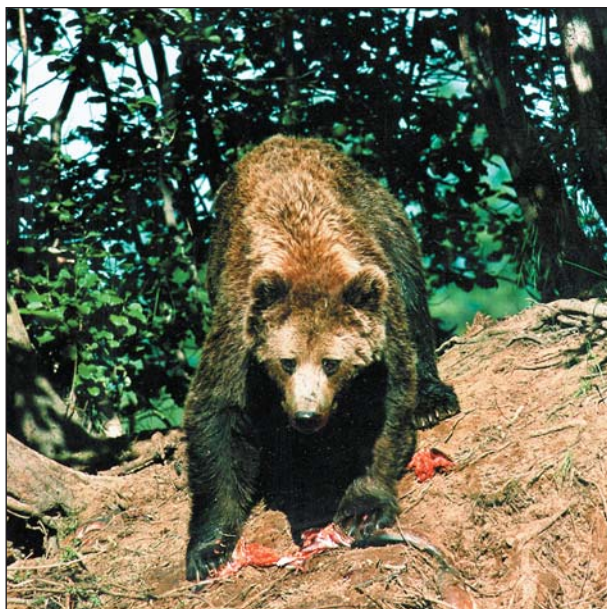
Арсений Васильевич Кречмар, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории орнитологии Института биологических проблем Севера ДВО РАН (Магадан). Область научных интересов — экология и мониторинг птиц (в основном пластинчатоклювых) на северо-востоке Сибири.

го на мелководьях в низовьях небольших рек) протяженностью в немногие километры, а иногда даже в сотни метров, в начале хода лососей собирается до десятка, а то и более медведей. Помимо непосредственных встреч (особенно в вечерних сумерках) о присутствии зверя можно судить по косвенным признакам: протоптанным вдоль берегов широким тропам, сохраняющимся из года в год, стационарным лежкам, валяющейся недоеденной рыбе, часто встречающимся медвежьим экскрементам и т.д.

Сцены медвежьего пиршества на нерестилищах хорошо описаны в научной и научно-популярной литературе, об этом сняты замечательные документальные кинофильмы, и, конечно, эти сцены производят неизгладимое впечатление на наблюдателя. Так, например, описывает на страницах «Природы» встречу с медведем геолог Ю.С.Салин, оказавшийся на Камчатке, как вы понимаете, вовсе не для того, чтобы наблюдать за косолапым рыболовом: «Рассекая воду, как глиссер, вприпрыжку, с рывканьем мчится мишка по нерестилищу, то и дело меняя курс. Наконец, последний, самый эффектный прыжок, и увесистый лосось прижат лапами

ко дну. Он дергается, пытается вырваться, да разве уйдешь от медвежьих когтей? Мишка перехватывает добычу наугад одной лапой, другой, обеими сразу, превращая серебристую торпеду в отбивную котлету... Все, сопротивление окончено. Довольный топтыгин окунает голову до плеч, и с очередной порцией рыбного блюда в зубах отправляется на бережок. Урча и мурлыкая, косматый гастроном уплетает за обе щеки истекающую жиром лососину».

Автор же этой статьи, по специальности орнитолог, начиная с 1966 г. ежегодно и вплоть до самого последнего времени участвовал в экспедициях в различные регионы северо-востока Азии. Во время полевых исследований помимо птиц приходилось наблюдать за другими животными, не остался без внимания и бурый медведь. Замечу, что зверь этот, несмотря на широкую известность и значительный к нему научный интерес, как ни странно, изучен все еще недостаточно. До сих пор нет единого мнения по поводу его филогении, только в общих чертах известны особенности биологии и экологии бурого медведя, нет даже точной оценки его численности. Связано это в первую очередь с исключительной



Тихоокеанские лососи, особенно вскоре после их входа в реки для нереста, — желанная добыча для бурых медведей.

трудоемкостью, а иногда и опасностью его изучения в природе. Не надо забывать, это крупный (вес взрослых самцов в наших краях может достигать 600 кг) и грозный зверь с непредсказуемым характером; а основной метод изучения медведя в естественных условиях у отечественных зоологов по-прежнему — визуальное наблюдение за животным, а также исследование его следов. И тут пригодилось мое давнишнее увлечение фотографией, в частности автоматической фотосъемкой с помощью аппаратов собственной конструкции [2]; фотографирование птиц и зверей весьма способствовало успешному выявлению некоторых деталей их экологии.

* * *

Несомненно, основной показатель благополучия популяции вида — его численность. Скопление бурых медведей на некоторых участках нерестовых рек наводит на мысль о необычайно высокой их численности в Тихоокеанском регионе. Однако количество медведей на прилегающих к нерестовым рекам

территориях не идет ни в какое сравнение с тем, что можно увидеть на речных берегах с началом хода лососей (в первую очередь горбуши и летней кеты). Так, в бассейне р.Чукча, в 200 км к западу от Магадана, где я провел последние 12 полевых сезонов, при появлении кеты (в июле) из удачно поставленной на берегу реки засидки иногда удавалось наблюдать до шести медведей за вечер. А вот в мае—июне и августе—сентябре средняя плотность популяции в тех же местах — один зверь на 10 км². Сходную или даже еще меньшую численность бурых медведей отмечали в разных районах Приохотья и Камчатки и другие авторы [1, 4]. Ясно, что медведи лишь на время покидают свои индивидуальные участки и отправляются к нерестовым рекам для пополнения своего рациона белками. Нередко им приходится преодолевать значительные расстояния, и потому трудно оценить площадь территории, с которой собрались медведи, а без этого невозможно судить и об их численности.

В рыбный рацион бурых медведей многих популяций

входят не только тихоокеанские лососи, но и другие виды рыб, лишь бы они были легко доступны. Например, задолго до появления идущей на нерест кеты в междуречье Анадыря и Майна (приток Анадыря) медведи с меньшим желанием охотятся на ряпушку, которая в массовом количестве покидает озера и по системам ручейков и проток также стремится на нерест. Нередко медведи подкарауливают на таких узких и мелководных ручейках многочисленных щук. В засушливые периоды, когда в бесчисленных на северо-востоке Азии горных реках и речках с множеством проток резко падает уровень воды, легкой добычей медведей становятся хариусы, сиги (в том числе и валек) и некоторые другие рыбы, которые скапливаются в небольших ямах пересохших проток [3]. Что же касается лососей, то они становятся жертвами не только медведей, но и браконьеров, которые, обычно довольствуясь икрой, выбрасывают вспоротую рыбу в ближайшие кусты, чем привлекают медведей. Звери с удоволь-

ствием поедают «дарованную» им рыбу, а, насытившись, закапывают остатки и ложатся сверху или поблизости. Не дай бог, оказаться в этот момент рядом — охраняя запасы, рассерженный медведь может броситься на непрошеного гостя. Замечу, в подобных передрагах ежегодно гибнет несколько горе-рыбаков.

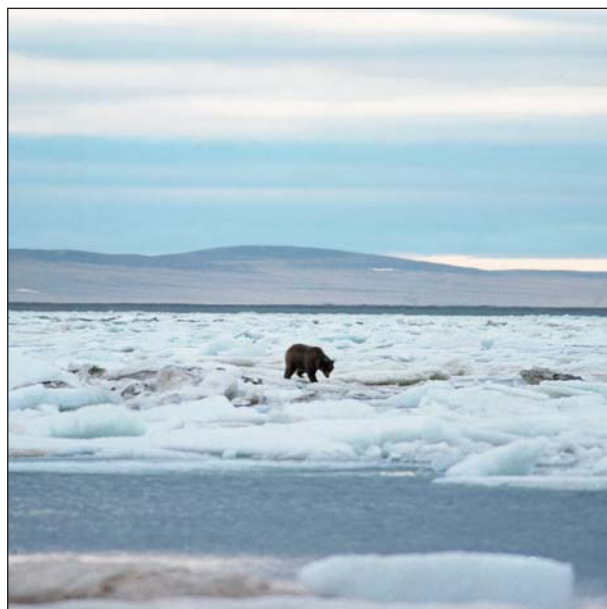
Испытывая белковый голод, не брезгают бурые медведи и падалью — поедают выброшенные на морской берег трупы моржей и даже китов, что нередко можно наблюдать на Чукотке. Более того, в июле 1990 г. в гортле Колючинской губы Чукотского моря мы стали свидетелями воистину необычной сцены: среди дрейфующих льдин бурый медведь охотился на тюленей бок о бок с белым. Хотя, в зависимости от сезона и местообитания, бурый медведь довольно успешно ловит мелких грызунов, зайцев, птиц и т.д., может завалить даже оленя или лося, тем не менее основа животного корма этого грозного хищника — рыба.

И все же, каким бы очевидным ни казался вывод, что рыбная диета для медведей весьма привлекательна и соответственно обилие и доступность рыбы способствуют процветанию медвежьих популяций, тем не менее в первые же годы экспедиционных работ в регионе мне стало ясно, что не все так просто.

В 1970-м, в год очень обильного хода кеты в верховьях р.Анадырь, медведи появились в пойме сразу после начала массового хода рыбы, однако спустя неделю или чуть более в значительной мере потеряли к ней интерес. В конце августа — начале сентября они уже почти не обращали внимания на разбросанные вдоль русел обсыхающих проток многочисленные тушки кеты разной степени свежести и только от случая к случаю, обычно в сумерках, спускались к воде и активно ловили рыбу на мелководьях. У пойманной рыбы медведи выедали лишь лакомые кусочки (обычно икру и жирный слой мяса непосредственно под кожей), и складывалось впечатление, что зве-

рей больше интересовал сам процесс рыбалки, чем конечный результат. К тому же все попытки сфотографировать зверей, используя в качестве приманки погибшую и умирающую рыбу, тогда не увенчались успехом. Хорошие же фотографии удалось получить только при установке фотоаппаратов около остатков погибшего лося или просто на хорошо протоптанных в пойме тропах.

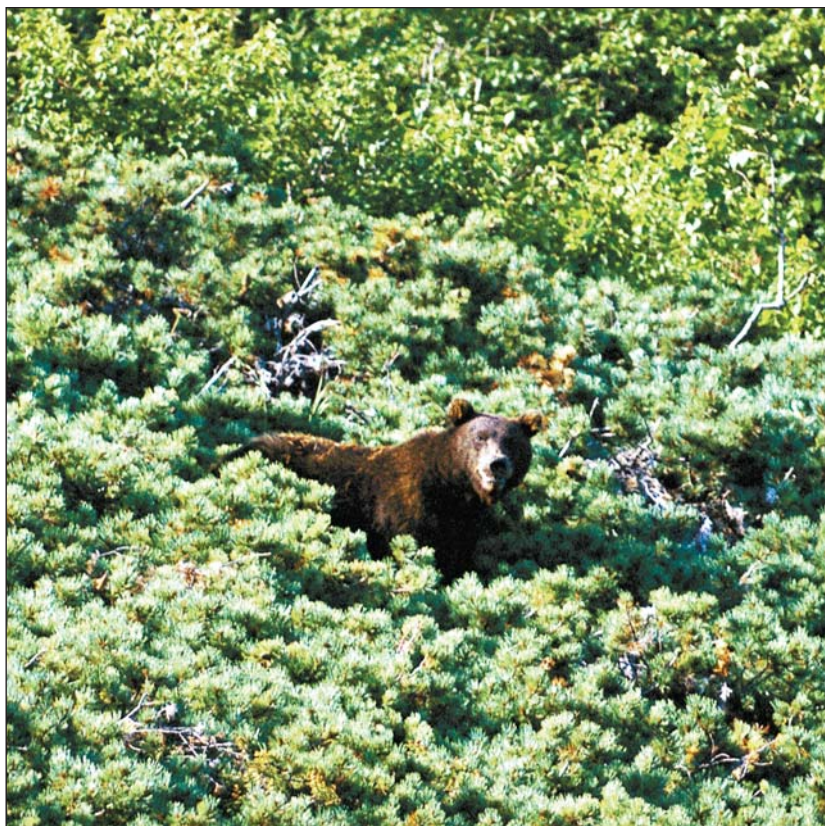
Оказалось, что большую часть времени медведи проводили на поросших кедровым стлаником (*Pinus pumila*) склонах гор или на ягодниках, а для рыбной ловли спускались к реке лишь на короткое время, и чем ближе к ледоставу, тем реже. Следует заметить, что урожай семян кедрового стланика был в том году обильным, а его семена как раз и составляют основу рациона медведей местной популяции. Об этом свидетельствовал и просмотр экскрементов, в составе которых обнаружено много чешуек шишек и скорлупы орешков кедрового стланика, а остатки ягод и рыбы содер-



В поисках белковых кормов бурые медведи иногда становятся конкурентами белых, охотясь в прибрежных льдах на тюленей. Снимок сделан на побережье Чукотского моря, у входа в Колючинскую губу.



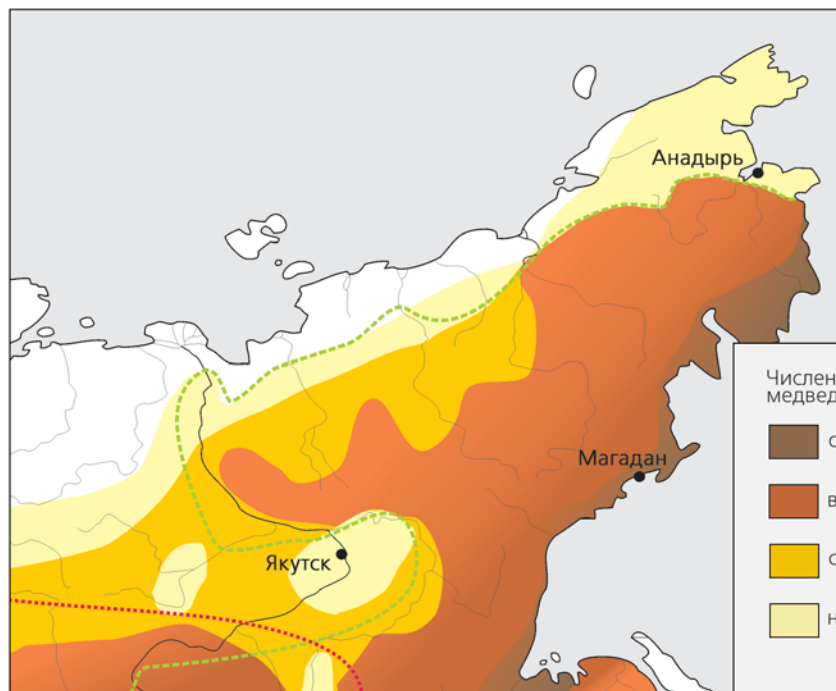
Поздней осенью медведи, как правило, почти не проявляют интереса к тушкам погибших после нереста лососей, нередко в изобилии разбросанным на отмелях.



Бурый медведь, кормящийся среди зарослей низкорослого, но обильно плодящегося кедрового стланика.

жались в незначительных количествах. Нечто подобное приходилось наблюдать и в последующие годы как в среднем течении Анадыря, так и близ северного побережья Охотского моря. Во всех случаях медведи в больших количествах появлялись на речных берегах в начале хода лососей и задерживались там на одну — три недели, в зависимости от урожая кедрового стланика и ягод.

Особого внимания заслуживают наблюдения, сделанные на западном побережье Внутренней губы (п-ов Тайгонос) в конце июля — августе 1971 г. и в устье р.Баранья Кроноцкого п-ова на восточном побережье Камчатки в августе—сентябре 1987 г. Численность медведей, постоянно встречающихся там в довольно узкой приморской полосе, была вполне сопоставима с тем, что мы видим на многих нерестилищах дальневосточных лососей. Например, 29 июля 1971 г. во время однодневной экскурсии близ побережья п-ова Тайгонос протяженностью всего в 10—12 км было встречено 10 медведей. Нечто подобное было отмечено



Распространение и численность бурого медведя в материковой части востока Сибири. Карта составлена на основании литературных данных [1, 4, 8] лишь местами незначительно скорректированных автором по собственным материалам.

Численность бурого медведя:	Границы ареалов:
очень высокая	кедрового стланика
высокая	кедровой сосны
средняя	
низкая	

и на побережье Кроноцкого п-ова. Примечательно, что в обоих случаях устья достаточно крупных рек, пригодных для нереста лососевых, находились от пунктов наблюдений на расстоянии 20 км или даже еще дальше, а многочисленные мелкие речки и ручьи были очень коротки, текли в море по крутым распадкам, часто с водопадами, и почти лишены рыб. Естественно, в пищевом рационе обитавших в этих местах медведей рыбы почти не было. Береговая полоса с выбросами моря и литораль во время отлива на обследованных участках хотя и посещались медведями достаточно регулярно, но ни в коей мере не могли прокормить медвежью популяцию.

Какова же тогда причина столь высокой плотности медведей на обоих обследованных участках? По природным характеристикам они несколько отличались друг от друга. Если на п-ове Тайгонос на склонах и террасах были обильные голубичники, выше на склонах гор — брусничники, а в долинах ручейков — заросли жимолости, то на Кроноцком п-ове в узкой приморской полосе и в лесах из каменной березы заметны мощные заросли разнотравья. Медведи в обоих пунктах охотно питались как ягодами, так и стеблями, корнями травянистых растений в зависимости от их обилия в данном месте. Но особое значение имел вид корма, общий для обеих территорий, — орешки уже упомянутого кедрового стланика. На исследованном участке п-ова Тайгонос, на безлесных склонах гор от уровня моря и вплоть до нижней границы альпийского пояса, безусловно преобладали заросли кедрового стланика наряду с ольховыми куртинами. На побережье Кроноцкого п-ова заросли низкорослого, но очень обильно плодоносившего кедрового стланика присутствовали на склонах береговых обрывов и в распадках многочисленных ручьев, а местами и выше,



На лужайках среди зарослей кедрового стланика, особенно вблизи побережья Охотского моря, плотность населения бурых медведей бывает достаточно высокой, а местами сравнимой с той, которую случается наблюдать вдоль нерестовых рек.

на склонах увалов. Ежедневно и многократно можно было наблюдать медведей, кормившихся в кустах кедрового стланика. Кроме того, почти все из нескольких десятков просмотренных экскрементов содержали чешуйки шишек и скорлупу семян этого растения, а часто почти целиком из них и состояли. По-видимому, при довольно обильном урожае медведи предпочитают орешки кедрового стланика всякому другому масловому корму, тем более что они весьма питательны и способствуют накоплению жировых запасов, столь необходимых перед залеганием в берлоги.

Особенно показательны в этом отношении наблюдения, сделанные в начале сентября 1987 г. на западном побережье Камчатки. Тогда на протяжении нескольких суток крупный самец медведя практически непрерывно находился в поле зрения не далее чем в 300 м от кордона заповедника. Все это время он кормился, в основном лежа, или отдыхал среди кустов низкорослого, но очень обильно плодоносившего кедрового

стланика, лишь ненадолго отлучаясь к ближайшему ручью, чтобы напиться и искупаться.

Роль орешков кедрового стланика и кедровой сосны (*Pinus sibirica*) как важных составляющих пищевого рациона бурого медведя отмечена давно [4—7]. Достаточно сопоставить ареалы этих растений с зоной распространения бурого медведя в материковой части Восточной Сибири, чтобы заподозрить связь между ними. Во всяком случае районы с высокой и средней численностью медведя в общих чертах совпадают с ландшафтами, покрытыми кедром. Так, на востоке, близ морского побережья, где господствует кедровый стланик [5, 7], отмечены и районы с максимальной численностью бурого медведя [8]. Но особенно ярко эта закономерность проявляется вдоль западной границы распространения кедрового стланика — в Якутии. На левобережье Лены, на краю ареала кедрового стланика, численность бурого медведя довольно низка, а на северо-западе Якутии — в мало продуктивной тайге, со-



Будучи источником великолепного высококалорийного корма, кедровый стланик выполняет и активную защитную функцию.

стоящей в основном из лиственницы, без подлеска из стланика — медведи и вовсе редки. Сходня картина отмечена и на Чукотке: севернее границы зоны распространения кедрового стланика, т.е. в горной тундре, численность медведя резко падает [1]. Высокая численность медведя на юго-западе Якутии, где нет или мало стланика, скорее всего связана с присутствием кедровой сосны.

Плотность некоторых популяций бурого медведя в местах, весьма удаленных от нерестилищ лососевых рыб, столь высока, что порой не уступает соответствующим показателям в регионах Тихоокеанского бассей-

на. Так, например, по данным известного зоолога О.В.Егорова, в 50—60-х годах прошлого века на некоторых покрытых зарослями кедрового стланика участках юго-западных отрогов Верхоянского хребта на 10 км² в среднем приходилось более одного медведя, а местами даже до 6 (!) медведей. Для сравнения: на большей части побережья Охотского моря и на Камчатке плотность медвежьей популяции составляет также примерно одна особь на 10 км² [1].

Вот и получается, что орехи кедрового стланика благодаря содержанию в них легкоусвояемых липидных соединений для медведей оказались более эф-

фективным нажировочным кормом по сравнению с богатой протеинами рыбой. Содержание масла в ядре семян кедрового стланика составляет 51.2—64.9%, что несколько больше, чем даже у кедровой сосны сибирской [5]. В урожайные годы на западных склонах Верхоянского хребта продуктивность стланика может достигать 35—50, а местами и 70—100 кг семян с гектара, а в некоторых приохотских и прианадырских районах даже до 200—250 кг с гектара [5]. Считалось, что высокие урожаи семян кедрового стланика, как и других хвойных, обычно случаются лишь раз в два-три года [5]. Однако в результате тщательных исследований относительно недавно выяснилось, что даже в неблагоприятные годы всегда найдутся участки или отдельные куртины (исследования проводились на Камчатке) с особым микроклиматом, позволяющим вызревать семенам кедрового стланика [7].

Естественно, столь ценное кормовое растение не могло не привлечь других животных: основные конкуренты медведей — кедровка и бурундук, а также некоторые виды мышевидных грызунов в годы их высокой численности. Причем кедровка и бурундук приступают к «сбору урожая» пока семена находятся в состоянии молочной спелости, а в годы низкого или даже среднего урожая могут очистить кусты от шишек задолго до полного созревания. При этом как кедровка, так и бурундук занимаются запасанием семян впрок. Предусмотрительные кедровки прячут семена небольшими порциями в самых разнообразных местах — на деревьях и на земле. Бурундуки же обычно устраивают свои запасы в специальных выкопанных ими земляных норах, где иногда содержится до килограмма, а то и более хорошо очищенных семян [6]. Этих запасов зверькам должно хватить до следующего урожая. Благодаря отличному обонянию медведи легко нахо-



Основные конкуренты бурого медведя по использованию семян кедрового стланика — кедровка, бурундук и красная полевка.

дят «зачапки» кедровок, но особое значение для них имеют «кладовые» бурундуков. Мощными передними лапами медведи очень умело раскапывают норы бурундуков и уничтожают их запасы, а при случае и самих хозяев. Они отыскивают норы зверьков не только осенью, перед залеганием в берлоги, но и весной, после схода снега, в конце мая — июне, в период особенно дефицита кормов. Не раз я наблюдал в начале лета за медведем, раскапывавшим нору бурундука; бесчисленны и находки «следов преступлений» косматого разбойника. Так, на участке, поросшем крупными кустами стланика, я обнаружил не менее 10—15 раскопок разной степени свежести на каждый обследованный гектар. Это озна-

чает, что медведи используют запасы бурундуков не случайно, скорее это — закономерность, свидетельствующая о сложности взаимоотношений между видами в экосистемах.

И в заключении замечу: кедровый стланик не только кормит, но и защищает животных, густые заросли этого растения позволяют зверям скрываться, в том числе и от браконьеров. Кроме того, заросшие стлаником склоны сопок очень удобны для устройства зимних берлог. Что же касается дальневосточных лососей, то, судя по всему, они не оказывают решающего влияния на процветание медвежьих популяций, скорее они, хоть и существенное, но кратковременное подспорье в белковом рационе. Исключением, ви-



димо, могут быть лишь незначительные по площади локальные территории, например на самом юге Камчатки. Действительное же благополучие медвежьих популяций, в том числе и дальневосточных, может обеспечить лишь обилие растительных кормов, и в первую очередь — семена кедрового стланика и сибирской кедровой сосны. ■

Литература

1. Чернявский Ф.Б., Кречмар М.А. Бурый медведь (*Ursus arctos* L.) на северо-востоке Сибири. Магадан, 2001.
2. Кречмар А.В. Автоматическая фотосъемка в экологических исследованиях. М., 1978.
3. Кречмар А.В., Кречмар М.А. // Экология. 1992. №3. С.66—74.
4. Ревенко И.А., Юдин В.Г. Камчатка. Юг Дальнего Востока. Сахалин и Курильские острова // Медведи — Bears / Ред. М.А.Вайсфельд, И.С.Честин. М., 1993. С.318—420.
5. Тихомиров Б.А., Пивник С.А. Кедровый стланик. Магадан, 1961. С.37.
6. Тавровский В.А., Егоров О.В., Кривошеев В.Г. и др. Млекопитающие Якутии. М., 1971.
7. Хоментовский П.А. Экология кедрового стланика (*Pinus pumila* (Pallas) regel) на Камчатке: Общий обзор. Владивосток, 1995.
8. Винокуров В.Н., Мордосов И.И. Распространение и численность бурого медведя в Якутии // Экология медведя. Новосибирск, 1987. С.41—45.

Позднепалеолитический человек заселяет Русскую равнину

А.А.Величко, Ю.Н.Грибченко, Е.И.Куренкова

Заселение новых территорий, приспособление к новым условиям жизни первобытных сообществ — исключительно важные составляющие истории человечества. Собранные археологами и палеогеографами данные говорят, что вторая половина последней ледниковой эпохи, начавшаяся около 40 тыс. лет назад, была временем особенно активного, хотя и неравномерного освоения всего внетропического пространства Евразии, в том числе и равнин Восточной Европы [1]. Как проходил этот процесс? Что заставляло наших далеких предков проникать все дальше на север, стремиться как бы навстречу ледниковому покрову? Какими были ландшафты и климат в тот период? Попытку ответить на эти вопросы и представляет собой эта статья, основанная на обобщении данных, полученных за несколько десятков лет.

Журнальные рамки не позволяют останавливаться на методических аспектах палеогеографических исследований. Скажем лишь, что на стоянках древнего человека они включают изучение геоморфологии и стратиграфии участков расположения стоянок, строение толщи отложений, вмещающих культурный слой, их литологии

© А.А.Величко, Ю.Н.Грибченко, Е.И.Куренкова



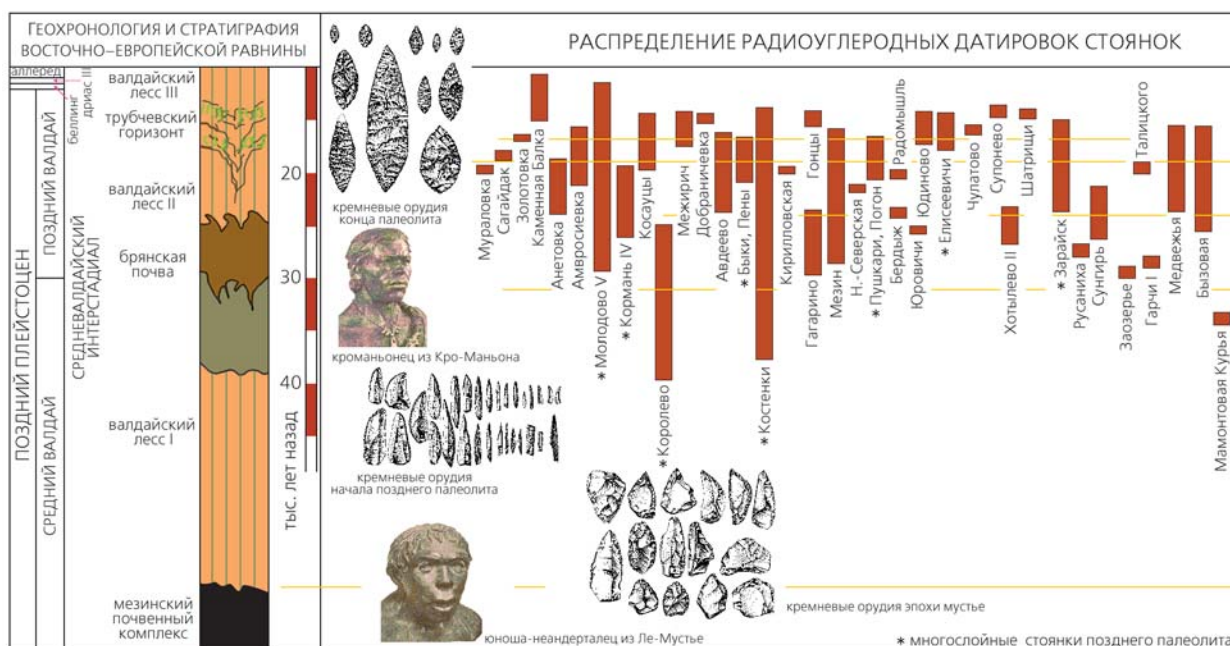
Андрей Алексеевич Величко, доктор географических наук, профессор, заведующий лабораторией эволюционной географии Института географии РАН. Специалист в области палеогеографии и палеоклиматологии. Член редколлегии журнала «Природа».

Елена Ивановна Куренкова, кандидат географических наук, старший научный сотрудник той же лаборатории. Изучает условия обитания палеолитического человека и радиоуглеродную хронологию позднего палеолита.

Юрий Николаевич Грибченко, кандидат географических наук, старший научный сотрудник той же лаборатории. Занимается стратиграфией и литологией отложений средне- и позднеплейстоценового возраста на европейской части России, в том числе на стоянках первобытного человека.

и геохимии. Важную роль играют также изучение фауны млекопитающих и спорово-пыльцевой анализ, позволяющие реконструировать ландшафты и получать палеоклиматические характеристики. Наконец, чрез-

вычайно важны радиоуглеродные датировки — они создают надежную основу для корреляции данных, полученных на различных памятниках, определения времени основных природных событий и сопоставле-



Хроностратиграфическое положение основных позднепалеолитических стоянок Восточной Европы по радиоуглеродным данным. Реконструкции палеолитических людей выполнены М.М.Герасимовым [7]. На стратиграфической колонке показаны горизонты лессов и ископаемых почв (трубчевский горизонт, брянская почва, мезинский почвенный комплекс).

ния их с этапами развития человеческого общества [2]. В результате таких комплексных работ, проводимых на стоянках и прилегающих территориях, сегодня можно достаточно детально представить себе природную обстановку Северной Евразии в позднепалеолитическое время (приблизительно 40–12 тыс. лет назад) и картину заселения в это время.

Напомним, однако, что первые, очень редкие свидетельства появления человека на Восточно-Европейской равнине относятся к интервалу времени 400–300 тыс. лет назад, когда люди только пытались выйти на эту равнину в периоды потеплений, в холодные же времена уходили назад, в расположенные южнее горные районы. Их приспособленность к климатическим переменам постепенно возматривалась: мустьерский человек (около 100 тыс. лет назад) появляется не только на юге Русской равнины, где живет постоянно, но и совершает рейды

на север (стоянки Хотылево I, Бетово на Десне) [2]. И это уже в условиях наступившего оледенения, начавшегося после предпоследнего, микулинского межледниковья.

Этапы расселения

Комплекс палеогеографических данных показывает, что климат последней ледниковой эпохи (вюрмской, или валдайской), начавшейся около 115–110 тыс. лет назад, был более холодным по сравнению с предшествующими ледниковыми эпохами четвертичного периода. Однако экстремально суровым он стал лишь начиная с 24–23 тыс. лет назад. В это время в условиях широкого распространения многолетней мерзлоты на равнинах Европы интенсивно накапливались лессы, а преобладающими ландшафтами стали гигантские пространства тундры и перигляциальных, т.е. образовавшихся за пределами ледника,

степей и лесостепей при широком распространении мощной многолетней мерзлоты [3]. Для средней же части валдайской ледниковой эпохи, начиная с 45 тыс. лет назад, характерна фаза относительного потепления. Это время носит название средневалдайского (брянского) интерстадиала, и в первой его половине (около 40–35 тыс. лет назад) даже в высоких широтах возросла роль древесной растительности. Именно в это узкое «окно» смягчения климата позднепалеолитический человек — кроманьонец — совершает рывок на север Русской равнины, к Полярному кругу.

К первому этапу распространения позднепалеолитического человека на равнине относятся наиболее ранние культурные слои некоторых многослойных стоянок (примерно от 38 до 32 тыс. лет назад), которые известны в бассейнах Днестра (Молодова V и Кормань IV), Дона (Костенки XII, Костенки XVII и др.), а также стоянка бассейна Печо-



Схема расположения стоянок разных этапов позднепалеолитического расселения и растительный покров максимума поздневалдайского оледенения (типы растительности приведены [5]). 1 — границы ледниковых покровов; 2 — субарктические луга; 3 — тундровая растительность с участием остепненных сообществ; 4 — перигляциальная лесостепь с участием тундровых элементов; 5 — перигляциальная степь в зоне многолетней мерзлоты; 6 — перигляциальная степь в области глубокого сезонного промерзания; 7 — область морских трансгрессий; 8 — граница зоны многолетней мерзлоты; 9 — стоянки позднеледниковья; 10 — стоянки максимума оледенения; 11 — стоянки добрянского и брянского времени.

ры — Мамонтова Курья. Достаточно редкие местонахождения представлены как в южных, так и в северных регионах Восточно-Европейской равнины.

В заключительную часть этого интерстадиала (32–24 тыс. лет назад) климатические усло-

вия стали ухудшаться. Палинологические исследования геологических разрезов в бассейне Средней Десны и на Днестре показали, что условия тогда были близки к северо-таежным Западной Сибири, т.е. климат был холодным и континентальным.

К этому этапу относятся более поздние слои стоянок: Молодова V, Кормань IV — на Днестре; стоянки Юровичи, Бердыж — в бассейне Днепра; группа стоянок Костенки и Гагарино — на Дону. Следы этого времени содержат культурные слои расположенных на много севернее (56°с.ш.) палеолитических стоянок Сунгирь и Русаниха — в бассейне Оки, а также сравнительно недавно открытые археологом П.Ю.Павловым стоянки Заозерье и Гарчи I — в бассейне Камы, где ведутся комплексные исследования; Бызовая — на средней Печоре (64°с.ш.). В конце брянского времени и сразу после него люди появились на стоянках Хотылево II (на Десне), Авдеево (на Сейме), Зарайск (на Оке).

В Восточной Европе обнаружено значительное число памятников, свидетельствующих о высокоразвитой культуре обработки кремня и кости. Они соответствуют следующему этапу расселения — времени максимального похолодания и начала деградации валдайского ледника (23–16 тыс. лет назад). Однако можно предполагать, что внутри этого временного отрезка, а именно 21–19 тыс. лет назад, заселенность равнинных территорий сокращалась.

Действительно, тогда валдайский ледник достиг границ своего максимального распространения, и значительные пространства северо-запада Восточно-Европейской равнины были заняты мощным ледниковым покровом. В обширной полосе, окаймлявшей ледниковый щит, располагались крупные приледниковые водоемы, широкие долины стока талых вод и заболоченные пространства. Многократные колебания края ледника формировали в этой полосе очень сложный рельеф. Таким образом, не только сам щит, но и вся прилегающая к нему территория скорее всего были недоступны для древних охотников. Возможно, происходил кратковременный отток населения из центральных районов на

юг, где именно в это время появляется группа позднепалеолитических поселений охотников на бизонов. Это известные стоянки, имеющие близкий радиоуглеродный возраст — Лески, Сагайдак, Мураловка и др. После 19 тыс. лет назад поселения существуют в различных регионах — от бассейнов Днестра, Днепра, Дона и Оки до Приуралья, о чем свидетельствуют датировки культурных слоев стоянок Косауцы, Кирилловская, Быки, Зарайск, Талицкого и др. Но если сопоставить палеоботанические характеристики палеолитических стоянок этого этапа в хронологическом порядке, то окажется, что коренных изменений в растительном покрове, а значит, и в смене зонального типа растительности в этот период обитания человека в центральных районах Восточно-Европейской равнины не происходило. Вероятно, криоаридные условия последней ледниковой эпохи привели к существованию относительно устойчивых во времени ландшафтов, благоприятных для жизнедеятельности первобытных охотников.

Растительный покров перигляциальных пространств позднепалеолитического времени имел мозаичную структуру. На плакорах господствовали степные сообщества из растений, способных переносить низкие температуры (и в настоящее время произрастающих в южных степях, пустынях и полупустынях), они соседствовали с участками, которые развивались на слабо сформированном почвенном покрове [4].

Широкие днища долин рек занимали луга, возможно, местами заболоченные, заросли кустарников (кустарниковые березки, ольховник и др.), отдельные группы деревьев. Долины зарастали растениями, современные области распространения которых находятся в тундре и лесотундре.

При такой структуре растительности совместно могли существовать типично степные

виды фауны с типично тундровыми (лошадь, бизон, северный олень, песец). К ним примешивались и лесные животные — медведь, россомаха, заяц и др. Практически повсеместно обитали мамонты, стада которых свободно перемещались по открытым пространствам Восточно-Европейской равнины.

Во время заключительного этапа позднепалеолитического расселения (15—12 тыс. лет назад) число стоянок в Восточной Европе возросло [5]. Стоянки первобытных охотников были широко распространены в бассейнах Днестра, Десны, Среднего Приднепровья (Межирич, Гонцы, Добраничевка, Семеновка и др.), Дона и Оки (Зарайск, Карачаровская, Шатрищи и др.). Судя по их концентрации, именно эти территории были наиболее благоприятны для обитания и охотничьего промысла первобытных сообществ. Характерная черта многих стоянок конца позднего палеолита — крупные сооружения из костей мамонта, обычно называемые жилищами, хотя на самом деле их предназначение не всегда ясно.

Примерно 14 тыс. лет назад природа Восточной Европы начинает меняться. Ледниковый покров и область многолетней мерзлоты деградируют, перестраивается ландшафтно-климатическая ситуация. Человеку приходится менять местообитания и приспосабливаться к новым условиям. На ранее открытых степных участках распространяются леса, а в северо-западных регионах появляется большое число подпрудных озер. Главный объект охоты позднепалеолитического человека — мамонт — мигрирует на восток Евразии, где природные условия еще сохраняли черты, близкие к перигляциальным в максимум последнего оледенения.

Произошли изменения и в распределении поселений. Их число сократилось в бассейнах Оки, Дона, Днепра и Днестра, но увеличилось на северо-западе, ранее недоступном для че-

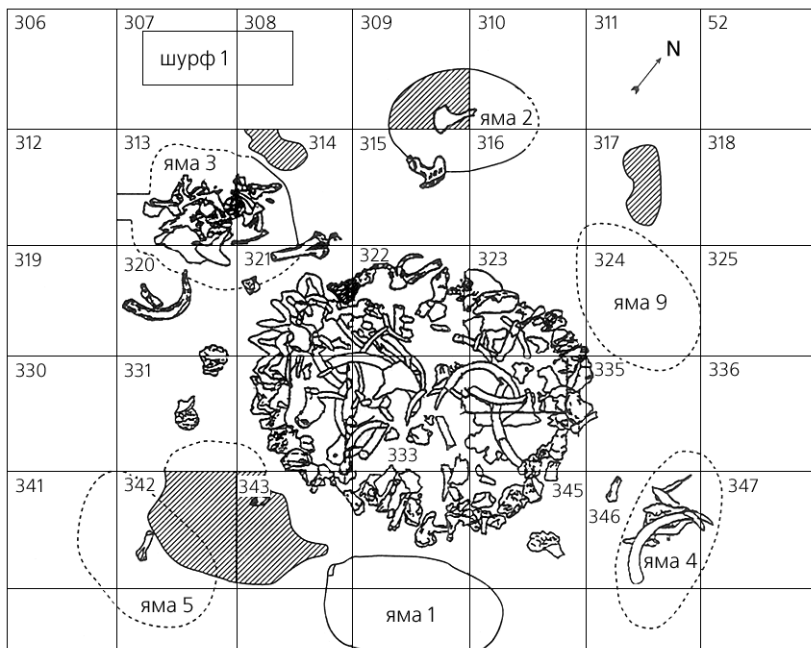
ловека. Перемещения населения диктовались также изменениями условий и специализацией охоты, так как человек еще накрепко был привязан к охотничье-собирательскому образу жизни.

Специфика охоты

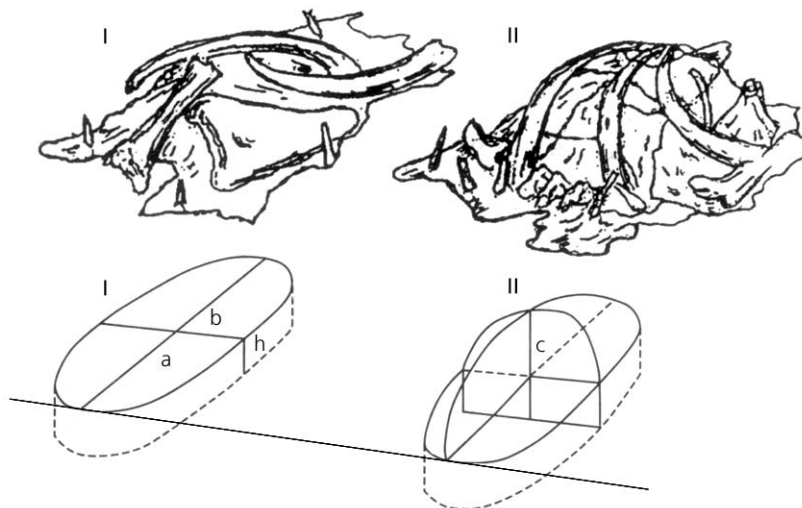
Благополучное существование человеческих коллективов целиком зависело от крупных травоядных млекопитающих, но предмет охоты, естественно, был неодинаков. В разных регионах Восточно-Европейской равнины состав промысловой фауны различался и по времени, и по количественному соотношению видов животных, остатки которых представлены на стоянках.

В культурных слоях стоянок брянского времени повсеместно присутствуют костные остатки мамонтов. Особенно много их в бассейне Десны — в Хотылеве II и Юровичах. Видимо, здешние жители предпочитали охотиться именно на этого животного. Обитатели близких между собой по возрасту стоянок (бассейны Печоры и Камы) при одинаковом составе фауны выбирали разную добычу: на Бызовой преимущественно били мамонта, а на стоянке Заозерье — широкопалую лошадь. На более молодых стоянках — Медвежья и Талицкого — охотились на северного оленя.

Большое количество остатков оленя и лошади характерно для памятников бассейна Сейма и восточной части юга Русской равнины — Сунгирь и группы Костенковских стоянок. Кроме того, на них отмечается присутствие бизона, остатков которого больше в южных районах (Молодова V, Кормань IV). В регионах, располагавшихся за пределами сплошного распространения многолетней мерзлоты, он вообще был основным объектом охоты. На стоянках северного Приазовья это животное абсолютно преобладает (Мураловка, Золотовка). В бассейне Днестра



План расположения четвертого жилища и окружающих ям на стоянке Межирич.



Реконструкции искусственных ям-хранилищ, выполненные А.А.Величко [2]. I — без наземной конструкции (a — длина, b — ширина, h — высота); II — с наземной конструкцией (c — высота).

состав фауны промысловых животных верхнепалеолитического комплекса неоднороден, но по-разному — в зависимости от времени. Если в мустьерских слоях (более 40 тыс. лет назад) доминирует мамонт, то в позднем палеолите основным объектом охоты становятся северный олень и лошадь.

На стоянках Сейма, Верхнего Дона и Оки набор крупных промысловых животных у древних охотников в целом сходен, однако в культурных слоях многих здешних памятников содержится большое число костных остатков песка (например, на стоянке Елисеевичи 68.5% от общего числа определенных). Много

костей этого зверя отмечено в Авдеево и Костенках. Сокращается количество костей мамонтов на юго-западных стоянках Восточной Европы и заметно увеличивается в Верхнем Приднепровье (Авдеево, Бердыж, Мезин, Пушкари).

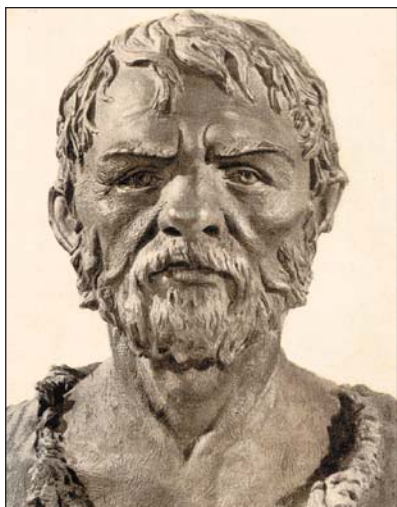
К концу позднего палеолита происходит наиболее заметное территориальное разделение отдельных групп стоянок по специализации объектов охотничьего промысла. Сокращается доля мамонта в составе фауны отдельных стоянок. Около 12 тыс. лет назад (к интерстадиалу аллеред) его находки становятся достаточно редкими на большей части равнин Восточной Европы. Одновременно возрастает значение северного оленя и лошади. В самом конце палеолита и в неолите основными объектами охоты становятся преимущественно лесные виды животных.

Первобытная архитектура для первобытной семьи

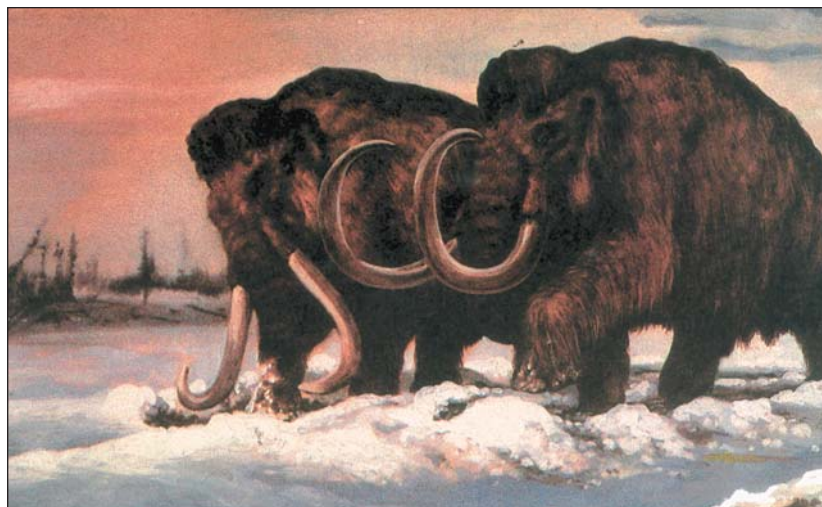
Большое количество костей мамонта и других крупных млекопитающих на позднепалеолитических памятниках Среднего Приднепровья (Межирич, Добраничевка — до 93% всех костных остатков, Гонцы) и бассейна Десны (Мезин, Елисеевичи, Тимоновка, Юдиново и др.) использовалось в качестве строительного материала. Главная особенность этого последнего этапа расселения — крупные округлые жилые конструкции из костей мамонта, сочетающиеся с многочисленными ямами по периферии.

Наиболее ярко их остатки представлены на стоянке Межирич, расположенной в долине р.Рось. В результате многочисленных раскопок здесь было открыто целое поселение первобытных охотников, состоящее из четырех таких сооружений [6].

Одно из них, в раскопках и исследовании которого авторы принимали участие вместе



Кроманьонец из Костенок.
Реконструкция М.М.Герасимова [7].



«Пейзаж» с мамонтами (с выставки «Все о мамонтах», проходившей в Японии в 1981 г.).

с украинскими специалистами во главе с Н.Л.Корниец, представляет собой остатки округлой конструкции, с основанием до 6 м в диаметре, из плотно уложенных черепов, челюстей и крупных костей мамонта. Вокруг основной постройки, на расстоянии около 1,5 м, расположены шесть искусственных ям глубиной до 1 м от уровня основания жилища и диаметром около 2,0—2,5 м. Они заполнены костями, кремнем и зольной массой в разной концентрации на разных уровнях. В некоторых ямах видны признаки неоднократного подновления. В их верхней части имеются крупные скопления костей и бивней мамонта, залегающих на стерильных песчаных линзах.

Подобные конструкции жилищ обнаружены на стоянках Мезин, Добраничевка, Костенки XI и Юдиново. Однако структура культурного слоя последнего памятника на р.Судость (притоке Десны) не до конца исследована. К тому же поверхность обитания здесь сильно нарушена блоковыми деформациями грунта, связанными с деградацией многолетней мерзлоты.

Наши наблюдения на стоянках Елисеевичи, Межирич и Костенки позволяют говорить



Жилище позднепалеолитического человека. Реконструкция И.Г.Пидопличко [6].

о многократном использовании ям с разными целями. Так, во время строительства центральных сооружений грунт, извлеченный из них, мог идти на создание основания — фундамента таких сооружений, а сами ямы использовались для хранения пищевых запасов или для других хозяйственных целей.

Черепам мамонтов и другим массивным частям скелета создавали прочную основу сооружениям, которые укрепляли, обтя-

гивая шкурами животных. Костями поменьше и бивнями обкладывались стены и верхушки конструкций. Обнаруженные же в ямах бивни, лопатки и берцовые кости скорее служили частью наземной архитектуры.

Полагая, что ямы служили складом для запасов мяса — главного пищевого ресурса, — можно считать их количество показателем степени заселенности стоянки. Минимальный объем такого склада — емкость ямы,



Вид со стоянки Пушкари на широкую долину р.Десны, по которой передвигались стада мамонтов 22—20 тыс. лет назад.

Фото Ю.Н.Грибченко

Стоянка на берегу древней Роси. Реконструкция И.Г.Пидопличко [6].

прикрывавшейся сверху шкурами, укрепленными костями. Однако ориентировка крупных костей и нередко встречающееся звездообразное положение бивней в верхней части завалов (например, в Костенках I) позволяют полагать, что иногда ямы надстраивались конструкцией, высота которой составляла 50—60% от ширины ямы. Ее

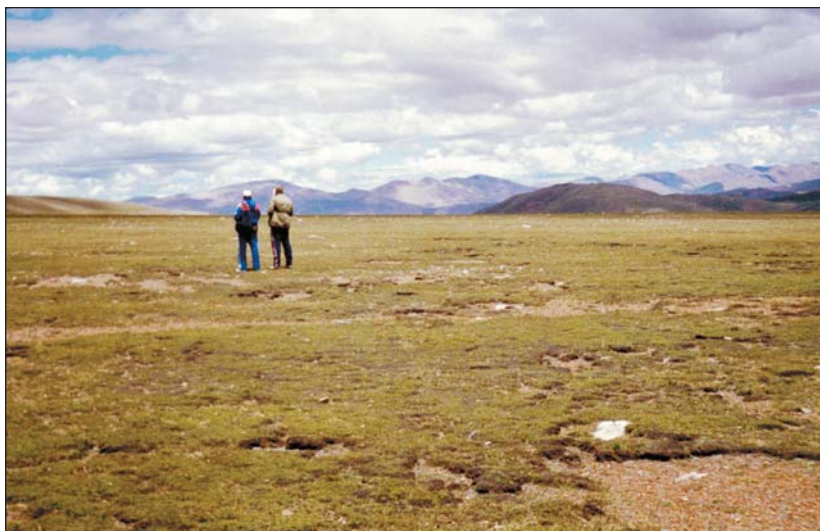
верхушка, судя по положению бивней, скорее всего была не острой, а округлой.

Поскольку стоянки северной половины Восточно-Европейской равнины существовали в области многолетней мерзлоты, подготовка таких ям могла производиться только в теплые периоды года, когда верхний слой оттаивал. В плане ямы

обычно имеют длинную ось около 2 м и короткую, поперечную — около 1 м. При глубине около 0.7 м объем запасаемого в ней мяса близок к 250 кг. Если считать, что для группы из семи человек (двое взрослых, трое детей, двое людей пожилого возраста) необходимо 4—5 кг мяса в день, то запасов такой ямы хватало на 50 дней. Между

Ландшафт Тибета — ближайший аналог ландшафта перигляциальной зоны позднего плейстоцена Восточной Европы.

Здесь и далее фото Ю.Н.Грибченко



Раскопки на одной из самых северных стоянок Восточной Европы — Заозерье (31 тыс. лет назад). Река Чусовая.



Культурный слой на стоянке Хотылево II (24—22 тыс. лет назад).



тем для обеспечения такой группы питанием на весь холодный период года (около 230 дней) требовались запасы более пяти подобных ям.

Но нормальное развитие человеческой популяции не может идти только на базе одной семейной группы, связанной кровным родством, или поддерживать путем редких и слу-

чайных встреч жителей отдаленных друг от друга стоянок. Поэтому мы приходим к выводу, что на стоянке проживало не менее двух групп из шести—семи человек каждая (детей, их родителей и пожилых людей). Для них требовалось не менее десяти ям, заполненных мясом до уровня земли. Но такого нет ни на одной стоянке позднего

палеолита Восточной Европы и, следовательно, ямы действительно надстраивались.

Ландшафтная обстановка предопределяла и характер охоты. В условиях многолетней мерзлоты, когда даже в разгар лета глубина талого слоя измерялась несколькими десятками сантиметров, охоту с помощью западни в виде вырытых ям, ви-

димо, следует исключить. Наиболее эффективным в условиях перигляциальной степи был, скорее всего, коллективный загонный тип охоты. Группе охотников из нескольких человек, вооруженных не только копьями, но, возможно, снабженных и факелами, удавалось отделить от стада животное. Наиболее простой способ заключался в том, чтобы загнать его в топкое место — мерзлотно-термокарстовые западины, днища балок, заболоченные поймы рек. Увязшее животное было несложно добить с помощью копий и дротиков, а затем поблизости произвести разделку его туши. Возможно, зверя загоняли в трещины, возникавшие на месте вытаивающих летом ледяных жил полигонального рельефа.

Температуры летнего сезона, судя по палеоклиматическим реконструкциям, были на 4–5°C ниже современных. Этому способствовали стоковые ветры — потоки холодного и сухого воздуха, приходившие с края ледника и приносившие с собой пыльную мглу и бури.

С наступлением осенних холодов посещения базовой стоянки становились более частыми. Наряду с подновлением жилого сооружения одна из главных задач заключалась в подготовке ям для складирования запасов мяса. Вырыть ямы до глубины нижней границы сезонно-талого слоя (около 0.6–0.7 м) нужно было до того, как почва полностью про-

мерзнет. Очевидно, делать это приходилось неоднократно.

Охота на крупных млекопитающих заканчивалась в начале зимы, так как пригодные для охоты на мамонтов топкие места промерзали. Для зимних заготовок доставлялось мясо, скорее всего уже отделенное от крупных, тяжелых костей.

Зимние условия были достаточно суровыми. Распространение в это время многолетнемерзлых пород, жильных льдов и разбитого трещинами рельефа, сходного с тем, который в настоящее время встречается на севере Сибири, — надежный индикатор таких условий. Палинологические данные показывают, что зимняя температура была на 8–10°C ниже современной. Солнечные дни и малоснежье благоприятствовали зимней охоте.

Наконец, следует учитывать и влияние самого ледникового покрова. Выхолаживанию способствовало господство антициклональных воздушных масс с малым количеством осадков (не превышавшим 300 мм в год), преобладанием ясных дней, сопровождавшихся сильными понижениями температур. Особенно в ночное время, когда они могли опускаться до –30°, –40°C.

С приближением к современному межледниковью — голоцену — начинается глобальное потепление климата. Он перестает быть резко континентальным, возрастает влажность, количество летних и зимних осадков. Зимой увеличивается мощность

снежного покрова, а доля открытых степных пространств постепенно сокращается за счет лесной растительности. Но главное — начинается деградация многолетней мерзлоты, увеличивается глубина сезонно-талого слоя, а с нею и заболоченность. Все это вместе с возрастающей неустойчивостью грунта и обильными снегопадами создает неблагоприятные условия для существования мамонтов — стало трудно добывать корм и передвигаться.

Наконец, дальнейшее потепление, вытаивание льда из трещин и оседание грунта привели к необратимым разрушениям на самих стоянках, сделали их непригодными для жизни. Вероятно, в начале этого процесса обитатели поселений еще пытались перебраться на более высокие, лучше дренируемые места. Однако процесс перехода к совершенно новым условиям был необратим.

Потепление и увлажнение климата, ликвидация открытых пространств, сокращение привычных охотничьих ресурсов, деградация многолетней мерзлоты обернулись для позднелеолитического человека глубочайшим экологическим кризисом. Начался переход к неолиту. ■

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований. Проекты 00-05-64442, 01-06-80221 и 02-06-80456а.

Литература

1. Величко А.А. Глобальное инициальное расселение как часть проблемы коэволюции человека и окружающей среды // Человек заселяет планету Земля. Глобальное расселение гоминид / Отв. ред. А.А.Величко, О.А.Соффер. М., 1997. С.255–275.
2. Величко А.А., Грибченко Ю.Н., Куренкова Е.И. и др. // Изв. РАН. Сер. геогр. 2001. №4. С.14–22.
3. Величко А.А., Грехова Л.В., Грибченко Ю.Н. и др. Первообытный человек в экстремальных условиях среды. Стоянка Елисеевичи. М., 1997.
4. Гречук В.П. Растительность Европы в позднем плейстоцене // Палеогеография Европы за последние сто тысяч лет / Отв. ред. И.П.Герасимов, А.А.Величко. М., 1982. С.92–109.
5. Грибченко Ю.Н., Куренкова Е.И. Условия обитания и расселения позднелеолитического человека в Восточной Европе // Человек заселяет планету Земля. Глобальное расселение гоминид / Отв. ред. А.А.Величко, О.А.Соффер. М., 1997. С.127–142.
6. Пидопличко И.Г. Межиричские жилища из костей мамонта. Киев, 1976.
7. Герасимов М.М. Люди каменного века. М., 1964.

Воробьиное племя

В.И.Булавинцев,

кандидат биологических наук

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

Родное гнездо было теплым и удобным. Воробьи строили его очень старательно почти весь март. Черногрудый отец то и дело подносил материал для семейного очага: травинки, кусочки ваты, собачью шерсть, пух и перья, найденные тут же в городском дворе или украденные по случаю у скандальных соседей.

Слава Богу, осталась позади сырая осень с воробьиным мором. Многие его соплеменники отправились в глухой мрак небытия, ту общую копилку вселенской глины, из которой лепит Природа свои чада, со временем сминая их, подобно капризному дитяти, в пестрый пластилиновый ком, чтобы ваять из него чудо бесконечной жизни. Минула и суровая зима, проведенная вместе с галками, серым вороньем и сизарями у помоек и на карнизах окон сердобольных людей, где остатки каши и хлебные крошки во всю зиму не переводятся.

Теперь весной было полегче. Тепло, еды вдоволь, и все же не расслабишься. Кошки и крысы на городских чердаках не редкость. Так что гнездо устрой в безопасном месте, куда им не добраться. За кормом полетел – смотри в оба. Ястребы да соколы в больших городах теперь обычны.

Но беды бедами, а жить надо. Серенькая избранница его, завоеванная в частых и шумных драках-свалках, уже грела шесть яичек. Вот-вот могли появиться



Воробиха позирует.

© В.И.Булавинцев

Здесь и далее фото автора



Самцы домового воробья. Зимой они редко ссорятся, оставляя выяснение отношений на весну.



Саксаульный воробей.

птенцы. Сегодня утром, прилетев к гнезду с кормом для подруги, он впервые услышал их голоса, еще совсем слабые, приглушенные скорлупой и теплым пером матери.

Обыкновенные воробьи (*Passer domesticus*) — оседлые птицы, век их не долог, но для таких крошек не так уж и мал, 10—12 лет*. Как и у всех прочих животных, в вопросах семейной жизни у них отсутствуют лишние сантименты. Пришло время, в весеннюю пору, слепилась пара, но зато сколько страсти и жизненных сил выплеснулось в воробьиных турнирах за право обладания серенькой самочкой. Идеализировать воробьев, конечно, не приходится. Бандиты они еще те. К примеру, захватывая гнезда ласточек, выбрасывают не только яйца и птенцов, но могут порешить и самих хозяев.

По завершении брачного ритуала в птичьем мире не много места для супружеской неверности, хотя и случается, что черногрудый воробей успевает очаровать не одну даму. Но справедливости ради надо заметить, что и заботы о потомстве он делит между избранницами. Кормит детей в основном гнезде, но и сторонних не забывает. Воробьи тоже не без греха. Нетнет да и примет какая-нибудь ласку от пришлого ухажера, пока супруг в отсутствии. Но это не правило, а исключение. С утра до вечера самец в поисках пищи, чтобы прокормить мать семейства, ораву ненасытных птенцов (за год пара способна вырастить два-три выводка) да и себя не забыть. А корм еще найти надо. Нашел — не зевай, соседи рядом. Свои братья, городские воробьи и полевые (*P. montanus*), белощекие, те, что в дуплах селятся, всегда готовы из-за корма драку устроить.

Хорошо еще, что прочие родственники по всему миру разбросаны. Ведь воробьев на

* Детали экологии приведены по В.В.Иванницкому «Воробьи и родственные им группы зерноядных птиц» (М., 1997).

Фото В.А.Огнева



Серая ворона — бич птичьей мелочи.



Слетки домового воробья в ожидании корма.

Крыса — соседка воробьев на помойках.



земле много и разных. По барханам и бугристым пескам пустынь селятся пепельный, с черным горлом, пустынный воробей (*P. simplex*) и черношапочный саксаульный (*P. ammodendri*). В садах и рощах Кавказа и Средней Азии обычен черногрудый, или испанский (*P. hispaniolensis*), по скальным осыпям и обрывам рек Центральной Азии — чернолобый монгольский земляной воробей (*Pyrgilauda davidiana*). В горных степях Закавказья и Средней Азии, в скалах и каменных развалах, обитает желтогрудый каменный (*Petronia petronia*). Еще есть короткопалый камен-

ный (*Carpospiza brachydactyla*), а на юге Сахалина и Курильских о-вов, в сырых пойменных лесах, гнездится рыжий воробей (*P. rutilans*). Выносливость этих птиц достойна удивления. Они живут даже там, где за год выпадает всего 10—15 мм осадков, а почва нагревается до 80°C. Пустынные воробьи Судана выкармливают птенцов при +50°C. Земляные же, снежные (вьюрки) (*Montifrigilla nivalis*) и каменные, что населяют нагорья Центральной Азии, переносят морозы до -60°C.

Совсем не простым оказывается воробьиное племя. Более 30 видов разбросано по миру.

А все же только один вид, обыкновенный домовый воробей, заселил вслед за человеком Европу, Азию, Африку, Индию, Америку, Австралию и Новую Зеландию. Говорят, что нет этих птиц только в Антарктиде. Где есть человеческое жилье, там и обыкновенному воробью место сыщется. И хотя обитают они в разных концах Земли, заботы у всех одинаковы, как и у людей, с которыми живут бок о бок. Родиться, подрасти, найти в этом суровом, но прекрасном мире свою половинку, чтобы поднять на крыло детей. Тогда и жизнь воробьиная не звук пустой. ■

Новый диагностический признак в дерматоглифике

Н.Н.Богданов

*Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН
Москва*

Изучение волярного рельефа на внутренней поверхности кисти и стопы — дерматоглифика — достаточно известный метод в физиологии и анатомии. Однако анализ пальцевых узоров обычно ограничивается определением типа узора (фактически подсчетом числа дельт) и вычислением пальцевого гребневого счета по линии Гальтона. Все остальные признаки регистрируются на ладонях и стопе. Между тем в дактилоскопии направление движения спирали в пальцевых узорах по типу завитков или двойных петель уже давно используется для определения руки, оставившей след [1]. Считается, что в отпечатках левой руки спирали закручивают-

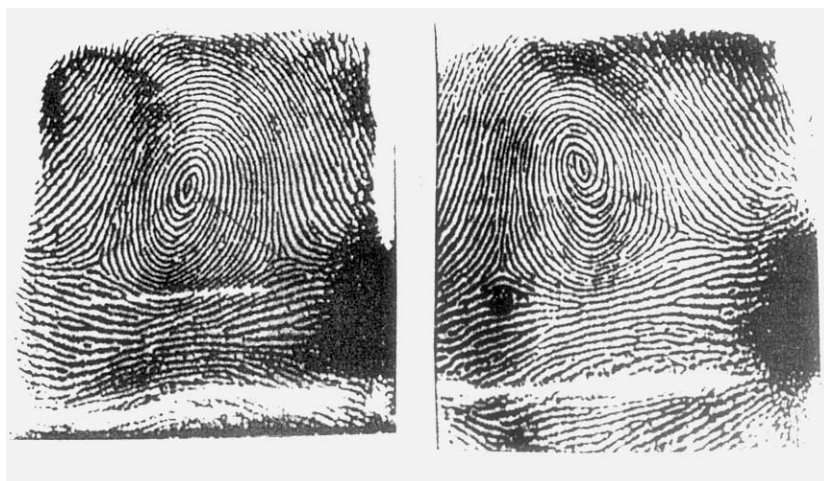
ся по часовой стрелке, а правой — против нее (так называемое правило Освальдо Миранда Пинта). Изучать эту особенность завитков предлагал еще М.В.Волоцкой [2], но специальные исследования не проводились.

Насколько же справедливо это положение и каково его значение для физиологии человека? Самый простой способ решить такую задачу — протестировать по данному признаку людей с наследственными заболеваниями. Разумеется, любая патология человеческого организма — это прежде всего предмет изучения клинической медицины. Однако наследственно детерминированные синдромы представляют интерес и для физиологических исследований, поскольку благодаря удивительно четкой

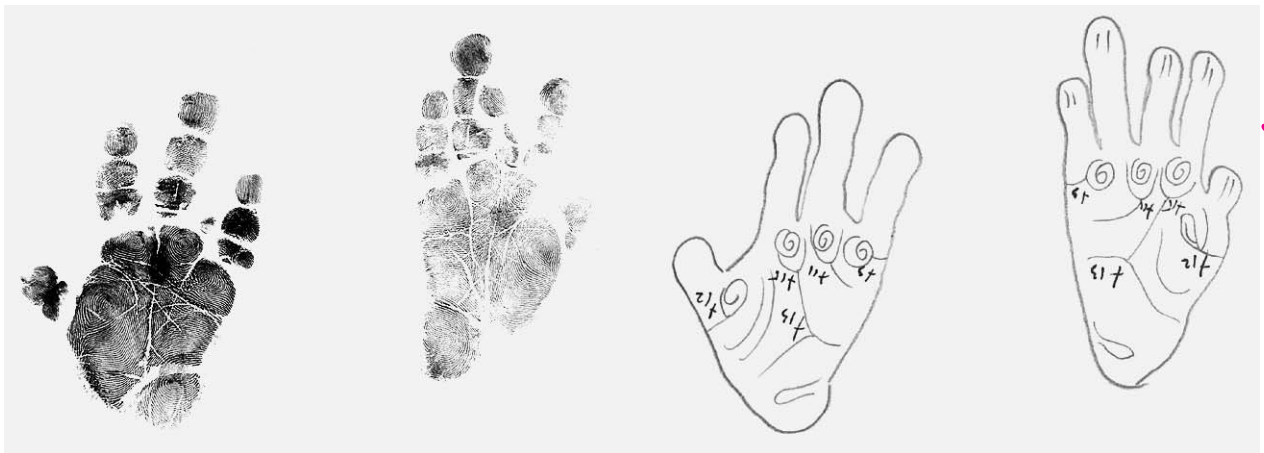


Портрет М.В.Волоцкого (1893–1944). Фото 1910-х годов.
Публикуется впервые.

© Н.Н.Богданов



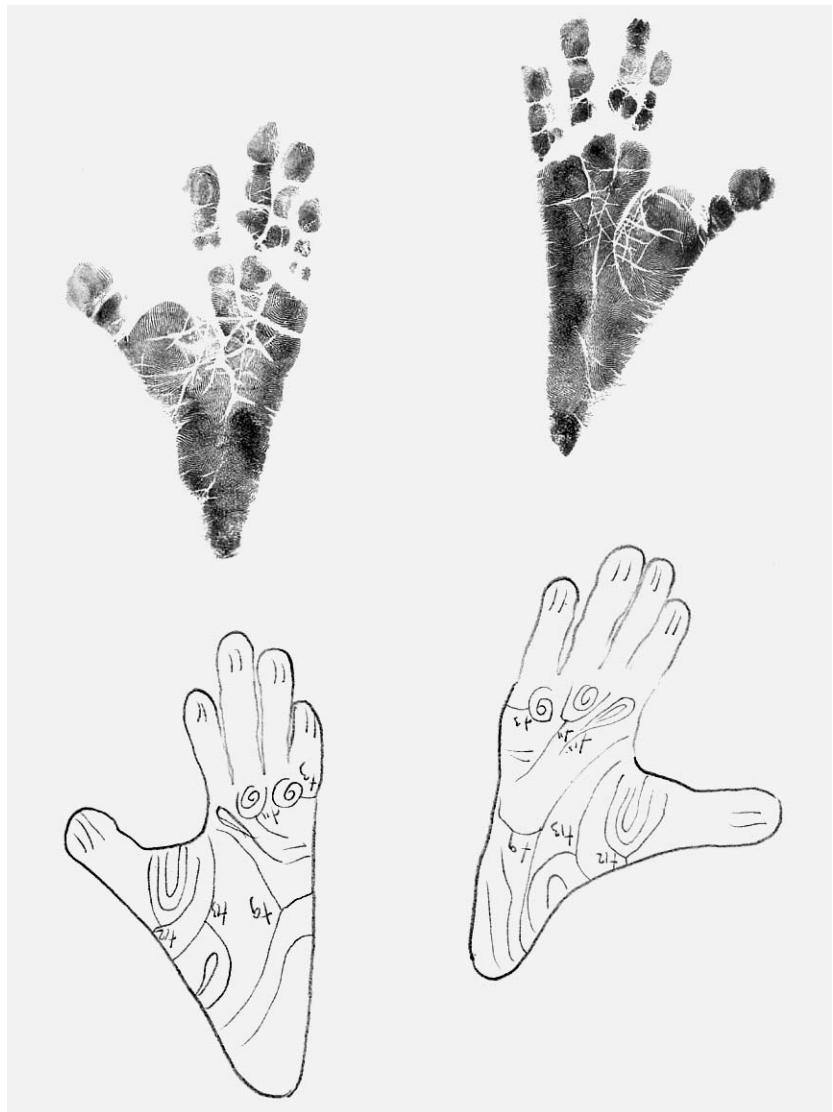
Отпечатки среднего пальца правой и безымянного левой руки (справа) человека. Видно, что спираль на левой руке закручивается по часовой стрелке, а на правой — против. По данным лаборатории Л.Г.Эджулова (Федеральный центр судебной экспертизы), в зависимости от пальца от 40 до 60% завитковых узоров имеют тип спирали или двойной петли.



очерченности морфологических и физиологических проявлений они могут служить оригинальной моделью для изучения отдельных систем и органов человеческого тела [3, 4].

Мы изучили отпечатки пальцев детей с синдромами Вильямса (11 девочек и девяти мальчиков) и Рубинштейна—Тейби (13 девочек и 17 мальчиков), их родителей (22 матерей и 18 отцов), а также детей с болезнью Туретта (12 девочек и 33 мальчиков). В контрольную группу входили учащиеся московских школ восточнославянского происхождения (149 девочек и 152 мальчика). Испытуемыми становились люди, обладающие хотя бы одним завитком на пальцах. Помимо этого были проанализированы завитки на ладонях человека (из авторской коллекции редких узоров, 61 человек) и низших обезьян — главным образом китайских и яванских макаков, макаков-резусов и зеленых мартышек (из материалов М.В.Волоцкого, Т.Д.Гладковой и автора, 32 животных).

Отпечатки ладоней и пальцев получали традиционным методом с помощью типографской краски на листах белой бумаги. Двойные петли были объединены с истинными завитками. Ульнарное или радиальное направление движения спирали анализировалось в потоке папиллярных линий отпечатка в непосредственной близости от центра узора.



Отпечатки лап (рук и ног) яванского макака, снятые в 1937 г. М.В.Волоцким, и его рисунки к ним. Отчетливо видны сложные узоры в межпальцевых промежутках. Цифрами обозначены ладонные трирадиусы (по устаревшей классификации Х.Вильдера и О.Шлагинхауфена).

Таблица 1

Направление движения гребней в завитковых пальцевых узорах в норме и при наследственных заболеваниях

№ пальца	Норма (n=301)				Синдром Вильямса (n=20)				Синдром Рубинштейна–Тейби (n=30)				Болезнь Туретта (n=45)			
	Радиальный		Ульнарный		Радиальный		Ульнарный		Радиальный		Ульнарный		Радиальный		Ульнарный	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
1	128	43	6	2	8	40	-	-	5	17	-	-	7	16	5	11
2	75	25	44	15	7	35	3	15	2	7	-	-	2	4	6	13
3	49	16	3	1	6	30	-	-	2	7	-	-	2	4	6	13
4	110	37	4	1.3	6	30	-	-	5	17	-	-	6	13	5	11
5	30	10	1	0.3	-	-	-	-	1	3	2	7	4	9	-	-
6	106	35	2	0.7	10	50	-	-	4	13	-	-	9	20	-	-
7	75	25	32	11	5	25	-	-	1	3	4	13	3	7	1	2
8	55	18	2	0.7	5	25	-	-	5	17	3	10	2	4	-	-
9	97	32	2	0.7	8	40	-	-	8	27	6	20	5	11	-	-
10	30	10	-	-	4	20	-	-	4	13	3	10	2	4	-	-

* Порядок пальцев — от большого на правой руке к мизинцу на левой.



Отпечатки правой руки американского антрополога Х.Вильдера с редким завитковым узором на ладони (из книги: Cummins H., Midlo Ch. Finger Prints, Palms and Soles. N.Y., 1943). Цветом обозначены ладонные поля по классификации H.Cummins, Ch.Midlo. [Камминс, Мидло]

Оказалось, что в контрольной группе спирали в сложных узорах и двойные петли на левой руке действительно закручиваются главным образом по часовой стрелке, а на правой — против нее, т.е. везде преобладает радиальная направленность. На указательных пальцах обеих рук нередко наблюдается обратная картина (табл.1). Все прочие исключения весьма редки, но на правой руке они встречаются несколько чаще, чем на левой.

Дерматоглифика детей с синдромом Вильямса строго подчинялась выявленному в нашем исследовании правилу. А вот в картине волярного рельефа детей с синдромом Рубинштейна–Тейби и болезнью Туретта наблюдались отступления от него, причем в первом случае в основном на левой руке, а во втором — на правой (табл.1). Интересно, что у матерей, дети которых страдают синдромом Рубинштейна–Тейби, были аналогичные отклонения.

У человека завитковые узоры на ладонях встречаются крайне редко (ниже 0.1% в популяции), поэтому мы начали анализ с ладонных полей обезьян. Оказывается, что у них структура ладонных узоров подчиняется строгим закономерностям: на левой руке спирали закручи-

Таблица 2

Направление движения линий гребней в завитковых узорах на ладонях человека и обезьяны

Ладонные поля*		Обезьяна (n=32)				Человек (n=61)			
		Радиал.		Ульнар.		Радиал.		Ульнар.	
		n	%	n	%	n	%	n	%
Правая рука	Th	10	31	3	9	11	18	3	5
	IV	8	25	10	31	6	10	4	7
	III	14	44	3	9	1	2	2	3
	II	6	19	20	63	-	-	-	-
Левая рука	Hy	2	6	1	3	7	12	8	13
	Th	9	28	1	3	11	18	5	8
	IV	26	81	3	9	10	16	5	8
	III	27	81	1	3	2	3	-	-
	II	4	13	15	47	-	-	-	-
	Hy	5	16	-	-	3	5	3	5

* По классификации H.Cummins, Ch.Midlo.

Ладонные соединения

ваются по часовой стрелке, а на правой — против нее, т.е. преобладает радиальная направленность (табл.2). Лишь на втором межпальцевом промежутке ход линий гребневой кожи, по классификации Камминса и Мидло, отличался от других ладонных полей, а в четвертом межпальцевом промежутке правой руки эти закономерности были размыты. Интересно, что у обезьян отступления от выявленных закономерностей более свойственны правой лапе (табл.2).

У человека сходные тенденции наблюдались на левой руке, а на правой отступлений было так много, что говорить о каком-либо общем принципе уже не приходится. Следует учитывать, что редкие узоры на ладонных полях были получены не только от здоровых, но и от людей с различной наследственной патологией.

Результаты проведенных исследований позволяют сделать несколько выводов. Прежде всего можно утверждать, что распространенные в криминалистике представления о характере движения завитка спирали соответствуют действительности. Исключение составляют нарушения спиралевидного хода кожных гребней на указательном пальце, которые достаточ-

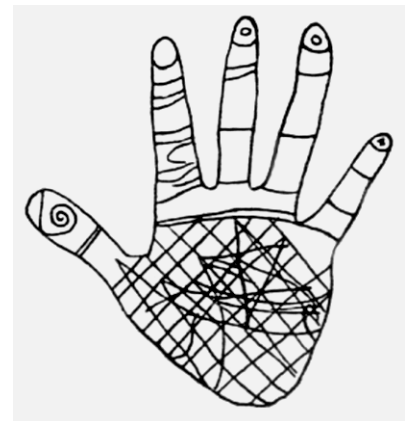
но часты. В свете накопленных к настоящему времени дерматоглифических данных здесь структура узоров вообще наименее стабильна: чаще всего встречаются все редкие признаки. На остальных пальцах отступления от общего правила не превышают 2%.

Используя такие признаки, можно формировать более однородные группы испытуемых при проведении физиологических исследований, а также выделять группы риска, в которых наиболее вероятны неблагоприятные реакции на экстремальные воздействия. Это будет иметь значение в клинической медицине, например, для предсказания возможных осложнений при тех или иных заболеваниях, при врачебных манипуляциях и процедурах (в частности, прививках).

Тот факт, что пальцевые узоры у детей с синдромом Вильямса подчиняются общим правилам, хорошо согласуется с данными об отсутствии грубых нарушений в организации головного мозга и относительно мягком интеллектуальном дефекте при этом состоянии [1, 4]. Вместе с тем выявленные исключения при синдромах Рубинштейна—Тейби и болезни Туретта соответствуют более серьез-

ным отклонениям в формировании центральной нервной системы, обусловленным генетически и реализующимся в более грубой психической патологии.

Изученные признаки обнаружены лишь у 10—20% больных. Однако речь не идет о новом диагностическом критерии патологий. Такая дерматоглифическая картина сейчас может служить маркером, указывающим на какие-то нюансы в появ-



Доисторический петроглиф из Новой Шотландии (Канада). Направление движения спирали на большом пальце позволяет утверждать, что древний художник изобразил правую, а не левую руку.

лении и развитии данных заболеваний (может быть, речь идет о генокопиях?). Интересно, что другие отклонения (редкие узоры по типу трехдельтовых завитков на пальцах, узоры в области тенара, редкие комбинации узоров) также наблюдаются преимущественно на левой руке при синдроме Рубинштейна—Тейби и на правой — при болезни Туретта [4]. То обстоятельство, что обнаруженные отклонения встречаются не только у детей с синдромом Рубинштейна—Тейби, но и у их матерей, заставляет усомниться в господствующем в настоящее время мнении о мутации *de novo* в половых клетках родителей [5] или ненаследственном внутриут-

робном поражении плода [6] как причинах формирования этого состояния.

Большее число отступлений от общего правила в характере движения спиралей на ладонных узорах правой руки и у обезьян, и у человека, указывающие на меньшую стабильность (и большую эволюционную молодость) этой структуры, возможно, проливает свет на филогенез межполушарной асимметрии мозга у приматов. Известно, что в онтогенезе человека левое полушарие созревает гораздо медленнее правого. Вероятно, именно поэтому левое полушарие и взяло на себя контроль за более сложными функциями по управлению высшей психичес-

кой деятельностью, в том числе — речью. Характер направленности спиралей позволяет предположить, что филогенетическое становление этих функций, видимо, начинается еще у низших обезьян.

Таким образом, ульнарная или радиальная направленность движения линий в сложных узорах — ценный признак при дерматоглифическом анализе. Разумеется, ее можно оценивать лишь в завитковых и двойных петлевых узорах, но ведь и гребневой счет на пальцах вычисляют только в рисунках определенного типа. Тем не менее подсчет гребневого счета был и остается весьма продуктивным методом в дерматоглифике. ■

Литература

1. Пуртов А.И. Определение — какой рукой и каким пальцем оставлены следы на месте преступления. Пособие для экспертов НТО. М., 1951. С.25—26.
2. Волоцкой М.В. Схема дактилоскопической типологии // Учен. записки МГУ. Сер. Антропология. 1937. Вып.10. С.138—155.
3. Богданов Н.Н., Солониченко В.Г. // Физиол. журн. им.И.М.Сеченова. 1995. №8. С.81—84.
4. Солониченко В.Г., Богданов Н.Н., Острийко Т.Я. и др. // Физиология человека. 1997. №1. С.113—117.
5. Wallerstejn R., Anderson C.E., Hay B. et al. // J. Med. Gen. 1997. V.34. P.203—206.
6. Маринчева Г.С., Гаврилов В.И. Умственная отсталость при наследственных болезнях. М., 1988.

Началась реализация грандиозного проекта по созданию списка видов земной биоты. Его осуществление займет 25 лет, финансовые расходы оцениваются в 3—5 млрд евро. Предстоит свести воедино на общей основе уже существующие огромные массивы информации, а также включить новые находки. К участию в проекте приглашаются не только специалисты, но и любители-натуралисты всего мира (адрес в Интернете: www.all-species.org). Terre Sauvage. 2002. №170. P.24 (Франция).

Чень Дайянь (Chen Daiyan; Политехнический университет провинции Гуйчжоу, КНР) в конце 1980-х годов открыл в уезде Синжэнь (провинция Гуйчжоу, юг КНР) единственное в мире месторождение красной

таллиевой руды, состоящей из водных сульфатов таллия — таллий-алюминиевых квасцов. Недавно комиссия Международной минералогической ассоциации утвердила открытие нового минерала.

China Science and Technology Newsletter. 2002. №301. P.4 (КНР).

Д.Лавли (D.Lovley; Массачусетский университет, США) предложил использовать для электропитания стационарных океанографических приборов батарею с двумя электродами, один из которых погружается в донные осадки, а другой омывается океанской водой. Разность потенциалов образуется в результате окисления осадков вокруг анода бактериями *Desulfuromonas acetoxidans*. Батарея может работать несколько лет,

обеспечивая током приборы на любых глубинах.

Sciences et Avenir. 2002. №666. P.18 (Франция).

В США модельер Р.Хоффман (R.Hoffman) впервые в мире разработала технологию изготовления высококачественной пряжи из шерсти бизонов: разделяют различные типы шерсти животных, а затем вырабатывают из них нити, которые промывают и высушивают при высокой температуре — пряжа становится почти такой же мягкой, как кашемир. По мнению Хоффман, новые возможности использования шерсти бизонов благоприятно отразятся на численности животных.

Science et Vie. 2002. №1020. P.40 (Франция).

В России впервые обнаружены остатки анкилозавров

Т.А.Туманова,

кандидат биологических наук

В.Р.Алифанов,

кандидат биологических наук

Палеонтологический институт РАН

Ю.Л.Болотский,

кандидат геолого-минералогических наук

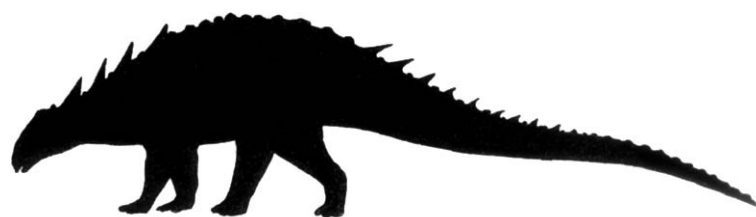
Амурский комплексный научно-исследовательский институт ДВО РАН

В местонахождении Кундур, расположенном на юго-востоке Амурской обл. (Архаринский р-н), среди находок наземных позвоночных позднего мела преобладают остатки динозавров. К настоящему времени коллекция этих вымерших рептилий, которую палеонтологи из Амурского комплексного научно-исследовательского института Амурского научного центра ДВО РАН начали формировать с 1990 г., включает более тысячи образцов: отдельных костей, частей или целых скелетов¹. (На территории России столь крупных сборов ископаемых динозавров еще не проводилось.)

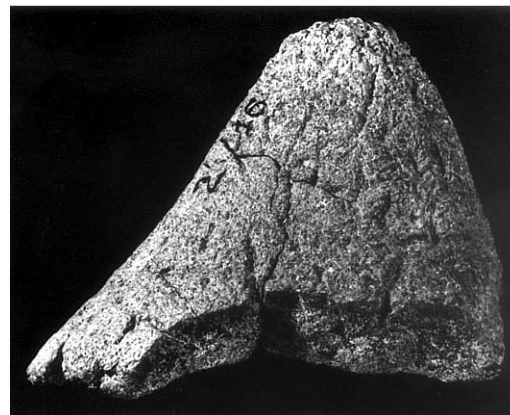
Судя по находкам в Кундуре, в раннемаястрихтское время на Дальнем Востоке обитали представители нескольких групп динозавров. Хищные динозавры — тероподы — представлены двумя семействами: дромеозавридами (*Dromaeosauridae*) и тираннозавридами (*Tyrannosauridae*), о чем свидетельствуют несколько десятков изолированных зубов. Самыми многочисленными растительноядными динозаврами были утконосные ящеры — гадрозавры

¹ См.: Болотский Ю.Л., Алифанов В.Р. Там, где жил амурозавр // Природа. 2001. №6. С.67—69; Курочкин Е.Н., Алифанов В.Р., Болотский Ю.Л. Снова о динозаврах Приамурья // Там же. №11. С.83—84.

© Т.А.Туманова, В.Р.Алифанов, Ю.Л.Болотский



Силуэт анкилозавра.



Зуб и остеодермальный шип анкилозавра из Кундура (высота зуба приблизительно 1 см, высота шипа около 11,2 см).

(*Hadrosauridae*), а наиболее редкими — представители группы *Thyreophora* (панцирные динозавры в широком понимании). Тиреофоры, объединяющие стегозавров (*Stegosauria*) и анкилозавров (*Ankylosauria*), характеризуются наземным образом жизни, четвероногим способом передвижения, наличием кожных костей (остео-

дерм) на туловище, а также листовидной формой зубов.

Первые достоверные находки тиреофор (два частично разрушенных зуба и шипообразная остеодерма) были сделаны в Кундуре еще в 1991 г., но только недавно они подверглись тщательному изучению. Обнаруженные зубы достигают 10 мм в длину, имеют хорошо

выраженное предкорневое расширение (цингулюм) и короткие бороздки между краевыми зубчиками на уплощенной коронке. Остеодерма толстостенная, достигающая высоты 125 мм, по форме конусообразная, двусторонне сжатая без образования килей, с округлой вершиной, прерывистыми следами сосудов на поверхности, узким вертикальным внутренним каналом и куполообразным основанием.

Строение остеодермы тиреофоры из Кундура (внутренний канал, выгнутое вверх основание, извилистые и прерывистые следы сосудов на поверхности) отличается от кожных костей стегозавров. Сомнительна также принадлежность стегозаврам зубов тиреофор из того же местонахождения — из-за заостренности краевых зубчиков коронки и отсутствия четкой вертикальной ребристости латеральных поверхностей коронки.

При определении фрагментарных остатков кундурских тиреофор пришлось учитывать не только данные морфологии, но и осо-

бенности географического и геологического распространения представителей обсуждаемой группы. Известно, что среди тиреофор в юрское и раннемеловое время наибольшее распространение получили стегозавры (их находки отмечены в Северной Америке, Африке, Европе и Азии), тогда как в меловое время, особенно в позднем мелу, практически на всех континентах (включая Антарктиду) распространились анкилозавры.

Анкилозавров принято разделять на два семейства: *Nodosauridae* и *Ankylosauridae*. Нодозавриды известны на всех южных континентах, а также в Северной Америке и Европе. Существовали они со средней юры до конца мела. На западе Северной Америки остатки наиболее поздней формы в составе нодозаврид — эдмонтони (*Edmontonia*) — встречаются в верхнемаастрихтских формациях Ланс, Хелл-Крик и Ларами. Анкилозавриды, известные в Северной Америке, наибольшего разнообразия достигли в Азии, где они процветали почти всю вторую по-

ловину мелового периода. Самый поздний анкилозавр Азии — тархия (*Tarchia*) — происходит из отложений южномонгольской нэмэгэтинской свиты, датируемой от среднего сантона до конца маастрихта.

Четкая выраженность цингулюма и сравнительно крупные размеры зубов, а также толстостенность, куполообразность основания и плотная структура поверхности шипа не позволяют уверенно отнести остатки кундурского тиреофора к семейству *Ankylosauridae*. Напротив, отмеченные морфологические особенности ставят их в положение первого представителя *Nodosauridae* в Азии. Такое интригующее заключение, несомненно, только повышает научный интерес к раскопкам динозавров на Дальнем Востоке. ■

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований. Проекты 00-15-97754 и № 00-04-49348.

Космические исследования

Дорога женщинам в космос сужается

В марте 2002 г. руководство НАСА США решило прекратить разработки скафандра малых размеров, предназначенного для астронавтов-женщин и малорослых мужчин. Причина — недостаток средств на их завершение в условиях скромного нынешнего финансирования. Кроме того, в ближайшие три года планируется полет лишь одной американской женщины в составе экипажа Международной космической станции. Между тем к моменту принятия решения 7 млн долл. на эти цели были уже израсходованы.

В последние годы НАСА затратило миллионы долларов на создание скафандра особо крупных размеров и даже пред-

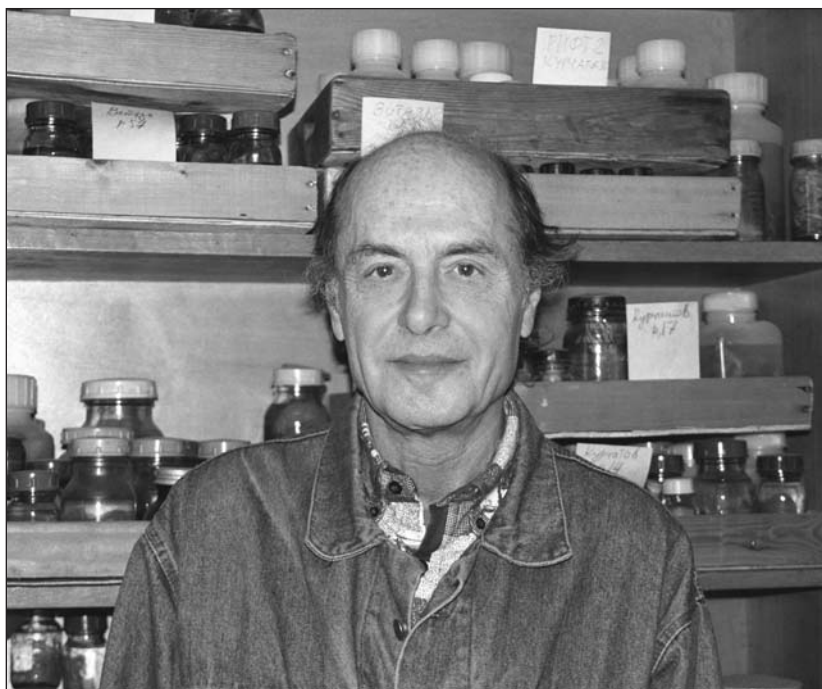
лагало внести некоторые изменения в российскую конструкцию отсека корабля «Союз», чтобы там легче было разместить рослых мужчин. Космическая одежда представляет собой сложный комплекс рукавов, перчаток, штанин и обуви, прикрепляемых к жесткому торсу, и размеры каждой детали приходится подгонять. Торс изготавливается в трех вариантах: среднем, крупном и экстракрупном, и в сумме система подходит для 90% мужчин, но лишь для 60% женщин. Малый размер удовлетворял бы 90% представительниц слабого пола, а они составляют почти треть отряда американских астронавтов. Противники решения отмечают, что женщины тем самым попадают в неравное положение. Член комиссии по космической биологии Дж.Суэйн (J.Swain; медицинский факультет Стан-

фордского университета) подчеркивает выгоду вывода на орбиту лиц с малыми габаритами: они потребляют меньше количество жизненных ресурсов и занимают меньше места в тесных отсеках корабля, что новым решением игнорируется.

Еще в 1999 г. Национальный исследовательский институт космической медицины в Хьюстоне призвал НАСА активнее собирать данные о состоянии организма женщин-астронавтов, учитывая, что невесомость по-разному влияет на жизнедеятельность разных полов. Наблюдения за реакцией на нулевое ускорение силы тяжести в космосе именно у женщин могло бы способствовать решению земных проблем, возникающих, в частности, при заболевании остеопорозом.

Science. 2002. V.295. №5560. P.1623 (США).

РЯДОМ С КИРОМ НАЗИМОВИЧЕМ НЕСИСОМ



Кир Назимович Несис
(9.01.1934—8.01.2003)

В редакции раздался телефонный звонок: два часа назад скоропостижно (отказало сердце) скончался Кир Назимович Несис. Известие шоковое: только что сам звонил и сказал, что намеревается по дороге из института зайти к нам...

Ушел из жизни выдающийся зоолог, подлинный ученый, член редколлегии нашего журнала, наш давний автор и друг. Постоянные читатели «Природы» прекрасно знали Кира Назимовича. У него был собственный стиль, хорошо узнаваемый язык. Нам, редакторам, работать с его статьями было интересно и легко. Он никогда не отказывал в необходимой консультации. Увы, как нередко бывает, полную меру утраты постигаешь, лишь когда человека нет больше рядом.

Безусловно, по поводу кончины Кира Назимовича скорбим не только мы, но и его коллеги, близкие, друзья. По нашей просьбе о К.Н.Несисе рассказала знавшая его с первых научных шагов С.Д.Степаньянц.

Человек Высокий

Вспоминая первые годы моего знакомства с Кириллом Несисом, я испытываю некое чувство вины, хотя сознаю, что последующие долгие годы нашей большой дружбы, наверное, перекрывают то недопонимание, которое свойственно юности.

В Зоологическом институте Кир появился в 1960 г. (я — в 56-м), когда уже сформировалась компания зиновской молодежи — примерно рав-

ные по своим вполне рядовым способностям и запросам мальчики и девочки. Работали, веселились, как могли, и в институте, и за его стенами. Кир был другим. После окончания Московского технического института рыбной промышленности и хозяйства он поступил в аспирантуру ЗИНа, причем к выдающемуся зоологу и гидробиологу Евпраксии Федоровне Гурьяновой, что уже значило немало.

Основные монографии:

Зув Г.В., Несис К.Н. Кальмары (биология и промысел). М., 1971;

Несис К.Н. Краткий определитель головоногих моллюсков Мирового океана. М., 1982;

Несис К.Н. Океанические головоногие моллюски: распространение, жизненные формы, эволюция. М., 1985;

Nesis K.N. Cephalopods of the World. Neptune City. N.Y., 1987.

Некоторые статьи, опубликованные в «Природе»:

«Гигантские кальмары» (1974. №6);

«Наутилус в аквариуме» (1978. №7);

«Гигантский кальмар в Охотском море» (1984. №10);

«Непоседливые наутилусы» (1986. №11);

«Раковинные головоногие, рыбы и кислород» (1993. №8);

«Части особого назначения — против морской звезды» (1995. №2);

«Хищники на заре жизни» (1995. №8);

«Красный фонарик глубоководной рыбы» (1996. №5);

«Подводное “беличье колесо” из гидротермальных бокоплавов» (1996. №6);

«Фауна подводных гор — откуда она берется?» (1996. №10);

«Рачки, которые умеют ходить в воде» (1996. №12);

«Скопления реликтовых прибрежных моллюсков в открытом океане» (1997. №6);

«Жестокая любовь кальмаров» (1997. №10);

«Вороватая улитка» (2000. №2);

Кир, казалось, знал все, легко вступал в профессиональные дискуссии и с пониманием обсуждал специфику любой группы животных, сыпал литературными ссылками (годы, авторы) и более чем критически высказывался по некоторым существующим представлениям. Первое наше впечатление было однозначным: этот высокий и тонкий мальчик — наш сверстник — просто «не имеет права» на такую эрудицию. Ко всему добавлялась его плохая дикция: понять, что говорил Кир, часто было невозможно... Постепенно его стали сторониться (вот она — жестокость молодых!), а Кир продолжал усиленно работать над собой, подолгу просиживая в зиновской научной библиотеке. Исправлял он и свое произношение. Как это делалось — никто не знал, но спустя какое-то время стал говорить вполне внятно, растягивая слова и делая между ними паузы. Его доклады были всегда насыщены информацией и заканчивались неординарными выводами. Эрудиция и ум сделали Кира со временем незаменимым («спроси у Несиса!»), и не только для сверстников — с его мнением считались даже «аксакалы». Кира сочли, наконец, своим.

* * *

О судьбе Кира Назимовича Несиса, его нелегком детстве и юности поведала мне его двоюродная сестра Юдита Хаймовна Чикулина, проживающая в Риге.

Мать, Софья Иосифовна Розова, была из многодетной семьи лесоторговца, убитого бандитами в Печорах. Сонечка (кстати, я знала маму Кира, мою тезку, уже пожилой женщиной, тихой и скромной, внимательно смотревшей в глаза собеседника) окончила гимназию в Риге, но из-за существовавшего в Латвии ценза для лиц «некоренной национальности» стала учиться в Венском, а затем — Пражском университете по специальности экономическая география. Она была талантлива и упорна; знала европейские языки — переводила с английского, немецкого, французского, итальянского и славянских языков. В Праге она познакомилась с молодым архитектором Назимом Несисом (Люсей по-семейному). Молодая пара придерживалась передовых взглядов и была очень активной: увлечение Коминтерном, вступление в Компартию Чехословакии, дружба с К.Готвальдом, Ю. и Г.Фучиками — вот основные штрихи, характеризующие деятельность и круг общения родителей Кира в дни их молодости. В 30-е годы они приехали в Москву. Соня начала работать в Институте мировой экономики, а Люся занимался проектированием домов, в том числе дач Сталина в Сочи и Ялте.

Кир родился 9 января 1934 г., а в 38-м его родителей арестовали как «врагов народа». Соня вскоре выпустили, а Назим был расстрелян... В 1941 г. Соня, бабушка, переехавшая к ним из Риги, и маленький Кир эвакуировались в Первоуральск Свердловской области, где он пошел в школу. Вскоре к ним присоединились сестра Сони с дочкой Юдитой — жили трудно, но большой семьей, поддерживая друг друга. Лакомством для детей была мороженая картошка и сухие картофельные очистки... Болезненный и вечно голодный, Кир, однако, учился только на пятерки. Эта «привычка» осталась у него на всю жизнь. Вернувшись в Москву с мамой и бабушкой в 44-м, он продолжил учебу в школе. Увлекался астрономией, регулярно ходил в Планетарий, участвовал в разных конкурсах и олимпиадах, мечтал о мехмате Московского университета. Но год, когда он окончил школу с золотой медалью, преподнес «дело врачей», усугубившее жестокость того времени, и сын «врага народа», еврейский мальчик Кир Несис не мог даже пытаться поступать в МГУ... В Мосрыбвтузе, где он в итоге оказался, было много таких же «вражеских детей», и среди них — немало талантливых.

Хотя уготованной Киру судьбе ученого-теоретика не пришлось реализоваться сразу, учеба в Рыбвтузе не была потерей времени. Та-

лант его состоял еще и в том, что он умел читать книги. Биологические науки он изучал не столько по лекциям, сколько по книгам, и знал не только теоретические аспекты, но и понимал их огромные практические потенции. Закончив аспирантуру в ЗИНе и защитив в 1963 г. кандидатскую диссертацию «Донная фауна рыбопромысловых районов Северной Атлантики и Приатлантической Арктики как показатель продуктивности и режима вод», Несис не остался в институте, а продолжил работу в Мурманске, в Полярном научно-исследовательском институте морского рыбного хозяйства и океанографии им.Н.М.Книповича (ПИНРО), куда был распределен еще в 1956 г., после окончания Рыбвтуза. Уже кандидатом возглавил лабораторию биологии моря, в которой вплоть до 1966 г. руководил исследованиями донной фауны Северной Атлантики и Арктики, работами по систематике, распределению и экологии разных групп морского бентоса: десятиногих ракообразных, пикногонид, моллюсков, иглокожих, кишечнополостных и др. Благодаря К.Н.Несису результаты этих морских фаунистических исследований по своей значимости заняли место среди наиболее авторитетных публикаций не только в стране, но и в мире. Одновременно в лаборатории разрабатывались серьезные рекомендации для научно-поисковых исследований и промысловых работ.

Возвратясь в Москву, К.Н.Несис, после непродолжительного поиска места работы по душе и интересам, пришел в Институт океанологии им.Ширшова АН СССР, в лабораторию океанической ихтиофауны, где и оставался до конца своих дней. Здесь, начав исследования головоногих моллюсков, Несис стал одним из ведущих специалистов в мире по этой группе животных. В 1986 г. защитил докторскую диссертацию на тему «Океанические головоногие моллюски: распространение, экология, эволюция».

Очень характерная черта Кира Назимовича Несиса как исследователя высокого класса и человека высокой научной нравственности — его нежелание быть единственным в стране специалистом по «своей» группе животных — Cephalopoda. А ведь его знания вполне располагали к тому, чтобы оставаться единственным и неповторимым отечественным специалистом в этой области. Забегая вперед, хочу подчеркнуть, что вот не стало К.Н.Несиса, но исследования головоногих есть кому продолжить, теперь ими занимаются его младшие коллеги Ч.М.Нигматуллин и Г.А.Шевцов в России и Г.В.Зуев — на Украине.

Ни в коем случае нельзя говорить, что Кир Назимович был узким специалистом. Он был гидробиологом в самом полном значении этого слова. Он знал всю доступную (часто и не вполне доступную) литературу, посвященную головоногим и всем группам моллюсков, таксономии и фаунистике почти всех групп водных (а может, и не только) животных. Об этом могу судить по своей, далекой от моллюсков, группе — кишечнополостных. То и дело Кир поражал меня неожиданным высказыванием по поводу публикаций какого-нибудь классика или современных специалистов в области фауны и таксономии гидроидных или сцифоидных. Думаю, он так же невзначай удивлял карцинологов, вермикологов и т.д. Сознаюсь, часто после бесед с Киром первым моим порывом было бежать в библиотеку и проверить — неужели так, неужели он знает и это?.. Почти всегда он оказывался прав!

В книге-справочнике «Кто есть кто: биоразнообразие» (ред.Н.Н.Воронцов) он написал о своих профессиональных интересах так: «Зоология, гидробиология, систематика, экология, биогеография; Mollusca, Cephalopoda, океанические головоногие моллюски, зоогеография моря, экология и история морского бентоса, нектобентоса и пелагического нектона Мирового океана». И впрямь — достаточно взглянуть на его монографии и публикации в научных

«Когда Средиземное море высохло и что за этим последовало» (2000. №4);

«Какого самца выбирает самка краба-скрипача?» (2000. №4);

«Загадочные дициемиды — высокоорганизованные животные» (2000. №6);

«Правая и левая любовь улиток» (2000. №7);

«Сменить пол к новолунию!» (2000. №8);

«Живоглот с самоклеивающимся ртом» (2000. №9);

«Быстрое формирование генетической устойчивости к токсичной водоросли» (2000. №9);

«Где родня твоя, Одинокий Джордж?» (2000. №10);

«Вестиментифера — рекордсмен-долгожитель» (2001. №1);

«“Бычок в томате” в Великих озерах Америки» (2001. №2);

«Кто любит пиво, а осьминог — бутылку от пива» (2001. №3);

«Эль-Ниньо и судьба коралловых рифов» (2001. №3);

«Когда появилась жизнь в глубинах океана?» (2001. №4);

«Кто уберет опавшие листья Краб!» (2001. №5);

«Микробы под дном океана и внесменная жизнь» (2002. №7);

«И у медуз бывают мутанты» (2001. №11);

«Удрать от опасности напутном моллюске» (2002. №1);

«Морская улитка в роли растения» (2002. №2);

«Осьминог, подражающий всем» (2002. №4);

«Жемчужины Дальнего Востока» (2002. №7);

«Трилобиты изобрели “бактериальный огород”?» (2002. №11);

«Подкрасться, переодевшись женщиной» (2002. №12).

и научно-популярных изданиях (которых в общей сложности более 300), чтобы оценить диапазон его научных увлечений. Зная эрудицию и ответственность в подходах к работе Кира, можно предположить, что в них отражено исчерпывающее знание автора об изучаемых объектах и заслуживающие интереса теоретические обобщения.

Из личного опыта знаю, что К.Н.Несис был хорошим редактором. Он участвовал в подготовке коллективной монографии «Биология океана» (1977. Т.2); вместе с ним мы работали над монографией М.Е.Виноградова, А.Ф.Волкова, Т.Н.Семеновой «Амфиподы-гиперииды Мирового океана» (1982); он взял на себя нелегкий труд редактирования далеко не простой для понимания и более чем спорной монографии А.В.Жирмунского и В.И.Кузнецова «Критические уровни в процессах развития биологических систем» (1982) и т.д.

Более 40 лет К.Н.Несис занимался научно-популярной деятельностью. «Люблю читать газеты и научно-популярные журналы и писать статьи о новостях науки в научно-популярные журналы», — ответил он на вопрос о своих увлечениях. Первая статья была им напечатана в журнале «Природа» в 1957 г., а позже он публиковался в нем регулярно. Кроме того, его статьи издавались в журналах «Наука и жизнь», «Химия и жизнь», «Знание — сила», «В мире животных». Надо отметить, что характерными для научно-популярных публикаций Кира были загадка и интрига, которые присутствовали уже в их названиях и держали читателя в напряжении почти до конца. В этом был литературный прием автора. К примеру: «Подкрасться, переодевшись женщиной» (Природа. 2002. №12) или «Сколько можно сидеть на яйцах?» (Сб. «Российская наука: день нынешний и день грядущий». М., 1999). Неудивительно, что он неоднократно становился лауреатом конкурса лучших научно-популярных статей, объявляемого Российским фондом фундаментальных исследований.

Среди зоологов, гидробиологов, не говоря уже о малакологах, Кир был авторитетом. Важно было знать его мнение, его комментарии безоговорочно принимались во внимание. Он был официальным и неофициальным экспертом разных отечественных и зарубежных конкурсов и фондов; главным редактором «Rutenica: Russian Malacological Journal», членом редколлегии журналов «Океанология», «Биология моря», «Природа» и «Russian Journal of Aquatic Ecology»; вице-президентом Малакологического общества при РАН, членом пленума Ихтиологической комиссии (Москва) и членом ряда научных советов РАН. На протяжении шести лет (1988—1994) был выборным членом Международного консультатив-

ного совета по головоногим моллюскам (Cephalopod International Advisory Council, CIAC).

* * *

Кир был очень скромным человеком. Насколько я знаю, он никогда не стремился к должностям, званиям, почестям. Наверное, если бы кто-то хлопотал об этом, чего он, без сомнения, заслуживал, ему, думаю, было бы приятно. Но стимулировать подобный акт самому — нет уж, это за рамками его нравственных установок, в которых этот высокий и благородный человек воспитан... Бывало, я с удивлением выслушивала его оценки событий и людей, которые часто оказывались далеки от реальности. Милый Кир, какой ты был трогательный и доверчивый! Таких в наше жесткое время уже больше нет...

Кир Назимович Несис и в быту был весьма неординарен. Буквально на днях его жена, Татьяна Николаевна Семенова, по телефону сказала мне: «Знаешь, за что я его полюбила с первого взгляда? За записку, которую он оставил на столе другой женщины, не застав ее на месте: “Появился, повертелся, не дождался, испарился. Кир”. Тогда он был тоненький, высокий, черненький, симпатичный!» Конечно же, он и в семье был очень трогателен и заботлив. Я знала его в разных ситуациях. Вот он готовится к выходу в заморский порт (я ходила с ним в экспедиции) и не знает, что привезти жене и дочке — неизменно думает об экзотической живности, которая у них в доме и без того в огромных количествах. И это — на фоне поголовного приобретения соплатателями джинсовой одежды, посуды, косынок и чего-то еще более бытового... Вот он в Ленинграде — бегаёт по книжным магазинам и, конечно, озабочен, как позвонить вечером домой. В период, когда формировалась личность дочери, как он беспокоился, во что вылетится ее независимость! Но при этом — никакого давления, полная свобода... Вот он дома: моет посуду или ищет удавчика Васю — куда подевался? А вот в кардиологии, с инфарктом (случилось в Питере), — не о себе думает, а о том, как не напугать Таню.

Когда в «Природе» совсем недавно появилось мое эссе «Они жили на острове ЗИН» (об ушедших коллегах, которые остались в моей памяти живыми), Кир послал мне по электронной почте: «Сонюра, поздравляю! Ты написала с такой любовью!» Я и подумать не могла, что всего спустя четыре месяца его не станет и мне придется признаваться в любви этому человеку, Высокому во всех отношениях, посмертно.

© С.Д.Степаньянц,
кандидат биологических наук
Зоологический институт РАН
Санкт-Петербург

Новости науки

Космические исследования

Снова на пути к Марсу

После того как запущенные НАСА США в 1999 г. космические аппараты «Mars Climate Orbiter» и «Mars Polar Lander» потерпели неудачу (причина которой так и осталась не до конца выясненной), научные круги и общественность с тревогой ожидали исхода эксперимента с новым аппаратом «Mars Odyssey», посланным в том же направлении в 2001 г. На сей раз все обошлось благополучно.

24 октября 2001 г. «Odyssey», завершив 20-минутный маневр с включенным двигателем, вышел на запланированную первоначальную орбиту на высоте 22 тыс. км над Марсом. Первые же спектральные изображения поверхности планеты, характеризующие ее тепловое излучение, оказались весьма информативными. На них запечатлена полоса длиной 6500 км и шириной 2000 км с центром в районе слабо изученного южного полюса. Установлено, что здесь лежит ледяная шапка диаметром около 900 км, состоящая из замороженных воды и диоксида углерода. Температура достигает -120°C .

Затем аппарат перешел на постоянную круговую орбиту высотой 900 км над поверхностью. Среди бортового научного оборудования имеются спектрометры, регистрирующие гамма-излучение и естественную радиацию этого небесного тела. Ведется сбор данных о строении и минеральном составе грунта, о возможном существовании термальных источников жидкой воды, причем приборы позволяют осуществлять наблюдения и в ночное время. Однако ограниченное финансирование серьезно сказывается на аме-

риканских планах изучения Марса. Так, эксперимент по доставке на Землю первых образцов грунта, намеченный на 2011 г., видимо, будет перенесен на 2013 г.

Независимым изучением Красной планеты займется аппарат «Mars Express», подготовленный Европейским космическим агентством и запускаемый в 2003 г. Он несет посадочный отсек «Beagle-2», разработанный и построенный в Великобритании. Японский орбитальный спутник Марса «Nozomi», отправленный еще в 1998 г., встретится с Марсом в 2003 г., что, правда, на четыре года позже намечавшегося ранее.

В 2003 г. НАСА планирует направить к Красной планете аппарат-лабораторию «Long Range Mars Rover» («Марсоход дальнего действия»). Вероятно, вместо предполагавшихся двух аппаратов будет использован лишь один. Под вопросом и запуск марсианского микро-спутника связи для создания сети коммуникаций вокруг этой планеты. В повестке дня сохраняется «Mars Reconnaissance Orbiter» («Орбитальный разведчик Марса»), прибор которого имеют очень высокую разрешающую способность — до 20 см. Покинув Землю в 2005 г., он должен прислать землянам информацию о наиболее подходящих местах посадок. В НАСА продолжается разработка малых экспериментов «Mars Scout», начало которых запланировано на 2007 г. В их числе — доставка на Марс самолета-автомата и воздушного шара, также предназначенных для поиска подходящих посадочных точек.

Франция намечает в 2007 г. взять на Марсе образцы грунта и доставить их на Землю. На тот же год итальянские ученые запланировали совместно с исследователями США запуск на марсианскую

орбиту спутника связи, который будет ретранслировать на Землю информацию от станций «Netlander» и приборов «Mars Scout». На одном из аппаратов, предназначенных к запуску в 2009 г., предполагается разместить итальянские радиолокаторы, которые выполнят картографическую съемку поверхности Марса.

Словом, ряд неудачных попыток познать тайны Красной планеты отнюдь не обескуражили ученых, а, наоборот, заставили шире использовать имеющиеся для этого возможности.

Spaceflight. 2002. V.44. №1. P.10 (Великобритания).

Космические исследования

Определены места «примарсения»

Коллектив Лаборатории реактивного движения НАСА завершил подробнейшее изучение данных, описывающих топографию, строение и состав грунта в различных регионах Марса. Эта информация была получена от космических аппаратов «Mars Global Surveyor», «Mars Odyssey», а также от двух более ранних аппаратов, каждый из которых передал детальное изображение определенной области на поверхности Красной планеты. По этим данным определены четыре наиболее целесообразных района высадки двух марсоходов. Таковыми признаны местности Гематит в районе Терра Меридиани, расседина Мелас Хазма в долине Валлис Маринери, долина Атабаска Валлис на равнине Элизиум Планития и гигантский кратер Гусева¹. В чис-

¹ Назван в честь русского астронома М.М.Гусева (1826—1866), подтвердившего вытянутость тела Луны в сторону Земли. — *Примеч. ред.*

ле запасных вариантов — равнина Исида и расселина Эос Хазма.

Наряду с этим в Лаборатории реактивного движения продолжается конструирование миниатюрных устройств массой всего по 3,6 кг, которые в дальнейшем предназначаются для поверхностных и подповерхностных исследований на других планетах и на их спутниках. Параллельно создается небольшой бульдозер, который совмещает функции грузовика-самосвала с высокотехнологичным командным устройством. Такая машина хороша для поиска и первичного исследования мест, где вероятны источники жидкой влаги, подпочвенные воды или близкие к поверхности слои льда, сначала обнаруженные с аппаратов, находящихся на орбите вокруг планеты или ее спутника.

Spaceflight. 2002. V.44. №2. P.53 (Великобритания).

Планетология

У Земли тоже были кольца

«Кольцом окружен тонким, плоским, нигде не прикасающимся, к эклиптике наклоненным», — этой фразой Христиан Гюйгенс объявил ученому миру об открытии колец Сатурна. Поначалу это образование считалось уникальным, но потом оказалось, что кольца, хотя и не такие мощные, есть у всех планет-гигантов. А вот у планет земной группы ничего подобного не наблюдается. Американские ученые П.Фосетт (P.Fawcett; Университет Нью-Мексико) и М.Бослоу (M.Boslough; Национальная лаборатория Сандиа) считают, что так было не всегда. По их мнению, около 35 млн лет назад Земля на несколько сот тысяч лет могла украсить собственным кольцом. Правда, механизм его возникновения был иным, чем у планет-гигантов: кольцо Земли возникло не из-за разрушения близкого спутника приливными силами; наиболее вероятный сценарий его появления — скользящее столкновение с крупным астероидом.

Хорошо известно, что на протяжении своего существования Земля неоднократно подвергалась ударам комет и астероидов. Теоретические и лабораторные исследования говорят о том, что при особенно сильных ударах вещество может выбрасываться обратно в космическое пространство. Особенно легко это происходит при скользящем столкновении, когда значительная часть обломков рикошетом вылетает в атмосферу, получив от взрыва на месте падения дополнительное ускорение. Вырвавшись в околоземное пространство, обломки вскоре собираются в одной плоскости благодаря тому же механизму, который привел к образованию колец у Сатурна и других планет-гигантов. Под воздействием лунного притяжения и экваториального вздутия Земли такое кольцо, вероятнее всего, сформировалось бы вблизи экваториальной плоскости и могло просуществовать около миллиона лет.

Гипотеза о земном кольце понадобилась Бослоу и Фосетту для объяснения данных о падении на нашу планету около 35 млн лет назад крупного астероида, вслед за чем последовало длительное охлаждение атмосферы. Нечто подобное случилось и 65 млн лет назад, когда столкновение Земли с астероидом привело к выбросу в атмосферу огромного количества пыли. Непрозрачность атмосферы вызвала похолодание на поверхности планеты, которое длилось до нескольких десятков тысяч лет. Именно в это время, как полагают, вымерли динозавры. После столкновения, исследованного Бослоу и Фосеттом, похолодание было не столь сильным, но длилось более 100 тыс. лет. Глобальным запылением атмосферы такое длительное падение температуры не объяснить, и потому ученые предположили, что в данном случае сокращение инсоляции было вызвано более устойчивым «противосолнечным фильтром» — кольцом, тень от которого на протяжении этого времени падала на тропические регионы Земли.

Чтобы проверить свою теорию, ученые смоделировали земной климат, «поместив» возле планеты

непрозрачное кольцо, подобное сатурнианскому кольцу В, уменьшив его до земного масштаба. Используемая ими климатическая модель «Genesis» разработана Национальным центром атмосферных исследований США. Результаты моделирования подтвердили, что временное сокращение инсоляции в тропиках и субтропиках действительно приводит к значительному глобальному похолоданию, масштабы и длительность которого согласуются с геологическими данными.

Journal of Geophysical Research (Atmospheres). 2002. V.107. №D15. P.ACL 2-1 (США).

Физика

Причина аномальной сверхпроводимости MgB₂

Американские ученые из Университета штата Калифорния в Беркли и Национальной лаборатории Лоуренса (там же) подвели теоретическую базу под многочисленные аномалии характеристика диборида магния¹ — сверхпроводника, обладающего рекордной для бинарных соединений критической температурой $T_c = 39$ К, и доказали, что экспериментальные свидетельства наличия в этом соединении двух сверхпроводящих щелей не артефакт². Одна из щелей (большая по величине) соответствует значению $T_{c1} = 45$ К, а другая (меньшая) — $T_{c2} = 15$ К; результирующая T_c оказывается в промежутке между T_{c1} и T_{c2} . Именно двухщелевой спектр и служит причиной аномалий. Так, большую (не экспоненциально малую) удельную теплоемкость при $T \sim 10$ К $\ll T_c$ можно объяснить низкоэнергетическими возбуждениями над второй, меньшей по величине, сверхпроводящей щелью.

Интересно, что в начале 80-х годов, когда природа высокотемпературной сверхпроводимости казалась хорошо понятой, поиск новых сверхпроводников с высо-

¹ См.: Открыта сверхпроводимость в MgB₂ при 39 К // Природа. 2001. №8. С.83–84.

² Choi H.J. et al. // Nature. 2002. V.418. P.758.

кой T_c (по тогдашним меркам — около 20 К) велся на основе трех критериев: большой концентрации носителей заряда, наличия незаполненной d -оболочки и кубической симметрии кристалла³. Но медные сверхпроводники, открытые в 1986 г., не удовлетворяли ни одному из этих критериев, хотя их T_c почти на порядок больше максимально ожидавшейся. Обнаружение в 2001 г. простого интерметаллического соединения MgB_2 сломало стереотипы, сложившиеся после открытия высокотемпературной сверхпроводимости. Единственное, что сейчас можно уверенно сказать, — это то, что новые сверхпроводники будут найдены там, где их меньше всего ожидают обнаружить.

http://perst.issph.kiae.ru/inform/perst/2_18/index.htm

Техника

Лазер-манипулятор

Сотрудники Осацкого университета (Япония) освоили новую ступень в манипулировании микрообъектами с помощью лазерного «пинцета» — перемещение в растворе, размещение и бесклеевое закрепление наночастиц золота на стеклянной подложке. Коллоид с частицами золота диаметром

³ Pickett W. // Nature. 2002. V.418. P.733.

~80 нм, находящимися в этиленгликоле (концентрация $\sim 2.2 \cdot 10^9$ частиц/мл), показывал полосу сильного поглощения в инфракрасной области спектра. Использовались два лазера: один с длиной волны 1064 нм — для захвата частиц, другой, импульсный (длина волны 355 нм, длительность импульсов 6 нс, частота их следования ~ 5 Гц), — для их закрепления.

Исследования с помощью атомно-силового микроскопа (АСМ) показали, что при минимальной мощности 3.2 мВт частица золота хаотично двигалась по участку площадью ~ 1 мкм², но иногда выпадала из удерживающей ее потенциальной ямы. Устойчивый трехмерный захват происходил при мощности ≥ 10 мВт. В экспериментах по закреплению частиц на поверхности были определены пороговая мощность (~ 36 мВт) и время действия (~ 5 с). При плотности энергии потока 32 мДж/см² частицы уже фиксируются и струей воды при извлечении подложек не смываются.

При потоках плотностью 46, 80 и 160 мДж/см² наблюдалось различное состояние наночастиц — от закрепления без изменения морфологии до распада и получения россыпи частиц размерами 10–40 нм на площади 200×200 нм². Это можно объяснить подъемом температуры наночастиц, происходящим в результате преобразо-

вания поглощенной энергии в тепловую до частичного плавления.

Applied Physics Letters. 2002. V.80(3). P.482–484;
<http://perst.issph.kiae.ru/inform/perst/>

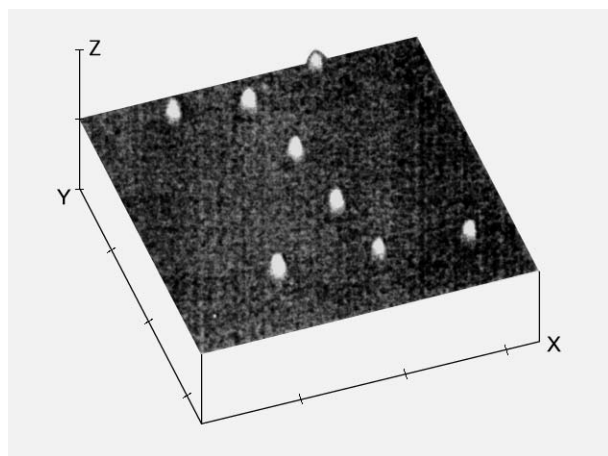
Биология

Стрессы и размножение ящериц

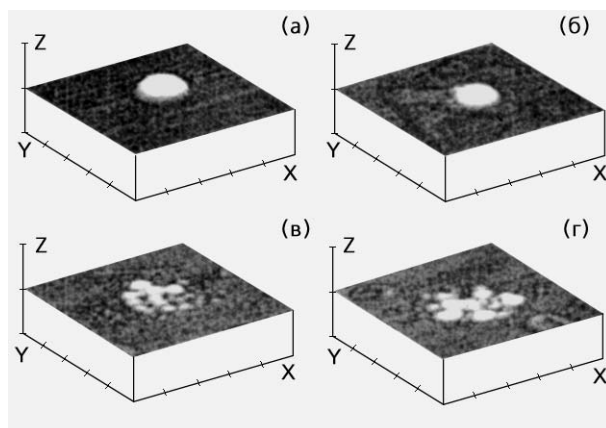
Многие интимные аспекты биологии размножения у пресмыкающихся пока исследованы гораздо хуже, чем у млекопитающих. Поэтому особенно интересны результаты экспериментов, проведенных индийскими учеными¹. Они проверяли, как стрессы влияют на созревание половых продуктов у самок сцинковой ящерицы мабуи (*Mabuia carinata*).

Ящериц отлавливали в природе в тот период, когда у них начинают созревать фолликулы, а затем содержали в лаборатории. При этом одна часть жила в благоприятных условиях, а каждую ящерицу из другой группы по пять раз в день беспокоили — либо брали в руки, либо пугали шумом или резкими движениями. Таким образом, ящерицы второй группы ежедневно подвергались стрессу. После этого сравнили состояние половых продуктов у мабуй обеих групп: у подвергавшихся воздей-

¹ Ganesh C.B., Yajurvedi H.N. // J. Experimental Zoology. 2002. V.292. №7. P.640–648.



АСМ-изображение золотых наночастиц, закрепленных на стеклянной подложке по заданному рисунку. Масштаб по осям: x, y — 1 мкм/деление, z — 200 нм/деление.



АСМ-изображение золотых наночастиц, закрепленных после воздействия потоков плотностью 46 (а), 80 (б, в) и 160 мДж/см² (г). Масштаб по осям: x, y — 100 нм/деление, z — 200 нм/деление.

ствию стресса особей образовалось достоверно меньше фолликулов и овоцитов.

Исследователи провели еще один эксперимент. На этот раз развитие половых продуктов стимулировали гонадотропином. В норме он вызывает созревание фолликулов в неурочное время. Но на ящериц, подвергшихся стрессу, гонадотропин не оказал стимулирующего воздействия. Авторы предполагают, что стресс подавляет выработку стероидных гормонов, а это нарушает процесс развития половых продуктов.

Следовательно, стресс может оказывать серьезное негативное влияние на размножение ящериц. Особенно при содержании в неволе и в местообитаниях, подвергающихся постоянному воздействию человека.

© Д.В.Семенов,

кандидат биологических наук
Москва

Охрана природы

Перспектива попадания вида в Красную книгу предсказуема!

Традиционно Красные книги — списки видов животных и растений, находящихся под угрозой вымирания и поэтому нуждающихся в особой защите, — составляются коллективом квалифицированных специалистов на основании экспертных оценок. Учитывается общая численность особей вида, размер его ареала, угроза фатального сокращения численности вследствие деятельности человека (промысла, разрушения мест обитания, подрыва кормовой базы и т.п.), а также множество других обстоятельств. Решение о включении того или иного вида (или подвида) в Красную книгу в значительной мере субъективно, хотя и принимается на основе безусловно объективных показателей.

Вскоре такое положение может измениться. Дело в том, что сотрудник кафедры общей экологии биологического факультета Московского государственного

университета им.М.В.Ломоносова Л.В.Полищук впервые в мировой практике обнаружил строго измеряемые количественные характеристики видов, достоверно предсказывающие вероятность их включения в Красную книгу. Материалом послужили данные, собранные в основном в отечественной литературе (использовано более 130 работ) для 90 видов млекопитающих из состава фауны бывшего СССР, 25 из которых занесены в Красную книгу. Рассчитав для каждого вида отношение годовой рождаемости, точнее — средней годовой плодовитости, которая выражена как отношение числа дочерей, произведенных самкой за год (B), к годовой смертности взрослых особей (M), Полищук расположил все 90 видов в порядке убывания величины B/M . Самыми первыми в этом списке оказались заяц-беляк, кролик, степной хорек, заяц-русак (значения B/M равны соответственно: 15.20, 13.68, 13.03, 11.40), а самыми последними — калан, кабарга, зубр и архар (соответствующие величины B/M — 0.98, 1.13, 1.21, 1.22)¹. Около каждого вида указано, включен или не включен он в «Красную книгу СССР». Даже простого просмотра списка достаточно, чтобы увидеть, что вначале перечислены «благополучные» виды, затем все чаще попадают виды, внесенные в Красную книгу, а последние двадцать — почти все «краснокнижные». Если же разбить весь список на шесть (в другом варианте — на девять) равных по объему групп так, что первой идет группа с самыми высокими значениями B/M , а последней — с самыми низкими, то окажется, что доля «краснокнижных» видов закономерно возрастает от группы к группе. Таким образом, вероятность включения вида в Красную книгу отрицательно коррелирует с величиной B/M .

Полищук показал также, что использованное им отношение годовой плодовитости к смертности взрослых особей на самом деле отражает свойственный данно-

¹ Polishchuk L.V. // Журн. общ. биологии. 2002. Т.63. №2. С.99—111.

му виду животных размах колебаний численности. «Краснокнижные» оказались видами, для которых характерна, как ни странно, довольно стабильная численность. Наоборот, сильные колебания численности присущи прежде всего видам с большим отношением B/M , т.е. в Красную книгу, как правило, не попадающим. Очевидно, подобные колебания им не страшны вследствие очень высокого потенциала размножения. Использованная величина B/M одновременно представляет собой меру скорости роста и соответствует количеству потомков, произведенных самкой за всю ее жизнь. Именно необычайно низкая скорость размножения «краснокнижных» видов и делает их особо уязвимыми. Продолжая поиск наиболее адекватного выражения взаимосвязи между разными параметрами жизненного цикла млекопитающих и вероятностью попадания тех или иных видов в Красную книгу, Полищук убедился², что для наиболее точного предсказания достаточно знать лишь среднее число дочерей, производимых самкой за год. При этом критической величиной для попадания в разряд «краснокнижных» оказывается величина годовой плодовитости, равная 2.9 дочерям на взрослую самку за год. Если она меньше, то вид с высокой вероятностью окажется в Красной книге, и чем ниже эта величина, тем больше такая вероятность. Но если годовая плодовитость больше 2.9 дочерей на самку, то такой вид скорее всего не относится к «краснокнижным».

© А.М.Гиляров,

доктор биологических наук
Москва

Геология

Как крошатся горы?

Метод определения возраста горной породы с использованием космогенных факторов опирается на то, что частицы космических лучей, постоянно бомбардирую-

² Polishchuk L.V. // Science. 2002. V.297. P.112.

щих нашу планету, сталкиваются с атомными ядрами и при этом с некоторой вероятностью образуются радионуклиды ^{10}Be и ^{26}Al , которые затем осаждаются на земную поверхность. Накопление нуклидов в основном ограничено верхним полуметровым слоем, и с глубиной их концентрация экспоненциально падает. Чем дольше тот или иной фрагмент породы лежит на поверхности, тем больше в нем накапливается радионуклидов.

В 1985 г. Д.Лал и Дж.Арнолд (D.Lal, D.Arnold; Университет штата Калифорния в Сан-Диего) обратили внимание геологов и геоморфологов на тот факт, что концентрация радионуклидов в осадках должна соответствовать степени интенсивности эрозии той породы, которая их вмещает. По мере выветривания лежащие под поверхностью материалы постепенно обнажаются, и чем медленнее идет эрозия, тем значительно большее количество накапливающихся нуклидов.

В середине 90-х годов три независимо работавшие группы исследователей проверили это на практике и показали, что скорость эрозии можно определять на водораздельных участках и значительных площадях речного водосбора по концентрации космогенных нуклидов в богатых кварцем породах, образцы которых взяты из осадков по берегам рек.

Смывание осадочных пород в низины обычно идет очень быстро, так что воздействие космических лучей за это время пренебрежимо мало по сравнению со значительно более длительным периодом, когда материал лежал на поверхности или неглубоко под ней. Продолжительность времени обнажения различных образцов находится в пределах 1 тыс. — 100 тыс. лет.

Особый энтузиазм новая методика вызвала у геоморфологов: именно в этот промежуток времени эрозия сформировала значительную часть современных ландшафтов. Первым методикой начал применять Дж.Кирхнер (J.Kirchner; Университет штата Калифор-

ния в Беркли), сделав объектом исследований долины небольших рек в центральной части штата Айдахо. Собранные там образцы гальки, песка, почвы подвергаются сепарации, дроблению, кипячению в фосфорной, затем во фтористой кислоте и наконец превращаются в мелкие порошкообразные частицы; их изучают в Национальной лаборатории им.Э.Лоуренса в Ливерморе (Калифорния) на ускорительном масс-спектрометре, который может выявить даже пять атомов из 10 трлн (10^{16}), хотя обычная их концентрация не превышает 1—10 частей на 1 трлн. Важно и то обстоятельство, что стоимость метода высока («превращение» образца в одну из точек на графике обходится примерно в 1 тыс. долл.). Тем не менее «овчинка стоит выделки».

Первые же результаты оказались неожиданными. Группа Кирхнера, собрав образцы осадочных пород по берегам горных ручьев на 37 водосборных площадях в штате Айдахо, обнаружила, что скорость эрозии за последние 5—27 тыс. лет в среднем превышала современную в 17 раз! По мнению исследователей, такое различие могло быть вызвано некими катастрофическими явлениями, скажем лесным или степным пожаром, за которым следовало сильное наводнение. Важный практический вывод Кирхнера: инженеры и строители сильно преувеличивают время, приходящееся на разрушение молодых горных склонов и заполнение водных бассейнов обломочными и осадочными породами. Существен подобный вывод также и для палеонтологов и палеоантропологов.

Всего десятилетие назад многие геологи считали, что по мере потепления и увлажнения климата эрозия и химическое выветривание (химическое разложение почвы и скальных пород) должны ускоряться. Однако это утверждение оспаривает геоморфолог К.Риббе (C.Riebe; Университет штата Калифорния в Беркли). Исследовав семь различных местностей в горах Сьерра-Невада (Калифорния), он установил, что эрозия и вывет-

ривание обычно идут параллельно, но климатические условия влияют на них весьма слабо. Наибольшей интенсивности эрозия достигает на крутых склонах вблизи разломов земной коры или в районе речных каньонов. Это свидетельствует о ведущей роли в процессах эрозии и выветривания не климатических факторов, а тектонической активности.

Science. 2002. V.295. №5553. P.256 (США).

Океанология

Прогноз Эль-Ниньо удался

В самом начале 2002 г. группа океанологов и климатологов во главе с В.Коуски (Центр прогнозов климата при Национальной метеослужбе США в Кемп-Спрингсе) предсказала очередное возобновление Эль-Ниньо в тропической части Тихого океана через 3—6 мес.

К настоящему времени попытки прогноза этого явления, приводящего к глобальным метеорологическим последствиям, позволили накопить определенный опыт, включая как успехи, так и полные неудачи. Еще в 60-е — начале 70-х годов база наблюдательных данных была столь скудной, что для специалистов даже весьма интенсивное Эль-Ниньо могло начаться совершенно неожиданно во время Рождества (обычный период его зарождения).

Впервые довольно простая модель, описывающая систему ветров и течений в тропической Пацифике, была построена в 1986 г., и соответствующее потепление было тогда удачно предсказано. Но радость метеорологов оказалась недолгой: последующие прогнозы никак не оправдывались. И только в 1997 г. сверхмощное Эль-Ниньо было уже ожидаемым, хотя и с малой заблаговременностью и значительной недооценкой его интенсивности. На этот раз климатологи оказались во всеоружии. Несмотря на то что в течение четырех лет цикличность явления была нарушена (Эль-Ниньо никак себя не проявляло), специалисты

отважились «назначить» его на середину 2002 г. В основу прогноза была заложена информация, полученная со всех акваторий Пацифики — с борта судов, метеобуев, от станций, расположенных на различных океанических островах, а также со спутников. Этот массив данных был обработан с помощью более десятка математических моделей. Осенью 2001 г., когда в большинстве тропических акваторий Тихого океана температура еще была близка к норме, участники исследований стали осторожно говорить о тенденции к потеплению, которая может продлиться и в 2002 г. И это — несмотря на колебания температуры от месяца к месяцу между нормой и лишь слабым ее повышением. Тем не менее уже 9 января руководство группы решило опубликовать уверенный прогноз возвращения Эль-Ниньо через 3–6 мес.

Однако ответить, будет ли интенсивность Эль-Ниньо умеренной или же достигнет максимальной силы, пока еще не представляется возможным. По состоянию на конец июля 2002 г. температура поверхности воды и прилегающего к ней слоя атмосферы превышала норму на 0.5°C (в среднем за 3 мес). Этого достаточно, чтобы считать Эль-Ниньо наступившим, но вряд ли способным на сей раз побить собственные рекорды.

Science. 2002. V.297. №5581. P.497 (США); www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/enso_advisory/index.html

Климатология

Муссоны: вчера, сегодня, завтра

В зоне муссонов — сезонной системе ветров с обильными осадками, от которых зависит не только урожай, но иной раз и наводнение, — проживает более миллиарда людей, населяющих Индию и прилегающие страны (в том числе Бангладеш, КНР, Вьетнам и др.). С глубокой древности эти ветры постоянного направления использовались местными мореплавателями, пересекавшими на примитивных парусных судах Красное,

Аравийское моря и даже северную часть Индийского океана.

В наше время специалисты научились реконструировать многие долгосрочные изменения отдельных климатических факторов, которые приводят к крупномасштабным погодным явлениям, например, динамику температуры морских поверхностных вод. Это дало возможность с большей или меньшей оправдываемостью прогнозировать, скажем, Эль-Ниньо—Южную осцилляцию или Северо-Атлантическую осцилляцию, по которым имеется обширный ряд наблюдений. Для других же крупных климатических систем, в том числе муссонной, подобные данные пока недостаточны для предсказаний.

Американские палеоклиматологи Д.Андерсон и Дж.Т.Оверпек (D.Anderson, J.T.Overpeck) и индийский геолог А.К.Гупта (A.K.Gupta) заполнили информационный пробел в сведениях о десятилетней и вековой изменчивости муссонов за последнее тысячелетие. «Летописью» состояния северной и северо-западной акваторий Индийского океана, а также Аравийского моря в период с 1000 по 1986 г. стали для исследователей донные отложения фораминифер *Globigerina balloides*, чьи известковые раковины сохраняются в течение длительного времени. Эти морские организмы в зависимости от температуры водной среды то бурно размножаются, то сильно сокращаются в численности и тем самым служат подобием «палеотермометра». Особенно интересным оказалось обнаружившееся усиление муссонов во время так называемого Малого ледникового периода, когда приблизительно с 1550 по 1850 г. в Северном полушарии отмечалось существенное похолодание. Показательным был также анализ истекшего столетия, когда на климат в глобальном масштабе началось антропогенное воздействие.

Авторы указывают на связь между ослаблением муссонов и похолоданием в Евразии и Северной Атлантике. Считая, что крупномасштабное региональное снижение температур во время Малого ледникового периода повлияло на

муссонную систему, они предупреждают об опасности приписывать ее незначительную интенсивность единственно изменению инсоляции на Тибетское плато.

Однозначных свидетельств, что муссоны имели большую силу в период средневекового потепления (около 1000—1350 гг.), нет. Однако они были более интенсивными, чем в начале Малого ледникового периода. Так, китайский палинолог К.Б.Лю (K.B.Liu) с соавторами показал, что, судя по пыльце наземных растений, произраставших в Китае и Тибете в эпоху средневекового потепления, осадки там были весьма обильными, а это — результат усиления муссонов.

Андерсон и его коллеги утверждают, что муссонная активность в Юго-Западной Азии в масштабах десятилетий — столетия диктуется колебаниями температуры в Северном полушарии. Это мнение приобретает особую значимость в свете глобального потепления. Построенный ими график муссонной активности достаточно отчетливо повторяет ход температур в Северном полушарии, включая и рост интенсивности ветров, наблюдавшийся в минувшее столетие.

В конце XIX в. резкое ослабление муссонной активности привело к катастрофической засухе и голоду в Индостане. Не меньшей угрозой может теперь оказаться и усиление муссонов, следующее за глобальным потеплением: излишние осадки вызывают наводнения и эрозию почв, что в странах с преобладающим сельским населением чревато значительными потерями. Работа Андерсона в значительной мере проясняет причинно-следственные связи, стоящие за подобными событиями.

Science. 2002. V.297. №5581. P.528, 596 (США).

Климатология

Климат Австралии и парниковый эффект

Сотрудники Отдела атмосферных исследований Австралийского управления науки и техники в Аспендейле В.Кай и П.Уэттон

(W.Cai, P.Whetton) проследили статистическую зависимость изменений глобального климата от увеличения концентрации парниковых газов в воздушном пространстве различных регионов Земли. Компьютерные модели показали, что причиной повышения температуры поверхностного слоя воды в восточной акватории Тихого океана, у побережий Северной и Центральной Америки, наблюдавшегося в середине 70-х годов (в среднем на 0.8°C по сравнению с первой половиной XX в.) и вызванного вторжением теплых вод из высоких широт, мог быть рост концентрации парниковых газов в атмосфере Северного полушария.

Потепления в восточной части экваториальной зоны Тихого океана обычно связывают с явлением Эль-Ниньо, повторяющимся с интервалами от двух до семи лет. В Австралии, особенно на востоке и юге континента, в это время резко уменьшается количество осадков. По прогнозу исследователей, периодичность эпизодов Эль-Ниньо останется прежней, но сами они станут интенсивнее. Этот вывод совпадает с общим прогнозом, согласно которому в ближайшие 100 лет климат большей части материка станет теплее и засушливее.

Atmosphere. 2002. №12. P.4 (Австралия).

Гляциология

Ледники Аляски сокращаются

Показания лазерной высотометрической съемки 67 ледников Аляски, проводившейся многократно в период между серединой 1950-х и серединой 1990-х годов, анализировали Э.А.Арендт (A.A.Arendt) и его коллеги из Геофизического института при Университете штата Аляска в Фэрбенксе (США). Установлено, что за это время толщина ледникового покрова сокращалась в среднем на 0.52 м/год. Если экстраполировать эту величину на все аляскинское оледенение, то следует считать: общий его объем в водном эквива-

ленте ежегодно уменьшался примерно на 52(±15) км³, а поступление талых вод приводило к подъему уровня Мирового океана на 0.14±0.04 мм/год.

Как показали повторные съемки 28 ледников, произведенные с середины 1990-х по 2001 г., процесс их таяния ускорился до 1.8 мм/год. Это позволяет полагать, что в последнее десятилетие ледники Аляски ежегодно теряли слой льда толщиной 0.27±0.1 мм, т.е. около 35 км³; это почти вдвое превышает предполагаемый объем льда, ежегодно теряемого великим Гренландским ледниковым щитом.

Таким образом, предыдущие оценки вклад ледников Аляски в подъем океанического зеркала Земли.

Proceedings of the US National Academy of Sciences. 2002. V.99. P.6550.

Археология

Заговорит ли библиотека Ашшурбанипала?

На севере Ирака, в верховьях р.Тигр, находится г.Мосул; неподалеку от него располагалась Ниневия — столица Ассирии в VIII—VII вв. до н.э. В середине VII в. до н.э. страной правил царь Ашшурбанипал, прославившийся не только военными победами, но и собранной им крупнейшей для того времени библиотекой: она насчитывала более 1 млн глиняных табличек с клинописными текстами, которые хранили сведения о религиозных ритуалах, экономических и дипломатических связях с соседними государствами, военных походах и победах над Египтом, а также содержали зачатки художественной литературы. В их числе — знаменитый эпос о Гильгамеше и рассказы о наводнении в Шумере, перекликающийся с библейским повествованием о Всемирном потопе.

После смерти Ашшурбанипала Ассирия была разгромлена мидянами и вавилонянами. Многие глиняные таблички все же сохра-

нились, но два с половиной тысячелетия были скрыты от людских глаз. Лишь в 1849 г. эти драгоценные страницы древнейшей истории и культуры человечества были обнаружены британскими археологами. Часть табличек перевезли в Лондон, где есть специалисты по их расшифровке и условия для хранения, однако в Иракском национальном музее (Багдад) находится еще около 70 тыс. каталогизированных глиняных «книг», да еще примерно столько же лежит на полках запасника, и пока ученые к ним даже не прикоснулись. Однако возникла надежда, что дело изменится к лучшему¹. Принято решение о создании музея и исследовательского института неподалеку от развалин крепостной стены древней Ниневии. Здесь будут хранить и изучать глиняные документы — как оригиналы, так и копии, предоставленные музеями других стран. Поблизости расположатся библиотека с книгами по археологии и древней истории Ближнего Востока, редакционно-издательский и типографский отделы института, а также компьютерный терминал, связанный с аналогичными учреждениями мира (это очень важно для иракских исследователей, десятилетиями оторванных от своих зарубежных коллег), и дома для иностранных ассириологов. Должны развернуться также новые раскопки Ниневии и еще более древней, первой столицы страны — г.Ашшура (ныне руины Калъат-Шаргат), где ученые надеются обнаружить почти нетронутые сокровища.

Однако нужно спешить: на р.Тигр возводится плотина, и поднятые ею воды неизбежно затопят часть исторических земель, включая почти весь Ашшур и десятки более мелких пунктов, населенных тысячелетия назад. Через пять лет, к моменту окончательного заполнения водохранилища, все археологические работы должны быть завершены.

Science. 2002. V.296. №5569. P.834 (США).

¹ См. также: Сокровища Ассирии заговорят по-новому // Природа. 2002. №5. С.18—19.

Рецензии Биотерапия рака, дело КР и сталинизм

(Размышление о книге)

М.Д.Голубовский,
доктор биологических наук
Санкт-Петербург

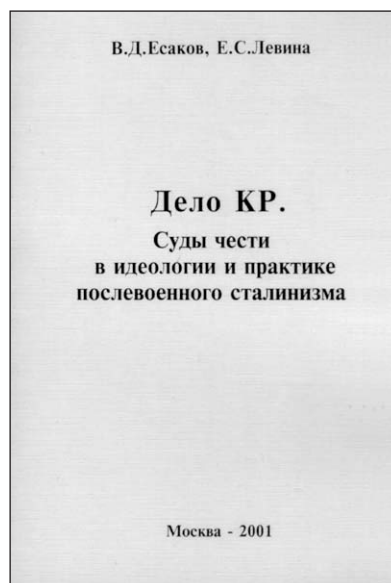
Последние восемь лет сталинского режима наименее изучены в истории российского общества. С этого парадоксального утверждения начинается одна из самых интересных историко-научных книг, которые мне довелось читать: В.Д.Есаков, Е.С.Левина: «Дело КР. Суды чести в идеологии и практике послевоенного сталинизма». Книга выпущена в скромном ротاپринтном издании накануне 2002 г. под эгидой двух научно-исследовательских учреждений — Института российской истории (В.Д.Есаков) и Института истории естествознания и техники (Е.С.Левина). Первый автор — авторитетный историк-архивист, известен многими находками из недоступных ранее цеховских архивов и их публикациями; второй — молекулярный биолог, последние 15 лет плодотворно занимается историей молекулярной биологии и генетики.

Только такой необычный творческий дуэт смог распутать подспудно-тайную цепь событий, известных на поверхности как дело КР (профессоров Н.Г.Клюевой и Г.И.Роскина). Исследование, отличающееся скрупулезностью и профессионализмом, основано на множестве документов. В нем нет ра-

зоблачительного пафоса, который стал уже обременителен, ибо невольно связан с односторонностью и упрощениями.

Книга, над которой авторы работали более 10 лет, уникальна по крайней мере в трех отношениях. Прежде всего, монографически один конкретный сталинский процесс, связанный с наукой, проанализирован во всех деталях — от замысла до массовой всесоюзной читки спущенного из ЦК текста и затем многих судов. Во-вторых, на примере одного открытия документально прослежены особенности взаимодействия науки и советской власти. Позиции сторон по отношению к чему-то новому и в нормальных условиях обычно иррациональны и противоречивы, а при сталинском режиме они вовсе оказались искореженными. Наконец, в свете современной молекулярной биологии показана сложная судьба изысканий в области биотерапии рака, на которую повлияли и научная мода, и комплексность проблемы, и нетерпеливость первооткрывателей, и порой их неадекватное поведение.

Книга интересна не только историческим анализом, она поучительна и для современных исследователей, размышляющих о природе научного открытия и пути его признания, науке



В.Д.Есаков, Е.С.Левина. ДЕЛО КР. СУДЫ ЧЕСТИ В ИДЕОЛОГИИ И ПРАКТИКЕ ПОСЛЕВОЕННОГО СТАЛИНИЗМА.

М.: Институт Российской истории РАН, 2001. 453 с.

и власти, поведении интеллигенции в условиях тоталитаризма, роли власти в манипулировании сознанием людей.

Дело КР, как считают авторы, стало ключевым событием в резком переходе страны к холодной войне, всеохватной секретности, самоизоляции и самовозвеличиванию. Суды чести — «акты советской инквизиции» — сформировали идеологический каркас, на который опиралось массовое зомбирование населения, «воспитание народа в духе советского патриотизма и борьбы с космополитизмом».

Историки убедительно доказывают, что суд над профессорами-биологами проводился как тщательно задуманная операция, во всех деталях контролируемая лично Сталиным и Ждановым. По существу это была своего рода мафиозно-криминальная акция: сделал дело, запугал или убрал всех свидетелей — и концы в воду. Так, долго не удавалось найти в архивах «Закрытое письмо ЦК ВКП(б) о деле профессоров Ключевой—Роскина» от 16 июля 1947 г. А ведь 9500 (!) экземпляров было разослано по всем властным этажам партгосаппарата с повелением немедленной читки, обсуждения на партсобраниях и отсылки наверх подробного отчета, кто, что и как сказал. Однако затем в духе Министерства правды (вспомним Дж.Оруэлла) все экземпляры письма уничтожались, а в открытой печати, несмотря на шумную идеологическую кампанию, никакого упоминания о нем не допускалось! Лишь в 1992 г. в одном из отделов ЦК был, наконец, найден полный текст, опубликованный и прокомментированный авторами в 1994 г. [1].

Смело можно сказать, что и сейчас среди большинства биологов, незнакомых с исследованием Есакова и Левиной (а также с изданной в 1997 г. их коллегой Н.В.Кременцовым на английском языке книгой «Stalinist Science»), представление о деле КР примерно такое:

слышал звон, да не знаю, где он. Неведение еще полбеды. Хуже другое — живучесть сталинского мифа даже среди научной элиты спустя десятилетия.

Так, хирург-онколог Н.Н.Блохин (первый директор Российского онкоцентра и затем президент АМН) в своих воспоминаниях безапелляционно пишет о «несостоятельности препарата КР», упоминая работы Роскина и Ключевой в ряду лжеучений Лысенко, Лепешинской и прочих авантюристов биологии начала 50-х годов [2]. Причины такого распространенного недоразумения становятся понятными после проведенного авторами научного анализа.

Трипаносома и рак

Григорий Иосифович Роскин (1892—1964) — крупный биолог европейского ранга, специалист в области цитологии и протозоологии, один из основателей Всероссийского общества протозологов — относился к известной московской школе зоологов Н.К.Кольцова. С 1930 г. он заведовал в МГУ кафедрой гистологии и создал там лабораторию биологии раковой клетки [3]. В 1931 г. Роскин установил, что одноклеточный жгутиконосный микроорганизм, простейшее *Trypanosoma cruzi* (и экстракт из его клеток), тормозит рост опухолей у животных.

Этот факт хорошо совпадал с наблюдениями эпидемиологов: у многих людей, переболевших трипаносомиазом, рак спонтанно исчезал и как бы появлялся иммунитет к раку. В итоге заболеваемость раком в несколько раз меньше в тех районах Южной Америки, где распространена болезнь Чагаса (ею страдает более 17 млн человек, а бессимптомных носителей трипаносомы гораздо больше).

Еще в 30-е годы Роскин опубликовал серию статей (в том числе и в иностранных журналах) о своих наблюдениях

и идее использовать антагонизм трипаносомная инфекция—рак для биотерапии опухолей. А в 1939 г. в Кисловодске произошло романтическое знакомство Роскина с микробиологом Ниной Георгиевной Ключевой (1898—1971). В 1921 г. она окончила Ростовский медицинский институт (созданный на базе медицинского факультета Варшавского университета) и уже в 30-е годы стала опытным инфекционистом.

Ключева загорелась идеей Роскина. Возник, как пишут историки, «неповторимый творческий тандем». Было решено, что Ключева доведет препарат, полученный из трипаносомы (его назвали круцин или КР, по начальным буквам фамилий авторов), до клинических испытаний, а Роскин продолжит наблюдения за его действием. Несмотря на военное время и эвакуацию, уже к концу 1945 г. были получены варианты препарата с активностью в 400 раз выше первичной, вчерне решена задача наработки в достаточных количествах и собраны первые клинические данные о противоопухолевом действии круцина в случае рака гортани, губы, пищевода, груди, шейки матки.

Вначале Ключева и Роскин использовали жидкий экстракт, неустойчивый и неудобный при хранении. Аналогичный препарат был получен во Франции в замороженно-сухом виде и назван трипанозой. Онколитическое (растворяющее) действие препарата подтвердилось в лабораторных и клинических опытах. Наиболее эффективной трипаноза была на ранних стадиях, а на поздних — большие, неизлечимые опухоли уменьшались в размере. Препарат снимал боль, облегчал страдания и резко улучшал самочувствие больного. Об этом говорили все медсестры, причем даже в ситуациях, когда не знали о применении препарата.

Хотя опухоль не исчезала полностью, клетки переставали активно делиться и утрачивали



Г.И.Роскин и Н.Г.Клюева за работой.

способность к метастазам. Во Франции в середине 50-х годов под влиянием открытия Роскина и сведений о препарате круцина фармацевтическая фирма профессора Шарля Мерье в Лионе развернула собственные исследования. В 1960 г. ее представители посетили лабораторию Роскина. Исследователи нашли взаимопонимание, особенно в одном важном пункте: длительное применение и круцина, и трипанозы не имело вредных последствий. Этот визит помог возобновить прерванные после суда чести работы.

Здесь стоит упомянуть и об одной рассказанной в книге удивительной истории целебного действия круцина на безнадежного больного. Этот случай помог справиться с трудной задачей производственного культивирования капризной трипаносомы. Необходимый точный режим аэрации налаживал талантливый инженер В.М.Эйгенброт (он работал в секретном «ящике» и отвечал за постоянство состава воздуха в мавзолее Ленина). В мае 1956 г. ему удалили опухоль щитовидной железы, давшей уже метастазы. В конце года начались боли в позвоночнике, рентгенотерапия не помогла,

весной 1957 г. состояние резко ухудшилось. Но вот в 1959 г., после курса круцинотерапии, работоспособность Эйгенброта восстановилась, и после повторного лечения он вернулся к нормальной жизни на 20 лет (стал доктором технических наук, автором 12 книг и учебников, профессором, заведующим кафедры автоматики Московского горного института). Письмо-поддержка «наверх» Эйгенброта также помогло возобновить испытания круцина в клиниках.

Что же сегодня? В Интернете я нашел сайт, где обсуждаются альтернативные пути лечения рака (www.karlloren.com/bior-sy/book). Профессор Англо-Американского института безлекарственной терапии Г.Розенберг, суммируя в 1990 г. исследования по трипаносомной терапии, начинает с открытия Роскина и полагает несомненно доказанной способность экстракта подавлять боль, улучшать самочувствие, аппетит, возвращать вес, не говоря уже об усвоенной иммуностимуляции. Следовательно, «нет никаких разумных оснований к тому, чтобы нетоксичный трипаносомный экстракт нашел более широкое применение в биоте-

рапии рака». (Указан даже адрес фирмы в Лионе, по которому и сейчас можно выписать трипанозу.) «В онкотерапии есть понятие «улучшение качества жизни». <...> Снять болевой синдром, сохранить возможно дольше образ жизни здорового человека — разве это мало? <...> Этот результат всегда присутствовал при систематическом повторении курсов трипаносомных препаратов» (с.411). И все же применение трипаносомных препаратов оказалось в 70-е годы свернуто и во Франции, и в СССР. Почему?

На этот простой вопрос ответить нелегко. При знакомстве с судьбой изысканий Роскина и Клюевой невольно приходит на память метафора профессора А.А.Любищева: прошлое науки — не кладбище гипотез, а скорее собрание недостроенных архитектурных ансамблей, прерванных или по дерзости замысла или по недостатку средств.

Подчас гений, талант вынужден многие годы стойко идти своим путем, будучи в глазах общества чудаком или того хуже. Есть замечательная сказка о царевне-лягушке. Чудак-принц долго и трепетно лелеет покрытую болотной тиной лягушку. Он видит в ней прекрасную принцессу, в которую она к изумлению всех неожиданно превращается. В области борьбы с раком есть похожее воплощение этой метафоры. Сейчас один из главных путей — изучение механизмов капиллярного кровоснабжения опухоли (ангиогенез). Опухоль не возникнет, если подавлен рост пронизывающих ее капилляров и сосудов. Американский хирург Дж.Фолкман торил этот очевидный теперь путь более четверти века (начиная с 1970 г.). Сообщество молекулярных биологов, увлеченное тогда поиском онкогенов и веществ, останавливающих деление клеток (цитостатиков), не только проявляло постыдное равнодушие к надклеточному, целостно-организмен-

ному подходу, но ехидно демонстрировало его. С горьковатым юмором Фолкман вспоминает, как во время его докладов ученая публика дружно покидала зал. Кого винить? Историк науки вынужден признать такую коллизию творец—сообщество нормой. Лаг-период во многих случаях неизбежен [4].

Экскурс в историю медицины в какой-то степени поможет ответить на заданный в начале вопрос. Во Франции после выпуска на рынок препарат трипанозы прожил недолго. Коммерция диктует свои законы. Лионская фармацевтическая фирма переключилась на выпуск более модных и имеющих повышенный спрос лекарств — антибиотиков, цитостатиков и на биоинженерию (конструирование «магических пуль» со строго установленной структурой). Тогда трипаносомный экстракт (смесь хотя и целебная, но неясная химически) представлялся некоей архаикой. Авторы книги указывают и на другую объективную причину «провала» препарата на фармацевтическом рынке: неустойчивость, капризность культивирования трипаномы. Одноклеточный паразит имеет сложный цикл развития, претерпевая в организме изменения формы и свойств. Надо поймать лишь определенную стадию или форму, которая только и обладает противораковым эффектом. Кроме того, разные штаммы трипаномы сильно отличаются по своему действию. Хотя виртуозы протозоолог Роскин и микробиолог Клюева и их ученики в МГУ справлялись с этой биотехнологической задачей — фирмы уже опустили железный занавес.

Трипаносомная история не закончилась. Она на время отошла в тень из-за «недостатка средств» (любительская метафора). Идея Роскина использовать для биотерапии рака эволюционно сложившиеся тонкие связи типа паразит—хозяин ныне возрождается. Сегодня очевидны неустрашимые тяжкие по-

следствия ударных воздействий химио-, радиотерапии и цитостатиков (облысение еще не так страшно, хуже поражение других быстро делящихся клеток, к примеру печени). Все это обсуждается в книге историков. Январский номер за 2002 г. авторитетного английского медицинского журнала «Lancet Oncology» открывается проблемной статьей о биотерапии рака [5]. Речь идет о необходимости вернуться к «старым идеям» о конфликте инфекция—рак и о новых перспективах использования опухолеспецифичных вирусов и бактерий, модифицированных методами геной инженерии. Употребляются те же термины и обсуждаются подходы, сходные с предложенными в 30-е годы Роскиным. Увы, ссылку на исследования авторов КР я не нашел. Но, говорят, когда работа становится классической, она уже не нуждается в цитировании...

Не буди лихо, пока оно тихо

Почему и как биологи Роскин и Клюева оказались вовлечены в 1946 г. в жестокие сталинско-ждановские игры? Здесь, видимо, есть элементы диктаторской прихоти (как выбор писателей Ахматовой и Зощенко для идеологической экзекуции) и «закономерной случайности».

Анализируя послевоенную судьбу науки, авторы приводят ключевое извлечение из речи Сталина на собрании избирателей от 9 февраля 1946 г.: «Я не сомневаюсь, что если мы окажем должную помощь ученым, они сумеют не только догнать, но и превзойти в ближайшее время достижения науки за пределами нашей страны». В полном согласии с этой верой в марте 1946 г. вышло положение о коренном улучшении быта и резком повышении зарплаты всем категориям научных сотрудников. Академикам и высшей научной номенклатуре бы-

ли розданы дачи. Стало ощутимым, что терять и за что благодарить партию и родное советское правительство.

Конечно, в XX в. наука стала мощной производительной силой, для развития которой, конечно же, необходима государственная поддержка. Сталин уверовал, что, посадив ученых в золотую клетку в условиях самоизоляции страны, можно догнать и перегнать мировое сообщество в любой области науки. В июле 1947 г. принимается решение о запрете изданий АН на иностранных языках, вплоть до изъятия в букинистических магазинах всех иноязычных книг. Ссылки на зарубежных авторов в конце 40-х становятся крамолой. Это было новым элементом даже по сравнению с массовыми репрессиями 30-х годов.

При одном лишь государственном финансировании (когда нет никаких общественных или частных фондов, меценатов) всегда возникает трудность: казна одна, направлений в науке много, а ученых еще больше — кому дать, кому отказать и кто будет объективно решать? Но это еще полбеды. Авторы пишут о сложившемся «тоталитарном подходе к оценке творческой деятельности — все достижения науки и техники являются собственностью советского государства» (с.87). Произошло извращение начальных ценностей социализма, согласно которому государство обязалось обеспечивать условия для духовного развития личности и общества. Но вместо роли спонсора или мецената оно, в лице правителей-временщиков, присвоило все духовные ценности себе. В отношении к наукам и искусствам Сталин вполне разделял подход гоголевского Тараса Бульбы: я тебя породил, я тебя и убью. При советской власти со времен Ленина параллельно шли два процесса: количественный рост одних направлений и удушение других. Дело КР — очевидная иллюстрация этого.

Вся запутанная канва событий вокруг дела КР, от возвышения ученых до их вселюдного поношения, детально анатомирована в книге. Сначала идут эпизоды «за здоровье». 13 марта 1946 г. — доклад Ключевой в Академии медицинских наук о новом методе биотерапии рака и публикации в центральных газетах. По каналам ВОКС — информация в США, где в то время выпускался специальный журнал «Обзор советской медицины» и активно работало Американско-Советское медицинское общество. В солидном «Cancer Research» (США) в 1946 г. появится статья Роскина.

Под влиянием паблисити кручина в Штатах посыпались просьбы в американское посольство о его присылке. Между тем во всех публикациях говорилось лишь о начале клинических испытаний, о том, что кручин нарабатывается пока в недостаточном количестве и применяется в жидкой, неустойчивой и нестабильной, а значит и капризной по своему действию форме. Посол У.Смит проявил необычную для его ранга инициативу и решил лично встретиться с авторами открытия. Их встреча, согласованная по всем каналам власти, состоялась 20 июня 1946 г. в дирекции Института эпидемиологии (в присутствии директора и, конечно, доверенного у «органов» лица). Посол предложил сотрудничество и любую техническую помощь. Минздрав в принципе соглашается и подготавливает такой проект.

Академик-секретарь АМН В.В.Парин во главе делегации медиков, куда входят и крупные советские онкологи, 4 октября 1946 г. летит в США [6]. Этот визит совпадает со специальной сессией ООН, посвященной международному сотрудничеству, где доклад делает Молотов. Парин, запросив через наше посольство разрешение, передает 26 ноября 1946 г. в Американско-Советское медицинское общество уже принятую к печати в СССР рукопись книги Роскина

и Ключевой и образец кручина (к тому времени утративший активность). Но этот невинный взаимный жест был истолкован затем как передача государственной тайны и послужил поводом к аресту Парина после его возвращения и к организации суда чести.

Возможно, изыскания по кручину шли бы в обычном русле, поначалу вполне благоприятном для исследований по биотерапии рака. Ведь другие достойные направления в медицине, в частности и в онкологии, имели меньшую поддержку. Но Ключева, подстегиваемая успехом и вознившимся вниманием, жаждет большего. Она пишет два обращения на имя Жданова с уверениями о громадном значении работы. Мудрый профессор Роскин, предчувствуя опасность, предупреждал: не буди лихо, пока оно тихо. Если бы Ключева была просто его соавтором, он, возможно, и удержал бы ее. Но она была еще и женой и настояла на своем. Письма Жданову идут за двумя подписями. После первого, в апреле 1946 г., из ЦК была получена резолюция — «поддержать и доложить», затем моментальный ответ министра здравоохранения — «будет сделано». Выделяется площадь, штат лаборатории обещано расширить до 55 человек. Однако в честолюбивые планы Ключевой входило не только организовать наработку и анализ препарата, но и вести клинические испытания, иметь небольшую клинику (не будучи врачом-онкологом).

И это тоже удалось. Но, как в сказке о рыбаке и рыбке, оказалось мало. К ноябрю 1946 г. штат номинально увеличился до 99 человек. Естественно, росли и технические трудности, и неурядицы. В неистовом нетерпении Ключева пишет новое письмо Жданову. Его тон весьма требователен, а эффект — оглушительный. Информация о «чудо-препарате» дошла до Сталина, и колеса машины завертелись с бешеной скоростью. Но куда они привели?

В архиве Жданова историки отыскали второе письмо биологов с краткой надписью красным карандашом: «Мне + Ворошилову 3 дня». Явное указание вождя. Вертикаль власти заработала быстро. Уже 21 ноября Жданов принимает в Кремле Роскина и Ключеву. Через четыре дня он опять их вызывает в Кремль, куда на то же время приглашены лица из высшего эшелона: Ворошилов, Деканозов, Мехлис, прокурор СССР Горшенин, замминистры и даже люди из Министерства кинематографии!.. На уровне Совмина готовится решение о поддержке работ по кручину. Уже 7 декабря проект был представлен зампреду Совмина Берия (ведь создавалась новая крупная шарашка). 23 декабря 1946 г. Сталин подписывает секретное постановление «О мероприятиях по оказанию помощи лаборатории экспериментальной терапии профессора Н.Г.Ключевой». Метрострою и Министерству по строительству военных и военно-морских предприятий (!) было велено к декабрю построить первую очередь института, а разным министерствам к 1 января 1947 г. оснастить лабораторию всем требуемым оборудованием. Спустя пару месяцев, уже на допросе у Жданова, Ключева говорила, что они «были буквально раздавлены грандиозностью решения Совета Министров, они не привыкли к таким масштабам» (с.92). Ученым доверили «сноситься с правительством о своих нуждах» прямо через Ворошилова (конный маршал почему-то курировал тогда медицину и здравоохранение и был настроен вполне благожелательно).

Таков вкратце был путь поезда «за здоровье». Но одновременно по той же ветке навстречу вышел поезд «за упокой». Вскоре они жестоко столкнутся. По записным книжкам Жданова определен начальный момент формирования дела КР. 7 августа 1946 г. (за неделю до начала гонений на Ахматову, Зощенко

и художественную интеллигенцию) в бумагах Жданова появляется запись: «Я думаю, что Смита не надо было пускать в Институт». Это была затравка. В начале 1947 г., пребывая в эйфории, Ключева и Роскин совершенно не предполагали, что они уже выбраны для идеологического заклания. 24 января 1947 г. Жданов, вернувшись из длительного отпуска-лечения, сразу принялся за фабрикацию дела КР.

Фабрикация и фальсификация

Кухня подготовки дела КР и суда чести — впечатляющая часть книги. Здесь много нового для понимания мотивов и способов действия Сталина и его окружения, советской власти как режима. Обычное в науке поведение трансформируется до неузнаваемости в партийном новоязе: интерес посла — *демарш американской разведки*, приглашение к сотрудничеству — *подкуп*, передача машинописи уже сданной в печать книги (причем без главы о технологии) коллегам в США — *низкопоклонство перед иностранцами и разглашение гостайны*.

Это все знакомо. Новое — детальная личная режиссура Сталина на всех этапах дела КР. Историки приводят любопытное и важное для поведения диктатора свидетельство. Новый министр здравоохранения И.Е.Смирнов был приглашен на встречу со Сталиным в Большой театр, где в тот вечер шла опера «Князь Игорь». В антракте Сталин разъяснил министру «главную особенность» задуманного им сценария суда чести: нет необходимости в адвокатах и последнем слове обвиняемых после речи общественного обвинителя (с.204). Подлинный театр в театре.

Следствие начал Жданов, вызывая на допрос в Кремль Ключеву, Парина, министров и их замов, а протоколы немедленно направлялись через Поскребы-

шева Сталину. У всех вызванных были взяты письменные объяснения о процессе передаче книги и образца кручина в США. И вот, 17 февраля 1947 г. Ключеву и Роскина вызывают на заседание Политбюро, которое вел сам Сталин. Как вспоминал Роскин, Сталин в конце заседания показал книгу авторов «Биотерапия злокачественных опухолей» со сделанными на полях многими замечаниями и изрек: «Бесценный труд!» Видимо, книга произвела на него впечатление.

В тот же день, поздно вечером, в кабинете Сталина, как установили историки, собралась верхушка: Молотов, Жданов, Берия, Микоян, Маленков, Вознесенский и Каганович. Был решен вопрос об аресте Парина, смене руководства Минздрава и суде чести над биологами, утром обласканными властью. 25 марта 1947 г. Жданов представляет Сталину проект постановления о «Судах чести», который через три дня утверждается Политбюро. Сценарий таков: обращения из парткома в суд, допрос обвиняемых членами суда, потом суд с назначенным общественным обвинителем, затем последнее слово обвиняемых. И наконец, победное выступление общественного обвинителя.

Текст обвинительного заключения якобы от имени парткома Минздрава был тайно отредактирован Ждановым, затем откорректирован Сталиным и вручен для прочтения академику АМН П.А.Куприянову (он продекламировал с выражением). Два члена суда были из числа «истцов» (со стороны парткома), якобы написавших обращение (но его тоже сочинил Жданов!). В его записных книжках авторы нашли бесцеремонные и хамские приправы к начальному варианту зелья: «О Парине размазать погуще... Вдолбить, что за средства народа должны отдавать все народу... Расклевать преувеличенный престиж Америки с Англией... Будем широко публиковать на счет разведки» и т.д.

За день до суда Сталин проводит генеральную репетицию задуманного спектакля. 13 мая 1947 г. он вызывает в Кремль доверенных писателей Фадеева, Горбатова и Симонова. Последний в 1988 г. опубликовал свои воспоминания. Сталин ведет беседу на тему «нашего советского патриотизма», чтобы не было «преклонения перед иностранцами-засранцами» — последнее произнесено им скороговоркой. «В эту точку надо долбить много лет, лет десять надо эту тему вдалбливать», — записывает Симонов сталинский социальный заказ. Долбить и вдалбливать с пеленок до седых волос — так каждодневно происходила манкуртизация всей страны. В конце беседы Сталин вынимает четырехстраничное заявление парткома Минздрава о привлечении Ключевой и Роскина к суду чести. Читать вслух было предложено Фадееву, а Сталин ходил, внимательно слушал и бросал острые взгляды на писателей, «делал пробу, проверял на нас... Это письмо было продиктовано его волей — и ничьей другой», — догадывается Симонов. Убедившись, что прочитанное произвело впечатление, Сталин делает заказ придворным писателям: «Надо на эту тему написать произведение. Роман». Симонов ответил, что это скорее годится для пьесы, каковую он вскоре и написал, отрекшись от нее впоследствии. А вышедший в 1950 г. фильм «Суд чести» люди старого поколения еще помнят. Только к действительности он имел такое же отношение, как гоголевские галушки и «Кубанские казаки» к реальным колхозам.

Предварительное заседание начинается с допросов Роскина. Гордая Ключева отказалась прийти и согласилась отвечать только письменно. В их квартире уже установлен «жучок» (плата за режим секретности!). Весь домашний разговор между супругами после изнурительного допроса Роскина подслушан, записан и тут же передан Сталину.

«Клюева. — Досадно, что все эти червяки не дают спокойно работать (плачет). Меня волнует, как они так могли говорить. Они нашего ногтя не стоят. Мы еще никогда никаких упреков не имели от ЦК. Почему они тебя допрашивали, уму непостижимо. Я считаю, что я не должна участвовать в этой комедии». Но участвовать, к сожалению, пришлось. Видимо, Роскин и Клюева до конца дней не догадывались, кто был подлинным драматургом и режиссером комедии. (Уже после трехдневного поношения и измывательства на суде чести они в отчаянии и в рамках ритуальной традиции тех лет обращаются с верноподанным письмом к вождю-благодетелю: «Мы Вас сердечно благодарим за все внимание, руководство и помощь, без которых никогда бы глаза обреченных больных не могли засветиться надеждой». Вождь, несомненно, был польщен.)

На агентурной записи семейного разговора после допроса Роскина есть резолюция Сталина: «Поговорить со Ждановым». О чем же могли говорить два изготовителя зелья, которым вскоре будут поить миллионы людей? Была опасность твердой позиции Роскина, зыбкости обвинений и нежелательной реакции зала. Тогда, чтобы бить наверняка, Жданов пишет свое заявление председателю суда, что Клюева и Роскин вводили в заблуждение, обманывали правительство. Это — нокаут. Ведь не скажешь, что Жданов и правительство и есть фальсификаторы и обманщики. К тому же академик Парин уже арестован как американский шпион.

Суд чести проходил с 5 по 7 июня 1947 г. в зале заседаний Совета Министров, где собралось 1500 человек — цвет советской медицины. Чтение материалов суда и сейчас, спустя более полувека, производит тягостное впечатление. Наверное, это познавательно с позиций сравнительной социальной психопатологии.

Медицинские светила, убеленные сединами, недавние научные коллеги подсудимых ведут себя в духе озорной рифмы поэта М.Дудина: «Я любил тебя, Маланья, до партийного соборья». Как открылись прения, изменились мнения». Особенно рьяно и ядовито выступал, к примеру, известный деятель здравоохранения Н.А.Семашко. Хотя он по возрасту к тому времени отошел от дел, но активно задавал вопросы и рвался на роль общественного обвинителя (ему не доверили). В концовку обвинительной речи Жданов вставил ключевые слова: значение этого дела — предупредить «каждого советского патриота быть постоянно бдительным, не тушить ни на минуту своей ненависти к враждебной буржуазной идеологии». Удивительно точен оказался Оруэлл в метафоре о ежедневных двухминутках ненависти.

Давление и унижение, которое испытали Клюева и Роскин и на двух сериях допросов и за три дня суда в полуторатысячной аудитории — чудовищные. Они вели себя достойно. Но в заключение все же вынуждены были принести ритуальное покаяние, которое от них ждали дьявольские режиссеры — о патриотизме, о заботе советского правительства, о нашей советской науке и т.д. Анализируя стенограмму суда, историк отмечает, «как мучительно дается Нине Георгиевне игра по навязанным всем в зале правилам». Роскин же твердо заявил, что работа до конца 1946 г. была открытая, никакого технологического секрета передано не было и никаких антигосударственных действий за собой не признает, но считает личной ошибкой согласие на передачу рукописи. Сотрудница Лысенко доносит о разговорах, «которые выставляли профессора Роскина как героическую личность, стойко отстаивающую свои взгляды». Роскин вынужден признать иллюзии, которыми жило его «старое поко-

ление», когда еще не существовало разделения на штатские и военные науки, науки секретные и рассекреченные.

Поведение обвиняемых биологов не удовлетворило суд чести. В его решении отмечено, что профессора Клюева и Роскин «не проявили себя как советские граждане и продолжали быть неправдивыми». Концовка пьесы-суда: объявить профессорам Клюевой и Роскину «общественный выговор». Здесь важная семантическая тонкость: сказано, мол, что ученые неправдивы и не совсем проявили себя как советские. Но их поведение не названо зловещим эпитетом — *антисоветское*. Ибо это означало во все времена РСФСР и СССР почти смертельный капкан. Дело в том, что в слове «советский» завязаны зловещим узлом три смысла: то, что относилось к стране в целом, к ее пространству и времени (например, советская наука или вино «Советское шампанское»); определенная государственно-правовая система — советская власть; идеологический смысл, подразумевающий полную преданность марксизму и родной компартии. Поэтому назвать поступки биологов Роскина и Клюевой антисоветскими практически означало для них концлагерь. Замысел драматурга и режиссера-садики был более масштабен, чем простая физическая расправа над двумя учеными. Главное — запуск всесоюзной кампании по борьбе с космополитизмом, идеологический всеохватный террор в виде «воспитания и перевоспитания». «Долбить и вдальбивать», — приказывал Сталин. Этот завет соблюдался даже во время борьбы с «культом личности», когда, как поется у Галича, приходилось мучительно признавать: «Кум откусал огурец и промолвил с мукою, оказался наш отец не отцом, а сукою». И завету «нашего отца» неуклонно следовали почти сорок лет.

При центральных министерствах и ведомствах в 1947 г. бы-

ло создано 82 суда чести. Лишь часть из них провели заседания. Так, Лысенко настоял, чтобы в ноябре 1947 г. провели суд чести над генетиком Р.Жебраком за его якобы антипатриотическую статью в «Science» в 1944 г. и за низкопоклонство перед буржуазной наукой. Осудили. Тем самым удалось сорвать уже принятое решение об организации нового института генетики (единственный институт, созданный Вавиловым, после его ареста прибрал к рукам Лысенко). Директором института намечался Жебрак (до суда он занимал высокий пост президента АН Белоруссии). Но после суда он лишился всех постов и был деморализован. Начатая кампания создала желаемую истерическую атмосферу шпиономании, боязни любого контакта с иностранцами, повлекла за собой массу нелепых писем-доносов в «органы» и «лично тов. Сталину».

Дело КР, роман Оруэлла и современность

Анализ историков дела КР невольно ассоциируется с гениальной антиутопией Оруэлла, который создавал свою книгу «1984» в то время, когда рассматривалось дело КР, вряд ли зная что-либо о процессе. Роман писался в уединенном поместье на одном из Гебридских о-вов (о.Юра). Но художественное проникновение писателя в суть сталинского режима настолько глубоко, что, кажется, он сидел все эти три дня на первом ряду в зале суда.

Привожу пару фраз из заключительной речи общественного обвинителя профессора Военно-медицинской академии П.А.Куприянова: «Своими действиями они способствовали рассекретиванию препарата КР и передаче его американцам, чем было поставлено под удар советское первенство в этом открытии и нанесен серьезный

ущерб советскому государству... В этом факте передачи американцам еще не завершено секретного исследования скрывается вся мелкая душа этих людей, показавших, что они отплатили своему народу черной злой неблагодарностью за все его заботы, за заботы партии и правительства о развитии и преуспевании советской науки...» Пройдет несколько лет, и те же партия и правительство признают, что Роскин и Ключева ни в чем не виновны.

Тут возникает вопрос, почему, в силу каких психосоциальных комплексов образованные и творческие люди соглашались на роль звучащего граммофона?

В какой степени обвинители верили в то, что говорили, или же говорили потому, что «надо», партия велела. Конечно, партийное давление было всегда. Когда, к примеру, академика Аничкова спросили, как он мог в 1950 г. на специальной сессии АМН выступить с восхвалением Лепешинской, ответ был таков: «Давление на нас было оказано из таких высоких сфер, что мы извивались, как угри на сковородке. Я после своего выступления три дня рот полоскал» [7]. Но дело не только в давлении. У Оруэлла в «1984» партийный идеолог О'Брайен объясняет, что значит истина с позиции Партии: «Реальность существует в мозгу человека и нигде более. Все, что Партия называет истинной, и есть истина. Невозможно видеть реальность иначе как глазами Партии». В тоталитарном обществе такое партийное понимание правды утверждается насильно. Оно сохраняется затем в силу странной способности психики человека придерживаться двух противоположных взглядов и одновременно принимать оба за истину. Причем данное состояние, с одной стороны, сознательное, а с другой — бессознательное, чтобы в душе не было чувства фальши или вины. Оруэлл как социальный психолог назвал этот феномен *doublethinking*,

или двоемыслие, — термин, вошедший в обиход социальной психологии и истории.

Двоемыслие не относится только к сталинскому режиму. В стертой форме оно существует повсеместно и угрожает любому обществу — на этом настаивал Оруэлл. Только тоталитарность, как единственность «партия—ум—честь—совесть», разбивается на несколько частей, носит парциальный характер: религиозная или этническая группа, корпорация, телекомпания, фирма. Абсолютную приверженность к группе, неизбежно сочетаемую с двоемыслием, Оруэлл относил к национализму, придавая термину чуть расширенный смысл: «Националист не только не осуждает преступления, совершаемые его собственной стороной, но обладает замечательным свойством вообще не слышать о них».

Задумавшись над смыслом лозунга, который, начиная с дела КР, на десятилетия стал стержнем советской пропаганды: «Партия — ум, честь и совесть нашей эпохи». Это в реальности означало, что ум, совесть, честь — признаки, выделяющие человека над животными, — отторгаются от личности и становятся собственностью партии.

Зло, порожденное сталинщиной, не только лишило жизни миллионы граждан, но и формировало «людей с подорванной нравственностью и заглушенной совестью. Они стали матрицей, передававшей свою душевную ущербность следующим поколениям. Этот мутный поток дошел и до нас, и он в большой мере определяет крайне низкий моральный уровень современного общества со всеми вытекающими из этого последствиями в духовной и материальной жизни нашей страны» [7]. Поэтому книга историков Есакова и Левиной не только познавательна. Она актуальна в смысле духовной санации. Ибо одна из главных целей авторов — показать на примере суда чести, как стало возмож-

ным «массовое душевредительство» (с.13). Поставленная историко-документальная задача превосходно выполнена. Что касается исследований биологов Роскина и Клюевой, то я вполне согласен с основным выводом книги, что в сложной научной судьбе открытия трипа-

носомной биотерапии рака еще не сказано последнее слово [9, 10]. Результаты клинических испытаний препарата круцин «достойны внимательного изучения, опыт применения — серьезного анализа и корректировки терапевтических схем с позиции сегодняшнего уровня

экспериментальной биологии и онкотерапии» (с.410).■

Автор глубоко признателен профессору ГЯблонскому (Washington University, St.Louis, USA) за внимательнейшее прочтение рукописи, ценные замечания и советы.

Литература

1. Есаков В.Д., Левина Е.С. // Кентавр. 1994. №2—3. С.54—69; №3. С.96—118.
2. Из воспоминаний первого директора РОНЦ академика Н.Н.Блохина // Вместе против рака. 2001. №3—4.
3. Калининкова В.Д. Григорий Иосифович Роскин // Природа. 1994. №8. С.62—74.
4. Голубовский М.Д. Век генетики: история идей и понятий. СПб., 2000.
5. Hawkins L.K., Lemoine N.R., Kin D. // Lancet Oncology. 2002. №3. P.17—26.
6. Меерсон З.Э. Наш коллега Парин // Природа. 1988. №12. С.83—90.
7. Александров В.Я. Трудные годы советской биологии. СПб., 1993.
8. Оруэлл Дж. Эссе. Статьи. Рецензии. Т.2. Заметки о национализме. Пермь, 1992. С.245.
9. Левина Е.С. Биотерапия в онкологии // Природа. 1998. №10. С.75—84.
10. Калининкова В.Д., Матекин П.В., Оглоблина Т.А. и др. // Изв. РАН. Сер. биол. 2001. №3. С.299—311.

Математика

В.Е.Незайкинский, Б.Ю.Стернин, В.Е.Шаталов. МЕТОДЫ НЕКОММУТАТИВНОГО АНАЛИЗА. Пер. с англ. авторов. М.: Техносфера, 2002. 336 с. (Из сер. «Мир математики».)

Некоммутативный анализ, или исчисление функций некоммутирующих операторов, стал одним из основных инструментов современной математики. В самом деле, теория дифференциальных и псевдодифференциальных операторов, различные задачи алгебры, функционального анализа и теоретической физики связаны с функциями некоммутирующих операторов.

До сих пор не существовало простого изложения некоммутативного анализа, которое, с одной стороны, могло бы служить введением в предмет и было бы понятным неспециалистам, а с другой, содержало бы

достаточное количество простых примеров из математики и физики и давало бы в руки исследователей новый мощный и, что очень важно, унифицированный аппарат исследования.

Книга заполняет этот пробел и может служить хорошим учебным пособием по овладению новым и мощным средством математики.

Некоммутативный анализ дает новый взгляд как на традиционные, так и на современные математические и физические дисциплины: теорию представлений и операторов, уравнение Янга—Бакстера и многие другие.

Ботаника

А.С.Зернов. ОПРЕДЕЛИТЕЛЬ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ СЕВЕРА РОССИЙСКОГО ПРИЧЕРНОМОРЬЯ. Отв. ред. А.Г.Еленевский. М.: Т-во научных изданий КМК, 2002. 283 с.

За более чем 200-летний период изучения флоры Кавказа

было написано немало «Флор» и «Определителей», так или иначе затрагивающих север Российского Причерноморья.

Новый иллюстрированный определитель охватывает юг Краснодарского края (части Анапского, Новороссийского, Геленджикского и Туапсинского районов). С севера и северо-востока территория ограничена Главным Кавказским хребтом (по линии водораздела), с юга и юго-запада Черноморским побережьем (северо-западная граница проходит по р.Анапка, юго-восточная по р.Туапсе).

Построение книги в целом традиционное и вряд ли нуждается в комментариях. Дихотомические ключи позволяют последовательно прийти к семейству, роду и виду. Имеется краткий словарь терминов. В определительные таблицы включено около 1500 видов из 128 семейств. Почти все они — дикорастущие растения (абориген-

ные или адвентивные); из культивируемых вошли лишь самые распространенные. Дано описание новой разновидности лещины — *C. avellana var. macrotuncus* A.Zernov.

Палеонтология

Л.В.Огиенко, С.Ю.Гарина.
СТРАТИГРАФИЯ И ТРИЛОБИТЫ
КЕМБРИЯ СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ. М.: Научный мир, 2002. 380 с.

В книге описаны биостратиграфические исследования отдельных разрезов из двух структурно-фациальных регионов Сибирской платформы. Первый — Турухано-Иркутско-Олекминский — расположен в южной оконечности этой платформы и охватывает площадь Иркутского амфитеатра с предгорными участками Присаинья, Западного Прибайкалья, Байкало-Патомского нагорья, Приленской возвышенности, а также прилегающий Ботубинский участок. Второй — Анабаро-Синский — представляет собой характерную зону рифогенно-барьерных осадков из разрезов переходного типа, которые находятся в пределах Далдыно-Алакитского алмазного района центральной части Сибирской платформы.

Перед исследователями стояла задача изучить трилобиты раннего, среднего и позднего кембрия, усовершенствовать местные биостратиграфические схемы, чтобы получить качественную основу для создания легенд к государственным геологическим картам среднего и крупного масштаба, что необходимо для проведения глубинного структурно-геологического картирования при алмазопроисловых работах в Юго-Западной Якутии.

Все это вписывается в рамки отраслевой программы «Стратиграфия и палеонтология России», основной целью которой стало усовершенствование стратиграфической основы серийных легенд для создания качественных карт нового поколения.

История науки

РОССИЙСКАЯ НАУКА: ДОРОГА ЖИЗНИ. Сборник научно-популярных статей. Под ред. В.П.Скулачева; Отв. ред. А.В.Бялко. М.: Октопус; Природа, 2002. 416 с.

Прошел очередной конкурс научно-популярных статей, написанных держателями грантов Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ) и опубликованных в новом сборнике. Число поданных на конкурс работ — 102, а победителей — 41. Среди лауреатов — два академика РАН, один действительный член Академии водохозяйственных наук, три члена-корреспондента РАН, причем один из них — советник Российской академии наук. Большинство руководителей проектов имеют степень доктора наук, девять — кандидата. Как и в прошлые конкурсы, основное количество работ выполнено в Москве, из них в Московском государственном университете им.М.В.Ломоносова — 12, в академических институтах — 15. Представлены математика и практически все разделы естественных наук: механика, физика, астрономия, химия, биология, науки о Земле и науки об обществе.

В заглавии сборника заложен особый смысл: для российских ученых тяжкая година непременно когда-нибудь закончится, а сама наука проложит дорогу из кризиса всей стране.

История науки

В.А.Маркин. НЕИЗВЕСТНЫЙ КРОПОТКИН. М.: ОЛМА-ПРЕСС, 2002. 446 с.

Петр Алексеевич Кропоткин (1842—1921) — ученый-энциклопедист, философ, путешественник-первооткрыватель, один из старейших в России революционеров, автор первой народнической программы и теоретик анархизма. Он же — потомственный князь, да еще из самого древнего рода Рюриковичей. Кропоткин написал множество работ по географии (например, «Исследования о ледниковом периоде»); труды по геологии, биологии, философии, экономике, педагогике; все касающиеся России статьи для Британской энциклопедии.

Кропоткин проповедовал идеи существования общества без принуждения и насилия, где взаимная помощь возникает как фактор эволюции. Он предсказал неизбежность установления диктатуры после революции 1917 г. и решительно возражал в письмах к Ленину против организованного большевиками красного террора.

Там, где он прошел сам или куда проникла его мысль, остались географические названия: горный хребет Кропоткина на юге Патомского нагорья в Восточной Сибири, вулкан Кропоткина в Саянах, ледники на трех арктических архипелагах — Шпицбергене, Земле Франца-Иосифа и Северной Земле, наконец, гора в Антарктиде.

Многие идеи Петра Алексеевича оказались созвучны нашему времени. В основу книги положены факты из его биографии, рассмотренные на фоне исторических событий, которые происходили в России.

Небо Иоганна Байера

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

*Собирание книг — приятнейшее из
всех занятий, но немногим менее
приятно рассказывать о собранных
книгах и делиться с публикой теми
духовными сокровищами, что таит
в себе литература.*

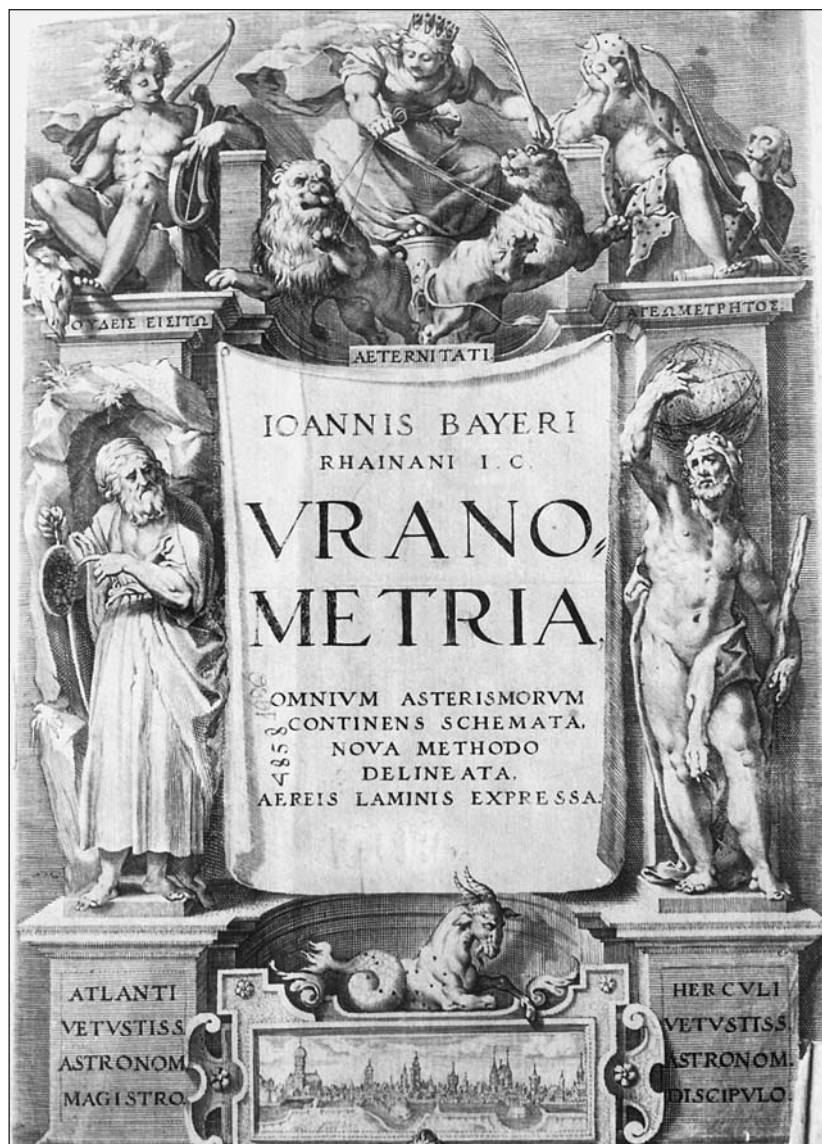
Ш.Нодье

В 1603 г. в Аугсбурге (Южная Германия) увидел свет изданный типографским способом атлас неба — «Уранометрия» Иоганна Байера (1572–1625). Это уникальное произведение безупречно своей научной достоверностью (для построения карт неба Байер использовал лучший звездный каталог XVI в.). Оно знаменито и как шедевр изобразительного искусства, оставшийся непревзойденным. Кроме того, атлас Байера стал главным руководством для создателей звездных карт в последующих веках.

В царстве ренессансной перспективы

Титульный лист «Уранометрии» представляет собой композицию, с величайшим вкусом и мастерством составленную из мраморных скульптур. Едва уловимая асимметрия, безупречно исполненная игра света и тени еще более усиливают эффект трехмерности изображенного пространства.

Что же позволило достичь столь ярких визуальных эффектов? Это, конечно, знание и мастерское применение на практике законов перспективы и, кроме того, виртуозное владение



Титульный лист «Уранометрии» И.Байера (1603).

искусством гравюры на меди. Последняя дает возможность передавать тончайшие тона и полтона, превосходя в этом гравюру на дереве.

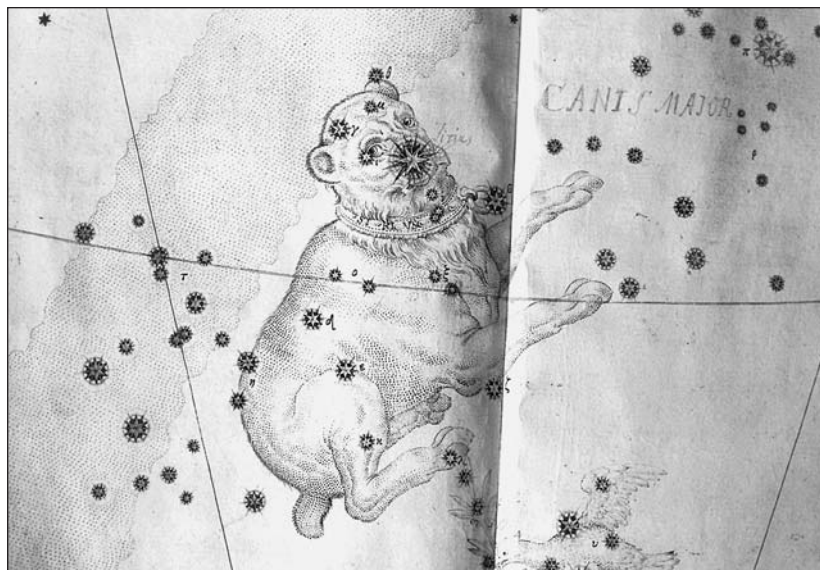
Открытие этого вида искусства произошло еще в XV в. Легенда связывает его изобретение с именем флорентийского ювелира Мазо Фингуэрра, который нашел новый способ печати путем перенесения краски на бумагу из углублений, гравированных на металлической пластине. Произошло это около 1460 г. [1].

Верха совершенства искусство гравюры на меди достигает в Германии в XVI в. Современники высоко ценили творчество аугсбургских художников. Сам Тихо Браге (1546—1601) неоднократно заказывал там различные изделия для своей обсерватории «Ураниборг» в Дании. Даже его знаменитый портрет у большого стенового квадранта написан знаменитым художником Тобиасом Гемперлином, который по приглашению Тихо переехал из Аугсбурга в Данию [2]. Он же руководил поставкой в Аугсбург астрономических приборов, один из которых (квадрант) был установлен в этом городе в 1569 г.

Эпоха печатных звездных карт началась в 1515 г., задолго до появления аугсбургского издания «Уранометрии». Тогда профессор математики Венского университета Иоганн Стабий, знаток звездных карт Конрад Хейнфогель и величайший мастер гравюры Альбрехт Дюрер впервые издали северную и южную карты неба, выполненные в соответствии с каталогом Птолемея.

В течение последующих десятилетий XVI в. появилось несколько подобных карт, которые подражали первопечатной, значительно уступая ей в качестве.

Автор издания 1540 г. «О неподвижных звездах» — Алессандро Пикколомини (1508—1578). По сути, это и есть первое издание звездного атласа — изображение неба на отдельных кар-



Созвездие Большого Пса. Надпись на ошейнике: SI-RI-VS.

тах. Впоследствии он переиздавался 14 раз и был переведен на французский язык и латынь [3].

Через 48 лет в Венеции увидел свет атлас «Театр мира» Галлуччи. Его главное достоинство — математически строгая координатная сетка и выстраивание изображений на ее основе.

И наконец, в 1600 г. в Амстердаме появился атлас «Построение по Арату», который вполне можно назвать художественным альбомом превосходных гравюр. Его авторы, Гуго Гроций (1583—1645) и Якоб де Гейн Старший (1583—1645), создали художественные образы и подготовили исторические и мифологические тексты, повествующие о созвездиях.

Созвездия «Уранометрии»

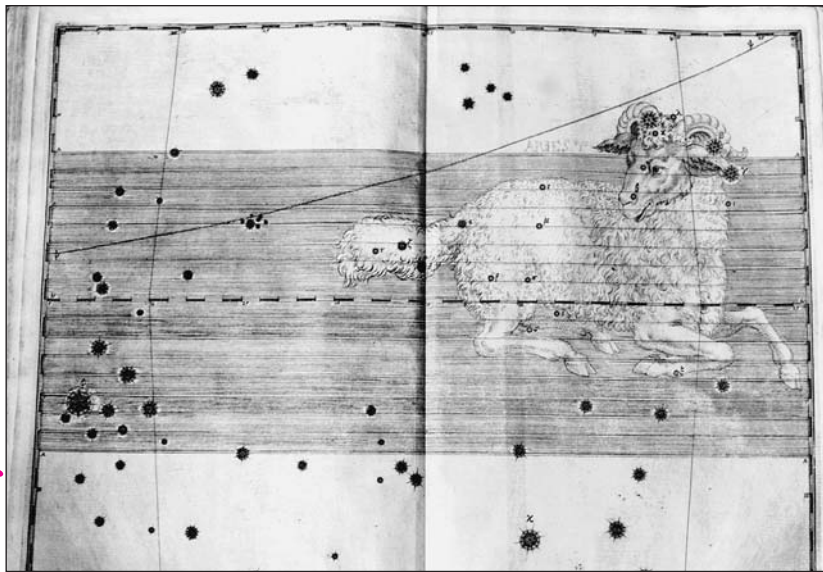
Фигуры созвездий на картах Байера изображены крайне декоративно: по тону рисунок несколько уступает сетке координат и самих звезд, отчего кажется, что он мягко выступает из глубины листа. Образный ориентир формируется как бы на заднем плане. Превосходные по

качеству карты «Уранографии» Яна Гевелия (1690) таким свойством не обладают, что позволяет копировать их всевозможными способами, в частности создавая факсимильные издания. А вот «Уранометрию» Байера замечательная технология практически полностью защищает от всякого рода воспроизведения: копии слишком уступают оригиналу. До сих пор именно по этой причине гравюры Байера так редко появлялись на страницах изданий прошедшего века.

Технология «рисунка заднего плана» и перспективное изображение фигур на картах, как и на титульном листе, создает эффект трехмерного изображения.

Первые 48 карт в точности воспроизводят фигуры созвездий так, как они описаны у Птолемея, но с некоторыми дополнениями.

У Байера на карте рядом с Волосом изображено созвездие Волос Вероники. Оно входит и в современные карты, а Птолемей определял эту группу звезд как «туманное скопление между концами Льва и Медведицы, называемое Волосами».



Созвездие Овна.

Лиры у Байера представлена как Лира и Коршун. В каталоге Птолемея есть только Лира, описание Коршуна отсутствует.

Лебедь у Птолемея назван просто — Птица. Орел и Антиной — «звезды около Орла, которым присвоено имя Антиной». Весы — в каталоге Птолемея Клешни (Скорпиона), впрочем, сам он в других случаях называет это созвездие Весами.

На карте с фигурой Ориона имеется Голубь Ноя, впервые появившийся на глобусе П.Планциуса вместе с 12 новыми созвездиями южной области. Большой Пес у Птолемея просто Пес, а Малый именуется Проционом («предвестником Пса»).

Созвездие, изображенное Байером как фигура Волка, у Птолемея именовалось Звирем.

На карте Байера у южной оконечности созвездия Кентавра изображен Крест. Он есть на современной карте и овеян легендами и преданиями.

Крест, или Южный Крест, — главный ориентир южного неба, каким у нас на севере стал ковш Большой Медведицы.

В 1501 г. Америго Веспуччи описал это созвездие как «четы-

ре звезды, составляющие ромбоидальную фигуру». Флорентийский ученый Андреа Корсали назвал его «чудесным Крестом и великолепнейшим созвездием целого неба» (1517). Первые поселенцы в испанских колониях тропической Африки, охотно пользовались Южным Крестом как небесными часами, замечая его различные положения [4].

Так или иначе, оказавшись на одной из карт «Уранометрии» Байера, это красивейшее созвездие стало официальным астрономическим символом яркого (и, по признанию многих, самого прекрасного) участка южного неба.

Звезды

Способ обозначения звезд, использованный Байером в «Уранометрии», совершил триумфальное шествие через четыре последующих века благодаря красивому и романтическому сочетанию греческих букв с традиционными названиями созвездий.

Последовательность греческих букв, согласно их алфавит-

ному порядку внутри созвездия, далеко не всегда соответствует убыванию яркости звезд. Однако из этого правила есть ряд исключений. Например, семь самых ярких звезд Большой Медведицы «пронумерованы» греческими буквами не по их яркости, а просто подряд — с запада на восток. Традиционно звезды сохраняют эти обозначения и на современных картах. Часто из двух звезд приблизительно одинаковой яркости буквой α обозначена более северная, как это сделано в созвездии Ориона.

Там, где количество видимых звезд превосходит число букв греческого алфавита, более слабые звезды обозначают латинскими буквами.

Звезды в фигурах новых южных созвездий на карте Байера никак не обозначены. Созданная им традиция была распространена только в XVIII в. Никола Лакайлем (1713—1762), нанеся на карту южного неба почти десять тысяч звезд, не наблюдаемых с территории Европы.

На карту Кассиопеи Байер нанес новую звезду, вспыхнувшую в 1572 г. Ее изображение отличается от других своеобразной передачей яркости: внутренний диаметр не имеет окрашенных фрагментов, как у обычных звезд, блеск которых считался неизменным.

Если внимательно просмотреть все карты издания 1603 г., можно увидеть еще несколько звезд, произведенных тем же необычным способом. Эти объекты включены в карты с изображениями Кита, Волка, Рака, Ориона, Стрельца и Козерога. У автора нет свидетельств, которые проливали бы свет на причины особого внимания именно к этим объектам. Краткие комментарии к картам были изданы отдельно только в 1624 г. Почему же именно эти звезды могли стать предметом особого внимания Байера?

Сравним «Уранометрию» с современным атласом [5].

Объект в созвездии Рака, обозначенный у Байера гречес-

кой буквой ϵ (оно традиционно сохраняется за ним и сейчас), не что иное как рассеянное звездное скопление Ясли (M44), известное с древнейших времен.

в Стрельца — две наблюдаемые рядом звезды пятой величины, на современных картах обозначаются раздельно $\nu 1$ и $\nu 2$.

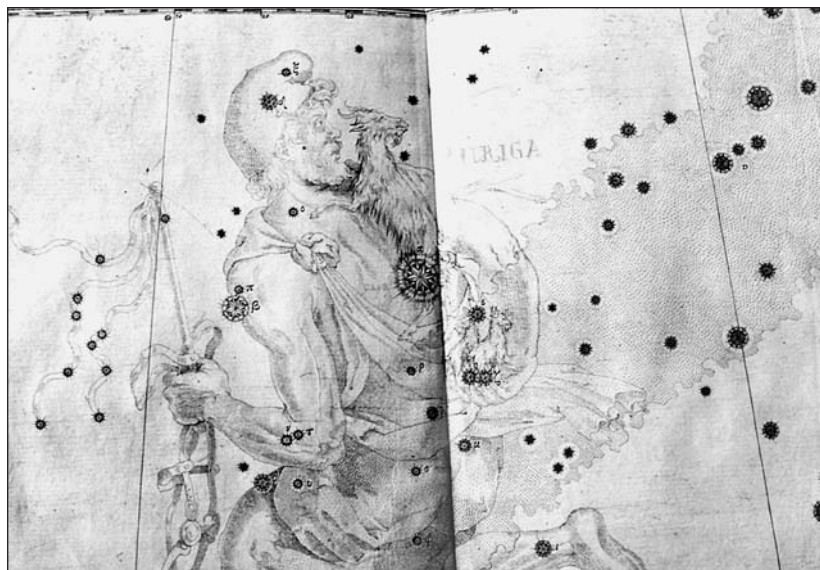
Следующий объект — не имеющая никакого буквенного обозначения звезда, восточнее Ориона. Здесь расположение звезд у Байера, по-видимому, не совсем точно. Необычным способом скорее всего обозначены две находящиеся рядом звезды западнее у Единорога (на современной карте). На карте Байера созвездия Единорога не было. Оно появилось только у Гевелия в издании 1690 г. Эти звезды располагались «рядом с фигурой Ориона».

в Волка — две расположенные рядом звезды пятой и шестой величины. На современной карте $\nu 1$ та, которая ярче и севернее.

Первые четыре случая вполне объяснимы. В одном обозначено звездное скопление, в трех остальных — близко расположенные звезды, причем два объекта из четырех находятся в непосредственной близости от эклиптики (в созвездиях Рака и Стрельца).

Осталось два наиболее странных и труднообъяснимых обозначения, также рядом с эклиптикой.

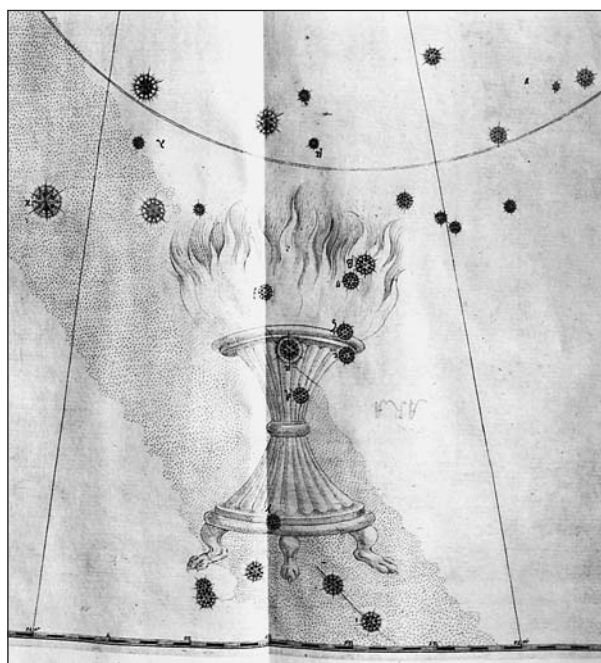
Одна звезда в созвездии Кита (там, где оно примыкает к Овну). На наших картах это $\xi 2$ пятой величины, в непосредственной близости от которой никаких звезд нет. Почему же Байер мог обозначить ее таким нестандартным способом? На рубеже XVI—XVII вв. именно в этой области неба находилась планета Уран. Можно предположить, что таким образом было случайно зафиксировано ее соединение с этой звездой, которое могло наблюдаться достаточно долго. Несмотря на то что вероятность очень мала, все же подобное случайное наблюдение вполне могло иметь место.



Группа звезд Козлята (ϵ , η , ζ Возничего) юго-западнее Козы — Капеллы (α Возничего). В оригинале расстояние между звездами ϵ и ζ составляет всего 22.5 мм.

Существует еще более странный и труднообъяснимый сюжет. В созвездии Козерога Байером обозначены три звезды: π , ρ и σ (так же именуемые и сейчас). Они расположены рядом, в пределах одного градуса к се-

веру от эклиптики. Теперь известно, что π — двойная звезда, компоненты яркости шестой и девятой величины разделены 56 секундами дуги. Это на пределе возможности человеческого глаза, разрешающая способ-



Созвездие Жертвенника. Именно в таком странном перевернутом виде его зафиксировали на небе еще в древности.

ность которого равна одной минуте дуги. Двойная звезда о, две компоненты которой (обе седьмой величины) разделены 23 секундами. Звезда σ — система из трех компонент, наиболее яркая из которых (шестой величины) отделена от второй по яркости (девятой величины) всего тремя секундами. Очевидно, что заподозрить эти объекты в кратности без использования оптики невозможно. Просто случайность? Или, может быть, Тихо Браге и его сподвижники уже в конце XVI в. проводили опыты со стеклянными линзами, не фиксируя результатов своих экспериментов, поскольку те еще не могли быть полностью осознаны самими изобретателями нового метода,

и тем более ортодоксально настроенной университетской научной общественностью. (Новые открытия в те годы чаще совершались в мастерских порой весьма малообразованными людьми, тогда как университетские кафедры еще долго оставались оплотом пропаганды ортодоксальных научных заблуждений.) Очевидно, что заявление о применении стеклянных линз для астрономических измерений вызвало бы бурю возражений. Оптика еще оставалась наукой о зрении, а не о свете. Сама идея применения стекол в астрономии в то время была бы совершенно фантастической, если не сказать еретической. Новые экспериментальные конструкции могли не войти

в подробные описания приборов Тихо. К тому же последние годы его жизни отнюдь не были безоблачными. Печально известна судьба его обсерватории и самих приборов.

Если все же допустить возможность таких наблюдений, какой бы маловероятной она ни казалась теперь, отчасти можно объяснить, почему именно эти объекты (из большого числа подобных) были зафиксированы. Ведь они находятся на пути планет и при наблюдении последних часто оказываются в поле зрения.

Так что же это? Просто случайность или странным образом отраженные результаты первых оптических опытов при астрономических измерениях? ■

Литература

1. Щелкунов М.И. Искусство книгопечатания. М., 1923.
2. Белый Ю.А. Тихо Браге. М., 1982.
3. Щеглов П.В. Отраженные в небе мифы земли. М., 1986.
4. Гумбольдт А. Космос. М., 1862.
5. Атлас звездного неба. М., 1990.

ПРИРОДА

Над номером работали

Ответственный секретарь
Е.А.КУДРЯШОВА

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

Литературный редактор
М.Я.ФИЛЬШТЕЙН

Художественный редактор
Т.К.ТАКТАШОВА

Заведующая редакцией
И.Ф.АЛЕКСАНДРОВА

Младший редактор
Г.С.ДОРОХОВА

Перевод:
П.А.ХОМЯКОВ

Набор:
Е.Е.ЖУКОВА

Корректоры:
В.А.ЕРМОЛАЕВА
Е.А.ПИМЕНОВА

Графика, верстка:
Д.А.БРАГИН

Свидетельство о регистрации
№1202 от 13.12.90

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

Адрес редакции: 119991,
Москва, ГСП-1, Мароновский пер., 26
Тел.: 238-24-56, 238-25-77
Факс: (095) 238-26-33
Подписано в печать 17.02.2003
Формат 60×88 1/8
Бумага типографская №1,
офсетная печать, усл. печ. л. 10,32,
усл. кр.-отт. 67,8 тыс., уч.-изд. л. 12,2
Заказ 7063
Набрано и сверстано в редакции

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