

ISSN 0032-874X

ПРИРОДА

6 99



Главный редактор академик А.Ф.АНДРЕЕВ

Первый заместитель главного редактора доктор физико-математических наук А.В.БЯЛКО

Заместители главного редактора:

доктор физико-математических наук А.А.КОМАР (физика),

доктор биологических наук А.К.СКВОРЦОВ (биология),

доктор геолого-минералогических наук А.А.ЯРОШЕВСКИЙ (науки о Земле)

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Доктор геолого-минералогических наук С.В.АПЛОНОВ (геофизика), О.О.АСТАХОВА (редактор отдела биологии и медицины), доктор геолого-минералогических наук А.Т.БАЗИЛЕВСКИЙ (планетология), доктор геолого-минералогических наук И.А.БАСОВ (геология), кандидат химических наук Л.П.БЕЛЯНОВА (редактор отдела экологии и химии), кандидат технических наук В.П.БОРИСОВ (история науки), член-корреспондент РАН В.Б.БРАГИНСКИЙ (физика), доктор физико-математических наук А.Н.ВАСИЛЬЕВ (физика), доктор географических наук А.А.ВЕЛИЧКО (география), академик М.Е.ВИНОГРАДОВ (биоокеанология), академик РАН А.И.ВОРОБЬЕВ (медицина), доктор биологических наук Н.Н.ВОРОНЦОВ (охрана природы), член-корреспондент РАН С.С.ГЕРШТЕЙН (физика), доктор биологических наук А.М.ГИЛЯРОВ (экология), академик Г.С.ГОЛИЦЫН (физика атмосферы), кандидат физико-математических наук Ю.К.ДЖИКАЕВ (ответственный секретарь), академик Г.В.ДОБРОВОЛЬСКИЙ (почвоведение), академик А.М.ДЫХНЕ (физика), академик Г.А.ЗАВАРЗИН (микробиология), академик Ю.А.ЗОЛОТОВ (химия), М.Ю.ЗУБРЕВА (редактор отдела географии и океанологии), академик РАН В.И.ИВАНОВ (генетика), академик В.Т.ИВАНОВ (биоорганическая химия), академик В.А.КАБАНОВ (химия), доктор физико-математических наук М.В.КОВАЛЬЧУК (физика), Г.В.КОРОТКЕВИЧ (редактор отдела научной информации), академик Н.П.ЛАВЕРОВ (геология), член-корреспондент РАН В.В.МАЛАХОВ (зоология), доктор биологических наук К.Н.НЕСИС (биология), член-корреспондент РАН Л.В.РОЗЕНШТРАУХ (физиология), П.Е.РУБИНИН (история науки), член-корреспондент РАН А.Н.САХАРОВ (история), академик В.П.СКУЛАЧЕВ (биохимия), кандидат физико-математических наук К.Л.СОРОКИНА (редактор отдела физики и математики), член-корреспондент РАН Н.П.ТАРАСОВА (физическая химия), Н.В.УЛЬЯНОВА (редактор отдела геологии, геофизики и геохимии), Н.В.УСПЕНСКАЯ (редактор отдела истории естествознания и публицистики), академик Л.Д.ФАДДЕЕВ (математика), член-корреспондент РАН М.А.ФЕДОНКИН (палеонтология), доктор биологических наук С.Э.ШНОЛЬ (биофизика), О.И.ШУТОВА (редактор отдела охраны природы), член-корреспондент РАН А.М.ЧЕРЕПАШУК (астрономия, астрофизика).

НА ПЕРВОЙ СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ.
"В крови горит огонь желанья..." См. в номере: **Наточин Ю.В.** *Мимолетные виденья.*
Фото автора

НА ЧЕТВЕРТОЙ СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ. Горгонария, выросшая на леере "Титаника". Осень 1998 г. См. в номере: **Виноградов Г.М.** *Как быстро растут глубоководные кораллы?*

Фото Ю.А.Володина
(лаборатория подводных аппаратов
Института океанологии
им. П.П.Ширшова РАН)



Издательство "Наука" РАН

© Российская академия наук,
журнал "Природа", 1999

В НОМЕРЕ

3 Римащевская Н.М. «РУССКИЙ КРЕСТ»

Пересечение двух графических кривых, которые наглядно демонстрируют интенсивный рост смертности и резкое снижение рождаемости, получило название «русский крест». Оно символично. Тенденции изменения численности и качества населения грозят стране катастрофой. Как ее избежать?

11 Ильин В.П. ЛИНЕЙНАЯ АЛГЕБРА: ОТ ГАУССА ДО СУПЕРКОМПЬЮТЕРОВ • БУДУЩЕГО

Дискретизация многомерных краевых задач порождает сверхбольшие системы алгебраических линейных уравнений, их решение — крепкий орешек даже для рекордных суперкомпьютеров. Помимо наращивания компьютерных мощностей здесь необходим поиск новых супералгоритмов.

19 Антонов А.С. ГЕНОМИКА И ГЕНОСИСТЕМАТИКА

Развитие геномики уже привело к прогрессу в прикладных и теоретических исследованиях. Теперь появляется небезосновательная надежда разрешить, наконец, «проклятую загадку» происхождения покрытосеменных растений.

27 Бурштейн Е.Ф. У ИСТОКОВ РУДНОГО КАЗАХСТАНА

В начале XIX в. одним из первых прошел по рудному Казахстану горный офицер алтайских заводов Иван Шангин. А спустя десятилетия, и даже в следующем веке, многие из обследованных им месторождений открывались заново, получали новые названия.

40 ВЕСТИ ИЗ ЭКСПЕДИЦИЙ Смирнов Е.Н. ОЛЬГА, ЛЕНА, НАТАША И ДРУГИЕ... ТИГРЫ

Зоологи и все, кто по-настоящему любит и ценит природу, не первый год бьют тревогу по поводу судьбы амурского тигра. И не только тревожатся, а изучают его жизнь, чтобы этот мощный хищник не исчез из тех мест, где был полновластным хозяином.

51 Гиляров А.М. СЕКРЕТЫ КРАСОТЫ

55 ПРИОБЩЕНИЕ К ПУШКИНИАНЕ Наточин Ю.В. МИМОЛЕТНЫЕ ВИДЕНИЯ (56) Кишкин Л.С. ПРИРОДА В ЖИЗНИ И ТВОРЧЕСТВЕ ПУШКИНА (58) Горелик Г.Е. ПУШКИН, САХАРОВ И ТРИДЦАТЬ СЕДЬМОЙ ГОД (68)

72 ЗАМЕТКИ И НАБЛЮДЕНИЯ Несис К.Н. САМАЯ БОЛЬШАЯ В МИРЕ МИДИЯ

74 Федоров В.В. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ДИПОЛЬНЫЙ МОМЕНТ НЕЙТРОНА: НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОИСКА

Есть или нет у нейтрона электрический дипольный момент — важнейший вопрос с точки зрения фундаментальных свойств симметрии нашего Мира. Возможно, новый метод определения дипольного момента, использующий динамическую дифракцию нейтронов в кристаллах без центра симметрии, сможет дать на него ответ.

85 Виноградов Г.М. КАК БЫСТРО РАСТУТ ГЛУБОКОВОДНЫЕ КОРАЛЛЫ?

87 Лаухин С.А. БЫЛ ЛИ НОМО ERECTUS ПЕРВОПРОХОДЦЕМ В ЕВРАЗИИ?

Находки следов древнего человека на юге Азии свидетельствуют, что первые его миграции из Африки в Евразию происходили еще до появления типичной формы *H. erectus*.

97 Ширшов Л.С. КОНФЕРЕНЦИЯ «ИСФТТ-99»: ПРИКЛАДНАЯ СВЕРХПРОВОДИМОСТЬ

99 НОВОСТИ НАУКИ КОРОТКО (84,113)

114 РЕЦЕНЗИИ Аксенов Г.П. ПИКОВЫЕ ПЕРЕЖИВАНИЯ

118 НОВЫЕ КНИГИ

121 ВСТРЕЧИ С ЗАБЫТЫМ Гомазков О.А. «ЧЕЛОВЕК, КОТОРОГО ЛЮБИЛИ ВСЕ...» (Заметки о Карле Фуксе, немецком враче, почетном гражданине Казани)

CONTENTS

3 Rimashevskaya N.M. «RUSSIAN CROSS»

The intersection of two graphic curves illustrating the rapid increase in the mortality rate and the marked decrease in the birth rate was labeled the «Russian cross». The steady drop in the size and quality of the population threatens to become a catastrophe. Is there a way to avoid it?

11 Il'in V.P. LINEAR ALGEBRA: FROM GAUSS TO SUPERCOMPUTERS OF THE FUTURE

Discretization of multidimensional boundary value problems generates superlarge systems of algebraic linear equations. Their solution is a tough nut to crack even for the most powerful supercomputers. In addition to developing computer capacities, it is essential to search for new superalgorithms.

19 Antonov A.S. GENOMICS AND GENOSYSTEMATICS

The development of genomics has already led to advances in applied and theoretical research. There is now the real hope of solving the «cursed» puzzle of the origin of angiospermous plants.

27 Burshteln E.F. FIRST DISCOVERIES OF KAZAKHSTAN ORES

Early in the 19th century, the mining officer of Altai plants Ivan Shagin was one of the first to discover ores in Kazakhstan. Many decades later and even in the next century, many deposits that he explored were rediscovered, receiving new names.

40 NEWS FROM EXPEDITIONS Smirnov E.N. OLGA, LENA, NATASHA AND OTHER ... TIGERS

Zoologists and all those who truly loves and appreciates wildlife have for many years been sounding alarm on account of the fate of the Amur tiger. They are not only alarmed, but they also study its life to make sure that this mighty predator might not disappear from those parts where he used to be king.

51 Gilyarov A.M. SECRETS OF BEAUTY

55 SIDELIGHTS ON PUSHKIN Natochin Yu.V. FLEETING VISIONS (56) Kishkin L.S. NATURE IN PUSHKIN'S LIFE AND WORKS(58) Gorelik G.E. PUSHKIN, SAKHAROV, AND THE YEAR OF '37 (68)

72 NOTES AND OBSERVATIONS Nesls K.N. THE BIGGEST MUSSEL IN THE WORLD

74 Fedorov V.V. ELECTRIC DIPOLE MOMENT OF A NEUTRON: NEW OPPORTUNITIES FOR SEARCH

Whether or not a neutron has electric dipole moment is a major question from the standpoint of the fundamental symmetry properties of our world. An answer might be provided by a new method that uses dynamic neutron diffraction in crystals without a center of symmetry.

85 Vinogradov G.M. HOW RAPIDLY DO DEEP-SEA CORALS GROW?

87 Laukhin S.A. WAS HOMO ERECTUS THE PIONEER OF EURASIA?

The discoveries of footprints of ancient humans in South Asia indicate that their first migrations from Africa to Eurasia took place before the appearance of the typical form of H. erectus.

97 Shirshov L.S. ISFTT-99 CONFERENCE: APPLIED SUPERCONDUCTIVITY

99 SCIENCE NEWS IN BRIEF (84,113)

114 BOOK REVIEWS Aksenov G.P. PEAK WORRIES

118 NEW BOOKS

121 ENCOUNTERS WITH THE FORGOTTEN

Gomazkov O.A.
«THE MAN WHOM EVERYONE
LOVED...»
(Notes on Karl Fuchs, German
physician, honorary citizen of Kazan)

“Русский крест”

Н.М.Римашевская



Наталья Михайловна Римашевская, доктор экономических наук, профессор, организатор и бессменный директор Института социально-экономических проблем народонаселения РАН. Под ее руководством в рамках проекта “Таганрог” более 30 лет проводится социально-экономическое исследование российского общества второй половины XX в. Основные научные интересы лежат в области социальной демографии и экономической социологии. Интересные результаты получены при изучении циклов развития семьи, индивидуального потенциала здоровья, дискретного характера изменений структуры потребления — “этажей” потребления.

В КОНТЕКСТЕ “перестройки” и начавшихся в конце 80-х годов социально-экономических трансформаций стало особенно очевидным, что исследования российского населения требуют не только количественных, но и качественных подходов. В советское время господствовало такое направление экономической политики, при котором главным считалось увеличение количества: населения, производства, пахотных земель, а также врачей, студентов и т.д., и т.п. Эта идеология “экстенсивности”, пронизывающая все аспекты общественного развития, существенно гипертрофировала значение численности населения, как правило, игнорируя его качество.

ФЕНОМЕН ДЕПОПУЛЯЦИИ

На 1 января 1999 г. население России насчитывало 146.4 млн чел., а в 1992 г. — 148.7 млн чел., т.е. уменьшилось на 2.3 млн.

Начиная с 1992 г. в России происходит процесс естественной убыли, который не покрывается положительным сальдо миграции. За истекшие семь лет потери, связанные с депопуляцией (систематическим уменьшением абсолютной численности населения страны, которое происходит вследствие суженного его воспроизводства, когда последующее поколение меньше предыдущего), составили около 5 млн чел. Миграционный прирост компенсировал лишь 40% естественных потерь населения.

Феномен депопуляции связан с интенсивным ростом смертности и снижением рождаемости. Пересечение этих тенденций — так называемый “русский крест” — и привело к снижению численности населения (рис.1). Отчасти происходящие процессы предопределены предшествующим развитием страны, но в большей мере депопуляция связана с вновь возникшими социально-экономическими условиями негативного свойства, с особенностями сис-

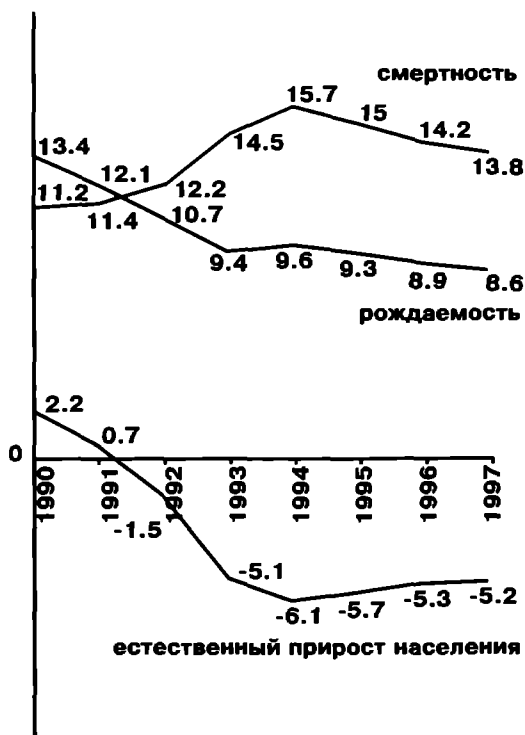


Рис.1. Динамика показателей численности населения России в 1990–1997 гг. (по данным Госкомстата РФ). Пересечение графиков рождаемости и смертности (сразу после 1991 г.) получило название “русский крест”. На графиках — статистически средние величины по годам (в единицах: число событий на 1 тыс. чел.).

темного кризиса, охватившего все стороны жизнедеятельности населения России.

Если вы хотите посмотреть, как действуют кризисы на население, то можно взглянуть на половозрастную пирамиду (рис.2). Здесь мы видим последствия гражданской войны и революции, затем роста рождаемости, голода в 1932–1933 гг., запрещения аборт, потерь второй мировой войны, послевоенного “беби-бума”, вторичных результатов второй мировой войны (в репродуктивный возраст вступили дети войны), пронаталистской политики (направленной на увеличение рождаемости) в середине 80-х годов и затем — падение рождаемости в 90-х.

Снижение рождаемости за шесть лет почти на 30% произошло по двум основным причинам: а — в начале 90-х годов уменьшилась численность женщин в фертильном возрасте, которыми стали “дети

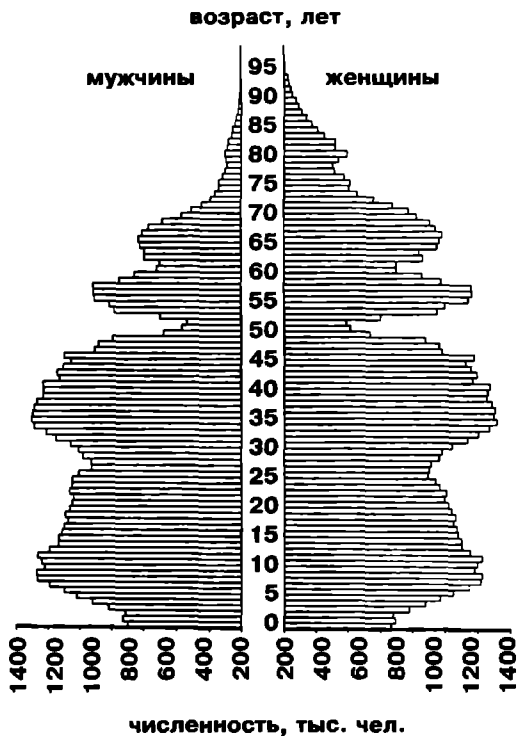


Рис.2. Половозрастная структура населения (на 1 января 1996 г.).

детей войны”; б — сегодня две трети семей отказывается иметь детей по материальным соображениям, откладывая их появление (и тем самым изменяя “тайминг” рождений) или вообще предпочитая бездетность. За последние 10 лет (1987–1997) абсолютное число рождений уменьшилось почти в два раза: с 2.5 до 1.26 млн в год.

Снижение рождаемости становится для России крайне опасным. Во-первых, исчерпан внутренний потенциал демографического воспроизводства. Ведь для замещения поколений родителей нужен уровень рождаемости, измеряемый суммарным коэффициентом рождаемости, равным по крайней мере 2.1, а сегодня он составляет лишь 1.26. Во-вторых, население и рабочая сила стареют, снижается здоровье людей, однодетная семья становится доминирующей.

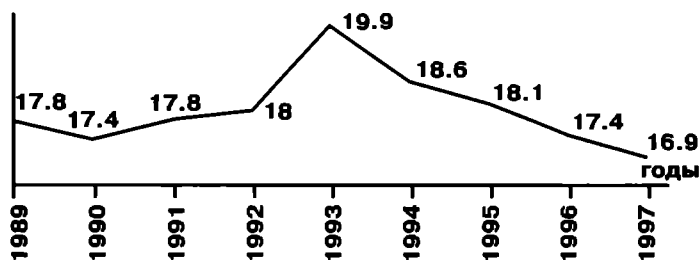


Рис. 3. Изменение уровня младенческой смертности в России за период 1989—1997 гг. Числа — средние значения для количества смертей на 1000 родившихся.

Однако главный фактор естественной убыли — это непомерный рост смертности. За последние шесть лет общий коэффициент смертности повысился более чем на 20% (с 11.4% в 1991 г. до 14.2% в 1997 г.). Он стал самым высоким в Европе. Инерционные причины увеличения смертности весьма незначительны, и об этом свидетельствует динамика повозрастных коэффициентов смертности. Она показывает, что, вопреки естественным процессам, умирает сегодня больше молодых, чем старых. Так, за период с 1991 по 1996 г. общий коэффициент смертности не увеличивался для групп в возрасте до 15 лет; у престарелых его рост составил 1.1, а в трудоспособных возрастах достиг 1.4. Более того, у молодежи (20—25 лет) и в наиболее эффективных трудоспособных возрастах (45—49 лет) смертность увеличилась в 1.5 раза.

Эти сдвиги в значительной мере связаны с обострением “внешних причин” смертности (несчастные случаи, отравление, травмы, убийства и самоубийства). За последние 30 лет этот показатель вырос в 30 раз.

Таким образом, сегодня для смертности в России характерны следующие особенности:

- сверхсмертность мужчин. В 1996 г. продолжительность их жизни составила 59.6 лет (в 1994-м — 57.6 лет, в 1995-м — 58.3 года), что на 13.1 года меньше, чем у женщин, и на 3.9 года меньше, чем в 1991 г. В 1997-м — 60.8 года у мужчин, 72.9 года — у женщин.

- падение средней продолжительности жизни мужчин в возрасте 35 лет и старше: на селе она ниже, чем была 100 лет назад, в городе — ниже, чем 40 лет назад;

- возросшие темпы роста смертности в трудоспособных возрастах, в результате чего мы интенсивно теряем трудовой потенциал. В большей мере вымирает трудоспособная часть населения, что противоречит биологическим закономерностям;

- чрезвычайно высокая в сравнении с другими развитыми странами младенческая смертность. Начиная с 1990 г. этот показатель возрастал: в 1991-м он достиг 17.4%, в 1992-м — 18.0%, в 1993-м — почти 20%. Затем начал медленно снижаться, составив в 1997 г. 16.9% (рис.3).

ПРОГНОЗ СТРУКТУРНЫХ ДИСПРОПОРЦИЙ

Демографический кризис, охвативший Россию, переходит в стадию длительной стагнации, что в значительной мере и определяет прогнозы на ближайшее десятилетие. Оценки населения России в будущем столетии имеют преимущественно пессимистический характер. Первые 15—20 лет третьего тысячелетия оно будет уменьшаться. По оценкам Госкомстата в 2015 г. численность населения России составит, в зависимости от варианта прогноза: 130.3; 138.1; 147.2 млн человек¹. По среднему варианту население уменьшится на 8.6 млн чел. Существуют прогнозы, которые показывают, что через 25 лет, точнее в 2025 г., в России будет проживать всего 115 млн жителей, с уменьшением на 33 млн чел.². При этом наиболее серьезные изменения коснутся половозрастной структуры, о чем свидетельствует специфический характер демографической пирамиды, которая все более приобретает “грибоподобный” вид, т.е. суживается в основании.

Особыми чертами структуры населения начала XXI в. будут его постарение, увеличение диспропорции полов, тенденция падения (после 2005 г.) трудового потенциала, рост нагрузки на трудоспособное на-

¹ Об основных тенденциях развития демографической ситуации в России до 2015 г. М., 1998.

² Andreev E., Scherbov S., Willekens F. The population of Russia: fewer and older. University of Groningen. The Netherlands, 1997. P.40.

селение за счет престарелых, уменьшение численности и доли детей. В 2015 г. дети составят 21.9 млн., а престарелые — 34.7 млн чел.

Анализ динамики половозрастной структуры населения первой четверти XXI в. показывает, что происходит порожденная войнами и другими катастрофами, а также эхом демографической волны смена "больших" и "малых" когорт. (Напомним, когорта — это совокупность людей, родившихся в течение некоторого календарного периода, то же, что и поколение.) Такая смена существенно сказывается на экономической нагрузке трудоспособного населения и вызывает дополнительные экономические и социальные напряжения, которые нельзя не учитывать в социально-экономической политике. "Шоковая терапия" обострила демографическую ситуацию до предела, обнаружив, что естественный (т.е. связанный прежде всего с количеством женщин, находящихся в фертильном возрасте) потенциал воспроизводства населения России давно исчерпан.

ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ: СОЦИАЛЬНАЯ ВОРОНКА

Однако более серьезные проблемы связаны не столько с численностью, сколько с качеством населения, с состоянием его генофонда как основы развития общества и государства. Для этого достаточно взглянуть на физическое, психическое и социальное здоровье людей, их интеллектуальный и образовательно-профессиональный уровень, а также морально-нравственные ориентиры.

Оценки физического здоровья показывают, что заболеваемость за последнее пятилетие возросла по большинству типов болезней, а среди причин нездоровья особо острыми стали: социальные стрессы, ухудшение условий жизни и питания, кризис системы здравоохранения. Пристального внимания в развитии заболеваний заслуживают три момента, имеющие остро социальный характер. Во-первых, рост туберкулеза и смертности от него. По этим показателям Россия вернулась к уровню, который развитые страны преодолели 30—40 лет назад, а мы — примерно на рубеже 70-х годов. Во-вторых, угрожающее "наступление" венерических болезней, в частности сифи-

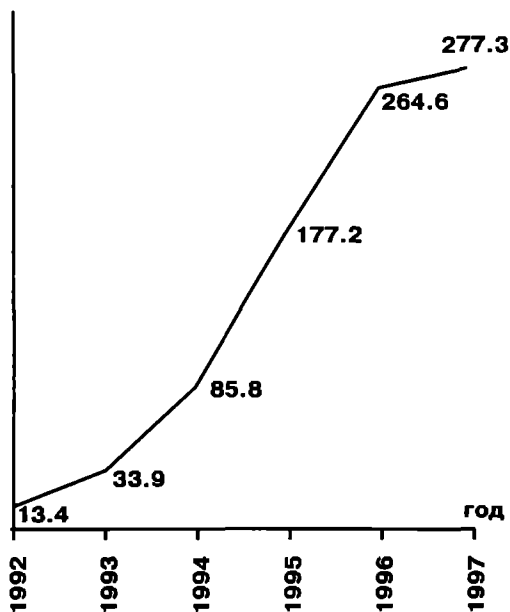


Рис. 4. Рост заболеваний сифилисом в России за период 1992—1997 гг. (по данным ГВЦ Минздрава РФ). Числа — количество больных на 100 тыс. чел. (средние значения).

лиса. С 1990 по 1995 г. число заболевших возросло в 33 раза (рис.4), а среди подростков — в 51 раз. Уже фиксируются случаи врожденного сифилиса. В-третьих, ускорение роста заболеваний СПИДом. По заключению Минздрава, последние полтора года рассматриваются как начало эпидемии. За этот период число зафиксированных случаев ВИЧ-инфекции в 2.5 раза выше, чем за предшествующие 10 лет, а численность реально заболевших на самом деле в 10 раз больше той, что зафиксирована (рис.5).

По утверждению экспертов, 70% населения России живет в состоянии затяжного психо-эмоционального и социального стрессов, вызывающих рост депрессий, реактивных психозов, тяжелых неврозов и психосоматических расстройств. По данным Института мозга человека РАН, проблемы с психическим здоровьем имеют 15% детей, 25% подростков и до 40% призывников³.

Проведенное исследование показало, что уровень индивидуального стресса, измеренного по тесту Райдера, повысился в период с 1989 по 1993 г. со 145 до 163. Основные источники стресса — падение

³ Аргументы и факты. 1998. № 47. С.5.

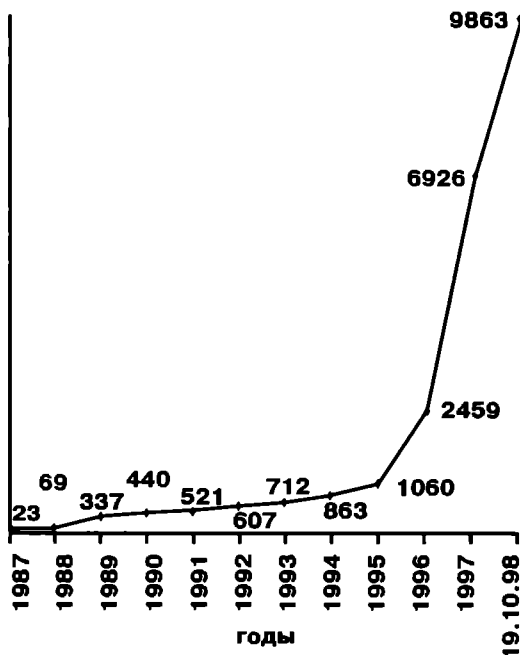


Рис. 5. Рост числа зарегистрированных случаев ВИЧ-инфекции за период 1987—1998 гг. (данные за 1987—1997 гг. получены из Госкомстата РФ; за 1998 г. — из Российского научно-методического центра по профилактике и борьбе со СПИДом без учета анонимно обследованных).

доходов, дефицит личной безопасности, преступность, страх перед будущим, конфликты на работе и семейные неурядицы. Ученые пришли к выводу: чтобы противостоять стрессу, каждый третий взрослый нуждается в психологической поддержке.⁴

Социальное нездоровье населения проявляется в катастрофическом росте аномалий и асоциального поведения: алкоголизме; наркомании, особенно среди молодежи; криминализации социальной среды; резком увеличении числа самоубийств. По сравнению с 1990 г. наркоманов стало больше в 6.5 раза, а больных алкогольными психозами — в 4.2 раза. Оценивая показатели самоубийств, Всемирная организация здравоохранения признала, что наша страна находится в состоянии вялотекущей чрезвычайной ситуации. В 1995 г. уровень самоубийств достиг 41.4 случаев на 100

тыс. чел. Аналогичны масштабы смертности и от причин, связанных с алкоголем. В нашей стране потребляется 14—15 л чистого алкоголя в год на душу населения⁵ (см. табл.).

Отмечается ухудшение материнского и особенно детского здоровья. Исследования показывают, что складывается парадоксальная ситуация, когда проблемы здоровья перемещаются с группы престарелого населения в группы детей и молодежи, что, разумеется, противоречит естественным процессам развития человека, когда потери здоровья происходят постепенно, с наступлением старших возрастов. Кроме того, замечено, что происходит ухудшение здоровья каждого последующего поколения⁶. Лишь один из трех призывников годен для службы в армии.

Если наряду с популяционным здоровьем рассматривать индивидуальное, то не только подтверждается характер популяционной динамики, но и появляются дополнительные особенности изменений в состоянии людей:

— уровень индивидуального здоровья, измеренный в баллах⁷, имеет ту же тенденцию к снижению:

1980 г.	1989 г.	1994 г.	1998
3.63	3.39	3.24	3.18;

— выявлен глубокий парадокс в гендерном (социополовом) соотношении здоровья: при более высокой продолжительности предстоящей жизни женщины обладают заниженным индивидуальным потенциалом здоровья;

— каждое последующее поколение характеризуется более низким здоровьем.

Вместе с тем известна строгая корреляция между снижением здоровья женщин, прежде всего беременных, и увеличением вероятности рождения уже больных детей.

⁵ Немцов А. Потребление алкоголя и смертность в России // Население и общество. Информ. бюл. Центра демографии и экологии человека Ин-та народнохозяйственного прогнозирования РАН. 1996. № 10.

⁶ Римащевская Н. Семейное благосостояние и здоровье // "Таганрог — три с половиной". М., 1997. С. 107.

⁷ Специальное исследование индивидуального потенциала здоровья базировалось на оценках здоровья конкретного человека в рамках пятибалльной шкалы (5 баллов — отличное здоровье, 4 — хорошее, 3 — удовлетворительное, 2 — плохое, 1 — очень плохое); оценки носили интегральный характер, соединяя комплекс объективных и субъективных показателей.

⁴ Доклад о развитии человеческого потенциала в Российской Федерации. ПР ООН. М., 1996. С. 49.

Таблица
Соотношение между потреблением алкоголя и числом самоубийств

Годы	Потребление абсолютного алкоголя (приведенного к 100%-му эталону) в литрах на душу населения	Смертность населения от самоубийств в расчете на 100 тыс.чел.
1984	8.4	30
1985	7.2	25
1986	4.3	19.1
1987	3.9	19.3
1988	3.7	19.4
1989	4.0	20.8
1990	4.6	21.2
1991	4.8	22.8
1992	5.0	25.0
1993	6.0	27.0
1993*	около 15.0	29.0
1994*	15.0	36.0
1995*	выше 15.0	свыше 36.0

* Расчетная оценка по аналитическим материалам.

В 1996 г. более трети беременных (35.8%) страдало анемией и почти треть (31.3%) детей родились уже больными. За период с 1990 по 1996 г. доля рожениц, страдающих анемией, увеличилась в 2.2 раза (всего за шесть лет), а доля детей, родившихся больными, — в 1.8 раза. Кроме того, выявлено, что главная причина младенческой смертности — это пренатальное, т.е. предшествующее рождению, состояние, которое в значительной мере связано со здоровьем матери.

Возникает своего рода социальная воронка, когда больные рожают больных, а бедные воспроизводят бедных. Из этой воронки быстро не выберешься, потребуетсся смена не одного поколения. Ухудшение здоровья детей и молодежи чревато падением качества человеческого потенциала всей нации на длительную перспективу. Ведь больное поколение не может воспроизводить здоровых.

Отмечается постоянный рост количества инвалидов. С 1985 по 1997 г. их число увеличилось почти на 3.5 млн чел. и в 1998 г. составило 7.5 млн. Особенно сильно возрастает число детей-инвалидов. С 1980 г. по 1996 г. общая численность детей-инвалидов возросла в 3.3 раза, а в расчете на 10 тыс. детей — в 3.7 раза.

**ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ,
КАЧЕСТВО РАБОЧЕЙ СИЛЫ
И "НОВЫЕ БЕДНЫЕ"**

Активизируются процессы, характеризующие потери интеллектуального потенциала общества в результате "внутренней и

внешней утечки мозгов", а также образовательно-профессиональной деградации совокупной рабочей силы, прежде всего вследствие интенсивно растущей безработицы.

Известно, что численность занятых исследованиями и разработками с 1991 по 1995 г. (т.е. лишь за четыре года) уменьшилась на одну треть; потери составили 617 тыс. чел., среди которых 360 тыс. исследователей. Разумеется, лишь меньшая часть из них эмигрировала (всего 20 тыс., т.е. 6%), но большая — сменила не только профессию, но статус и реальную занятость. Часть оказалась безработной, пополнив группу "новых бедных". Научная сфера по темпам сокращения численности занятых выдвинулась на первое место среди всех отраслей экономики.

За 1991—1998 гг. из России эмигрировало в дальнее зарубежье около одного миллиона человек. Это отток из научной среды интеллектуальных ресурсов, в том числе высококвалифицированных специалистов-электронщиков, атомщиков, астрономов, энергетиков, специалистов по компьютерной технике и т.д. В последние годы интенсивно возрастает количество длительных и краткосрочных командировок, привлечение ученых по иностранным грантам, кооперация и сотрудничество с иностранными партнерами.

Произошло снижение уровня общего образования, появился устойчивый слой детей, не посещающих школу.

Рынок образовательных услуг существенно отстает от потребностей рынка квалифицированного труда, углубляются

диспропорции между профессионально-квалификационным уровнем рабочей силы и изменяющимися потребностями рынка труда. Кроме интегральной безработицы обостряется структурное несоответствие рабочей силы рабочим местам. Около 20% экономически активного населения охвачено различными формами безработицы (неполная занятость, административные отпуска, укороченная неделя), включая длительные неплатежи заработков, что не может не вызывать деградации рабочей силы.

Рыночная система хозяйствования предъявляет иные, чем прежняя социалистическая, требования по всему комплексу качеств рабочей силы: физическое и психическое здоровье, профессионально-квалификационный потенциал, морально-нравственные качества. Низкое качество рабочей силы характерно для плохо адаптировавшихся к рынку безработных. Особенно настораживают качественные характеристики учащихся 11-х классов, которые представляют собой будущую рабочую силу. Стареет трудовой потенциал.

Не менее остры проблемы, связанные с кризисом социальных ценностей и ориентаций, падением нравов и моральных принципов. Так отражается в массовом сознании отсутствие правопорядка и безнаказанные нарушения законности. Идет процесс "размывания" таких норм нравственности, как доброта, милосердие, вежливость, честность, ответственность, порядочность. Все большее распространение получает прагматизм, преобладает ориентация индивида на личную выгоду. Общество переполнено ненавистью, агрессией, озлобленностью. Этиология этого явления не только в семидесятилетней истории тоталитаризма, но и в семилетнем периоде реализации экономической реформы, основанной на американской модели либеральных ценностей, глубоком индивидуализме, фактически чуждом русской культуре.

КАКОВА ЖЕ ЦЕНА РЕФОРМ?

Узловые причины сложившейся ситуации с воспроизводством населения России сводятся к следующему:

— относительное обнищание громадных масс населения. За границей бедности оказалось от четверти до трети населения, включая две трети детей. Появилась категория "новых бедных", которые никогда

ранее по своему образованию, профессиональной подготовке, социальному статусу не были и не могли быть бедняками (учителя, врачи, рабочие высшей квалификации). Особую группу среди них составляют беженцы и вынужденные переселенцы, главным образом этнические русские. Их численность достигает 1 млн чел.;

— кризис 17 августа 1998 г., приведший к девальвации рубля, росту цен и инфляции при замораживании оплаты труда, пенсий, пособий, увеличении доли бедных еще на 10—20%. Теперь их численность достигает половины населения;

— низкое качество питания, несмотря на высокую насыщенность рынка продовольственными товарами. Среднедушевое потребление белков животного происхождения снизилось до критического уровня (32 г против 30 г предельно допустимого). Отсюда ослабление иммунных функций, анемия у беременных женщин, падение веса у призывников, уменьшение физических параметров новорожденных. Недостаток белковой пищи у детей раннего периода развития создает дефицит материала для строительства мозга, возрастает опасность потери психической полноценности;

— рост безработицы в разных формах: зарегистрированной, открытой, скрытой, полной и частичной. К скрытой безработице (квазибезработице) условно можно отнести и всех тех, кто длительное время не получает вознаграждения за уже отработанное;

— рост экологических и технологических катастроф, вызывающих смертность;

— громадные группы беженцев и вынужденных переселенцев. Маргинализация общества, формирование "социального дна", которое для городского населения составляет как минимум 10% (т.е. примерно 10 млн чел.);

— рост гендерной асимметрии (изменение социополовых соотношений) и ренессанс патриархатности, которые проявляются во всех сферах жизнедеятельности общества, вызывая дополнительное напряжение и дестабилизацию, не только на общественном уровне, но и на уровне семьи.

При этом отдельные социальные факторы негативного характера накладываются один на другой, умножая свое влияние на демографические процессы как в количественном, так и в качественном отношении.

С точностью естественного эксперимента можно сказать, что появление перечисленных выше новых условий жизни населения есть социальная цена реформ, которая оказалась столь высока, что поставила под сомнение сохранность российского генофонда.

Нет сомнений в том, что никто не хотел и не ожидал таких последствий реформ. Невозможно в полном объеме описать все причины сложившегося, но одно из главных обстоятельств ясно — это трудности адаптации людей к новым социально-экономическим условиям жизни. Здесь имеется в виду использование профессионально-квалификационных ресурсов индивида для реализации его потребностей, интересов, жизненных целей. По нашим оценкам, 20% населения — “фавориты” — сегодня адаптированы и нашли свое место в обществе, 25% не адаптировались и не адаптируются — это “аутсайдеры”; остальные 55% находятся пока в неопределенном состоянии. Встраивание населения в экономическую структуру сегодня дает очередную сбой. Трансформация сознания не успевает за ходом реформ, а формирование рыночных поведенческих стереотипов идет еще медленнее. Срабатывает эффект двойного запаздывания. Это прежде всего означает, что требуется снизить темпы изменений, чтобы люди успевали за ними в процессе приспособления к новым условиям.

И последнее. Несомненно, что современная демографическая обстановка есть продолжение длительных неблагоприятных тенденций демографического развития 60—80-х годов. Но в 90-х годах ситуация усугубилась именно в результате воздействия на население социально-экономического и политического кризиса в России.

Фундаментальная причина, вызвавшая столь драматические последствия, коренится в характере и особенностях осуществляемых экономических преобразований, начатых с “шоковой терапии”, которая пагубно отразилась на основных слоях и группах населения, отбросив их по уровню жизни на десятилетия. Современная демографическая обстановка связана и с ваучеризацией, принесяшей не только разочарование большинству оказавшихся обманутыми, но апатию и пессимизм, а также с проводимой приватизацией государственной собственности, которая ведет к интенсивной

концентрации богатства на фоне всеобщего обнищания.

Именно население, его демографическое развитие стали жертвой ошибок и просчетов реформирования общества.

Неотвратимым императивом сегодняшнего дня служит реализация социальной программы помощи и поддержки населения, которая предотвратит дальнейшие негативные изменения в состоянии генетического фонда страны. Разумеется, она имеет стратегическое содержание, обеспечивая в первую очередь повышение качественных характеристик и рост продолжительности жизни людей. Но в условиях системного кризиса российского общества возникает настоятельная необходимость реализовать неотложные мероприятия, среди которых сегодня очевидны по крайней мере адресная помощь бедным, чтобы обеспечить их физическое выживание, возведение активного заслона от падения здоровья подрастающего поколения, и в первую очередь новорожденных. В последнем случае речь должна идти об охране беременных женщин (включая обеспечение их полноценным питанием, препятствующим как минимум росту заболеваний анемией, которая вызывает болезненное состояние родившихся), а также — организации полноценного питания детей в возрасте до одного года.

* * *

В заключение хочется заметить два оптимистических момента.

Первый связан с тем, что, по данным последней статистики, отрицательные тенденции, касающиеся динамики и численности населения, смягчаются, а именно: рост смертности замедляется, а вместе с тем снижается и темп естественной убыли. В этом процессе играет роль множество факторов, в том числе особое место занимает феномен адаптации населения к условиям социально-экономических перемен.

Второй момент связан с качественным потенциалом населения. Здесь также зафиксированы некоторые положительные сдвиги, о чем свидетельствует (например, по данным преподавателей вузов) повышение интереса у молодежи к знаниям и образованию, а также, что, может быть, еще важнее, появление среди студенческой аудитории ярко выраженных талантов.

Не оскудеет земля русская.



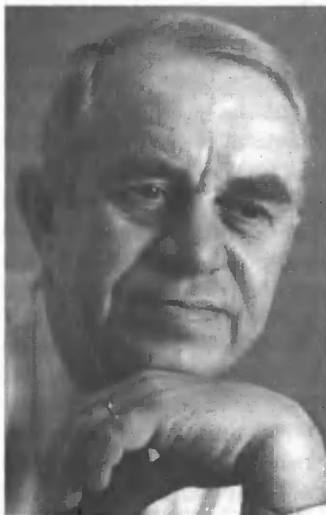
Линейная алгебра: от Гаусса до суперкомпьютеров будущего

В.П.Ильин

...Поверил

Я алгеброй гармонию

А.С.Пушкин



Валерий Павлович Ильин, доктор физико-математических наук, профессор, главный научный сотрудник Института вычислительной математики и математической геофизики СО РАН. Область научных интересов — вычислительная математика, информатика, математическое моделирование. Автор более 250 научных статей и девяти монографий (часть из них написана в соавторстве).

ВВЕДЕНИЕ: ИСТОРИЯ, ПРЕДПОСЫЛКИ И ПРОБЛЕМЫ

Задача численного решения систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ) имеет незапамятную историю. Классический метод исключения, активно развиваемый и изучаемый даже в наши дни, был открыт К.Гауссом в 1849 г. Однако еще за 2000 лет до этого в Древнем Китае изданы "Девять книг о математическом искусстве", где этот алгоритм уже изложен в характерной для своего времени "натуральной" форме, но фактически с использованием матричных преобразований.

Вплоть до начала XX в. алгебра оставалась "наукой о решении уравнений", после чего произошло ее разделение на высшую алгебру (операции с абстрактными объектами различной природы) и линейную, основа которой — матричное исчисление.

Становление современных вычислительных методов линейной алгебры можно считать состоявшимся после выхода в 1960 г. книги Д.К. и В.Н.Фаддеевых с одноименным названием, по которой училось не одно поколение российских и зарубежных математиков. Необходимо подчеркнуть, что актуальные проблемы вычислительной алгебры имеют фундаментальный характер не только потому, что текущая компьютеризация различных областей знаний в значительной степени сводится к векторно-матричным процедурам. Изучение матриц, являющихся операторами в простейших конечномерных пространствах, позволя-

ет обнаружить наиболее глубокие и тонкие свойства математических объектов, имеющих свое значение для функционального анализа, теории аппроксимации, дифференциальных уравнений и т.д.

Последние десятилетия ознаменованы бурным развитием численных методов, нашедших отражение в книгах Г.И.Марчука, А.А.Самарского, С.К.Годунова, Дж.Голуба, О.Аксельсона и др. В рамках итерационных методов решения СЛАУ значительные продвижения достигнуты в таких современных направлениях, как алгоритмы сопряженных направлений, последовательной и симметричной верхней релаксации, неявные алгоритмы переменных направлений и методы неполной факторизации.

Несмотря на имеющиеся в этой области теоретические достижения, а также на бурный рост мировых вычислительных мощностей, проблема конструирования и исследования новых быстрых алгоритмов решения СЛАУ не теряет своей актуальности, и поток публикаций по этой тематике только увеличивается. Дело объясняется тем, что возникающие практические задачи наряду с усложнением вычислительных процедур требуют от методов решения все большей точности и надежности. Как говорится, аппетит приходит во время еды, и с этим связан тот уникальный феномен, что, невзирая на появление все новых поколений ЭВМ, за последние 50 лет решение "больших" (на текущий момент) задач всегда занимало примерно одинаковое астрономическое время.

Образно говоря, можно сформулировать теорему о существовании перманентного дефицита машинных ресурсов, стимулирующего как дальнейшее наращивание компьютерных мощностей, так и развитие новых супералгоритмов.

Главный источник сверхбольших СЛАУ — сеточные методы (конечных разностей, конечных объемов и конечных элементов) решения многомерных краевых задач, возникающих при моделировании процессов или явлений. Для оценки потребностей вычислительных ресурсов рассмотрим сеточную трехмерную расчетную область в форме парал-

лелепипеда, образованную координатными линиями

$$x=x_i, \quad i=1,\dots,I; \quad y=y_j, \quad j=1,\dots,J; \quad z=z_k, \quad k=1,\dots,K.$$

Если мы решаем одно дифференциальное уравнение второго порядка эллиптического типа (например, уравнение стационарной диффузии или теплопроводности), то в результате его простейшей аппроксимации для каждого узла (i,j,k) получается уравнение вида

$$\begin{aligned} (Au)_{i,j,k} = & p_0 u_{i,j,k} - p_1 u_{i-1,j,k} - \\ & - p_2 u_{i,j-1,k} - p_3 u_{i+1,j,k} - p_4 u_{i,j+1,k} - \\ & - p_5 u_{i,j,k-1} - p_6 u_{i,j,k+1} = f_{i,j,k}, \end{aligned} \quad (1)$$

где коэффициенты p_k выражаются через шаги сетки и параметры исходной задачи. Такой системе уравнений отвечает квадратная матрица A порядка IJK с числом ненулевых элементов на каждой строке не более 7.

Пусть ради простоты $I=J=K \gg 1$. Тогда для реализации метода исключения Гаусса требуется выполнить примерно $Q=K^7$ арифметических операций и запомнить $P=K^5$ промежуточных чисел. На сегодня задаче средней сложности соответствует $K=100$, что приводит к значениям $Q=10^{14}$ и $P=10^{10}$. На обиходном языке это означает около трех часов работы компьютера быстрым действием 10 гигафлоп, т.е. 10^{10} "флоп" — арифметических операций над "нормальными" вещественными числами в секунду, при наличии оперативной памяти около 10 гигабайт. Это намного превосходит ресурсы персональных компьютеров и рабочих станций, но на мировом рынке такая ЭВМ — среднего класса. Однако если перейти к "большой" задаче с $K=1000$, то она уже оказывается крепким орешком даже для рекордного суперкомпьютера со скоростью в один терафлоп (10^{12}) и памятью в один терабайт.

Двумерные задачи гораздо легче. Однако и они требуют огромных ресурсов, если нужно находить оптимальные параметры искоемых решений (чтобы удовлетворить поставленным ограничениям и выбранным критериям качества), рассчитывать длительные по времени

или, наоборот, быстроменяющиеся процессы, учитывать сильнонелинейные эффекты. Это приводит к многократному решению промежуточных линейных систем. Важно отметить, что это — наиболее трудоемкая часть крупномасштабного вычислительного эксперимента, так как остальные расчетные этапы требуют объема арифметических действий, пропорционального общему количеству узлов сетки.

Кардинальное средство повышения производительности компьютеров (по профессиональным прогнозам — до петафлопного быстроедействия, т.е. до 10^{15} операций в секунду к 2015 г.) — создание многопроцессорных вычислительных систем (до 10^3 или 10^6 процессоров). Отсюда одной из первых по актуальности проблем в вычислительной алгебре становится распараллеливание алгоритмов и их отображение на архитектуру многопроцессорных ЭВМ. Насущность этого вопроса, в том числе при решении СЛАУ, проистекает из того общеизвестного факта, что эффективность загрузки всех устройств — это большое место различных суперкомпьютеров, и реализация алгоритмов без учета, например, коммуникационных потерь может снизить фактическую производительность многопроцессорной системы до нескольких процентов от ее паспортных данных.

Один из самых эффективных методов решения СЛАУ высокого порядка базируется на итерационных алгоритмах неполной факторизации, получивших сейчас самое широкое распространение в мировой вычислительной практике¹. Данная статья представляет последние результаты автора, касающиеся новых, перспективных подходов: обобщенного принципа компенсации в приближенной матричной факторизации, адаптивных итерационных методов с оптимальными упорядоченностями и, наконец, проблемы распараллеливания алгоритмов на основе декомпозиции областей.

СОВСЕМ НЕ АЛГЕБРАИЧЕСКАЯ,
НО ОЧЕНЬ ПЛОДОТВОРНАЯ ИДЕЯ

Идея метода неполной факторизации для решения алгебраической системы

$$Au=f \quad (2)$$

заключается в построении такой матрицы B , называемой предобуславливающей, которая легко бы обращалась и была бы близкой к исходной матрице A в том смысле, что собственные числа матрицы-произведения $B^{-1}A$ не сильно различаются между собой. Тогда последовательные приближения u^n строятся с помощью итерационного процесса, который в канонической записи имеет следующий вид:

$$B(u^n - u^{n-1}) = \omega_n(f - Au^{n-1}). \quad (3)$$

Здесь ω_n — вычисляемые параметры, а число итераций $n(\epsilon)$ для достижения требуемой точности $\epsilon \ll 1$ зависит от отношения

$$\kappa = \max |\lambda| / \min |\lambda|,$$

называемого числом обусловленности матрицы $B^{-1}A$. Эта величина κ оказывается магическим числом в линейной алгебре, характеризуя главные вычислительные качества любой матрицы, в том числе чувствительность к погрешностям округлений.

Вводя обозначения $v^n = u - u^n$, $r^n = f - Au^n$ для векторов коррекции и невязки, соотношение (3) можно разбить на два:

$$Bv^n = r^{n-1}, \quad u^n = u^{n-1} + \omega_n v^n,$$

из которых видно, что наиболее трудоемкая процедура на каждой итерации — решение вспомогательной системы с матрицей B (конечно, если последняя не слишком тривиальна).

Первооткрыватель методов неполной факторизации Н.И.Булеев предложил (середина 50-х годов, закрытый ядерный центр в г.Обнинске) искать B как

¹ Il'in V.P. Iterative incomplete factorization methods. Singapore, 1992; Ильин В.П. Методы неполной факторизации для решения алгебраических систем. М., 1995.

приближенную (неполную) факторизацию исходной матрицы A :

$$B = LU \equiv A, \quad (4)$$

где L , U — легко вычисляемые (намного проще, чем в точной факторизации) и легко обратимые нижняя и верхняя треугольные матрицы.

Гениальное все просто: помимо конструктивного построения множителей L , U , Булеев предложил в качестве критерия близости матриц требование

$$Be = Ae, \quad (5)$$

где e — вектор с постоянными (единичными) компонентами; он назвал его принципом компенсации. Эта совсем не алгебраическая идея исходила из тех сермяжных соображений, что в задачах матфизики решения в основном гладкие, а тогда при условии (5) на каждой итерации “лишние” члены (обусловленные неточностью факторизации (4)) будут взаимно компенсироваться.

Новые методы на многих практических задачах обнаруживали потрясающее быстрое действие, но временами не все было гладко. Это говорило о необходимости более глубокого изучения нового класса алгоритмов, теории которых тогда не было.

Но, как известно, нет пророка в своем отечестве — ведущие специалисты в СССР идею неполной факторизации не подхватили, продолжая увлеченно развивать другие (пришедшие из-за рубежа) модные направления.

На Западе же методы Булеева были несколько раз переоткрыты и стали активно совершенствоваться. В частности, эвристическое условие (5), которое на алгебраическом языке не что иное, как принцип согласования строчных сумм матриц B и A , было объяснено и эффективно использовано в сочетании с ускорением итераций универсальными методами сопряженных градиентов. Поразительное совпадение, но практически одновременно (в 1983 г.) и независимо в работах автора с О.Аксельсоном (Голландия) и Дж.Голуба (США) с

коллегами были предложены неявные (блочные) методы неполной факторизации, в которых матричные множители L , U — суть блочно-треугольные матрицы, причем диагональные блоки — ленточные матрицы, ненулевые элементы которых сосредоточены только в окрестности ленты заданной ширины d около главной диагонали. Такие алгоритмы позволили уточнить саму приближенную факторизацию и значительно сократить число итераций. Однако здесь возникла новая нетрадиционная задача вычислительной алгебры: найти ленточную часть матрицы, обратной к ленточной же матрице. Для этой задачи удалось найти изящное решение (естественно, трудоемкость процедуры увеличивается с ростом ширины ленты d).

В этом месте заложена принципиальная методологическая проблема, ожидающая до сих пор своего решения. Пусть, например, C — невырожденная матрица. Если мы вычисляем ленточную часть ширины $d > 1$ от обратной матрицы — обозначим ее через $(C^{-1})^{(d)}$, — то находим в определенном смысле приближение к обратной матрице C^{-1} (которая в общем случае плотная, т.е. не содержит нулей). Действительно, если d увеличивается вплоть до порядка матрицы N , то $(C^{-1})^{(d)} \rightarrow C^{-1}$. При $d = N$ матричная аппроксимация становится точной и метод решения СЛАУ из итерационного превращается в прямой, дающий точное решение за конечное число действий. Фактически в этом случае метод приближенной факторизации переходит в блочный метод Гаусса, который для сеточных систем уравнений слишком дорог. Здесь и возникает вопрос: какова оптимальная ширина $1 \leq d \leq N$ ленточной аппроксимации обратной матрицы $(C^{-1})^{(d)}$, чтобы обеспечить итоговую эффективность итерационного метода? Или, другими словами, достичь заданной точности за минимальное число арифметических действий? Понятно, что лучшее — враг хорошего, и в полном объеме решение проблемы оптимизации алгоритмов — это недостижимая голубая мечта, к которой надо стремиться, но только дробными шагами, рас-

ширяя жизненное пространство конкретными результатами для отдельных типов систем.

ОТ ЛИНЕЙНОЙ НЕЗАВИСИМОСТИ ВЕКТОРОВ — К НЕЗАВИСИМОСТИ СИЛЬНОЙ

Одна из генеральных линий развития итерационных методов заключается в обобщении булеевского принципа компенсации (5) на основе перехода к системе так называемых пробных векторов y_q , для которых должны выполняться равенства

$$By_q = Ay_q, \quad q = 1, \dots, m. \quad (6)$$

Здесь результаты получены для уникального класса вещественных блочно-трехдиагональных матриц — стилтесовых, которые, с одной стороны, лежат в основе решения широкого класса практических задач, а с другой — обладают свойствами, полезными при исследовании основанных на них алгоритмов. Главные из этих свойств — симметричность, положительность собственных чисел и монотонность (обратная матрица A^{-1} имеет неотрицательные элементы).

Изначальный вопрос здесь: для каких наборов пробных векторов y_q вообще разрешима задача о вычислении предобуславливающей матрицы B рассматриваемого факторизованного вида? Изучение проблемы привело автора к новому понятию в линейной алгебре — сильной независимости векторов. Если в матрице размером $m \times N$, составленной из m векторов y_q порядка $N > m$, каждый минор m -го порядка ненулевой, то такие векторы назовем сильно независимыми. Подчеркнем, что обычной, линейной, независимости векторов (когда хотя бы один минор ненулевой) недостаточно для разрешимости задачи (6).

Далее следуют обычные для вычислительной математики вопросы, на которые удалось получить первые обнадеживающие ответы: как конструктивно построить экономичный алгоритм по условию (6)? Какова его чувствительность и устойчивость к погрешностям

округлений машинных операций? При каких пробных векторах предобуславливающая матрица B будет симметричной и положительно определенной (что необходимо, если требуется исследовать сами методы неполной факторизации)? Сколько и каких пробных векторов надо брать, чтобы эффективность алгоритма была по возможности высокой (мы сознательно не употребляем слова “наивысшей”)? Какова будет скорость сходимости итераций? Поиск решений — новое направление, выходящее за рамки теории только итерационных алгоритмов.

Уравнения (6) можно интерпретировать как обратную обобщенную задачу на собственные значения: для заданных собственных векторов y_q и матрицы A найти матрицу B (среди рассматриваемого класса ленточных матриц), которая соответствует единичному обобщенному собственному числу. Такая нетрадиционная задача линейной алгебры, для которой уже найдены некоторые частные решения, наверняка найдет свою нишу в различных приложениях.

Другой аспект принципа обобщенной компенсации имеет прямое отношение к теории приближений. Если начальную ошибку итераций представить в виде линейной комбинации пробных векторов:

$$u - u^0 = c_1 y_1 + \dots + c_m y_m, \quad (7)$$

то первое итерационное приближение u^1 в (3) при $\omega_1=1$ уже будет точным решением. Справедливо и более сильное утверждение: среди систем сильно независимых пробных векторов оптимальна та, которая наилучшим образом приближает искомое решение u (при $u^0=0$). А поиск таких приближений уже можно проводить с помощью априорных оценок для дифференциальных краевых задач.

И наконец, третий важный момент, чисто алгебраический: соотношение (7) позволяет исследовать итерационные процессы вида (3) в подпространстве, натянутом на векторы $y_1, \dots, y_m$, — что тоже является актуальной задачей серьезного теоретического и практического значения.

УХУДШЕНИЕ АЛГЕБРАИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СИСТЕМЫ МОЖНО ОБРАТИТЬ ВО БЛАГО

Одна из общих современных проблем вычислительной математики — построение адаптивных алгоритмов, подстраивающихся под свойства решаемой задачи и повышающих при этом свою эффективность на основе анализа априорной и/или апостериорной информации. Наибольшее значение такое качество имеет при решении трудоемких задач. В математической физике к такому относятся “жесткие” уравнения с очень резко меняющимися свойствами решений. В качестве примера можно привести анизотропное уравнение стационарной диффузии (или теплопроводности)

$$-\frac{\partial}{\partial x} a \frac{\partial u}{\partial x} - \frac{\partial}{\partial y} b \frac{\partial u}{\partial y} = f(x, y), \quad (8)$$

в котором коэффициенты a, b могут сильно изменяться (даже на несколько порядков величины) и иметь в том числе большие разрывы. У краевых задач подобного рода очень “плохие” решения, которые порождают главные проблемы с качеством аппроксимации, правда, здесь они волнуют нас в меньшей степени. Другая особенность такой задачи заключается в катастрофически плохой обусловленности алгебраической системы, получаемой после дискретизации. Помимо потери вычислительной устойчивости, это приводит, как правило, к значительному увеличению количества итераций $n(\epsilon)$. В работах автора с Б.Келлогом (США) на примере простейшего итерационного метода Зейделя, по-видимому, впервые было замечено, что если вычисления каждого следующего приближения проводить последовательно по узлам, упорядоченным с учетом направления изменений коэффициентов исходных уравнений, то наличие их больших градиентов можно обратить в свою же пользу. Получается парадоксальный на первый взгляд феномен: ухудшение алгебраических свойств системы приво-

дит к улучшению итерационного алгоритма, если он нужным образом адаптирован.

Этот результат удалось перенести и на такие “идеологически” сложные алгоритмы, как методы неполной факторизации. Доказан принципиальный факт ускорения сходимости адаптивных алгоритмов при монотонном изменении коэффициентов исходной системы. Выведенные теоретические оценки наглядно подтверждаются численными экспериментами. В двух словах, полученные утверждения можно объяснить следующим образом. При адаптивном построении предобуславливающая матрица B “наследует” и компенсирует плохие свойства исходной матрицы A , в результате чего качество итогового алгоритма только улучшается.

Аналогичный эффект наблюдается и в случае очень сильной анизотропии (например, $a \gg b$), даже если коэффициенты постоянны. Хотя при этом обусловленность исходной системы тоже ухудшается, в определенном смысле задача приближается к одномерной, и при соответствующем блочном упорядочении неизвестных итерационный алгоритм сводится к безытерационному.

Важно отметить, что адаптивные качества итерационных алгоритмов определяются непосредственно свойствами алгебраической системы. А ее элементы зависят как от поведения коэффициентов дифференциальной задачи, так и от шагов сетки. Поэтому рассматриваемые вычислительные явления могут быть вызваны не “физическими”, а чисто дискретизационными эффектами: если сетка слишком неравномерная (а при сильной разномасштабности деталей расчетной области шаги могут отличаться в сотни и тысячи раз), то обусловленность матрицы A сильно ухудшается, но путем соответствующего упорядочения узлов можно сходимость итераций, наоборот, улучшить.

Исследование и построение таких адаптивных алгоритмов сильно усложняются, если коэффициенты уравнений описываются немонотонными функциями с многочисленными экстремальными точками. Имеющийся опыт по исследо-

ванию простейшего метода Зейделя в таких ситуациях позволяет надеяться, что проблемы здесь чисто технического характера: во-первых, в автоматизации определения "хитрых" последовательностей с монотонными свойствами и, во-вторых, в обнаружении необходимых свойств матриц с более сложными блочными структурами.

Отметим, что рассмотренный адаптивный подход выпадает из большой серии работ известных авторов. Эти работы посвящены обоснованию различных итерационных алгоритмов, у которых скорость сходимости не зависит от величины разброса исходных коэффициентов. Однако противоречия здесь на самом деле нет, так как построение адаптивных алгоритмов — это использование дополнительной информации о внутренних свойствах задачи.

УВЯЗАТЬ НЕСОВМЕСТИМОЕ

Основная методология реализации вычислительных процессов на многопроцессорных компьютерных системах — это выявление таких счетных фрагментов алгоритма, которые можно выполнить одновременно на различных арифметических устройствах при минимальных информационных обменах между ними. Это объясняется чисто техническими деталями: время обмена массивов из m чисел между двумя соседними процессорами, которые имеют непосредственную физическую связь, можно выразить как $T_c = \tau_0 + m\tau_c$, где τ_c есть длительность передачи одного числа, а τ_0 — время стартовой коммуникационной задержки. Если через τ_a обозначить усредненное время выполнения одной арифметической операции, то обычно имеем $\tau_0 \gg \tau_c \gg \tau_a$, где конкретные соотношения времен могут меняться, но в главном эти неравенства сохраняются.

Если не вдаваться в глубокие тонкости отображения алгоритмов на архитектуру вычислительной системы, эффективность распараллеливания можно выразить количественно двумя основными характеристиками — коэффициентами ускорения и загрузки процессоров:

$$R_p = \frac{T_1}{T_p}, \quad E_p = \frac{R_p}{p},$$

где T_1 , T_p — интервалы времени выполнения алгоритма (или задачи) на одном и p процессорах, причем T_p оценивается с учетом коммуникационных потерь.

Надо подчеркнуть, что ускорение алгоритма и задачи могут быть разными, поскольку для решения последней может оказаться целесообразным выбрать метод, который требует большего объема вычислений, но лучше распараллеливается.

Если рассматривать проблему распараллеливания решений многомерных краевых задач в целом, то решение СЛАУ также один из главных этапов, так как другие расчетные стадии — дискретизация области, аппроксимация дифференциальных уравнений и обработка результатов — распараллеливаются гораздо легче. Тривиально распараллеливаются и простейшие итерационные алгоритмы, но они имеют слишком плохую скорость сходимости. Трудности в реализации наиболее быстрых методов заключаются в том, что они основаны на выполнении различных рекуррентных соотношений, являющихся сугубо последовательными операциями.

Наиболее перспективный подход к распараллеливанию краевых задач заключается в декомпозиции расчетных областей на подобласти с возможно одинаковым количеством узлов в каждой. При этом общая задача разбивается на подзадачи, каждая из которых решается на своем процессоре, с организацией периодических информационных интерфейсов между ними. Если решается СЛАУ, то в каждой подобласти итерируется соответствующая подсистема, что приводит в итоге к двойному итерационному процессу.

На примере декомпозиции трехмерных задач можно проследить ряд важных методологических вопросов, тесно связанных с чисто архитектурными компьютерными аспектами. Вычислительная сеть может представлять собой одномерную сетку, двумерную прямо-

угольную или трехмерную параллелепипедоидальную, когда каждый процессор физически связан соответственно с двумя, четырьмя или шестью топологически соседними процессорами (мы не будем рассматривать другие экзотические и более дорогие сети типа гиперкуб и "каждый с каждым"). Теперь, если у нас есть трехмерная расчетная сеточная область с числом узлов $N = K^3$, много большим количества процессоров p , то как лучше ее разбить на подобласти с точки зрения оптимальности распараллеливания?

Ответ зависит от соотношения времен T_a и T_c , затрачиваемых такими вычислительными системами соответственно на выполнение арифметических операций и обмен данными между процессорами. А это связано с чисто геометрическими факторами. Величина T_a при вычислении одной итерации пропорциональна общему числу узлов подобласти K^3/p , т.е. ее объему, а значение T_c пропорционально количеству граничных узлов, смежных с соседними подобластями. При использовании одномерной вычислительной сети область разбивается на "пластины" с площадью двух смежных граней (числом граничных узлов), равной $2K^2$. В случае "двумерной" декомпозиции — на "столбики", площадь смежных граней которых $4K^2/\sqrt{p}$ (здесь предполагается компьютерная сеть с числом процессоров $\sqrt{p}$ в каждом из двух измерений). Наконец, при определении подобластей в виде "кубиков с длиной ребра $Kp^{-1/3}$ " величина T_c пропорциональна $6K^2p^{-2/3}$. Таким образом, при $p \gg 1$ с точки зрения коммуникационных потерь "одномерная" декомпозиция оказывается наихудшей, а трехмерная — наилучшей.

Разумеется, здесь "за кадром" остается много других вопросов и возможностей: совмещение во времени обменов процессора с несколькими соседними, одновременное выполнение обменов и вычислений, использование сверхбыстрой кэш-памяти, конвейеризация арифметических операций в отдельном процессоре, если он содержит, например, несколько сумматоров и множительных устройств.

Эффективная реализация параллельных алгоритмов предполагает грамотное использование архитектуры компьютера и систем программирования, что значительно повышает планку требований к квалификации прикладного математика-программиста. С прагматической точки зрения это, конечно, крупный недостаток, и на преодоление таких накладных расходов ориентированы существующие и развиваемые средства автоматизации распараллеливания, которые в идеале должны полностью скрыть от пользователя внутреннюю технологическую "кухню", при сохранении высоких коэффициентов R_p и E_p .

ЗАКЛЮЧЕНИЕ: КАМО ГРЯДЕШИ?

Разумеется, мы не могли исчерпать обилия интереснейших вопросов даже в рамках методов неполной факторизации. В первую очередь — проблемы распространения полученных результатов на более общие задачи: нерегулярные сетки, матрицы с менее сильными свойствами и усложненными структурами, краевые задачи для систем дифференциальных уравнений и т.д.

Кроме того, обсуждавшиеся алгоритмы развиваются одновременно с другими перспективными направлениями, среди которых — многосеточные методы, альтернирующие операторные принципы, многоуровневые иерархические итерации. И здесь, кроме здоровой конкуренции, — неизбежно взаимное обогащение с проникновением идей и конструктивных подходов. При существующем росте научных школ и бурном потоке исследований трудно загадывать их тенденции даже на не очень далекое будущее, но текущий период можно без преувеличения назвать золотым веком вычислительной алгебры.

Статья написана по результатам исследований, поддержанных грантом РФФИ 95-01-01770 "Методы решения систем линейных алгебраических уравнений высокого порядка с разреженными матрицами".

Геномика и геносистематика

А.С.Антонов



Андрей Сергеевич Антонов, доктор биологических наук, профессор, заведующий отделом эволюционной биохимии Научно-исследовательского института физико-химической биологии им. А.Н. Белозерского Московского государственного университета им. М.В. Томоносова. Основные научные интересы связаны с геносистематикой растений. Неоднократно публиковался в «Природе».

ГЕНОМИКА в основе своей — та же геносистематика. Отличие заключается лишь в подходе к изучению геномов организмов. Исторически сложилось так, что сегодня геносистематики в основном изучают нуклеотидные последовательности фрагментов ДНК (например, генов) и на этой основе судят о родстве организмов. Геномика же исследует и сопоставляет целые геномы ядер или органелл клеток, в том числе и для целей филогенетики.

Задача эта и по сию пору, особенно в случае высших эукариот, очень сложная: ведь геномы наземных растений и животных построены из многих миллиардов нуклеотидов. Определить порядок их расположения в хромосомах можно только с применением новейших молекулярно-биологических методов, что требует больших затрат времени и труда. Однако, как говорится, овчинка стоит выделки: решение ее может пролить свет на целый ряд проблем филогенетики и систематики, не говоря уже о том, что геномика имеет и прикладное значение. Всем понятно, как важно, например, для лечения наследственных болезней человека знать строение полного генома здоровой и больной клетки. Как только выяснится характер повреждения «больного» гена, методы его «лечения» не заставят себя ждать, и сотни и тысячи ранее обреченных больных будут спасены.

Понятно, что одной медициной сфера применения геномики не ограничивается. Она будет полезна и в промышленности, и в сельском хозяйстве, и во многих других сферах деятельности человека, но об этом пусть напишут другие. Автор ставит перед собой иную задачу: показать, что геномика уже сегодня — весьма удобный и эффективный инструмент для решения проблем

классической биологии, связанных с изучением эволюции живого, и создания их систем.

Если геносистематика в целом — молодая наука, то геномика — вундеркинд в колыбели. Наибольших успехов она достигла при изучении микроорганизмов: размер геномов у них небольшой, и в настоящее время уже определены полные нуклеотидные последовательности хромосом нескольких десятков видов архе- и зубактерий. Такую работу обычно проводят многочисленные коллективы, включающие микробиологов, биохимиков, молекулярных биологов и геносистематиков. Например, у статьи, где описывается строение генома сенной палочки, около 150 соавторов¹. Раньше, пожалуй, только физики-экспериментаторы создавали столь крупные исследовательские коллективы.

Из числа достижений геномики микробов отметим ее роль в выяснении распространенности латерального переноса генов у микроорганизмов. Интересные результаты получили при изучении генома одного из гипертермофильных микроорганизмов, *Aquifex aeolicus*². Оказалось, что его геном представляет собой сложную мозаику, состоящую как из «собственных» генов *A. aeolicus*, так и генов, «позаимствованных» им у других термофильных микробов. По мнению авторов этой работы, как минимум 10% генов появилось в геноме *A. aeolicus* в результате латерального переноса.

Перенос генов удалось зафиксировать и количественно оценить не только между термофильными архебактериями, но и между ними и зубактериями, адаптировавшимися к высоким температурам, т.е. между разными надцарствами живого. Не менее важные результаты получены при изучении обмена генами между патогенными зубактериями. Недавно показано, что к такому обмену способны бактерии из родов *Haemophilus* и *Neisseria*, в частности,

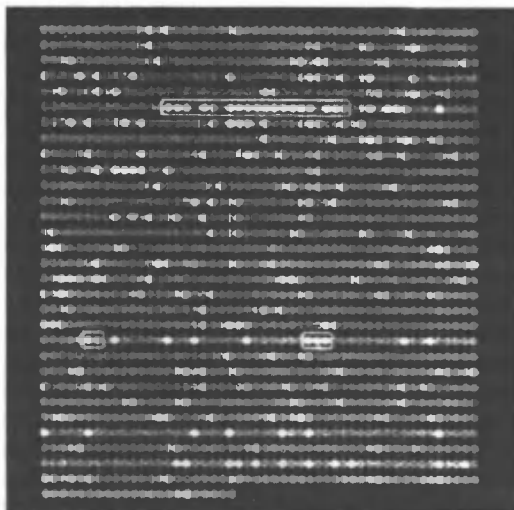


Схема строения генома гипертермофила *Aquifex aeolicus*. Светлыми кружочками показаны гены, перешедшие из геномов архебактерий. Блоки таких генов обведены рамками.

генами вирулентности. Это тревожный сигнал для медиков³!

В последнее время латеральный перенос фрагментов ДНК наблюдался уже во многих случаях: так, например, элемент «*mariner*» генома дрозофилы обнаружен в геноме простейшего, лейшмании, а целые блоки генов двудольных растений — в геномах однодольных.

Существование микроорганизмов с мозаичными геномами ставит перед систематиками сложную задачу. Совсем недавно, отказавшись построить филогенетическое дерево микробов по результатам изучения их фенотипов, микробиологи решили, что разумнее строить систему по молекулярным признакам, по строению генов рибосомной РНК (рРНК). При этом исходили из вполне разумного предположения, что чем более похожи эти гены, тем в более близком родстве находятся сравниваемые виды микробов. Иными словами, решили строить систему по результатам сопоставления всего одного гена, оставив в стороне все остальные. Хотя

¹ Kunst F., Ogasawara N., Moszer I. et al. // Nature. 1997. V.390. P.249—256.

² Aravind L., Tatusov R.I., Wolf Yul., Walker D.R., Koonin E.V. // TIG. 1998. V.14. P.442—444.

³ Kroll J.S., Wilks K.E., Farrant J.L., Langford P.R. // Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 1998. V.95. P.12381—12385.

этот принцип и был положен в основу последнего определителя микробов Берджи, вряд ли он был самый правильный. Ведь число генов даже у наиболее просто устроенных микроорганизмов измеряется сотнями, и создавать систему по результатам изучения всего одного из них, пусть даже филогенетически весьма информативного, по меньшей мере легкомысленно.

Для других систематиков, изучающих более сложно устроенные организмы, такой подход к построению систем — давно пройденный и отвергнутый этап. Представьте себе, например, что мы строим систему семенных растений, исходя только из строения цветка. Образование этого важнейшего органа кодируется множеством генов и дает нам несравненно больше информации о родстве растений, чем сравнительное изучение генов их РНК. Однако такой путь не привел ботаников к успеху. Через некоторое время они убедились, что этот подход не позволяет построить филогенетическую систему растений, в которой группы видов (роды, семейства, порядки и пр.) объединялись бы, исходя из степени их эволюционного родства. Только комплексное исследование всех признаков ныне живущих и вымерших растений позволило им приблизиться к решению этой проблемы и выдвинуть ряд правдоподобных гипотез об эволюционной истории растений.

Иными словами, микробиологам предстоит выбрать еще какой-нибудь ген, а лучше несколько, изучить их строение не менее тщательно, чем нуклеотидные последовательности гена рРНК, и сопоставить полученные результаты. Такая работа уже начата, и четкие схемы, построенные с помощью одного гена рРНК, постепенно размываются. Микробиологам придется поломать голову над тем, что делать дальше.

Геномика также представляет собой способ комплексного изучения микроорганизмов, но вместо фенотипов она исследует их генотипы. Если оказывается, что микроорганизмы легко обмениваются генами, то создается любопытная ситуация: микробы становятся химера-

ми, несущими черты сразу нескольких видов, и, по мере все более подробного изучения их генотипов, все сложнее отнести каждый конкретный вид к какой-то определенной ветви их эволюционного развития.

Для решения этой нелегкой задачи нам, возможно, придется вспомнить и «пространство логических возможностей» Г.А.Заварзина, и другие аналогичные предложения систематиков⁴. Действительно, к какому отряду млекопитающих пришлось бы отнести кентавров? К рыбам или млекопитающим принадлежат русалки?

Успехи геномики других групп организмов несравненно скромнее. Продолжаются исследования генома человека, крестоцветного растения — арабидопсиса — и других сложно устроенных эукариот, количество ДНК в которых на порядки выше, чем в геномах микроорганизмов. В настоящее время известны полные первичные структуры всего у двух видов эукариот: дрожжей и возбудителя малярии. Однако работа над геномами других видов идет все быстрее и близится к завершению. Технический арсенал геномики все время обогащается методами, которые за меньшее время позволяют получать больше информации о строении ДНК. Именно поэтому некоторые специалисты считают, например, что всего через 5—7 лет будут определены полные первичные структуры геномов у представителей всех отрядов млекопитающих⁵. Получив в свои руки такую информацию, исследователи впервые смогут построить полное молекулярное дерево, отражающее родственные связи между этими животными и сопоставить эти связи со схемами, полученными при помощи классических методов филогенетики и палеонтологии.

Кажется, уже близка давнишняя мечта известного генетика Ф.Добжанского, который 30 лет назад писал: «Со временем нам, возможно, станет известной последовательность генетических

⁴ Заварзин Г.А. Пространство логических возможностей в многообразии бактерий и филогения // Природа. 1979. № 6. С.9—19.

⁵ O'Brien S.J., Weinderg J., Lyons L.A. // TIG. 1997. V.13. P.393—399.

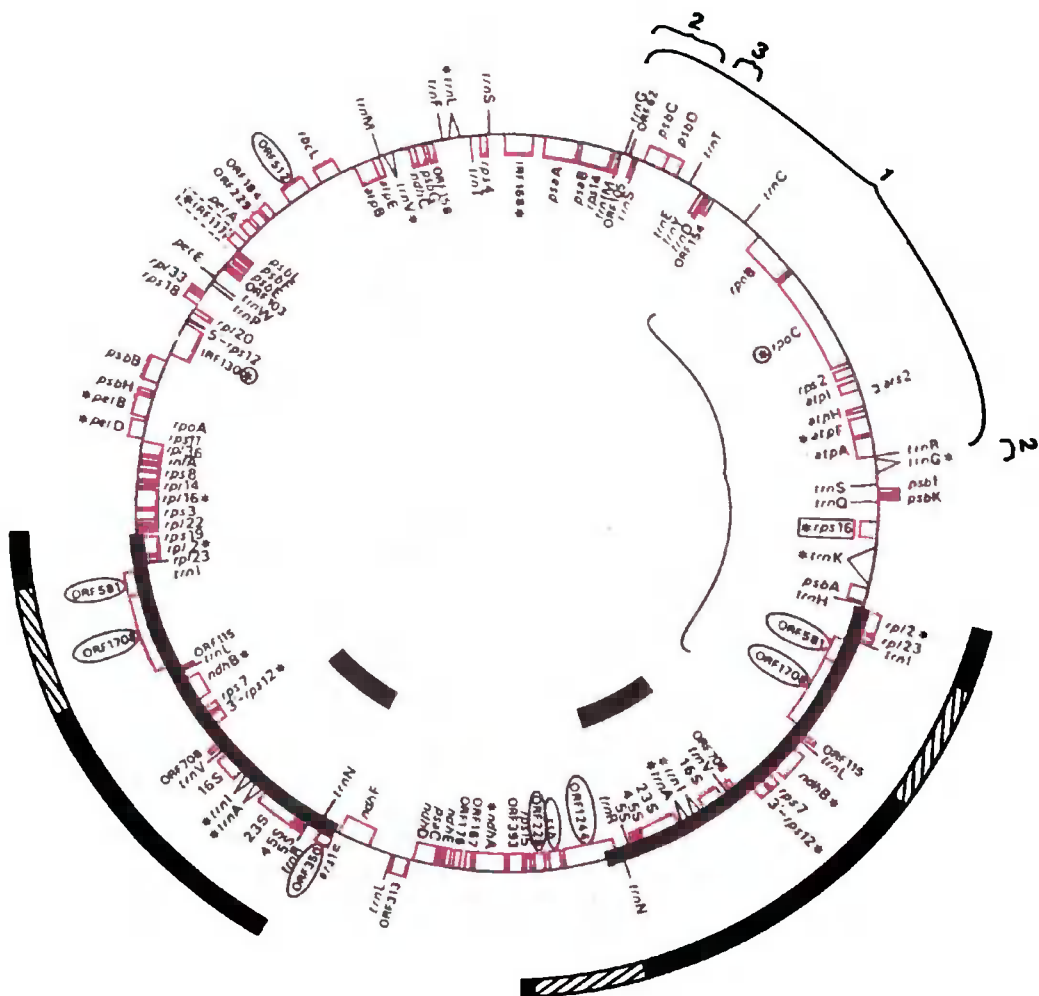


Схема строения хлДНК трех видов высших растений: маршанции, табака и риса. В основу положена хлДНК табака (156 тыс. пар нуклеотидов). Показано расположение отдельных генов в этой хромосоме. Снаружи кольца — гены, которые транскрибируются против часовой стрелки, а внутри — по часовой стрелке. Круглыми обведены гены, присутствующие в хлДНК табака и маршанции, но отсутствующие в хлДНК риса. Цветом показаны гены, общие для табака и риса, но отсутствующие у маршанции. Ген, имеющийся только в хлДНК табака, выделен черным прямоугольником. Звездочками обозначены гены, имеющие во всех трех хлДНК одинаковые интроны. Цветные звездочки указывают на гены, интроны в которых есть только у маршанции и табака. Утолщенные части кольцевой хромосомы — обращенные повторы в геноме табака. Такие же утолщенные линии внутри и снаружи центральной хромосомы соответствуют обращенным повторам в хлДНК маршанции и риса. Участки, делетированные из обращенных повторов риса (при сопоставлении с хлДНК табака), на этих линиях показаны диагональной штриховкой. Скобкой внутри выделен участок, инвертированный в хлДНК маршанции. Пронумерованные скобки снаружи кольца указывают на инверсии в хлДНК риса. Гены обозначены общепринятыми символами. ORF — открытые рамки считывания (т.е. участки геномов, которые могут кодировать белки). (Palmer J.D. // TIG. 1990. V.6. P.115—120.)

«букв», нуклеотидов, во всех генах у всех организмов. Тогда окажется возможным количественно оценить сходства и различия между ними и создать на этой основе классификации живых существ, основанные на точной информации об их генетической составляющей...»⁶ Правда, пока неясно, будут ли схемы, построенные на основании изучения фенотипов и генотипов, топологически подобны. Ведь в процессах молекулярной и организменной эволюции есть ряд специфических особенностей, которые не позволяют считать, что эволюция фенотипов всегда полностью повторяет эволюцию генотипов.

Так обстоят дела с животными. Что же касается растений, то заниматься геномикой этой группы высших эукариот несравненно сложнее: размер генома у них, как правило, гораздо больше, чем у животных. Геносистематики не случайно выбрали для своих опытов именно арабидопсис: у него один из самых маленьких геномов среди покрытосеменных растений (у некоторых лилий, например, он чуть ли не в 1000 раз больше).

Но, как говорится, голь на выдумку хитра. Поняв, что ядерный геном большинства растений сегодня геномике не по зубам, они обратили свое внимание на геномы органелл — хлоропластов и митохондрий. Я расскажу лишь о результатах, полученных при изучении геномов хлоропластов.

Основы для геномики пластид растений были заложены давно. Еще в самом начале применения методов определения нуклеотидных последовательностей ДНК японские ученые попытались прочитать полные первичные структуры хлоропластных ДНК (хпДНК) двух далеко отстоящих друг от друга видов высших растений: примитивного бриофита — маршанции и одного из продвинутых видов покрытосеменных — табака. Вскоре эта задача была успешно решена⁷. К

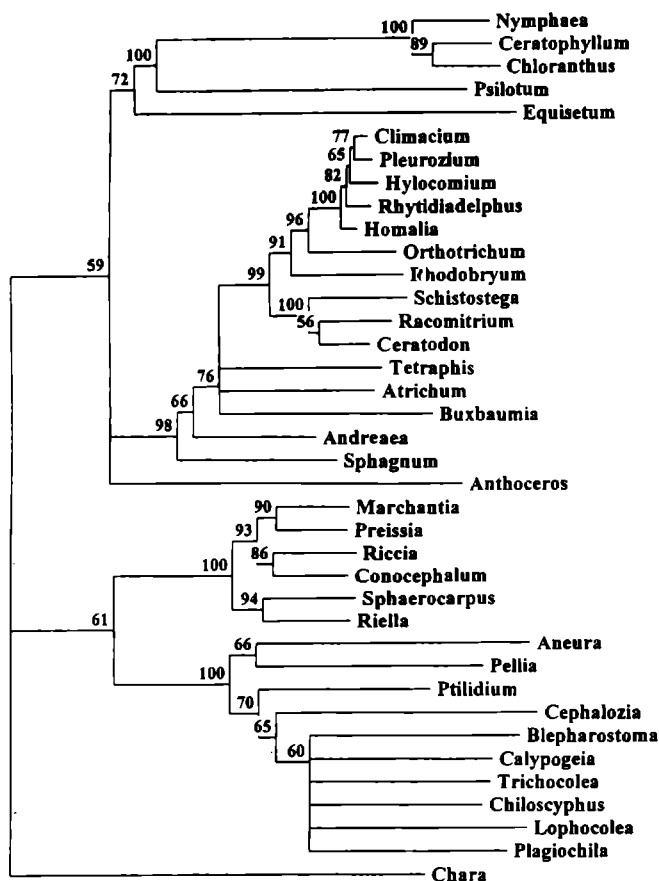
удивлению исследователей, хпДНК этих двух удаленных видов оказались весьма схожими, но не настолько, чтобы не заметить произошедшие в них в ходе эволюции изменения. Однако, чтобы составить представление об эволюции всех высших растений, необходимо знать структуры хпДНК по крайней мере у одного представителя из каждого крупного таксона. Но такие исследования развивались хаотически: одни считали, что прежде всего нужно определить строение ДНК у хозяйственно важных видов (риса, кукурузы и т.п.), а другие, увлеченные эволюционными проблемами, исследовали хпДНК сосны, папоротникообразного растения псиолота и других видов. К началу 1999 г. достоверно было известно строение хпДНК около десяти видов высших растений.

Конечно, прочитать первичную структуру хпДНК несравненно легче, чем, скажем, ядерного генома арабидопсиса, но все же требует не меньших усилий, чем изучение строения генома микроба. И тут, что называется, геносистематиков растений бес попутал. Вместо этой тяжелой, но нужной работы, они занялись сравнением отдельных ядерных, хлоропластных и митохондриальных генов, надеясь, что таким, более легким, путем они быстрее разгадают тайну эволюции высших растений. При этом они, как правило, не утруждали себя поисками наиболее подходящего для этих целей гена или другого участка хпДНК, а пошли по принципу «поиска кошелька под фонарем».

В качестве основного объекта исследований первоначально взяли два гена: один из них кодировал структуру 18S рРНК, а другой — одну из субъединиц ключевого фермента фотосинтеза, ген *rbcL*. К началу 1999 г. структуру гена 18S рРНК определили у более чем 400 видов высших растений, а число изученных генов *rbcL* перевалило за 2.5 тыс. Однако уже в 1996—1997 гг. стало ясно, что работа эта ведется в значительной мере впустую: как показал специальный анализ, проведенный учеными Гарвардского университета, построить на основании этих результатов достаточно устой-

⁶ Dobzhansky Th. Genetics of the evolutionary process. Columbia Univ. Press. N.Y.; L., 1970. P.414.

⁷ Shinozaki K., Ohme M., Tanaka M. et al. // EMBO J. 1986. V.5. P.2043—2049; Ohya Y., Fukuzawa H., Kohchi T. et al. // Nature. 1986. V.322. P.572—574.



Филогенетическое дерево, отражающее взаимосвязи важнейших таксонов наземных растений. Построено NJ-методом по результатам изучения эволюции спейсерных последовательностей ITS 2—4.

чивые филогенетические деревья высших растений в принципе невозможно⁸.

Ведущий исследователь гена *rbcL* М.Чейз, группа которого исследовала строение этого гена у нескольких сотен видов растений, в конце концов признал, что наибольшее количество филогенетически значимой информации можно получить, изучая некодирующие последовательности ДНК (затем идут гены белков, а на последнем месте находятся гены рРНК)⁹.

Но Чейз запоздал с таким признанием. Еще в 1994 г. появилась статья, в которой прямо указывалось на преимуще-

ства исследования некодирующих участков ДНК¹⁰. Эта работа лишь убедила в правильности выбора фрагмента некодирующей ДНК для изучения эволюции растений группой под руководством А.В.Троицкого в МГУ. Они исследовали эволюционные изменения (так называемый участок ITS 2—4) в участке хлоропластной ДНК, располагающемся между генами 23S рРНК и геном тРНК_{кар}. Исследования велись в содружестве с группой У.Мартина (Генетический центр университета г.Брауншвейга, ФРГ), которая взяла на себя основную

⁸ Kellogg E.A., Juliano N.D. // Amer. L. Bot. 1997. V.84(3). P.413—428.

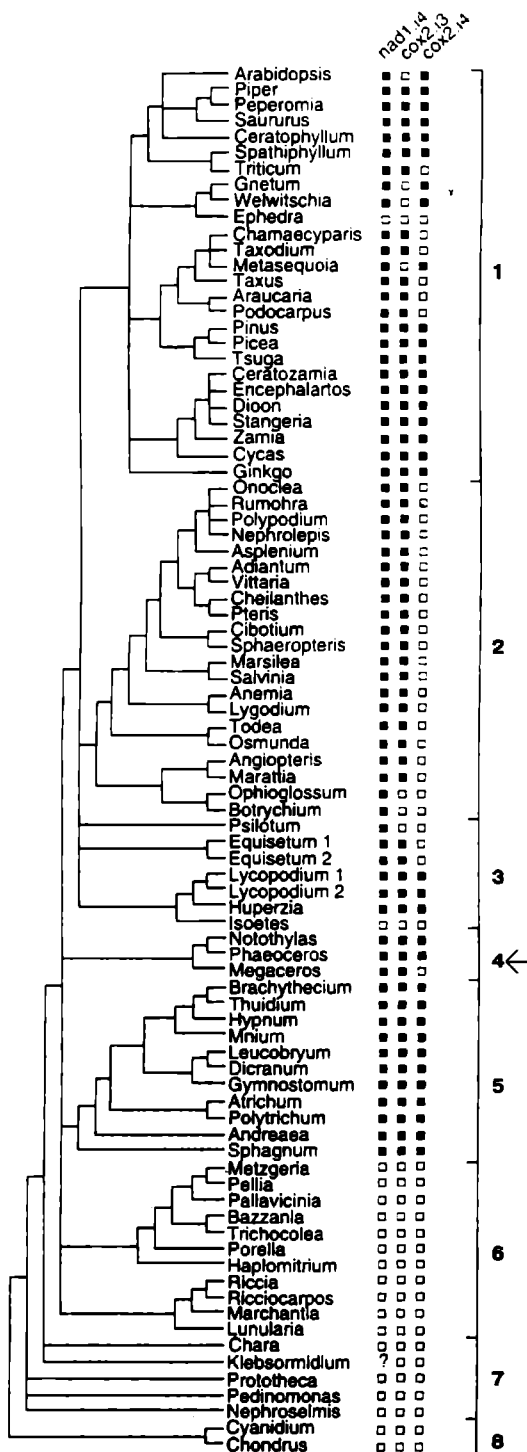
⁹ Chase M.H., Cox A.V., Soltis D.E. // Ibidem. V.84(6). P.181.

¹⁰ Bohle U.R., Hilger H.H., Cerff R., Martin W. Non-coding chloroplast DNA for plant molecular systematics at the infrageneric level // Molecular ecology and evolution: approaches and applications / Eds B.Schierwater et al. Basel, 1994. P.391—403.

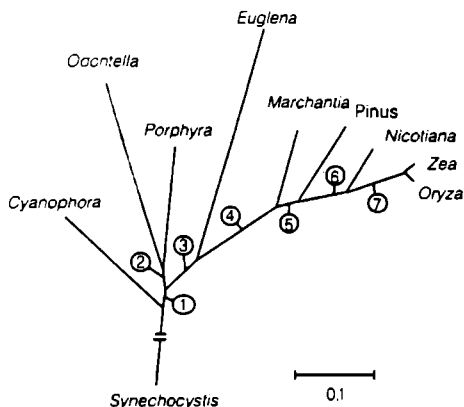
Филогенетическое дерево высших растений и водорослей, построенное по результатам сопоставления гена *rbcL*. Черные квадратики — наличие интронов, белые — их отсутствие в некоторых генах (указаны сверху) митохондриальной ДНК. 1 — семенные растения, 2 — папоротники, 3 — другие сосудистые растения, 4 — антоцеротовые мхи, 5 — мхи, 6 — печеночники, 7 — зеленые водоросли, 8 — красные водоросли. Стрелкой показано необычное положение антоцеротовых мхов. (Qiu Y.-L. et al., 1998; Holzman D., 1998.)

нагрузку по изучению ITS 2—3 папоротников, а группа А.В.Троицкого — ITS 2—4 у остальных высших растений. Конечным результатом работы стало филогенетическое дерево высших растений. Оно включает в себя далеко не все изученные виды, и построено исключительно для того, чтобы показать основные узлы дивергенции наиболее крупных групп растений¹¹.

Эта схема не уступает любому из построений, предложенных ранее палеоботаниками или филогенетиками, исследовавшими фенотип растений. Есть у нее и небольшое отличие: необычное положение группы антоцеротовых мхов. Часть палеоботаников склонна считать, что эти мхи — эволюционно очень древняя группа, но, может быть, они принимают за предков антоцеротовых какие-то другие растения? Ведь в результате изучения митохондриальных интронов Ю.-Л.Киу с соавторами также построили дерево¹², на котором антоцеротовые мхи занимают то же положение, что и на дереве, построенном нами по результатам изучения эволюции ITS 2-4. Если бы мы знали полную первичную структуру хлДНК одного из видов антоцеротовых мхов, то окончательный ответ на этот вопрос был бы найден. К сожалению, такие исследования только планируются.



¹¹ См.: Антонов А.С. Происхождение основных групп наземных растений // Природа. 1997. № 10. С. 55—63.
¹² Qiu Y.-L., Cho Y., Cox C., Palmer J.D. // Nature. 1998. V.394. P.671—674; Holzman D. // ASM News. 1998. V.64. P.679—680.



Филогенетическое дерево пластид водорослей и растений и их предполагаемого эволюционного предка, цианобактерии *Synechocystis*, построенное по результатам сопоставления 45 ортогольных белков NJ-методом. Цифрами показаны ветви со 100% статистической достоверностью. (Martin W. et al., 1998.)

В основном все схемы, построенные на основе изучения эволюции отдельных участков ДНК, почти одинаково описывают эволюцию высших растений. Однако есть обстоятельства, которые не позволяют считать их окончательным решением проблемы: во-первых, большинство таких деревьев топологически нестабильно, во-вторых, достоверность узлов ветвления обычно невелика, и, наконец, они не дают однозначных ответов на ряд ключевых вопросов филогенетики. Так, уже много лет продолжается дискуссия, есть ли среди современных голосеменных близкие родственники покрытосеменных растений (на эту роль обычно претендуют гнетовые).

Эти задачи и взялась решать геномика. Все началось с того, что бывший аспирант нашего отдела В.В. Горемыкин, будучи в командировке в Германии, в лаборатории У.Мартина, решил посмотреть, какие изученные к тому времени гены хлДНК несут максимальную филогенетическую информацию во всем спектре видов, от цианобактерий

до покрытосеменных¹³. Таких генов оказалось 45 (кстати, гена *rbcl* среди них не было). Стало ясно, что если изучать первичные структуры хлДНК, то исследователи получают несравненно более богатый материал для сопоставлений, чем при анализе отдельных фрагментов ДНК. Тогда на небольшом материале Горемыкину с соавторами удалось выяснить, что дивергенция голо- и покрытосеменных растений произошла приблизительно 350 млн лет назад, а двудольных и однодольных растений — 160 млн лет назад¹⁴. Надежность построенного ими простейшего филогенетического дерева была во много раз выше всех предыдущих деревьев. Ведь в его основу были положены результаты анализа эволюции не одного-двух, а сразу нескольких десятков генов. Очевидно, такую работу необходимо продолжать, и сегодня ряд сильных лабораторий идет по этому пути.

Надо сказать, что другие авторы предложили иное решение. Они стали соединять воедино данные, полученные для разных генов, анализировать такие искусственно сцепленные последовательности и в конечном счете отметили, что надежность выводов при этом повышается. Жаль только, что в число таких генов частенько попадали все те же гены *rbcl*, 18S рРНК и др., далеко не лучшие кандидаты на роль поводирей в темном прошлом наземных растений. Если Ч.Дарвин даже происхождение покрытосеменных растений называл «проклятой загадкой», то как можно назвать события, происходившие многие сотни миллионов лет назад, когда на поверхности Земли появились высшие растения? Надежду, что со временем ученые решат эту задачу, дает геномика.

Работа выполнена при поддержке РФФИ. Грант 96-15-97970.

¹³ Martin W., Stoebe B., Goremykin V. et al. // Nature. 1998. V.393. P.162–165.

¹⁴ Goremykin V., Hausman S., Martin W. // Syst. Evol. 1997. V.206. P.337–351.

У истоков рудного Казахстана

Е.Ф.Бурштейн

Когда-то, очень давно, вернувшись с преддипломной практики на юго-западном (Рудном) Алтае, я узнал, что мои материалы задерживаются на базе экспедиции. Научный руководитель, известный тектонист профессор М.В.Муратов посоветовал студенту заняться пока историей исследования всего региона. Выяснилось, между прочим, что в 1786 г. Петр Шангин — первый натуралист, проникший в Горный Алтай, — в конце пути, перевалив через хребет Холзун, прошел по району практики. Мой очерк истории геологического изучения Рудного Алтая Михаил Владимирович рекомендовал для опубликования. Я уехал работать в Казахстан, а рукопись под присмотром Муратова долго скиталась по редакциям: в ней находили то фамилии репрессированных геологов, то якобы секретные сведения; потом все же напечатали. Впоследствии я узнал, что и по Центральному Казахстану прошел один из Шангиных — Иван Петрович. Его материалы были опубликованы лишь частично, а рукописные дневники и карты, попавшие в архив военного ведомства, были надолго забыты. Многие из открытых и обследованных Шангиным-сыном рудных объектов спустя десятки лет, и даже в следующем веке, открывались заново, получив другие названия... Знакомство с материалами Военно-исторического архива многое прояснило, но вызвало новые вопросы. Хотя значительная часть маршрута Шангина проходила по районам, хорошо мне знакомым, совмещение его карты с современной топоосновой и «опознание» нанесенных на нее объектов потребовали усилий. Хотелось также узнать о спутниках Шангина, его предшественниках и о подлинной истории присоединения Казахстана к России. С годами папка с материалами все разбухала. В конце концов ее содержание попросилось наружу...



Ефим Фалькович Бурштейн, кандидат геолого-минералогических наук, геолог. С 1959 г. работает в экспедициях кафедры исторической и региональной геологии геологического факультета МГУ — Казахской и Уральской (с 1994 г.). Специалист в области геологии рудных месторождений Казахстана, региональной металлогении. Лауреат Ленинской премии (1959).

...много интересных открытий обещают пустынные степи за рекой Уралом, прежним Яиком. При наличии хорошей охраны следовало бы достигнуть и пройти по тянущимся от этой реки до Алтайских гор горным цепям.

Петр Симон Паллас

«ПО ВСЕВЫСОЧАЙШЕМУ
СОИЗВОЛЕНИЮ...»

Шестиугольная, с бастиянами по углам и башней над воротами крепость Святого Петра, возведенная в середине XVIII в. на крутом берегу р.Ишим, стояла на Ново-ишимской укрепленной пограничной линии. Эта линия и продолжающая ее Уйская (всего 11 крепостей, 33 редута, 42 маяка) простирались от Омской крепости на Иртыше на запад до верховьев Урала (Яика). Вместе с построенными ранее линиями по Яику и Иртышу они гигантской подковой — от Каспия до Алтая — охватывали Казахские степи, называвшиеся тогда Кир-

гизскими, или Киргиз-Кайсацкими. 1 мая 1816 г. (все даты — по старому стилю) из крепости Св.Петра и из двух крепостей, лежащих западнее, проследовали к югу конные отряды. Через три недели у гор Кокшетау¹ они соединились и далее продвигались совместно.

Военная экспедиция, направленная «по всевысочайшему соизволению» командиром отдельного Сибирского корпуса генерал-лейтенантом Григорием Глазенапом, должна была произвести рекогносцировку, составить карту, наметить возможные места возведения крепостей и укрепленных линий «в глубине заграничной степи». Военный персонал — 7 офицеров, 16 нижних чинов, 156 казаков и канониров, 6 денщиков и фельдшера. Им были приданы пушка-единоног со 120 зарядами, 350 лошадей, 50 фур и повозок. Командовал экспедицией майор Набоков².

Федор Карпович Набоков — командир 1-го казачьего полка, прикрывавшего западный фланг Новоиспешской линии, и исполняющий обязанности войскового атамана. Начал службу в 1784 г. рядовым казаком. Много раз бывал в степях. Прославился «смелыми набегами на аулы непокорных нам киргизских родов и беспощадным преследованием их», как пишет о нем есаул Путинцев, историк Сибирского казачьего войска. Набоков выйдет в отставку подполковником³ в 1822 г.

Пора пояснить, что хотя в 1981 г. праздновалось 250-летие добровольного присоединения Казахстана к России (1731), дело ограничилось вначале принятием присяги от ханов Средней и Малой Орды (Среднего и Младшего жузов) и осуществлялось в течение почти 140 лет в форме классической военной колонизации: в глубь степей время от времени выдвигались пограничные укрепленные линии или воинские поселения. Лишь много позже, когда будет подавлено сопротивление части султанов и подвластных им родов, здесь появятся области, уезды и гражданская администрация.

Среди военных мундиров иногда мелькали пестрые одежды и войлочные шапки казахов — проводников и толмачей. В отряде, вышедшем из крепости Св.Петра, выделялись люди в форме горняков, среди них — в кафтане красного сукна поверх зеленого с серебряным позументом камзола — горный офицер, берггешворен (посвященный в горное дело. Это — чин 12-го класса, который соответствовал армейскому чину подпоручика) алтайских заводов Иван Шангин.

Что же привело алтайских горняков в степи Казахстана?

НА ПОДСТУПАХ К СТЕПНЫМ НЕДРАМ

Уже около ста лет добывали руду и плавляли металлы рудники и заводы, основанные Никитой Демидовым на Урале, а его сыном Акинфием — на Алтае. Колывано-Воскресенские горные заводы Алтая, еще при Елизавете отошедшие в собственность императорского Кабинета, по производству свинца и серебра стояли на первом месте в России, а по меди уступали лишь Уралу. С годами росла потребность в новых источниках металлов. Но на пространстве между Уралом и Алтаем выходы руд были известны лишь в отдельных точках.

В «Книге Большому чертежу» (1627) — пояснении к несохранившейся карте России и сопредельных территорий — упоминалось об олове в горах Улы-Тау. Исследователь Урала и Сибири академик Паллас, посетив в 1771—1773 гг. окраины Казахских степей, описал древние меднорудные копи по Ишиму. Удаляться на юг от крепостной линии было небезопасно. Пожелание о таком путешествии Паллас позднее включил в проект экспедиционных исследований, представленный в Академию⁴.

Помощник Палласа капитан Николай Рычков в 1771 г. присоединился к военной экспедиции, направленной в степи из Орской крепости. Там он записал со слов местных жителей, что в пустынной

¹ Казахские топонимы приведены в современном написании.

² Шангин И.П. Извлечение из описания экспедиции, бывшей в Киргизскую степь в 1816 г. // Сиб. вестн. 1820. Т.IX. Кн.1—3; Т.XI. Кн.7.

³ Путинцев Н.Г. Хронологический перечень событий из истории Сибирского казачьего войска. Омск, 1891.

⁴ Паллас П.С. Проект экспедиционных исследований, представленный в 1776 г. в Конференцию Академии наук // Тр. Арх. АН СССР. Вып.4. М.; Л., 1940. С.133—135.



Форма и вооружение казаков Сибирского линейного войска, участвовавших в экспедиции.

Из книги А. Висковатова «Историческое описание одежды и вооружения Российских войск». Т. 18 (СПб., 1901)



Казах на белом коне.

Рис. А. Орловского (1777—1832)

местности южнее гор Улы-Тау имеется «великое множество медных руд, копаных древними обитателями той страны». Увидеть их Рычкову не пришлось: бездарно организованная экспедиция, сгоревшая десятки умерших от голода и болезней, была вынуждена повернуть к ближайшей крепости⁵.

Около 1780 г. торговец родом из Бухары Ашир-Мохаммед привез из древних медных копей у речки Алтынсу на Иртышскую линию сверкающие зеленые кристаллы, посчитав их за изумруды. Он передал их бригадиру Бенгаму, англичанину на русской службе. Бенгам с Аширом и отрядом казаков доехали до Алтынсу, однако вооруженное сопротивление жителей заставило их вернуться. О

находках доложили Екатерине II, новую разновидность изумруда наименовали аширитом. Вскоре выяснилось, что это не изумруд, а неизвестный силикат меди. В Париже ученый аббат кристаллограф Р.Ж.Гаюи назвал его диоптазом⁶.

В 1786 г. унтер-штейгер Алексей Литвинов со слов приезжих казахов доложил управляющему Локтевским заводом В.Чулкову, что за Иртышом, верстах в восьмидесяти, есть свинцовая руда и «селитряная земля». Там плавят свинец, лют пули и делают порох. Это подтвердил все тот же Ашир, предъявив образцы руд и камней, после чего Чулков обратился к нему официально: «...прошу, чтобы паки за Иртыш съездить и, что зна-

⁵ Рычков Н.П. Дневные записки путешествия капитана Николая Рычкова в Киргиз-Кайсацкую степь в 1771 году. СПб., 1772.

⁶ Шангин И.П. Исторические известия об открытии диоптаза с кратким описанием месторождения оного // Тр. Санкт-Петербург. минер. об-ва. 1830. Т.1. С.390—399; Gebhard G. Dioplas aus der Kirgisiensteppe // Lapis. 1982. № 1. С.21—22.

ешь, показать откровенно». Поездки бухарца с Литвиновым, а в 1798 г. — со знатоком цветных камней Филиппом Стрижковым, ничего не дали⁷ (Шангин предполагал, что обиженный скудным вознаграждением Ашир скрывал известные ему рудные места).

С началом Отечественной войны 1812 г. слухами о свинцовых рудах за Иртышом заинтересовался осевший в Семипалатинске сибирский золотопромышленник и купец Степан Попов, но и ему найти их не удалось. Год спустя комендант Троицкой крепости Феофилатьев и директор таможни Чекалов, обнаружив у казахов свинцовые пули, услышали о горе Кургасын (свинцовой) вблизи Улы-Тау. Организованные в 1814—1815 гг. экспедиции, для сопровождения которых выделялось до 1400 казаков, вывезли более 6000 пудов свинцовой руды Кургасына и около 100 пудов медной, добытой поблизости. На Урале, в Миассе, из этих руд выплавили несколько сот пудов свинца и восемь пудов меди.

Сведения о рудах в степях доставляли и военные, однако они не могли квалифицированно оценить их проявления, а нередко и разыскать впоследствии. Рапорт майора Набокова генералу Глазенапу в 1815 г. об открытии им месторождений самородной меди, богатых серебрясвинцовых руд и золота на расстояниях от 200 до 550 верст от крепостей⁸ (из них в дальнейшем подтвердилось лишь уже известное Кургасын) имел последствия. Начальник Колывано-Воскресенских заводов Иван Эллерс, которому переслали от Набокова образцы свинцового блеска с серебром, предложил направить с ближайшей военной экспедицией специалистов. Заинтересовался и министр финансов. Таковы были обстоятельства откомандирования И. Шангина и с ним — унтер-шихтмейстера 14-го класса Ретивого, унтер-штейгера и семи бергауэров (квалифицированных горнорабочих) с Алтая в крепость Св. Петра.

Иван Петрович Шангин (род. 1785 г.) принадлежал семейству, оставившему заметный след в изучении Южной Сибири. Его отец — Петр Шангин (1741—1816), сын писаря, получивший медицинское образование в Москве, штаб-лекарь на Змеиногорском руднике, позже управляющий Салаирскими рудниками, выслуживший чины, ордена и потомственное дворянство, стал известным в научном мире географом, ботаником и геогностом. В круг своих интересов он вовлек близких: старший брат, медик Семен Шангин, основал в Барнауле ботанический сад; младший брат, унтер-шихтмейстер Никита, участвовал в экспедициях Петра; племянник Александр, закончивший горный кадетский корпус в Петербурге, — автор изданного в Москве описания месторождений Рудного Алтая. Данными об образовании, полученном Иваном Шангиным, мы не располагаем. Он унаследовал от отца склонность к путешествиям, широкому интересам, умение увлекать окружающих. В «Дневных записках» упомянуты его «различные и значительные путешествия по Сибири». Есть скудные сведения о его странствиях в юности по Алтаю с ботаником Андреем Залесовым (растения из сборов И. Шангина хранились в Ботаническом саду Академии наук), работах в Кузнецком бассейне, поисковой экспедиции в Саяны и участии в поисках и разведке серебрясвинцовых руд Алтая (три прииска были названы его именем).

ОТ ГОРЬКОЙ ЛИНИИ ДО УЛЫ-ТАУ

Новоишимскую линию окружала плоская лесостепь с горько-солеными озерами, отчего линию называли также Горькой. Пространства южнее, именуемые Казахскими степями, включали в себя и мелкосопочник, и горные массивы. Отряд с военным прикрытием мог при необходимости задерживаться или отклоняться от основного маршрута. Он был снабжен «пристойным числом математических и горных инструментов, также и путевую лабораторию» (здесь и далее цитируются выдержки из «Дневных записок» Шангина⁹ и его статей). Маршрут следования (от 15 до 45 верст в день) определяли с помощью мерного шнура и астролябии, дополняя эти данные расспросами жите-

⁷ Чупин П. О. Поиски цветных камней в Заиртышской степи в конце прошлого столетия // Зап. Зап.-Сиб. отдела РГО. 1894. Кн. XVI. В. 2, 3. С. 1—18.

⁸ Чухров Ф. В. Зона окисления сульфидных месторождений степной части Казахстана. М., 1950.

⁹ Шангин И. П. Дневные записки путешествия в степи Киргиз-Кайсаков Средней Орды Колывано-Воскресенских заводов берг-гешворнера Ивана Шангина. Ч. 1. // ЦГВИА. Ф. ВУА. № 18539, 1816. С. 152.

лей. На стоянках выкладывали из камня горн и пробирную печку для определения содержаний серебра и золота. Рудные тела прослеживали шурфами и прорезами (канавами). В скальные породы углублялись, взрывая их порохом. Достойны упоминания военные, участвовавшие в поисках: майор Набоков, инженер-подпоручик Логинов, сотник Ребров, унтер-офицеры Карбышев, Буданов и Вяткин.

Начало поисков складывалось неудачно. В горах Кокшетау, близ оз.Зеренды, Шангин тщетно искал месторождение самородной меди, виденное там Набоковым в 1800 г. Не помогло и прибытие майора. Разведка обширных древних медных копей у горы Имантау также не дала результатов. Зато на покрытой лесом горе Жаксы-Жангызтау, живописно стоявшей над озером, Шангин встретил кварцевую жилу с волчецом (вольфрамитом) и шерлом (турмалином), а западнее, у горы Салпык, описал пласты бурого железняка, образцы которого передал ему Набоков.

С 1 по 6 июня рисовали карты, брали пробы руд. День 3 июня ничем в «Дневных записках» не выделен. В далеком Барнауле в этот день умер член-корреспондент Петербургской Академии Наук Петр Шангин.

Двигаясь вдоль Ишима, 18 июня дошли до речки Аккайрак, где их ждал отряд Реброва с известием об открытии бергауэром Окуловым и проводником Рыскулом древнего медного прииска. Два пласта песчаного сланца, пропитанного медной зеленью и синью, содержали два фунта меди на пуд руды и прослеживались на поверхности до 160 сажень. «Прииск сей во всем подобен рудникам Пермского горного начальства», — записал Шангин, безошибочно установив аналогию с медистыми песчаниками и сланцами Пермского Приуралья, известными с XVII в.

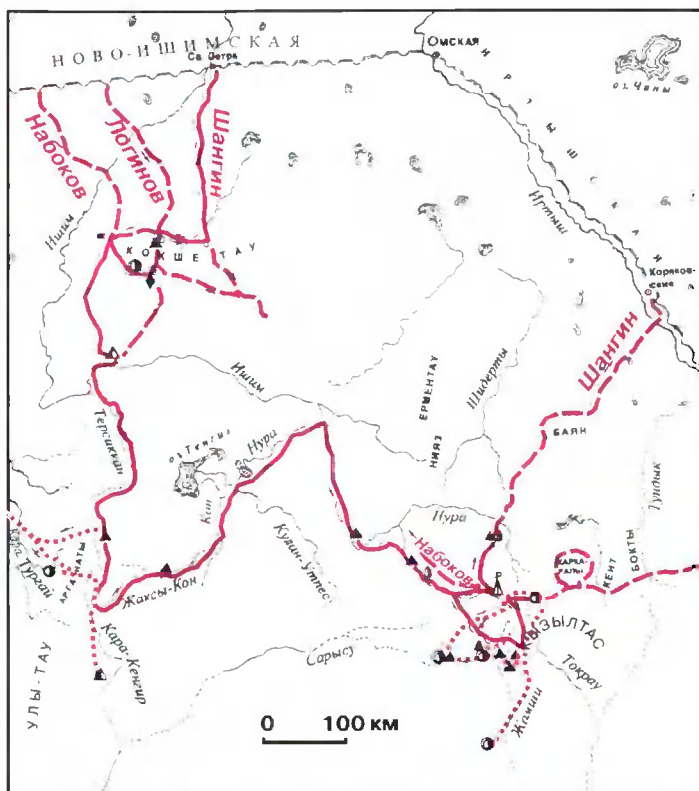
Пéреправившись через Ишим, экспедиция прошла на юг вдоль его притока Терсаккана более 200 верст по выжженной солнцем степи, растрескавшейся почвы которой были подобны «ячеям пчельных сотов». Слабо всхолмленную степь с выходами песчано-глинистых пород (Тенизскую впадину) сменили соп-



Титульный лист первой части «Дневных записок» И.Шангина (ЦГВИА).

ки, сложенные гранитами и известняками с морскими окаменелостями, затем — высокие холмы с выходами кремнистых пород. Среди них встречались яшмы и порфиры. С 1 по 12 июля близ сопки Аулиетас разведывали медный прииск в известняках, а также меднорудные кварцевые жилы в гранитах урочища Карашат. План рудных участков составил урядник Карбышев.

Иван Карбышев, в будущем — сотник, есаул, подполковник, имя которого войдет в историю Сибирского казачьего войска. Фактический основатель г.Каркаралинска (1824). Взятие им в 1851 г. кокандской крепости Таучубек, прикрывавшей подступы к Заилийскому Алатау, позволит заложить укрепление Верное (1854) — будущую Алма-Ату. Известен не только военными делами. В 1827 г. опубликует статью о первых



Маршрут экспедиции Набокова—Шангина. Цветной сплошной линией показаны маршруты, сопровождавшиеся поисками, штриховой — без поисков, пунктирной — мелких поисковых групп.

- Укрепленные линии
- Лагерь Реброва
- Обследованные выходы полезных ископаемых:**
 - железных руд
 - медных руд
 - медистых песчаников
 - серебросвинцовых руд
 - вольфрамиты
 - поделочных камней

опытах земледелия¹⁰. Примет участие в изыскательских экспедициях. Автор полагает, что исследовательскую жилку в молодом уряднике пробудило общение с Шангиным. Из рода Карбышевых выйдет и генерал-лейтенант Д.М.Карбышев (1880—1945), профессор Академии генерального штаба, узник Маутхаузена, Герой Советского Союза.

Во время стоянки на Терсаккане Логинов был направлен на юг, к реке Кара-Кенгир — разыскать виденный там Будановым свинцовый прииск, а бергауэр Бакатин — на запад, к р.Тургай — найти выходы медно-свинцовых руд, образцы которых доставил весной казахский «старшина» (аксакал) Байсал.

13 июля вновь двинулись на юг. Перевалив к реке Кара-Кенгир (притоку р.Сарысу, теряющейся в песках вблизи Сырдарьи), где опять выходили песчано-глинистые породы, Шангин обнаружил в трех местах «довольно обширные пласты

медистого сланца». Это были залежи медистых песчаников.

Если древние копи Джекказгана, о которых упоминал Рычков, находились близ реки Жезды, то по Кара-Кенгиру Шангин встретил аналогичные руды более северной, или Жиландинской, группы месторождений и первым описал медистые песчаники Джекказганского района. Открытие, к сожалению, осталось в архиве. В XX в. этот рудный район станет одним из главных источников меди в СССР.

На Кара-Кенгире встретили Логинова, не отыскавшего прииск Буданова, но разведывавшего выходы серного колчедана. Вернулся и Бакатин с образцами пород.

Бергауэр Бакатин — еще один из выучеников И.Шангина, из проходчика шурфов ставший поисковиком. К 1820 г. он уже шихтмейстер 13-го класса (приравнен к прапорщику). Значение этой небольшой карьеры в том, что приписанный к «кабинетским» заводам горняк фактически был крепостным, а чин

¹⁰ Карбышев И. О начале земледелия и пчеловодства в Киргизской степи // Земледел. журн. 1827. № 20.

Остатки выработки XIX в., пройденной по следам доисторических работ. Налеты медной зелени — старинный поисковый признак.

Здесь и далее фото автора



Казахские могильники.

горного офицера давал ему свободу. Даже знаменитый алтайский механик и изобретатель XVIII в. Козьма Фролов, близкий знакомый Петра Шангина, трудился до заветного 13-го класса 23 года!

С 18 по 21 июля Шангин съездил к речке Кара-Тургай для осмотра месторождения Кургасын. Его описание он опускает, ссылаясь на данные маркшейдера И.Германа: «...скажу только, что как горы слюдяного сланца, руды заключающая, так и самая прожилки свинцового блеска заслуживают внимания Геогноста».

Затем, подготовившись к переходу «безводными и безтравными местами», экспедиция двинулась на северо-восток, по долинам рек Жаксы-Кон, Кон и Куланутпес. На протяжении свыше 200 верст делали геологические наблюдения, описали и зарисовали древние капища из обожженного кирпича и тесаных плит известняка, встретили проявление медных руд. 2 августа вышли к низовьям Нуры.

ПЕРВЫЕ ИТОГИ И ВПЕЧАТЛЕНИЯ

Накопившиеся к этому времени данные сформировали первые представления о географии, геологии и рудных богатствах края. Было обследовано, в основном по следам древних разработок, до 15 объектов, впервые установлено присутствие в Казахских степях вольтрамовых (тогда еще не использовавшихся) и железных руд, а также медистых песчаников.

Геологические познания Шангина разделяли и достижения, и заблуждения своего времени. Так, в горах Кокшетау он отметил явление, «противуречащее Теории образования первобытных пород». Кристаллические породы считались древнейшими, лежащими в основании прочих, но здесь выходы гранита были разделены грядами кремнистого сланца и кварца («горы сии приводят в удивление Геолога»); вступив же в водораздельную область бассейнов оз.Тениз, рек Сарысу и Тургай, напротив, отметил налегание пластов «миндального», а также «известкового и пудингового камня» (вулканических пород, известняков и конгломератов) на

граниты, полагая эти соотношения естественными.

Как раз последнее многие геологи впоследствии отрицали, считая, что здесь, как и в других районах степного Казахстана, граниты имеют каменноугольный возраст и пересекают девонские слои. Лишь в 50-е годы будут подтверждены наблюдения Шангина: граниты в этих местах действительно более древние, перекрываемые девонскими вулканическими и осадочными породами.

Верный семейным традициям, Шангин исследует фауну и флору. Им упомянуто 43 вида растений, среди них есть новые. Описывает даже поведение лягушек при звуке труб, призывающих на вечернюю молитву. На стоянках изучает образ жизни казахов, записывает их родословные, сохранившиеся в устных преданиях, отмечает выразительность и точность местных топонимов: «...какие различные имена дают Киргизцы своим рекам, озерам, горам, долинам, лугам и равнинам — удивительно!».

Общение с населением приносило слухи и легенды. Например, о кладах, спрятанных в пещерах у оз.Зеренды, об огромных щуках на оз.Жаксы-Жангистау, хватающих ягнят на водопое. Или о пещере на речке Жаксы-Кон, где «обитает безмерной величины Змей», появлению которого по утрам предшествует яркий свет и оглушительный свист от «сонма адских духов». Ее осмотр показал: причина света — отражение утренних лучей солнца от известняковых стен, а свист и грохот возникают при южном ветре из-за своеобразной формы пещеры, два устья которой внутри соединялись. Вид из пещеры, зарисованный Ретивым, украсит титульный лист «Записок».

Предание другого рода, записанное Шангиным, — о произрастании в прошлом дуба на севере Казахской степи — спустя почти 100 лет заинтересует исследователя сибирской флоры Д.Литвинова¹¹.

Случались и неожиданности. В низовьях Нуры экспедиция обнаружила около 1000 юрт с казахами Малой орды во главе с Тургай-батыром, перекоче-

¹¹ Литвинов Д.И. // Тр. Ботан. музея Имп. АН. 1905. Вып.2. С.48—57.

вавшими с Сырдарьи, которых встревожило появление военных. Для успокоения выслали парламентаров. А вблизи оз.Иманколь повстречался следующий из Бухары в крепость Св.Петра караван — 114 верблюдов с товарами, принадлежащими калужскому первой гильдии купцу Свешникову («великолепное зрелище трудов и промышленности человеческой!» — восхитился Шангин). Эта встреча военной экспедиции с торговым караваном кажется символической: встретились две древние традиции взаимоотношений народов...

Впрочем, караван досталось: по дороге из Бухары он был окружен людьми непокорного султана Касыма и 10 суток пробыл в осаде, снятой лишь после известия о появлении в степи военных. В 1825—1826 гг. сотнику Карбышеву придется сражаться со старшим сыном Касыма Саржаном, а в 40-х годах — уже есаулом — противостоять его младшему сыну, легендарному мятежному хану Кенесары.

ПО НУРЕ К ХАНУ БУКЕЮ

Выходом на Нуру заканчивается сохранившаяся часть «Дневных записок». О дальнейшем свидетельствуют лишь две журнальные статьи и рукописный Атлас¹². Итак, в начале августа горная местность на водоразделе Нуры и Балхаша, по слухам рудоносная, где можно было рассчитывать на содействие хана Букея, была еще далеко. (В 1815 г. Александр I, обеспокоенный сближением хана Средней орды Вали с Китаем, назначил вторым ханом лояльного султана Букея, земли которого простирались от гор Каркаралы по Нуру на запад).

Двигаясь по Нуру, Шангин осматривал развалины древнего города Ботакая (пояснения давал бывавший здесь Набоков), зарисовывал остатки укреплений, древние могилы и мавзолеи. Вблизи сопки Акмола задержались у пересохшего русла, по слухам соединяющего Нуру с Ишимом, отстоящим здесь от Нуры всего на 20 верст. Шангин предположил, что оно соединяет реки весной, что и

было показано на карте. В дальнейшем это породило надежды на использование естественного канала для транспортировки руд к северу¹³, но сведения не подтвердились.

После остановки у горы Карт, где осматривали проявления медных руд, дошли до устья Малой Нуры (Шерубай-Нуры) и по ее долине подошли к горам Тектурмас. В этих безлесных горах, округлые вершины которых редкой цепью уходили на восток, и в окрестностях встречались порфиры и яшмы, пригодные для обработки. Упоминаются находки медных руд, «валунов зеленого агата» (по-видимому, хризопраза — ювелирного камня, крупные жилы которого в середине XX в. будут освоены у восточного окончания цепи), а также нефрита, никем впоследствии не встреченного.

Пока под руководством Логинова шла разведка этих приисков, Набоков и Шангин с частью экспедиции двинулись по Малой Нуру вперед, поручив сотнику Реброву с остальной командой следовать к горе Котыр-Кызылтау, составляя карту и ведя поиски. Вскоре они вступили в область водораздела бассейнов Нуры, Сарысу и оз.Балхаш. Путешественников встретили гранитные скалы и горные гряды, сложенные вулканическими породами. Их разделяли долины с зеленой травой и ручьями, поросшими березой и осиной, где гнездились глухари. Плодородные почвы чередовались с глинистыми солонцами, в которых вязли повозки. Местами приходилось мостить гати и переводить лошадей налегке, а пушку, сняв колеса, тащить на руках. Случалось, что березняк для гатей «за отдачей топора в горный отряд» рубили саблями. Над живописным ландшафтом господствовал видимый издали голубой трезубец горы Курпетай.

ГОРЯЧИЕ ДНИ

Между тем сроки, отведенные экспедиции военным начальством, истекали. Для горного отряда наступили горячие

¹² Атлас И.П.Шангина // ЦГВИА. Ф.ВУА. № 25594, 1816. Л.37.

¹³ Записка коллежского советника Демидова на имя Александра I // Казахско-русские отношения в XVIII—XIX вв. Алма-Ата, 1964. С.217—221.



Горы Каркаралы. Такими они виделись в 1952 г. с развалин Козьмодемьяновского свинцово-и медеплавильного завода конца XIX в.

Рисунок автора



Затопленный карьер на свинцово-цинковом месторождении Гульшад возле оз. Балхаш, пройденный в 50 — 60-е годы нашего столетия на месте кустарных разработок Бекметева и Дёрова 80-х годов прошлого века.



К востоку от месторождения Кызылеспе над сухой степью Прибалхашья на 600 м возвышаются гранитные скалы массива Бектауата.

дни. 21 августа, перевалив через водо-раздельную гору Тоганбай, установили контакт с ханом Букеем, обменявшись подарками (позднее экспедиционный фельдшер «отворял кровь» занедужившему хану), а на следующий день спустились к речке Жамши, текущей к оз. Балхаш, где разыскивали древнюю медную копи, виденную прежде Вяткиным. Затем от Букеев прибыл поручик Лаузан (отдельным представителям казахской знати присваивались офицерские чины) с предложением показать удаленный рудник Конысбай. В последующие дни и люди Шангина, и Логинов, и унтер-офицеры были направлены в разные стороны с поручением из каждого указанного казахами прииска взять образцы руд. Буданов возвратился с образцами медно-серебросвинцовых руд из древней копи у гор Бесшоки (месторождение Кеншоки), а Вяткин — богатой серебросвинцовой руды в 100 верстах южнее, у сопки Кызыл-Яшма (месторождение Кызылеспе), и выплавленного из нее свинца. Приехав-

ший со свитой казах Сарыбай показал медный прииск вблизи гор Курпетай и с интересом наблюдал взрывные работы при его разведке. Вызванный от Реброва Бакатин сообщил об открытии медных руд в горах Бугылы (Уста), и сам майор встретил рудную жилу.

Шангин едва успевал осматривать участки и намечать выработки. Попутно в горах Каргалы нашел яшму, напоминающую рисунком срез дерева (когда-то «древовидная» яшма, открытая его отцом в Горном Алтае, вызвала большой интерес при дворе Екатерины II). На прииске Бесшоки он описал древнюю рудную промывальню и отвалы медной с серебром руды.

После прощального визита к хану Букееву вновь перевалили на север: Шангин — к прииску на речке Кайракты, Набоков — к древним копиям при горе Алмалы, где работал Логинов, чтобы затем сойтись у гор Котыр-Кызылтау. На 6 сентября был назначен отдых, но к лагерю Реброва еще съезжались вошедшие в

азарт поисковики: вначале Шангин «с приятным известием, что открытый при Кайраке прииск очень обширен и содержит руды, богатые серебром»; затем Вяткин из поездки с теленгутом¹⁴ хана Букея к древним копиям Конысбай (месторождение Самомбет) и, наконец, Логинов, прорезы которого у горы Алмалы вскрыли богатую медную руду.

На месте рудной залежи Кайракты сейчас — глубокий отработанный карьер: с начала 1950-х годов здесь добывали не только свинец и серебро, но также цинк и сотни тысяч тонн барита. Разведанное в 60-е годы месторождение Алмалы недавно обследовала канадская фирма, заинтересовавшаяся золотосодержащей медных руд.

К ИРТЫШУ

7 сентября, отсалютовав из единорога горам Кызылтау, экспедиция двинулась в обратный путь, вновь разделившись: отряд во главе с Набоковым повернул к крепости Св.Петра (будущему Петропавловску), Шангин — к форпосту Коряковскому (будущему Павлодару) и третий отряд — через гранитные горы Каркаралы к крепости Семипалатной.

Только 15 октября Шангин попал на Алтынсу, установив, что это один из истоков Нуры (Бентам ошибочно «перенес» речку в верховья Ишима), где было повторно описано месторождение медных руд и диоптаза на бугре Алтынтобе (Золотой холм), уже покрытое снегом. Все же удалось установить, что на его западном участке в известняке залегает богатое меднорудное тело, продолжение которого на восточном содержит в изобилии кристаллы диоптаза.

Пять недель до переезда на Алтынсу Шангин вероятнее всего занимался более детальным изучением приисков и окружающих районов, о чем есть указание в статье 1820 г. Г.Д.Романовский считал, что Шангиным были открыты и некоторые из серебросвинцовых месторождений верховьев Нуры, впер-

вые упомянутые в литературе¹⁵ в конце XIX в. Это могла бы прояснить исчезнувшая часть «Записок».

После задержки у Алтынсу останавливаться было уже нельзя. Продвигаясь на северо-восток, вновь переправились через Нуру. Через пологий водораздел вышли к верховьям реки Шидерты, текущей в сторону Иртыша. Затем обогнули гранитные горы Баян с синими озерами и сосновыми лесами. Их вершина Акбет (Белолицая) долго виднелась позади — к северу от нее, до самого океана, гор больше нет. Затем и мелкосопочник сменялся ровной степью.

Так завершилась экспедиция майора Набокова, подготовившая очередной этап присоединения к России Казахских степей к северу от Балхаша. Через несколько лет ханская власть будет упразднена, затем поселения линейного казачьего войска — центры «внешних округов» — появятся на местах, намеченных в рукописном Атласе Шангина у гранитных гор Каркаралы, Кокшетау, Баян и на Ишиме близ сопки Акмола, положив начало будущим городам, среди которых и нынешняя столица Казахстана — Астана, хотя государственная граница еще долго проходила по линиям крепостей. В памяти потомков экспедиция будет связана с именем Шангина, исследователя, наметившего первые контуры новой рудной провинции громадных размеров.

ВОСПОМИНАНИЯ О БУДУЩЕМ

О чем мог думать Шангин, когда показались соленые озера Прииртышья? Возможно, о встрече с отцом, которого непременно заинтересуют гербарии растений, коллекции минералов, горных пород и руд Казахских степей. Или о предстоящей зиме, когда воспитанники военно-сиротского отделения при штабе корпуса в Омске перерисуют тушью и акварелью карты и чертежи, а штабной писарь каллиграфически переписует «Дневные записки», и в переплете красной кожи с золотым тиснением они будут отправлены для доклада Александру I. Наверняка и о будущем края: опыт поисковика

¹⁴ Теленгуты — телохранители или доверенные лица ханов из обращенных в рабство пленных или их потомков.

¹⁵ См. об этом: Романовский Г.Д. Краткий очерк исследований восточной части Киргизской степи. СПб., 1903.

должен был подсказать, что удалось прикоснуться лишь к малой доле рудных богатств, скрытых в недрах.

О многом он, впрочем, знать не мог. Не знал, что больше не увидит отца. Не мог предвидеть, что императорский Кабинет откажется от освоения степных недр.

...Что промышленники Степан Попов, Николай Ушаков и другие с помощью пастухов-казахов, знавших в степях каждый камень, подадут десятки заявок на рудные прииски, а затем построят небольшие заводы для выплавки меди, свинца и серебра. А вслед за ними хлынут мелкие предприниматели авантюрного склада — от казанского купца Бекметева, имя жены которого Гульшад получит серебросвинцовое месторождение у Балхаша, до состоятельного поручика Бенардаки, который ограничится оформлением прав на медный прииск Бозшаколь, не имея представления о подлинной ценности этого источника меди, молибдена, золота, кобальта, платиноидов, который будет разведан только в следующем веке, но и к концу его еще не будет освоен.

...Что отсутствие дорог, нехватка леса и воды разорят и первых промышленников, и тех, кто позднее задешево купит их рудники и заводы. И к началу 1900-х преобладающую часть полезных ископаемых — всего несколько миллионов пудов соли и каменного угля в год — будут добывать вблизи Иртыша.

...Что появление здесь в начале XX в. иностранных концессий, использующих алмазное бурение и новые методы обогащения руд, также не принесет успеха. А отчаянная попытка англичан доставить в Джезказган платформы с оборудованием через пустыню Бетпақдала... паровозом, настилая перед ним временные рельсы, заливая котел соленой водой и доставляя уголь верблюдами из далеких копей Байконура, превратится в исторический анекдот¹⁶.

...Что в заросшем колючим караганом урочище, краем которого прошел Шангин, а на обратном пути — Набоков, отметив на карте колодец Караганды, в 1833 г. девятилетний пастушок Аппак, сын Байжана, заметит, что черные камешки из сурчиной норы горят в

костре, позднее появятся примитивные копи и шахты, а в тяжелом 1920 г. сюда доберется геолог Александр Гапеев, ранее изучавший Донбасс и Кузбасс, нанесет на глазомерную карту первые очертания Карагандинского каменноугольного бассейна и оценит его запасы в миллиарды тонн.

...Что только постройка железных дорог и усилия нескольких поколений геологов, вооруженных знаниями и техникой XX в., позволят превратить Казахские степи в рудную провинцию с огромными запасами не только меди, свинца и серебра, но и железа, марганца, цинка, золота, неведомых ранее вольфрама, молибдена, урана, редких металлов, а также нефти и газа, каменных и бурых углей, барита и множества других полезных ископаемых. И с обретением суверенитета Казахстана именно разведанные богатства недр позволят сохранить надежду на преодоление экономического кризиса...

А Иван Шангин вернется на Алтай. К 1820 г. он уже маркшейдер (чин 9-го класса соответствовал капитану). В этом году издатель «Сибирского вестника» Григорий Спасский опубликует отрывки из «Дневных записок», присланных автором, и выразит надежду на полное опубликование их в будущем. В 1821 г. Шангин будет принят в члены Петербургского минералогического общества, где сделает доклад о месторождении диоптаза. Доклад опубликуют на русском, а затем на немецком языке, но уже посмертно. Дата его ранней смерти (тридцати семи лет) — 1822 г. Издание же полного текста «Дневных записок» и карт Атласа, что явилось бы событием в познании географии, геологии и полезных ископаемых Казахских степей, не состоится. Да и в архивах уцелеет лишь часть материалов.

Но все это еще впереди. Вспомним, что сейчас 1816 г., поздняя осень, позади шесть месяцев и три тысячи верст пути, и тридцатилетний берггешворен Кольвано-Воскресенских Кабинета его императорского величества заводов Иван Шангин, придержав коня, достает подзорную трубу. А у горизонта уже маячит среди поседевшей степи обманчиво узкой темной полосой долина Иртыша...

¹⁶ Ракин А.М. Из прошлого горнозаводской промышленности Центрального Казахстана // Сб. статей по геол. и полезн. ископаемым Центр. Казахстана. Алма-Ата, 1958. С.3—14.

Ольга, Лена, Наташа и другие... тигры

Е.Н.Смирнов



Евгений Николаевич Смирнов, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник Сихотэ-Алинского заповедника. Занимается охраной природы и экологическим просвещением.

ВСЕ начали сами тигры. В начале 80-х годов они, мягко говоря, повадились в поселки, на фермы и даже в города. Дождем посыпались горячие газетные материалы о кровожадности полосатых хищников. Пришлось принимать так называемые адекватные меры. Тогда и родились большие железные клетки для отлова наиболее «назойливых» зверей, для этого были организованы специальные группы при краевых управлениях охотничьего хозяйства во Владивостоке и Хабаровске. В некоторые годы только по специальным разрешениям в поселках убивали до 20 тигров. А шкуры и туши загубленных зверей пропадали, как правило, на свалках, так как никому не были нужны.

Именно в те годы пришла идея организовать межведомственный и международный орган по изучению и сохранению амурского тигра. Мои доклады во Владивостоке и Москве, письма в Академию наук СССР, в министерства и научно-исследовательские институты ничего не дали. Все осталось на прежних позициях: изучением хищников занимались единицы зоологов-фанатиков, а охраной — охотничьи ведомства.

В 1987 г. я представил свои предложения в фонд Сороса «Культурная инициатива», в которых изложил необходимость срочных международных усилий по сохранению на Дальнем Востоке популяций тигра и леопарда. Ответ был краток: «Нет средств».

Пришлось просить друзей поискать коллег в США, желающих заниматься русскими дикими кошками. И наконец, повезло. Нашелся специалист, директор Института по изучению диких животных (Hornocker Wildlife Institute — HWI), доктор М.Хорнокер, который давно мечтал заняться изучением амурского тигра



Необъятные лесные просторы Приморья — родной дом амурского тигра.

Здесь и далее фото А.В.Костыря

методом радиослежения. За плечами Хорнокера — огромный опыт подобного рода, в институте — штат высококлассных специалистов, большие связи в научных и деловых кругах. Оказывается, он давным-давно обращался в АН СССР с предложением заняться изучением амурского тигра методом радиослежения на паритетных началах с русскими зоологами, но получил мягкий отказ.

И вдруг, сидя у костра в национальном парке США, один из известных русских зоологов, Ю.Г.Пузаченко, предлагает ему надеть радиоошейники на амурских тигров и понаблюдать за ними в заповеднике Приморья. Уже через пару месяцев сам М.Хорнокер и сотрудник его института Х.Квигли на вертолете МИ-8 облетели Сихотэ-Алинский заповедник, дабы убедиться в том, что там есть и лес, и тигры, и их жертвы. И есть русские люди, которые знают, любят и изучают этих зверей.

А через год американцы подписали тройственный контракт: HWI, Сихотэ-Алинский биосферный заповедник и, в качестве посредника, Научно-технический центр «Экология» при АН России. В то время посредник, к сожалению, был необходим, поскольку заповедник не имел ни опыта заключения международных договоров, ни валютного счета. Нам еще предстояло всему научиться. На ходу.

И работа закипела.

Каждый занялся своим делом. Сотрудники HWI искали финансы, готовили специалистов и радиоаппаратуру, в заповеднике в авральном порядке ставили деревянные и металлические ловушки для отлова тигров, а посредник тратил отпускаемые доллары. Все было бы отлично, если бы полученные доллары пошли на пользу намеченной программе. Но уже через полгода стало ясно, что посредник, мягко говоря, нечестен. С большим трудом, общими силами, мы

таки сумели перейти на вариант работы без посредников: только HWI и наш заповедник. И в таком составе действуем бесконфликтно вот уже шесть лет. Административная работа, финансовые вопросы, прилет-отлет, служба перевода — все отлажено.

Исследования по тигру ведут три-четыре наших и три американских специалиста. Приезжающие из США зоологи работали (и работают) с полной отдачей сил, с удовольствием, быстро находят контакт с русскими коллегами, а через год-два довольно хорошо говорят по-русски.

Конечно, не сразу начинают они понимать наш порядок (вернее, беспорядок). Почему такие безобразные автодороги, таежные избушки? Почему товары некачественные, нет света в поселке, а на АЗС — бензина? Почему никто не хочет починить их автомобиль? Почему так дорого стоит час полета на вертолете и летает он раз в месяц?

На эти и множество других вопросов не знает ответа и большинство русских. Наш быт рядом с американцами, разговоры о культуре и политике — это один пласт нашей совместной работы. Лично меня радует то, что у нас много общего. Во всем. И в быту, и в культуре, а главное — в отношении к работе и тиграм, в частности. Какая-то фанатичная преданность идее сохранения и тигров, и леопардов, и всего живого на Земле. Это уже интернациональная «песня». Я полагаю, именно она и есть стержень всех наших действий и взаимоотношений.

Все остальное человеческое нам также не чуждо, но работе не мешает, а даже наоборот, разнообразит и украшает жизнь. Мы вместе отмечаем праздники — и американские, и русские, дни рождения участников проекта, вместе едим борщ, добавляя в него американский соус (с перцем!). Вместе кормим комаров, мошек и клещей, сидим у таежного костра и засыпаем в американских спальниках. А холостяки-американцы без особых проблем находят прекрасных во всех отношениях русских девушек и... — одна свадьба, вторая,

третья; и уже есть дети! Дай Бог им всем счастья и здоровья!

Поймать живого тигра, чтобы потом надеть на него радиоошейник и следить за жизнью хищника, — дело не простое. В начале мы надеялись на русский опыт отлова хищников в железные ловушки, которые состояли из двух отделений: в одном сидит собака-приманка, а другое предназначено для тигра. Как только он входит в клетку и наступает на приподнятую доску, дверь сзади него захлопывается. Собака отгорожена и остается живой. В 1985—1986 гг. в такие ловушки попались более десятка тигров, бродивших возле поселков, нападавших на собак и коров и пугавших людей.

К сожалению, в 1992 г. (с января по апрель) ни в шесть железных клеток, ни в восемь деревянных не удалось завлечь ни одного зверя. К каждой клетке тигры подходили, к некоторым по нескольку раз, но не ближе чем на семь метров. Ни один в клетку не пошел. Более того, мы много раз привязывали к дереву и собак, и козленка, и поросят и оставляли их в лесу на ночь. Тигры обходили их стороной. Вывод очевиден: поведение тигров-резидентов, имеющих свой охотничий участок и закрепленные формы охоты, резко отличается от поведения «бродяг» (молодых, больных, старых), покинувших участок по тем или иным причинам и вынужденных кормиться возле человека. Последние довольно часто идут в клетку на любую приманку, первые — никогда.

Американские коллеги предложили отлавливать тигров петлей Олдрича, которую они успешно используют для поймки многих видов крупных хищников.

И 11 февраля 1992 г. мы поймали в петлю первого тигра. Это оказалась молодая, 13-месячная, самка, которая вместе с матерью пришла доедать убитого ими изюбра. Тигрицу нарекли Ольгой, и наша общая любимица до сего времени ежедневно выдает нам радиоинформацию. Вот некоторые страницы ее жизни.

Итак, в феврале ей было всего 13 месяцев. И жила она еще вместе с мамой на участке, расположенном вдоль

побережья Японского моря, в дубняках. Им нравилось бродить по краю обрывистых сопок и любоваться скалами, сопками и морем. Красота, тишина, покой, комфорт! В марте мы нашли задавленного и съеденного ими горала. Это редчайший вид горной антилопы. Красно-книжный хищник убивает краснокнижное копытное... Кого охранять?

В августе мы решили попробовать по радиосигналу Ольги застать ее вместе с мамой «на жертве», чтобы отловить и пометить маму. Однако обнаружилось, что теперь они ходят чаще всего врозь и что Ольга научилась самостоятельно охотиться. Во всяком случае одну косулю она убила и съела одна. На второй мы нашли их вместе, но кто убил косулю, не узнали.

Два зоолога — американец Дейл Микэл и наш Дмитрий Пикунов, — взяв ружье и фальшфейер, смело пошли вперед, а мне поручили наблюдать за происходящим в бинокль со скалы, поскольку им в густой траве и в метре ничего не видно. Опасность на каждом шагу! Но работа наша такая, что надо рисковать. Шли они, громко разговаривая, ближе к жертве стали кричать, шуметь, бросать камни и палки. Вдруг я увидел, что по траве мелькнуло несколько раз что-то рыжее размером с тигра и скрылось в лесу. Они, естественно, об этом не знали. Затем я понял, что они нашли следы тигра — примятую траву и волок. Идут очень медленно, шумят, бросают камни. Дима с ружьем наготове, Дейл — с фальшфейером. Туда-сюда, распутывают следы. Все и всё в напряжении. Вышли к ключу, перешли его и повернули в кусты. Дейл — в одно «окно» между деревьями, Дима — в другое, но рядом. И вдруг такой рык, что гром среди ясного неба! Дейл попятился, поскользнулся на камне и упал в ключ. Дима мгновенно приложил ружье к плечу. Прицелился и... увидел медведя! Дейл лежит. Зажигает фальшфейер! Медведь пулей пролетел возле Дейла и, как конь, помчался вверх по ключу. О-о-о! Слава Богу! Все хорошо, что хорошо кончается.

Дейл вылез на крутой берег, Дима спрашивает: «Где шапка?» — «А! Пошли!»

И они молча подались к морю, купаться (хотя было совсем не жарко). Потом мы втроем сходили туда еще раз. Оказывается, медведь уже давно все доел, ставить петли было некуда. Нашли шапку Дейла.

В январе 1993 г. мы последний раз отметили на снегу следы Ольгиной матери. Куда она пропала, один Бог знает, да и по размерам пятки различать тигриц стало трудно. Возможно, мать переместилась на другой участок, оставив этот дочери, а может, ее убили, что вполне вероятно, поскольку их охотничья территория проходит через несколько фермерских хозяйств и лесные угодья, закрепленные за охотниками. Лишь на самом юге тигры могли отдохнуть в заповеднике.

В апреле 1994 г. впервые в практике мы попытались обездвигнуть тигра с вертолета. Было очень сложно, но благодаря высоким профессиональным качествам экипажа и зоологов все завершилось удачно. Это была победа нового метода. С тех пор перемечено уже семь тигров, некоторые — по два раза.

А в июле мы обнаружили, что у Ольги появились тигрята. Примерное место выводка мы знали. Слушая Ольгу, мы дождались, когда она ушла, и отправились посмотреть место, где она долго находилась. Совершенно случайно, под шум дождя, Коля вдруг услышал, как кто-то шипит под камнем. Осветили фонариком — тигренка! (В первом помете у тигриц очень часто бывает один котенок.) У Коли есть дочка Даша, вот и прозвали тигренка Дашей. Через неделю ее снимали операторы из Голливуда. Прима!

Четыре голливудских специалиста кормили мокрецов, мошек, комаров и клещей в ожидании, когда же уйдет Ольга, чтобы хоть пять минут поснимать месячную Дашу. Посчитайте, во что это обошлось спонсорам! А условия действительно таежные: и дождь, и гнус, пища из пакетиков, ни душа, ни туалета. Один чудака привез с собой из Америки даже стульчак и с ним гордо удалялся в лес, не боясь ни тигров, ни комаров. Но когда он свалился с этого предмета,



Хозяин уссурийской тайги.

угодив в собственные отходы, а потом, долго ругаясь, отмывался в холодном ключе, его коллеги тут же дали ему прозвище: «Человек, который упал в г...». Однако он не обижался и по-прежнему был самым веселым человеком в нашем обществе.

Наконец, ночью Ольга ушла, и мы тут же отправились с фонариками на поиски Даши, но не нашли. Решили вернуться, взять команду киношников и вместе искать дочку, пока гуляет мама. Ночь, у каждого фонарь, тяжелый рюкзак с мощной голливудской аппаратурой, через пни-колоды, по кустам и высокой траве, запинаясь и ежеминутно падая, мы в итоге потеряли тропу. Двое зоологов пошли ее искать, все прочие остались ждать. Вдруг один из американцев громко зовет меня. Подхожу — он в яме. Поднимаю его и в свете фонаря отчетливо вижу много свежайших следов маленького тигра... И прозвище американца тут же переделали: «Человек, который упал в г... и в логово тиг-

ра». Да, это было логово Даши, под огромным выворотнем могучего кедра.

Чтобы поймать ее, туда залез сначала зоолог, потом кинооператор с камерой, а у меня торчали снаружи только пятки. Поймали тигренка, взвесили, надели ушные метки, пять минут снимали и поспешили убраться восвояси, потому что радиосигнал Ольги был уже близко. Надеемся, что отснятые кадры Даши с лихвой окупил вложенные нами силы и средства спонсоров.

А в конце ноября следующего года у Ольги появились сразу три тигренка. Но зиму пережили только два, гибель молодых — дело в тайге обычное, тем более родившихся зимой, а не летом или осенью. Повзрослев, тигрята отделились от матери, и один из них повадился на ферму за телятами и жеребьятами. За месяц задавил как минимум пять животных. Фермеры возмущены до предела, требуют отстрелить этого «бандита». А что с ним еще сделать? Отловить и увезти? Куда? Ареал и так насыщен. И какой тигр уступит ему свой участок? В зоопарк? Их там более тысячи. Проблема была, есть и сходу ее не решить. Тем более что хищник — уже «порченный».



«Подстреленный» спотвор-
ным тигр пытается спря-
таться.



*Тигр пойман петлей Олдри-
ча, обездвижен и проходит
обычное обследование.*

Весной 1997 г. Ольге вторично поменяли ошейник. Будем держать с ней контакт и дальше. Ей пошел седьмой год. Сколько она принесет котят, куда они уйдут, сколько она проживет среди фермеров и охотников? Вопросы, вопросы, вопросы...

Второго тигра мы отловили лишь через четыре с половиной месяца — 22 июня 1992 г. Это тоже была взрослая самка — крупная и исключительно красивая. Назвали ее Леной, в честь великой русской реки. Судя по следам на участке ее обитания зимой, она имела трех маленьких тигрят, но в апреле на дороге машина сбила последнего... Ей тоже досталось по носу, она долго кровила на снегу, но выжила. И к нашей великой радости в начале сентября опять окотилась. Наши недолгие поиски тигрят (мы очень старались ее не беспокоить) результатов не дали. Лишь 21 ноября мы нашли следы аж четырех тигрят и в этот же день увидели их на откосе дороги, которую они пытались перескочить. Маленькие, худенькие и до смерти напуганные.

Маму Лену убили в 1997 г. браконьеры — прямо у дороги, не выходя из машины. Снег засыпал все следы преступления. Мы нашли в кустах лишь радиоошейник. Безжалостные убийцы не обнаружены до сих пор. Возможно, они продали и шкуру, и кости Лены и получили свои 5—10 тыс. долларов и живут себе припеваючи. Ни жалость, ни благоразумие таким людям не свойственны.

Конечно, тигрят пришлось отловить. При передержке два из них сдохли. Они были обречены: ветврач поставил диагноз — врожденная грыжа диафрагмы. Два других и по сей день живут в зоопарках США и только во сне вспоминают свою мать и вольную жизнь на Благодатном... Грустная история, но она как бы обострила проблему сохранения тигров на нашей планете.

Еще через четыре месяца — 17 октября 1992 г. — была поймана молодая неполовозрелая самка (по нашим оценкам, двухлетняя) Наташа. Мы тщательно изучали ее индивидуальный участок и с нетерпением ждали потомства. В декаб-

ре следующего года по снегу вытропили «свадьбу» Наташи. Прошли зима, весна, лето, и лишь по новому снегу, в ноябре 1994 г., мы обнаружили тигрицу с двумя примерно трехмесячными тигрятами. Тигрица носит детей три с половиной месяца, и, значит, «свадьба» в декабре не состоялась.

Следующей зимой мы поймали сигналы сразу трех тигров: Наташи и двух самцов. Видимо, она приучала своих отпрысков к самостоятельной жизни. Летом 1996 г. у нее появился второй помет — три тигренка.

В июне 1997 г. мы пытались отловить тигрят Наташи. Повезет, не повезет? Участок у нее огромный — бассейны двух больших рек, — а мы в состоянии ловить лишь на ограниченной площади в 30—40 км². Нам очень хотелось узнать, кто же папа Наташиных тигрят, поскольку на «свадьбе» были два самца. Осенью 1998 г. Наташа принесла четырех котят. Один уже погиб. Попробуй, выкорми четверню, а тут еще и болезни...

Но вернемся в 1992 г. Он был скажочно «урожайным» в смысле отлова тигров. 7 ноября я случайно заметил двух мелькнувших в кустах хищников и обнаружил там недавно задавленного ими изюбра. Мы поставили петли и на следующее утро обнаружили трех попавшихся зверей — тигрицу и двух 13-месячных тигрят, нареченных соответственно Марией Ивановной, Катей и Колей. Потрясающая удача!

К нашему великому огорчению, через месяц радиоошейник Кати замолчал. Мы предполагаем, что виноват в этом ее братец Коля. Как все маленькие дети, тигрята очень любят играть (об этом красноречиво рассказывают следы на снегу). Хватать зубами шею и загрюк — одно из любимых развлечений. Коля в свои 13 месяцев был уже размером с маму (ширина его пятки даже больше, чем у матери). Что стоило этому зубастому полосатому прокусить такой важный для нас источник информации? Когда Коле было год и шесть месяцев, он отправился путешествовать по уссурийской тайге и за полтора года

обошел весь заповедник и прилегающие к нему территории, охватив площадь более 4000 км². Потом мы его потеряли. Или источник питания иссяк, или... Через два года нашли череп и истлевший и разбитый радиоошейник недалеко от того места, где его сигнал был зафиксирован последний раз.

Мария Ивановна в августе 1993 г. принесла еще двух тигрят, а через два года — одного. В октябре 1996 г. мы их обоих поймали в петли и пометили дочку Таню. В 1997 г. сигнал Марии Ивановны бесследно исчез, а Танин радиоошейник продолжает работать.

В 1993 г. нам удалось поймать трех тигров.

В апреле попалась Галя, приблизительно двухлетняя самка. Судьба ее трагична: в августе она погибла под упавшим на нее деревом. Большинство таежников к нашим рассказам о гибели Гали относятся недоверчиво. Но с фактами не поспоришь. Мы нашли ее останки, придавленные сушиной, на которую упала другая сухоствопина. И кой леший занес ее на эту непролазную гарь? Тигрицу обнаружили через две недели после гибели, остался лишь скелет и радиоошейник. И не было признаков других хищников. И браконьерства тоже.

За десять дней (конец октября — начало ноября) нам удалось поймать взрослых тигрицу и тигра. Как выяснилось позже, они оказались счастливой семейной парой. Самец Женя питает нежные чувства к своей подруге Кате-2, лишь изредка и недалеко он уходит с их общего участка. За три года мы всего один раз слышали Женю рядом с другой самкой — Наташей. На участке соседки Нади он не появлялся пока ни разу.

Первый тигренок у Кати-2 родился в апреле 1995 г. мертвым (причины нам, к сожалению, не известны). Уже в августе она вполне оправилась от своего несчастья, и мы имели возможность в течение нескольких дней слышать брачные рыки Кати и Жени буквально в 50—100 м от автостреды. Мы так за них боялись, что дежурили на машине и днем, и ночью. В начале

декабря у Кати-2 родилась дочка. За год мы неоднократно слышали сигналы ее родителей рядом и очень беспокоились, как бы папочка не обидел дочку. Но все обошлось благополучно. Хотя и описаны случаи каннибализма среди тигров, по-видимому, явление это и редкое, и несемейное. В феврале—марте 1997 г. Катина дочка чаще гуляла и охотилась самостоятельно. К великому нашему огорчению, в конце этого года пропали радиосигналы мамы, а в начале следующего — и дочки (мы и ей надели радиоошейник в ноябре 1997 г.). Следы с пяткой 9—10 см встречаются часто, но кто это, мы пока не знаем. Меченые (отказал радиоошейник) или новые тигры? Надеемся поймать зверей, и тогда генетический анализ многое прояснит.

1994 г. для отлова оказался тяжелым. К этому времени мы поняли, что чем меньше площадь радиослежения, тем информативнее и эффективнее материал. Решили дальнейшие исследования ограничить большим бассейном р. Джигитовки, где уже были помечены две самки и самец.

13 апреля в петлю попался 11-месячный Кузя — один из трех тигрят в выводке. Наши упорные попытки поймать его маму и других тигрят долго не имели успеха. Лишь в октябре был пойман второй самец, названный Бартом. Этому юноше было за 17 месяцев. И если раньше радиосигнал Кузи мы условно определяли как местонахождение всей семьи, то теперь с каждой неделей убеждались, что самцы бродят отдельно. Сначала они двинулись к морю, а потом ушли на юг. И в окрестностях Дальнегорска сигналы пропали. Мы еще долго искали их с вертолета в радиусе 400—500 км, но безуспешно. Видимо, такова доля всех полосатых юношей: инстинкт призывает их осваивать (захватывать) новые территории на благо всей популяции.

А их маму и сестру мы так и не поймали, но следы их встречаются там и сейчас. Кстати, из-за Кузи мама получила прозвище Кузькина мать, и амери-

*Пока зверь спит, ему наде-
вают ошейник.*

*Здесь и далее фото
Дж.Гудрича*



*Лапа не мальчика, но еще и
не мужа.*



канцы хоть и улыбались, но, по-моему, до сих пор не понимают истинного значения этого выражения. Пожелаем же Кузькиной матери и Кузькиной сестре (которая, вероятно, и сама стала мамой) здоровья и удачи. А мы все же попытаемся их отловить, ведь они — соседки Наташи, а нам очень хочется знать, как они поделили территорию. К тому же, очень похоже, что и самец у них один на всех.

Самца этого, пойманного 1 ноября 1995 г., прозвали Дейлом. Весил он чуть более 200 кг. Могучий, красивый и, судя по величине его участка и количеству самок на нем (минимум три: Кузькина мать, Наташа и Надя), — гроза для всех самцов-соседей. Но в поле его внимания находится и Катя-2, возможно, здесь есть и другие, немеченые самки, как, впрочем, и самцы.

Перенеся основное место исследований в бассейн Джигитовки, мы поместили здесь не только Дейла, но и взрослую самку Надю. Весь ее участок расположен на правом, незаповедном, берегу реки, и жизнь у нее тяжелая: браконьеры, охотники, рыбаки, лесозаготовители — все рядом. Может быть, поэтому мы долго не могли обнаружить у нее и детей?

А когда обнаружили, уже случилась трагедия. Осенью 1998 г. мы определили, что Надя долгое время держится на небольшом участке — видимо, у нее тигрята. Поиски по чернотропу ничего не дали. А с первым снегом выяснилось, что у нее родились три или четыре котенка. Им было, по нашим расчетам, четыре-пять месяцев.

Всю семью мы так и не увидели. 13 декабря Надю убили охотники. Они ранили кабана и шли по его следу, но их опередила полосатая хищница. Завалив кабана, Надя пировала и не собиралась отдавать свою добычу. В итоге — трагедия: тигрица поплатилась жизнью, а ее полугодовалые котята остались без матери. Найти охотников пока не удалось. И вряд ли найдут. Такова, к сожалению, действительность.

Что с тигрятами делать? В цирк никто не возьмет. В зоопарках мира их

предостаточно. Да и что это за жизнь, когда солнце в клеточку? Возникла бредовая идея, а не помочь ли им выжить на воле? Тигрята уже не маленькие — с крупную овчарку. Месяцев через шесть смогут охотиться самостоятельно. Правда, нет мамы-учителя. Но жертвы-то есть. Не обязательно охотиться на кабанов или оленей, подростки могут прожить и на барсуках, енотах, молоди копытных и даже на мышах и лягушках. Нужно поддерживать тигрят три зимних месяца и надеть радиоошейники, чтобы проследить за ними по чернотропу. Это будет первый и не самый гуманный опыт в мире. Но если сироты никому не нужны (а они не последние), то необходимо разработать технологию их сохранения в природе. Для такого эксперимента потребуются все наши знания, силы, время и много денег, но мы готовы и профессионально, и душевно.

Погибшая Надя жила на одном участке со взрослым самцом, которого мы отловили и дали кличку Алексей. По результатам радиослежения выяснилось, что это семейная пара. К несчастью, злая судьба постигла не только Надю. 29 декабря 1998 г. этого самца сбила автомашина, и его пришлось пристрелить. Тигрята остались без обоих родителей. Хотя, конечно, никто не слышал, чтобы тигр-отец воспитывал детей. Впрочем, мы точно пока не знаем, кто настоящий папа тигрят. Генетический анализ собранных нами образцов ткани и крови меченых тигров, надеемся, прояснит и это.

В конце 1997 г. на границе участков Кати-2 и Наташи мы отловили и поместили молодую тигрицу Любу. К сожалению, через несколько месяцев ее радиосигнал по неизвестным причинам пропал.

В 1998 г. в верховьях Джигитовки поместили взрослого самца и двух-трехлетнюю самку, причем ей надели космический радиоошейник, сигнал которого можно ловить и с Земли, и со спутника. Если связь будет устойчивой, это даст много дополнительной информации.

Вообще же 1998 г. был для нас и тигров неудачным: мы потеряли четырех

Таблица
Краткая характеристика меченых тигров

Имя	Дата отлова	Возраст	Масса (кг); длина (см, без хвоста)	Количество локаций	Примечания
Ольга	11.02.92	13 мес	75; 141	423	
Лена	22.06.92	5—6 лет	114; 169	69	Убита браконьерами 20 ноября 1992 г.
Наташа	17.10.92	2—3 года	102; 164	306	
Мария	08.11.92	5—7 лет	129; 182	239	Сигнал пропал в мае 1997 г.
Ивановна	08.11.92	13 мес	100; 187	104	Сигнал пропал в 1994 г.
Коля	08.11.92	13 мес	70; 155	13	Сигнал пропал в декабре 1992 г.
Катя-1	08.11.92	13 мес	70; 155	13	Сигнал пропал в августе 1993 г. под упавшим деревом
Галя	25.04.93	2 года	99; 162	26	Сигнал пропал в октябре 1997 г.
Катя-2	29.10.93	2—3 года	104; 177	556	
Женя	10.11.93	4—5 лет	175; 195	489	
Кузя	27.04.94	11 мес	91; 151	83	Сигнал пропал в августе 1995 г.
Барт	13.10.94	1.5 года	120; 174	27	Сигнал пропал в апреле 1995 г.
Дейл	01.11.95	7 лет	202; ?	84	
Надя	07.12.95	3—4 года	126; 168	78	Убита охотниками 13 декабря 1998 г.
Алексей	18.06.96	3—4 года	170; 195	106	Сбит машиной 29 декабря 1998 г.
Таня	18.11.96	14 мес	79; 141	45	
Эмма	20.11.97	1.5 года	105; 170	149	Сигнал пропал в августе 1998 г.
Люба	23.11.97	1.5 года	114; 168	5	Сигнал пропал в марте 1998 г.
Вита	15.05.98	3 года	109; 169	44	
Игорь	10.10.98	7 лет	198; 202	27	

меченых хищников — два убиты и два «пропали без вести» (таблица). Но жизнь и работа продолжаются, и мы надеемся, что нынешний год будет благополучнее. Планов у нас много.

Даже беглая хроника событий дает представление об уникальности собранного материала. Амурского тигра никогда не обходили вниманием русские зоологи. Начиная с Л.Г.Капланова, по следу тигра постоянно ходили ученые, собирая информацию о его биологии, чтобы использовать ее для сохранения популяции хищника. Россия с полным правом может гордиться своими действиями по спасению тигра, ведь в 30-е годы он был на грани уничтожения.

Наши работы — еще один серьезный шаг в изучении биологии тигра и осмыслении всех компонентов окружаю-

щей среды и деятельности человека, соприкасающихся с проблемой сохранения этого могучего хищника. По нашим материалам сделано несколько докладов на международных конференциях в США, Канаде, Японии, в Москве, Хабаровске и Владивостоке, опубликовано несколько научных статей в отечественных и зарубежных журналах. Сейчас мы готовим к изданию монографию о радиослежении за амурскими тиграми. И конечно же, продолжаем ходить по тайге, сидеть у костра, летать на вертолете и ловить новых тигров, чтобы составить более полную картину жизни этих хищников и сделать все возможное для их сохранения в уссурийской тайге. Вопросов больше, чем ответов. И мы благодарим всех, кто принимал участие в наших исследованиях и поддерживает их.

Секреты красоты

А.М.Гильяров,

доктор биологических наук
Москва

ПОЧЕМУ нам одни лица кажутся красивее других? Неуловима ли сама красота, или можно вывести какие-то ее законы, выявив именно те черты лица, которые делают его особенно привлекательным? Подобные вопросы на протяжении столетий волновали прежде всего художников, но в XX в. к ним присоединились куда более приземленно настроенные косметологи и хирурги, специализирующиеся на пластических операциях.

С точки зрения биологии красота тех или иных особ женского пола — это мерило их привлекательности для мужчин. Уделяя повышенное внимание красавицам, мужчины тем самым выбирают (порой неосознанно) полового партнера, а в конечном счете — мать своих будущих детей. Поскольку все мы, и мужчины и женщины, являемся плодами эволюции, действующей с помощью естественного отбора, резонно предположить, что и желание выбрать красавицу или красавца также сформировано естественным отбором, который благоприятствовал большей вероятности оставить здоровое потомство (если красоту считать совершенством во всем).

Согласно одной из наиболее популярных гипотез, красивыми кажутся лица с правильными чертами, без каких-либо заметных отклонений от некоего обобщенного (точнее, усредненного) образа, который соответствует

«норме» данной популяции. В таком случае естественный отбор, определивший «привлекательность», может трактоваться как стабилизирующий, направленный на сохранение нормы и отсекающий крайние варианты. Основанием для этой гипотезы служат данные, полученные с помощью так называемого обобщенного портрета, идею составления которого высказал в конце прошлого века (1878 г.) Ф.Гальтон. Совместив фотографии нескольких людей (это можно сделать, сняв ряд лиц на один и тот же негатив, или же, что проще, наложив друг на друга несколько негативов при печати), Гальтон к своему удивлению обнаружил, что полученное обобщенное изображение выглядит как портрет одного человека, причем с красивыми, правильными чертами лица.

Метод построения обобщенного портрета недавно использовали в совместной работе Д.Перетт, К.Мей (Университет Св.Эндрю, Великобритания) и С.Иосикава (Отэмон Гакуин Университет, Осака, Япония) для проверки упомянутой гипотезы¹. По этой версии, лицо, представляющее большинство красивым, — просто правильное, соответствующее усредненному типу в данной популяции. Исследователи создали обобщенные портреты молодых женщин двух рас — европеоидной и

монголоидной. В первой группе совмещали специально сделанные снимки 60 студенток университета Св.Эндрю, во второй — 342 студенток японских вузов. Еще до совмещения снимков привлекательность каждого лица на фотографии оценивалась по 7-балльной шкале респондентами — и мужчинами, и женщинами в возрасте от 18 до 45 лет. По оценкам респондентов, среди европейских женщин наиболее привлекательными оказались 15, а из числа японок — 16. В той и другой подгруппе исследователи построили обобщенный портрет красавицы.

Если проверяемая гипотеза справедлива и все дело в простом усреднении черт многих конкретных лиц, то внутри рас одинаково привлекательными должны быть обобщенные портреты, составленные как для общей группы, так и для подгруппы красавиц. Однако опрос других респондентов, выбиравших из двух пар обобщенных портретов наиболее привлекательный, дал иной результат: предпочтение устойчиво отдавалось красавицам.

Стремясь выяснить, какие же черты делают женское лицо привлекательным, исследователи сравнили относительное положение 224 характерных точек, маркирующих топографию лица (например, кончик носа, очертания глаз, бровей и т.д.), на двух обобщенных портретах внутри обеих рас. Выяснилось, что красивое лицо отличается от обобщенного

¹ Perett D.I., May K.A., Yoshikawa S. // Nature. 1994. V.368. P.239—242.



Обобщенные женские портреты европеоидной и монголоидной рас. Слева направо: портреты, усредненные по всем снимкам; фото обобщенных красавиц и изображения со специально усиленными чертами «красивости» (Перрет Д.И., 1994).

чуть более выступающей скуловой дугой, более изящной нижней челюстью, более крупными глазами, а также некоторыми другими отклонениями от усредненного образа. Все это, по мнению И.В.Перевозчикова (Институт антропологии МГУ), — черты детского лица. Когда с помощью компьютерной обработки изображения были специально усилены (на 50%) черты, ответственные за красоту, новый обобщенный портрет, судя по ответам респондентов, стал еще более привлекательным.

Таким образом, гипотеза о красивом лице, как просто усредненном, была окончательно отвергнута. Анализ европеоидных и монголоид-

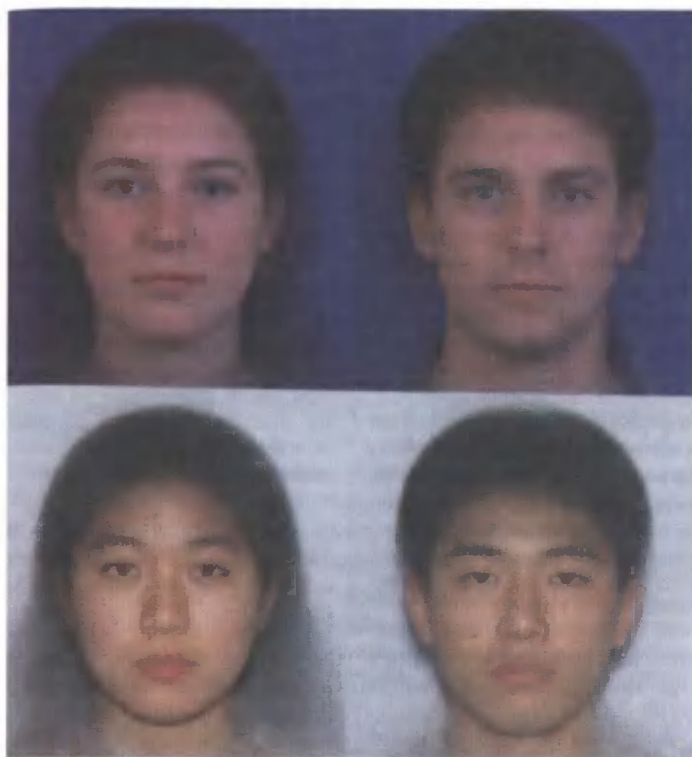
ных лиц дал совершенно одинаковые результаты. Более того, одни и те же красивые лица выявлялись независимо от этнического типа респондентов. Так, японки, признанные своими соотечественниками наиболее красивыми, оказались таковыми же и в глазах англичан.

В новой работе Перетт с коллегами использовали метод обобщенного портрета для выявления черт, делающих лицо более красивым². На этот раз исследователи сосредоточили внимание на различиях между обобщенными портретами мужчины и

женщины и на том, как меняется привлекательность изображений, на которых намеренно усиливались признаки «мужественности» (маскулинизации) или «женственности» (феминизации).

Обобщенные портреты тоже создавались по исходным фотографиям представителей европеоидной и монголоидной рас — молодых женщин и мужчин в возрасте 20—30 лет из университетов Св.Эндрю и Отемон Гауин. Каждая группа одного пола и одной расы состояла из 25—30 человек. Различия между усредненными мужскими и женскими портретами выявлялись на снимках по 174 характеристическим точкам, «ответственным» за основные чер-

² Perett D.I., Lee K.J., Penton-Voak I., et al. // Nature. 1998. V.394. P.884—886.



Женские и мужские обобщенные портреты (вверху) европейской и монголоидной рас и компьютерные «карикатуры» — феминизированные (а, д — женские, в, ж — мужские) и маскулинизированные (б, е — женские, г, з — мужские) на 50% исходные изображения (Шеррет Д.И., 1998).



ты лица. Затем с помощью компьютерной обработки создавали несколько вариантов каждого обобщенного портрета, различающихся по степени маскулинизации или феминизации.

Согласно принятой модели, предполагалось, что наиболее привлекательными должны быть обобщенные портреты, не подвергшиеся какой-либо трансформации, но ответы респондентов выявили совершенно иную картину. Женские лица оценивались как более привлекательные, если изображения были феминизированы на 23—24%. Впрочем, это не кажется удивительным. Странно и, быть может, даже противоестественно другое: мужские лица казались более привлекательными (женщинам!) в том случае, когда они были отнюдь не маскулинизированы, а наоборот, феминизированы (на 15% — для европеоидов, на 20% — для монголоидов)! Примечательно, что предпочтение феминизированным лицам (мужским и женским) отдавали респонденты как своей расы, так и чужой. При перекрестном опросе опти-

мальной казалась лишь несколько меньшая степень феминизации.

Выбор женщинами мужчин, которые слегка напоминают женщин, покажется менее странным, если учесть, что с более маскулинизированным типом мужчины (точнее — его лица) респондентки связывали такие качества, как доминирование, мужественность и более солидный возраст. Ослабление же маскулинизации связывается с добротой, эмоциональностью, порядочностью, готовностью к сотрудничеству и заботой о детях. Здесь резонно заметить, что самки многих животных далеко не всегда считают самым привлекательным иерарха, стоящего над всеми самцами в группе³.

Не столь высокая оценка маскулинизированных мужчин означает, что в человеческих популяциях существует (или по крайней мере существовал) отбор, направленный против усиления полового диморфизма — различий между особями разно-

го пола. И действительно, половой диморфизм у человека выражен вовсе не так сильно, как у некоторых его сородичей. Чтобы в этом убедиться, достаточно посмотреть в зоопарке на взрослых горилл и орангутанов. Антропологи также подтверждают, что в ходе эволюции самого *Homo sapiens* половой диморфизм снизился. По-видимому, для наших предков сотрудничество и ослабление агрессивности, в том числе в отношениях между представителями разных полов, оказались отнюдь немаловажными свойствами.

P.S. После того как в 1994 г. в «Nature» была опубликована статья Д.Перретт и ее коллег о привлекательности женских лиц, в редакцию журнала пришло возмущенное письмо за подписью двух мужчин, которые посчитали эту статью оскорбительной для женщин, а в качестве протеста заявили, что отказываются от дальнейшей подписки на «Nature». Надеюсь, что публикация моей заметки не сократит число подписчиков «Природы» — как среди мужчин, так и женщин.

³ Qvarnström A., Forsgren E. // Trends in Ecology and Evolution. 1998. V.13. № 12. P.498—501.

ПРИБЛИЖЕНИЕ К ПУШКИНИАДЕ



Верно сказано, что Пушкин победил пространство и время. Но когда и как именно он, единственный среди русских гениев, стал национальной святыней? Нет ответа. Это такая же непостижимая вещь, как замеченная Е. Вигнером «непостижимая эффективность математики в естественных науках».

Фантастический сериал российской истории весьма динамично демонстрирует ниспровержение одних объектов поклонения и возвеличивание других — уж таков наш исторический жанр. Но у Пушкина — «Солнца нашей поэзии» — не нашлось пятен, которые способны затмить его пространственно-временное, а может быть, и вневременное значение.

Почти два столетия он господствует в безграничном пространстве миллионов и миллионов душ. Речь не идет о географическом пространстве — высшие авторитеты признают, что поэзия Пушкина неперевода на языки других стран. Впрочем, нельзя исключить, что это свойственный нам максимализм. Высочайшая (возможно, лучшая в мире) школа отечественного перевода позволяет русскому читателю любить лирику Байрона и Гейне, но тот ли это Байрон и тот ли Гейне, которых почитают на их родине?

Скорее всего переводимость или непереводаемость Пушкина не есть проблема только словесности. Он непостижимым, как уже говорилось, образом созвучен (биолог мог бы сказать «комплементарен») нашим душам. Непостижимым еще и потому, что интерес к Пушкину — разный, у каждого — свой Пушкин. Многие ученые-естественники оставили документальные свидетельства своего особого, очень личного отношения к поэту. Разве один и тот же Пушкин у Николая Константиновича Кольцова и Александра Александровича Любищева или у Сергея Ивановича Вавилова и Андрея Дмитриевича Сахарова?

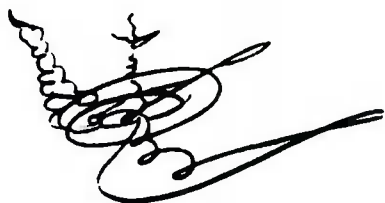
Сегодня и наш журнал некоторым образом приближается к пушкиниане. Перевернув страницу, читатель получит в подарок фотосюжет, навеянный лирикой Пушкина. Это метафора, говорящая о красоте и бренности жизни. Вслед за этим публикуются два небольших очерка. В центре первого — словацкие находки, а второго — сахаровские «прогулки с Пушкиным».

Чем может привлечь читателя наша незатейливая «пушкиниана»? Польстим себя надеждой, что он откликнется на нее ощущением, близким к тому, которое так замечательно передал Владимир Набоков в эссе «Пушкин, или Правда и правдоподобие»: «Конечно, с обывательской точки зрения, может показаться, что мир становится все хуже и хуже: это и надоедливый шум заполонивших все машин, и страх перед катастрофой, которой нас пугают газеты. Но взгляд философа, созерцающего жизнь, искрится доброжелательностью, подмечая, что, в сущности, ничего не изменилось и по-прежнему остаются в почете добро и красота».

Академик Ю.В.Наточин

Мимолетные виденья

Фотомотивы на стихи Пушкина



*Дар напрасный, дар случайный,
Жизнь, зачем ты мне дана?*



В крови горит огонь желанья...

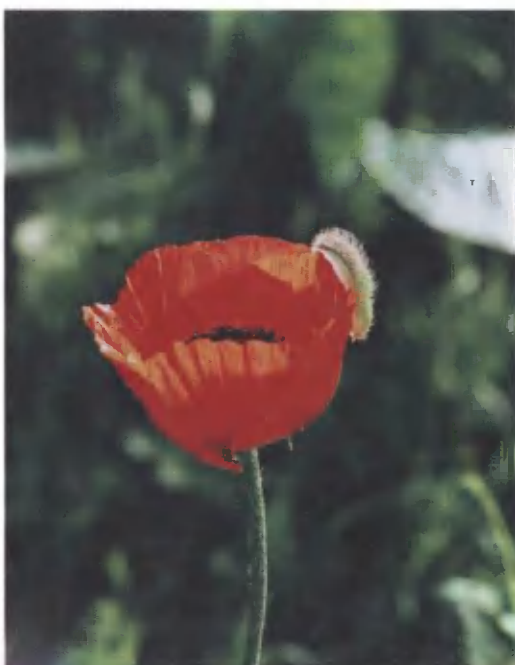


И сердце бьется в упоенье...





И тайный цвет, которому судьбою
Назначена была иная честь,
На стебельке не смел еще процвести.



Передо мной явилась ты,
Как мимолетное виденье,
Как гений чистой красоты.



Люблю я пышное природы
увяданье...



Но не хочу, о други, умирать...

Природа в жизни и творчестве Пушкина

Л.С.Кишкин,

доктор исторических наук
Институт славяноведения РАН
Москва

ЕСЛИ обратиться к истории русской культуры, то ярчайшим примером, когда природа питала вдохновение великого художника слова, был Пушкин. И хотя соотношение литературных и строго научных интересов у него было иным, нежели, скажем, у Гёте, тем не менее природа во всевозможных проявлениях пронизывает все пушкинское наследие. Это и выражение эмоционального восприятия ее поэтом в лирических стихах, и живописные картины природы в его крупных поэтических и прозаических произведениях, где им принадлежит значительная функциональная роль. Это и неотрывная от творческого процесса удивительная графика Пушкина с природными сюжетами, и, наконец, интерес поэта к естественным наукам.

**"ВЕЗДЕ ПЕРЕДО МНОЙ ПОДВИЖНЫЕ
КАРТИНЫ"**

Словно жемчужины рассеяны в стихах Пушкина большие и малые зарисовки чарующей русской природы, то грустной, то вселяющей бодрость, а то и по-осеннему унылой, но завораживающей, когда "пальцы просятся к перу, перо к бумаге":

Октябрь уж наступил — уж роща отряхает
Последние листы с нагих своих ветвей;
Дохнул осенний хлад — дорога промерзает,
Журча еще бежит за мельницу ручей...

Неизгладимый отпечаток оставили в душе поэта южные края, море и горы. К их образам он обращался постоянно. Особенно волновали его картины взбунтовавшейся стихии: бушующее море, горные

лавины. Это относится и к среднерусской природе. Вспомните: "Буря мглою небо кроет...", "Мчатся тучи, выются тучи...".

Порой, рисуя природу сначала в тревожном, мрачном, бурном состоянии, Пушкин заканчивал стихи картинами успокоения, просветления и умиротворения. Иногда природа выступает у поэта как некая параллель к его душевному состоянию. А нередко картины природы у Пушкина имеют и функциональное значение. Его незавершенное стихотворение 1827 г., в котором он рисует московскую ночь после расправы Петра I над стрельцами, начинается так:

Какая ночь! Мороз трескучий,
На небе ни единой тучи;
Как шитый полог, синий свод
Пестреет частыми звездами.

Здесь величие и покой морозной ночи противопоставлены следам трагических событий дня. А сколько можно еще сказать об отображении природы в поэмах, сказках и драмах Пушкина. Напомним только о непревзойденном по лаконизму и впечатляющей выразительности описании русской зимы в V главе "Евгения Онегина", о грозной и величественной картине "взбунтовавшейся" Невы в "Медном всаднике" и об удивительном по своей высочайшей поэтической простоте и емкости образе летней ночи в "Полтаве":

Тиха украинская ночь.
Прозрачно небо. Звезды блещут.
Своей дремоты превозмочь
Не хочет воздух. Чуть трепещут
Сребристых тополей листы.

Не менее, если не более, чем стихи и поэмы, насыщена краткими зарисовками природы, а то и развернутыми пейзажными полотнами пушкинская проза.

*Сельцо Михайловское.
Литография П.А.Александрова. 1838 г.*



Обращения к природным мотивам в лирических стихах, поэмах и прозе Пушкина так многочисленны и многообразны, что невозможно даже коснуться их всех. Если представить себе на минуту творчество Пушкина без отражения в нем природы, то это был бы уже не тот Пушкин, которого мы знаем и любим.

Кто бывал в Михайловском, тот может оценить, насколько точно описал молодой поэт окрестности родового имения Ганнибалов, которое впервые посетил по окончании Лицея:

Везде передо мной подвижные картины:
Здесь вижу двух озер лазурные равнины,
Где парус рыбака белеет иногда,
За ними ряд холмов и нивы полосаты,
Вдали рассыпанные хаты,
На влажных берегах бродящие стада,
Овины дымные и мельницы крылаты;
Везде следы довольства и труда...

Все это, за исключением, может быть, "паруса рыбака" и "овинов дымных", можно увидеть в Михайловском и сейчас и так же, как и Пушкин, залюбоваться чудными пейзажами тех мест.

Иными глазами увидел поэт те же окрестности незадолго до своей кончины:

Вот холм лесистый, над которым часто
Я сживал недвижим — и глядел
На озеро, вспоминая с грустью
Иные берега, иные волны...
Меж нив золотых и пажитей зеленых
Оно синяя стелется широко;
Через его неведомые воды

Плывет рыбак и тянет за собою
Убогий невод. По берегам отлогим
Рассеяны деревни — там за ними
Скривилась мельница, насилиу крылья
Ворочая при ветре...

Пушкин любил Михайловское, даже мечтал там поселиться, видя в нем "приют спокойствия, трудов и вдохновенья". В Михайловском им были написаны сельские главы "Евгения Онегина", "Борис Годунов", "Граф Нулин", десятки лирических стихотворений, в том числе "Я помню чудное мгновенье", "Зимний вечер" и др. Многое в них навеяно природой тех мест. Какой она была в его пору?

Сохранившаяся литография донесла до нас вид имения. Из текстов Пушкина можно узнать о том, какие деревья росли в лесах и парках. А цветы? О них, выражая свою любовь к Михайловскому, в стихотворении "Деревня" поэт писал:

Я твой: люблю сей темный сад
С его прохладой и цветами...

Какие же это были цветы, о которых вспоминал Пушкин? В какой-то мере на этот вопрос удалось получить ответ.

"ЦВЕТОК ЗАСОХШИЙ, БЕЗУХАННЫЙ"

Итак, о цветах, точнее о цветах, которые росли в Михайловском спустя несколько лет после смерти поэта. О них я уже однажды рассказывал на стра-



*Александра Николаевна Гончарова (в замужестве Фризенгоф).
Портрет неизвестного художника, конец 1820 — начало
1830-х гг. Такой свояченица Пушкина вошла в семью поэта.*

ницах "Природы", но теперь об этом вряд ли кто помнит¹.

Еще в студенческие годы, в конце 40-х, мне стало известно, что в словацком местечке Бродзяны после второй мировой войны были обнаружены архивные материалы, принадлежавшие свояченице Пушкина, сестре его жены, Александре Николаевне (Александрине). Она долго жила в семье поэта, оставаясь незамужней. Ей было уже за 40, когда она стала женой овдовевшего австрийского дипломата, барона Густава фон Фризенгофа, который увез ее в Австрию, в свое имение Бродзяны. Там она родила дочь и прожила до конца своих дней.

Мне довелось побывать в Бродзянах лишь в 1967 г. Старый дом, или, как говорят в Словакии, замок, где жила Александра Николаевна, был пуст, все вещи из него, по словам местных жителей, были вывезены еще в 40-х годах. Об их местонахождении в то время никто ничего сказать не мог. Единственное, что удалось разыскать тогда в Братиславском университете, это опись некоторых первоначально переместившихся туда из Бродзян материалов, переданных позднее в другие словацкие учреждения. Наряду с перечнем множества альбомов с фотографиями в ней значились еще два альбома с гербариями, включавшими листы с растениями, собранными женой и детьми Пушкина.

¹ Кишкин Л.С. Гербарий семьи Пушкина // Природа. 1975. № 3. С.123—128.



Гербарий, собранный семьей Пушкина в Михайловском и Тригорском в 1841 г. Для каждого из растений указаны дата сбора и собиратель.

Определение растений: I — вереск (*Calluna vulgaris*), II — плаун (*Lycopodium clavatum*). Над веткой вереска слева надпись: "Jardin de Mikhaïlofski" («сад Михайловского»).



Растения, собранные в предместьях Санкт-Петербурга Натальей Николаевной и детьми А.С.Пушкина. 1839 г.



Замок в Бродзянах. Современный вид.

Фото Л.С.Кишкина



*Александра Николаевна
Фризенгоф — хозяйка
имения.*

Потребовалось немало времени и усилий, чтобы обнаружить указанные в описи материалы, судьба которых, в том числе упомянутых в описи гербариев, долгое время оставалась неизвестной.

Лишь летом 1974 г. мне удалось, наконец, увидеть в Братиславе в фондах Словацкого национального музея так долго разыскиваемую часть архива А.Н.Фризенгоф (Гончаровой). Среди принадлежавших ей альбомов с многочисленными ранее неизвестными портретами родных и знакомых Пушкина оказались и два альбома с гербариями. Их собирала первая жена барона Фризенгофа — Наталия Ивановна (в девичестве Иванова), приемная дочь Софии Ивановны Загрязской, тетки жены Пушкина.

Особенно интересным оказался второй альбом, содержащий три листа с засушенными цветами и травами, имеющие надписи "Михайловское, 1841" (2 листа) и "Россия, 1841" (1 лист). На них, кроме трав и цветов, произраставших более ста лет назад в Михайловском, имеются растения из Тригорского и Острова.

Травы и цветы пушкинских мест, как отмечено на листах, собирались в промежутке с 15 августа по 7 сентября 1841 г. по новому стилю! В их сборе, кроме Наталии Ивановны, всех детей и жены Пушкина, участвовали Александра Николаевна Гончарова, Анна Вульф и Густав Фризенгоф. Наталия Ивановна собирала свои гербарии не как ботаник. Она составляла из засушенных растений, как было принято в то время, красивые композиции. Во время пребывания в Михайловском Н.И.Фризенгоф сделала там ряд интересных любительских рисунков, на которых запечатлела семью поэта и его знакомых из Тригорского.

Как определил ботаник, профессор А.К.Скворцов, на этих листах кроме широко распространенных и в наши дни диких растений — вереска, полевого хвоща, тысячелистника, пижмы, плауна и купыря — имеются листья и цветы культурных сложноцветных — космоса, кореопсиса, гайлардии, а также петунии. Теперь мы получили хотя и не исчерпывающие, но зато вполне достовер-

ные представления о том, какие цветы росли в Михайловском, Тригорском и других усадьбах Псковской губернии во времена Пушкина. Такие же могли быть и при жизни поэта в его любимом "темном саду".

Так михайловские цветы и травы, побывав в Петербурге и по странствував затем по городам Европы, пролежав десятки лет на полках Бродзянской библиотеки, оказались в середине XX в. на берегах Дуная в Братиславе.

И тут невольно вспомнились пушкинские строки:

Цветок засохший, безуханный,
Забутый в книге вижу я;
И вот уже мечтою странной
Душа наполнилась моя:
Где цвел? когда? какой весною?
И долго ль цвел? и сорван кем,
Чужой, знакомой ли рукою?
И положен сюда зачем?

Теперь гербарий с цветами из Михайловского снова вернулся в Бродзяны, став музейным экспонатом.

"ЧТО ТЫ РЖЕШЬ,
МОЙ КОНЬ РЕТИВЫЙ..."

Известно, что Пушкин был замечательным рисовальщиком. Его рукописи испещрены очень своеобразными быстрыми рисунками, сделанными пером. Иногда они прямо связаны с текстами его произведений, иногда отражают какие-то посетившие поэта во время работы мысли и воспоминания. Обычно это профильные изображения людей, но не раз в пушкинской графике можно встретить и обращение к теме природы. Это и животные, и растения, и пейзажи.

В Лицее преподавали рисование. На одном из дошедших до нас учебных рисунков Пушкина изображена лежащая собака с птицей в зубах. Он выполнен, как и учил лицейстов художник С.Г.Чириков, в академической манере, с тщательной прорисовкой и растушевкой. Позже у поэта выработался свой стиль. Его рисунки кажутся незаконченными легкими набросками. В то же время одной-двумя линиями, не-

Убогого
 #
 #

Убогого
 #
 #



Убогого
 #
 #



В тетрадах Пушкина нередко встречаются зарисовки пейзажей и животных.

сколькими штрихами он умел точно передать внешность своих современников, раскрыть суть событий, мгновенно запечатлеть разные природные объекты.

Мир животных в графике Пушкина представлен зарисовками медведя (поэма "Цыганы"), орла, образ которого не раз встречается в его стихах, фантастических птиц (летающих, сидящих, клюющих), воспроизведенных единым безотрывным витиеватым росчерком пера, кошек, летучих мышей. Особенно много поэт рисовал лошадей, и это можно понять. Ведь он так любил верховую езду, да кроме того, он на парах и тройках перекадных проехал тысячи верст по бескрайним дорогам России. Образы лошадей (коней) часто встречаются и в произведениях Пушкина ("Кобылица молодая", "Конь", "Галуб" и др.). Он их любил до такой степени, что стремился передать в своих зарисовках всевозможные конские движения и позы и, как Лев Толстой, старался представить себе их жизнь и образ мыслей, переносил на них свойства человека. Среди множества рисунков есть один необыкновенный — это конская голова, имеющая явное сходство с самим поэтом. Он словно бы перевоплотился в коня.

Встречаются в его рисунках деревья (сосны, тополя, дубы, ели), придорожные кусты. А иногда и пейзажи: Дарьяльское ущелье, вид на Арзрум, берег Волги, лесная опушка, мост в Грузинах и др.

"ГЕНИЙ, ПАРАДОКСОВ ДРУГ"

Теперь совсем коротко об отношении Пушкина к естественным наукам. В лицейские годы они не очень занимали его. Однако со временем поэт начал понимать значение не только гуманитарных знаний, но и знаний о природе. В той или иной связи он упоминает в своих произведениях имена Галилея, Д'Аламбера, Бюффона, Паскаля и многих других ученых-естествоиспытателей. Библиотека Пушкина стала пополняться книгами по астрономии, топографии, статистике, медицине и особенно географии. Немало расширяли природоведческий

кругозор Пушкина и его знакомые — изобретатель электрического телеграфа, ученый-энциклопедист П.Л.Шиллинг, математик М.В.Остроградский, физик Н.П.Щеглов, автор курса "Общей физики", редактор журнала "Указатель открытий по физике, химии, естественной истории и технологии". Есть предположение, что, будучи в Казани, Пушкин встречался с Н.И.Лобачевским, во всяком случае поэт был знаком с его племянником. Были среди тех, кого он знал, и медики — профессор Медико-хирургической академии С.Ф.Гаевский, профессор Московского университета, хирург Ф.А.Гильтебрандт. Во время пребывания в Петербурге (1829) немецкого естествоиспытателя и географа А.Гумбольдта Пушкин встречался с ним не один раз. Все это не проходило бесследно, в его произведениях появляются слова "электрическая сила", "гальванизм", "гальванизация". И хотя порой он пользовался ими метафорически, однако прекрасно понимал при этом их первичный смысл, поскольку говорил не просто об "электрической силе", а и о ее "отрицательных частицах". Одна из статей Пушкина посвящена охватившей Россию в 1830 г. эпидемии холеры.

В 1825 г. поэт написал строки:

Под каким созвездием,
Под какой планетой
Ты родился, юноша?
Ближнего Меркурия,
Аль Сатурна дальнего,
Марсовой, Кипридиной?

Как следует из этих строк, поэт был знаком с астрономией.

Зрелый Пушкин стал заметно внимательнее к сведениям о развитии естественных наук и жизни ученых, в работе которых он видел нечто общее с трудом писателей. Вот несколько его суждений об этом:

"Дружина ученых и писателей, какого бы рода они ни были, всегда впереди во всех набегах просвещения, на всех приступах образованности".

"Умствования великих европейских ученых не были тщетны и для нас. Теория наук освободилась от эмпиризма,



Памятник Пушкину в Бродзянах.

Фото Н.Б.Семихатовой

возымела вид более общий, оказала более стремления к единству".

"Ученый без дарований подобен тому бедному мулле, который изрезал и съел Коран, думая исполниться духом Магомета".

К концу 1829 г. относится его незаконченное стихотворение:

О, сколько нам открытий чудных
Готовят просвещения дух
И опыт, сын ошибок трудных,
И гений, парадоксов друг,
И случай, Бог изобретатель.

Этот отрывок очень высоко ценил С.И.Вавилов, говоривший, что он "гения-

лен по своей глубине и значению для ученого", свидетельствует о понимании "Пушкиным методов научного творчества"².

Не был чужд Пушкину и интерес к математике, о чем свидетельствует его рисунок, изображающий круг и вписанный в него разделенный диагоналями на треугольники квадрат. Под ним он сделал надпись о том, что из этой фигуры произошли все арабские и римские цифры. Примечательны слова поэта: "Вдохновение нужно поэзии, как и геометрии". В них можно видеть пред-

² А.С.Пушкин. 1799—1949. Материалы юбилейных торжеств. М.; Л., 1951. С.203.

течу более развитой позже мысли Вернадского о неразрывности "художественного выражения" и "научного искания".

Заметно возрос интерес Пушкина к естествознанию в 30-е годы, когда он начал издавать "Современник", где наряду с прочим печатались статьи по математике (теории вероятностей), географии, агрономии, этнографии и др. Один из авторов "Современника", князь П.К.Козловский, оставил воспоминания, где говорится, что в 30-е годы Пушкин читал "статьи о науках естественных"³.

Мы коснулись лишь малой доли того, что связывало Пушкина с окружающим его естественным миром, однако и это показывает, что поэт стремился понять природу, был глубоким и тонким ее ценителем. Мало кто умел так слышать и чувствовать природу, видеть первозданную красоту Земли.

Никто до сих пор не может внятно объяснить, почему и каким образом леса, луга, поля и воды крепят душу и тело человека, наделяют его творческой энергией.

* * *

Многим великим ставят памятники, но трудно среди них назвать такого, кому, как Пушкину, было бы воздвигнуто более двухсот и не только на территории России и бывшего СССР. Есть они и в Болгарии, и в Венгрии, и в Польше, и в Румынии, и в Германии, и в США, и в Индии, и в Китае. Многие памятники Пушкину — в Архангельском, Остафьеве, Захарове, Царском Селе, Михайловском, Тригорском,

Болдине — напоминают о местах общения поэта с природой и тоже имеют отношение к теме "Пушкин и природа". Об одном из памятников, появившемся сравнительно недавно, в заключение и расскажу. Это его погрудный скульптурный портрет в словацком селении Бродзяны.

В 1979 г. по решению правительства Словакии в бродзянском замке был открыт Литературный музей А.С.Пушкина, в подготовке экспозиции которого по приглашению словацких коллег я участвовал⁴. Одновременно с музеем был открыт и памятник. Я был среди тех, кто выбирал для него место. Он установлен на одной из живописных полян прилегающего к замку старинного парка, в котором когда-то гуляли не только свояченица Пушкина и его дети, но и их мать Наталья Николаевна. Для сооружения памятника был закуплен в Югославии монолит из особо прочного белого камня. В создании монумента приняли участие словацкий скульптор Л.Снопек и архитектор М.Кусы. Поэт изображен в тихом раздумье, с цветком в руке.

Спустя несколько лет после открытия памятника, оказавшись осенью в Тригорском, я собрал там под самым старым дубом, может быть помнящим Пушкина, мешочек желудей и послал их в Словакию. Молодые дубки прижились в бродзянском парке, поднялись, и теперь ветви и листва потомков тригорского "патриарха лесов" шелестят близ белоснежного памятника русскому поэту. Судьбы памяти людской и живых нитей природы непредсказуемы.

³ Современник. 1837. Т.VII. С.51.

⁴ Кишкин Л.С. Чехословацкие находки. М., 1985. С.65—134.

Пушкин, Сахаров и тридцать седьмой год*

Г.Е.Горелик,

кандидат физико-математических наук
Бостонский университет (США)

В РУССКОМ языке "тридцать седьмой" — не просто числительное, это — дважды траурное существительное. Первый траур начался со смерти одного человека, второй — с гибели миллионов. В конце января 1837 г. был смертельно ранен на дуэли Александр Сергеевич Пушкин. Смерть поэта — историческое событие для каждого образованного русского, такова роль Пушкина в жизни России. Но роль эту трудно объяснить в англоязычном мире, поскольку феномену Пушкина там нет параллели.

Нет параллели и для чумы, упавшей на Россию сто лет спустя. На Западе ее именуют большим террором, а в русском языке иногда — просто тридцать седьмым годом, хотя фактически речь идет о периоде около двух лет, начавшемся в середине 1936 г. В то время Сахаров входил во взрослую жизнь — в 1938 г. он поступил в университет.

Тридцать седьмой год был не первым и не последним валом сталинского террора, обрушился он более всего на образованные слои населения и отличался непостижимой иррациональностью. Общественному зрению были представлены только показательные судебные процессы над высокопоставленными врагами народа, их клеймили на митингах, о них писали газеты.

Не менее громкой темой тогдашних газет и подлинной темой культурной жизни был Пушкинский юбилей — столетие его смерти. В 1937 г. началось издание полного 16-томного собрания сочинений Пушкина. Обильно публико-

вались материалы о жизни поэта. Одновременно с торжественными заседаниями, освященными правительством, проходили школьные вечера, на которых ровесники Сахарова инсценировали Пушкина, читали его стихи.

Андрей Сахаров, ему было 16, по радио "целиком слышал прекрасные передачи о Пушкинских торжествах", а 14-летняя Елена Боннэр вырезала из газеты печатавшуюся из номера в номер документальную книгу Вересаева о жизни Пушкина. По словам Сахарова, "именно тогда, в 1937 г., Пушкин был официально провозглашен великим национальным поэтом. <...> Незаметно идеология приблизилась к знаменитой триаде эпохи Николая I — "Православие, самодержавие, народность". Народность при этом олицетворял Пушкин, коммунистическое православие = марксизм — лежащий в мавзолее Ленин, а самодержавие — здравствующий Сталин".

Как все это соединялось? Почему тридцать лет спустя первые советские правозащитники собрались на демонстрацию к памятнику Пушкину? И академик Сахаров читал вслух надпись на нем:

И долго буду тем любезен я народу,
Что чувства добрые я лирой пробуждал,
Что в мой жестокий век восславил я свободу
И милость к падшим призывал.

А еще через десять лет, в горьковской ссылке, опальный физик и его жена перечитывали Пушкина, читали о нем все, что могли найти. Сахаров даже написал там два "эссе на литературно-философскую тему <...> — о стихотворениях Пушкина". И пушкинской строкой — условным секретным знаком — Елена Боннэр попросила его о прекращении голодовки.

© Г.Е.Горелик

* Отрывки из только что завершенной книги о Сахарове.

* * *

До появления автобиографической книги Сахарова никто не знал о его привязанности к Пушкину. Не догадывались об этом и товарищи Сахарова по университету. За одним-единственным исключением, которым был Михаил Левин, назвавший свои воспоминания о Сахарове "Прогулки с Пушкиным".

"Иногда у меня возникало ощущение, — писал он, — что, кроме реального пространства-времени, в котором мы жили, Андрей имел под боком еще один экземпляр, сдвинутый по времени на полтора столетия, где как раз и обитает Пушкин со своим окружением. И мне повезло, что еще в молодости Андрей впустил меня в этот свой укрытый от посторонних мир..."¹

Перечисляя книги своего детства, Сахаров в "Воспоминаниях" начинает со "Сказки о царе Салтане", а затем, после нескольких десятков знаменитых имен (Дюма, Гюго, Жюль Верн, Диккенс, Бичер-Стоу, Марк Твен, Андерсен, Майн Рид, Свифт, Джек Лондон, Сетон-Томпсон, Уэллс), возвращается к русскому поэту: "...немного позднее — почти весь Пушкин <...> (стихи Пушкина я с легкостью запоминал наизусть)".

Сила привязанности Сахарова к Пушкину необычна, но ведь имя поэта занимает совершенно выдающееся положение в русской культуре. Проще всего в этом убеждает легкомысленный по форме эксперимент. Вам называют род предметов и просят безо всякого размышления назвать одного — первого попавшегося — представителя этого рода. Человек русской культуры с поразительно большой вероятностью называет: "часть лица" — нос, "фрукт" — яблоко, "поэт" — Пушкин.

Американцу третий вопрос труднее. Не потому, что нет замечательных англоязычных поэтов, просто никто из

них не имеет столь же исключительного значения. Во всяком случае для современной культуры.

Объясняют столь центральное положение Пушкина свои "осмнадцать" причин, из которых только одна — его поэтический дар: богатство души и власть над словом. В поэзии звук действует совместно со смыслом и образом, но действует на более глубинном — иррациональном — уровне. Пушкин особенно близок к корням этого соединения и потому, наверно, так мало доступен переводу.

Читатель, наделенный русским поэтическим слухом, вряд ли сможет объяснить на ином языке колдовскую музыку "простых" пушкинских строк:

Мчатся тучи, выются тучи;
Невидимкою луна
Освещает снег летучий;
Мутно небо, ночь мутна.

Сохранить это волшебство при переводе не удастся.

О возвышении Пушкина в мире русской культуры можно говорить много, но для вождя советского народа достаточно было самого факта общенародности имени Пушкина, чтобы разрешить его в качестве официально-великого поэта. Гениальность Сталина-диктатора проявилась и в умении эксплуатировать народные чувства.

Разумеется, советские пропагандисты, манипулируя цитатами и фактами, мастерили подобающую раму для официального портрета поэта. К юбилею гибели поэта вышла даже книга "Наследие Пушкина и коммунизм"².

И все же, открывая том Пушкина, партийным пушкиноведам не позавидуешь. Вот из последних его стихотворений:

...Зависеть от царя, зависеть от народа —
Не все ли нам равно? Бог с ними.

Никому

Отчета не давать, себе лишь самому
Служить и угождать; для власти, для ливреи
Не гнуть ни совести, ни помыслов, ни шеи;
По прихоти своей скитаться здесь и там...

¹ Левин М.Л. Прогулки с Пушкиным // Он между нами жил... Воспоминания о Сахарове. М., 1996. С.348—349; Михаил Львович Левин. Жизнь, воспоминания, творчество. Нижний Новгород, 1995. С.379—410.

² Кирпотин В.Я. Наследие Пушкина и коммунизм. М., 1936.



Митинг на Пушкинской площади в Москве. 1996 г.

Фото А.В.Карзанова

Ну как этот гимн индивидуальной свободы согласовать с коммунизмом?! Подобный вопрос вряд ли занимал Андрея Сахарова. Он брал Пушкина не из рук пропагандистов, а из домашней библиотеки — книги Пушкина в домах российской интеллигенции были необходимее Библии³.

Чем же поэт, живший страстями, мог притягивать уравновешенного юношу, увлеченного физикой? Это не было просто чувствительностью к поэзии: рядом с Пушкиным у Сахарова — никого. Хотя с ним старались делиться всеми богатствами русской поэзии и его "товарищ по Пушкину" Михаил Левин, и жена — Елена Боннэр, называющая себя "ахматовкой".

Андрею Сахарову не было тесно в мире Пушкина, возможно, потому, что это огромная Вселенная, которую поэт неукротимо и бесстрашно исследовал. Исследовал все ее стихии: любовь и смерть, власть и вольность, веру и сомнение. Исследовал саму свободу своего исследования.

Пушкин ни разу не побывал за границей, хотя очень хотел, но свободно путешествовал в пространстве и времени с помощью своего художественного воображения. Его маршруты вели в Древнюю Русь, средневековую Испанию, чумной Лондон 1665 года...

Юное тираноборчество с возрастом углублялось трезвым пониманием народной психологии, а образная сила сочинительства помогала с философской беспощадностью идти до сути стихий, владеющих миром, доходить до пределов мира.

Хотя наука сама по себе была далека от поэта, он каким-то образом разгадал ее суть:

³ Пушкина много издавали и при советской власти, но когда в начале 80-х годов была объявлена первая в советской истории неограниченная — "бесплатная" — подписка на его трехтомник, тираж оказался более 10 миллионов.

О сколько нам открытий чудных
Готовят просвещения дух
И опыт, сын ошибок трудных,
И гений, парадоксов друг,
И случай, Бог изобретатель...

Разгадал, быть может, потому, что разные виды человеческого творчества только на поверхности выглядят различно, а в глубине — в настоящей глубине — коренятся в одной стихии. И происходящее в глубинах души юного физика резонировало на душевные движения великого лирика.

Но как эти творческие резонансы звучали на фоне 37-го года?

Ответ подсказывает одна из "маленьких трагедий" Пушкина — "Пир во время чумы". На сцене — настоящий пир и настоящая чума, и "едет телега, наполненная мертвыми телами". И звучит гимн в честь чумы:

Есть упоение в бою,
И бездны мрачной на краю,
И в разъяренном океане,
Средь грозных волн и бурной тьмы,
И в аравийском урагане,
И в дуновении Чумы.

* * *

Все, все, что гибелью грозит,
Для сердца смертного таит
Неизъяснимы наслажденья, —
Бессмертья, может быть, залог!
И счастлив тот, кто средь волненья
Их обретать и ведать мог.

* * *

Итак, — хвала тебе, Чума!
Нам не страшна могилы тьма,
Нас не смутит твоё призванье.

Этот гимн напоминает, что чума, названная своим именем, не способна отменить творчество. В отличие от пушкинской поры, в 1937 г. диагноз не назывался, его попросту не было — не только для юного Сахарова и его поколения, но и для многих из тех, кто попал в тогдашние чумные бараки. По сцене России 1937-го разъезжали телеги, наполненные мертвыми телами, но их не было видно — слышен был лишь скрип колес. Страна жила в густом тумане неведения и страха. В чумные телеги людей затаскивали поодиночке. Тотальный контроль над прессой и согласованная ложь помогали людям не видеть мрачную бездну, на краю которой они жили, придумывать объясне-

ния происходившему рядом с ними: "недоразумение", "судебная ошибка", "разберутся и сразу выпустят"...

Ведь звучат же вокруг пушкинские стихи и сочиняются замечательные новые?! — могли думать во спасение себе люди, чувствительные к поэзии. Были и другие светлые — более прозаические — явления, которыми можно было заслониться от бездны и о которых сейчас трудно сказать, возникли они благодаря или вопреки советской власти: расцвет детской литературы, широкая доступность образования. Наконец — еще дальше от лирики и ближе к призванию Андрея Сахарова, — мощный взлет советской физики: четыре из пяти советских нобелевских премий присуждены за работы, сделанные в 30-е годы. Универсальная сила призвания к науке возникла за много веков до советской власти, и сталинская чума — в отличие от гитлеровской — прямо не препятствовала действию этой силы.

Оказалось, что можно жить и творить на краю бездны, если иного выбора нет...

Летом 1942 г. Андрей Сахаров, сдав государственный экзамен по спецпредмету "оборонное металловедение", с отличием окончил МГУ. Ему предложили остаться в аспирантуре, но он отказался и получил направление на военный завод: "Мне казалось, что продолжать ученье во время войны, когда я уже чувствовал себя способным что-то делать (хотя и не знал — что), — было бы неправильно".

Этому чувству 21-летнего физика легко найти параллели в российской традиции. Пушкин в этом же примерно возрасте писал:

...Под гнетом власти роковой
Нетерпеливою душой
Отчизны внемлем призыванье.

"К Чаадаеву" (1818)

А может быть, более подходит другое, примерно того же времени, — "Про себя"?

Великим быть желаю,
Люблю России честь.
Я много обещаю —
Исполню ли? Бог весть!

Самая большая в мире мидия

К.Н.Несис,

доктор биологических наук
Москва

Семейство мидий (*Mytilidae*) включает много родов морских двустворчатых моллюсков: собственно мидии, модии, митилястеры и т.д. Они живут на всех широтах и на разных глубинах (от самого берега до абиссали), в частности, во всех морях России. К этому семейству принадлежат важнейшие промысловые и разводимые в культуре виды — съедобная средиземноморская мидия и пр.

Мидии — некрупные моллюски, обычно не больше 10 см в длину. Рекордсмены — дальневосточная мидия Грея (*Mytilus grayanus*) — до 20 см и калифорнийская мидия (*M. californianus*) — до 24 см. Они обитают на литорали (в приливо-отливной полосе) и прибрежных мелководьях. Но недавно Р.фон Косель из Национального музея естественной истории в Париже и К.Олю из научного центра ИФРЕМЕР в Бресте¹ обнаружили самый крупный вид из этого семейства, обитающий на солидной глубине, 1700—1950 м. Они дали ему название батимодиола-бумеранг (*Bathymodiolus-boomerang*); бумерангом он был назван за изогнутую форму тонкой и хрупкой раковины, суженной на переднем и расширенной на заднем конце. Самый большой экземпляр этого моллюска имел 36 см в длину, 11 см в высоту и 8 см в толщину!

Род *Bathymodiolus* впервые описан в 1985 г.; его представители были найдены в горячих гидротермальных излияниях Галапагосского рифа, а потом обнаружены и в холодных высачиваниях у подножия материкового склона, где на поверхность дна выходят рассолы с высоким содержанием сероводорода или метана. Сейчас эти довольно крупные (длины раковины до 15—20 см) моллюски известны на большинстве излияний и высачиваний тропических и умеренных широт (от Японии и Азорских о-вов до Новой Зеландии). Обычно они всегда многочисленны. Описано уже более десятка видов, а с учетом обнаруженных, но еще не описанных, их не менее 20.

Все эти виды моллюсков «культивируют» в своих жабрах бактерии, окисляющие сероводород или метан, и питаются их выделениями или самими бактериями. Там, где выделяются и H_2S , и CH_4 (на холодных высачиваниях в северной части Мексиканского залива и на одном горячем излиянии Срединно-Атлантического хребта), батимодиолы способны культивировать бактерии обоих сортов, так что один и тот же моллюск охотно использует как H_2S , так и CH_4 . Бумеранг относится именно к этому типу.

Батимодиола-бумеранг обитает в тропической зоне Западной Атлантики, восточнее о.Тобаго, на поверхности Барбадосской аккреционной призмы. Эта структура

образуется там, где одна тектоническая плита (в данном случае Южно-Американская) погружается под другую (Карибскую) и как бы сгребает с погружающейся плиты слой рыхлых осадков, собирая их в кучу. Органическое вещество осадка разлагается, и на поверхность выходит сероводород или метан. Гигантских моллюсков обнаружили там на двух высачиваниях — Ориноко А и Ориноко В — в конце декабря 1992 — начале января 1993 г. во время экспедиции на французском судне «Надир», оснащенном подводным аппаратом «Нотиль» («Наутилус»).

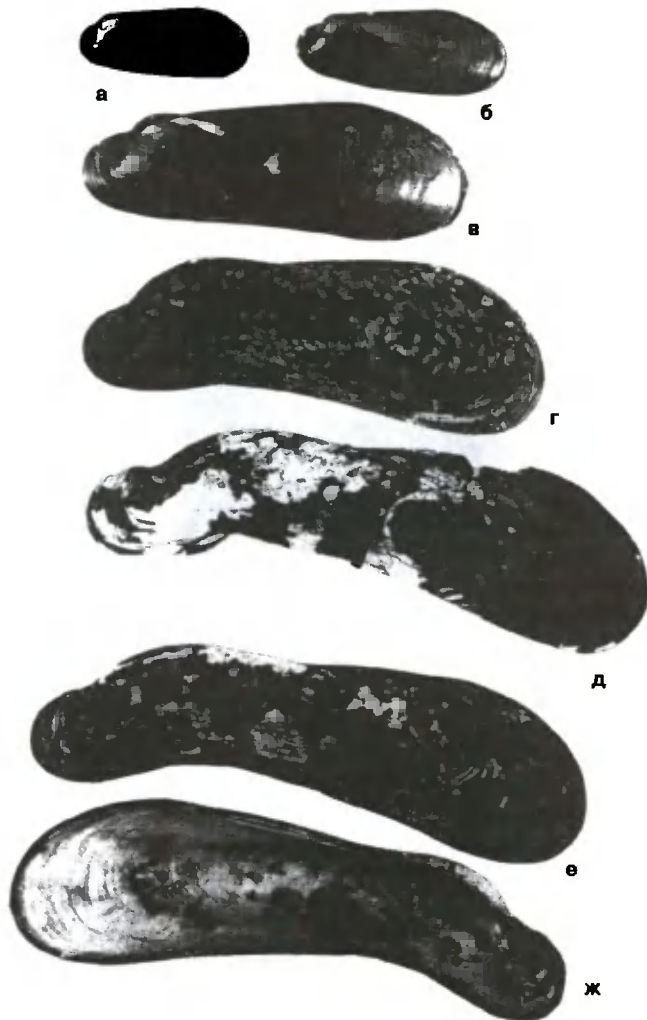
На Ориноко А, где из толщи осадка выходит мощный поток метана, бумеранги сидят, лишь слегка погружившись в грунт — извергаемый грязевыми вулканами ил с известковыми конкрециями. На Ориноко В — неактивном, со слабым потоком метана, но высоким содержанием сероводорода в толще осадка — моллюски глубоко зарываются в ил, передним концом косо вниз, так что наружу выступает лишь задняя треть раковины. Как и все мидии, бумеранг прикрепляется к субстрату выделяющимися из его ног нитями органического вещества, но, поскольку камней и скал там нет, им приходится прицепляться к маленьким конкрециям или раковинам своих же собратьев. В молодости бумеранги имеют обычную для мидий овальную, не изогнутую, раковину, длина которой вдвое больше

© К.Н.Несис

¹ Cosel R. von, Olu K. // Compt. Rend. Acad. Sci. Paris. Sci. de la Vie. 1998. T.321. P.655—663.

высоты, но по мере роста раковина изгибается, отношение ее длины к высоте увеличивается до 3.5, и моллюск все сильнее погружается в ил. Старые моллюски обычно ни к чему не прикрепляются. На Ориноко А вместе с бумерангом обитает еще один, пока не описанный, вид *Bathymodiolus*, питающийся только метаном.

Ради чего батимодиолы-бумеранги вырастают такими крупными, понятно: чем больше моллюск, тем длиннее его жабры (их длина 75—80% длины раковины) и, следовательно, тем больше в них помещается бактерий; это, кстати, касается только жабр: другие внутренние органы отстают в росте. А вот по какой причине бумеранги такие крупные? Авторы предлагают три объяснения. Первое: потому что раковина не округлая, а удлинненная. Вряд ли это так — среди митилид немало видов с вытянутой раковиной (например, мелководные модиолы), но особо крупными размерами они не выделяются. Второе объяснение: на аккреционной призме для моллюсков очень много пищи. Тоже сомнительно — ведь ее там не больше, чем на мелководных умеренных широт, куда волны приносят массу фитопланктона. Там развиваются целые поля мидий (мидиевые банки) — биомасса огромная, а размеры моллюсков обычные. И третье: они очень долго живут. Вот это уже больше похоже на правду. Наша дальневосточная мидия Грея при длине 20 см достигает столетнего возраста! Правда, темп роста мидии Грея низок, вследствие чего она непригодна для искусственного разведения. Батимодиола Галапагосского рифа



Молодые и взрослые особи Bathymodiolus boomerang. Длина раковин (мм): а — 53; б — 63; в — 116; г — 194; д — 354; е, ж — 340 мм (вид снаружи и изнутри створки). (Cosel R. von, Olu.K., 1998).

(*B. thermophilus*) растет быстро, 1 см в год, и достигает размера 18.5 см в возрасте около 19 лет. Но там на дне жарко, а в Барбадосской призме температура у дна низкая, обычная для двухки-

лометровых глубин. Зато горячие излияния существуют немногие десятилетия, а возраст барбадосских холодных высачиваний оценивается в 7—20 тысячелетий. Так что моллюски спокойно могут там жить не одну сотню лет. А вот сколько — пока не установлено. Не известно даже, когда бумеранги достигают половозрелости. Но не исключено, что это не только самая крупная, но и самая долгоживущая мидия на свете.



Электрический дипольный момент нейтрона: новые возможности поиска

В.В.Федоров



Валерий Васильевич Федоров, доктор физико-математических наук, заместитель директора Отделения нейтронных исследований Петербургского института ядерной физики им. Б.П.Константинова РАН. Область научных интересов — атомная, ядерная и нейтронная физика, дифракция частиц в кристаллах.

ПРОБЛЕМА существования электрических дипольных моментов (ЭДМ) у элементарных частиц тесно связана с фундаментальными свойствами нашего Мира — инвариантностью законов природы относительно дискретных преобразований: обращения времени (направления течения времени — Т-инвариантность), изменения знака (инверсии) всех координат (Р-инвариантность) и замены частиц на античастицы (С-инвариантность). Операция инверсии эквивалентна зеркальному отражению, поскольку они различаются лишь непрерывным¹ поворотом на 180° .

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ДИПОЛЬНЫЙ МОМЕНТ И ИНВАРИАНТНОСТЬ

Под инвариантностью относительно какого-либо преобразования понимают следующее: если в нашем мире возможно некоторое явление (или процесс), то возможен и его двойник — явление, в котором динамические переменные, описывающие процесс, подвергнуты данному преобразованию. Рассмотрим, например, движение свободного электрона, нейтрона или γ -кванта (фотона), в котором спин частицы целиком проецируется на направление импульса, т.е. спин параллелен импульсу (рис.1, с л е в а). Зеркальное отражение преобразует импульс частицы и не трогает никак ориентацию спина. В зеркале мы увидим, что частица теперь движется в противоположную сторону, а “вращается” в первоначальном направлении, т.е. имеет отрица-

© В.В.Федоров

¹ Непрерывные преобразования, в отличие от дискретных, характеризуются некоторым параметром, который может принимать непрерывный ряд значений, как например угол поворота в пространстве.

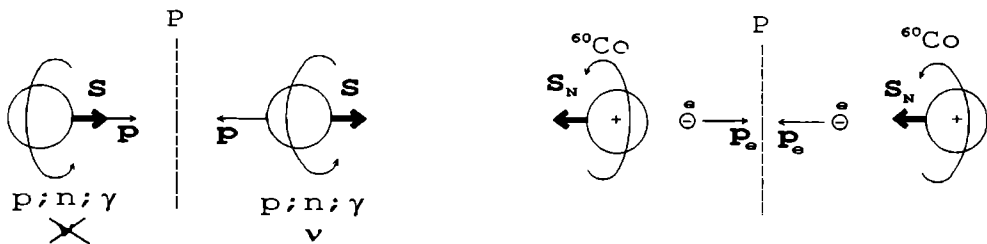


Рис. 1. с л е в а — Зеркальная симметрия свободно распространяющихся протона, нейтрона и фотона (положительные и отрицательные проекции спинов частиц на направление импульса равновероятны). Свободное нейтрино демонстрирует нарушение зеркальной инвариантности, поскольку нейтрино с положительной проекцией спина (со спином, параллельным импульсу) в природе не существует. Штриховая вертикаль символизирует зеркало.

с п р а в а — Зеркально-неинвариантный β -распад ^{60}Co . Если бы зеркальная симметрия не была нарушена, электроны вылетали бы изотропно — с равной вероятностью для направлений вдоль и против спина S_N ядра Co , а этого как раз и не наблюдалось в эксперименте Ву.

тельную проекцию спина на направление импульса (подробнее об этом — чуть дальше). Такое зеркально симметричное движение возможно как раз благодаря Р-инвариантности законов распространения указанных свободных частиц. А поскольку электромагнитные взаимодействия между заряженными частицами осуществляются посредством обмена фотонами, то и любые электромагнитные процессы инвариантны относительно операции отражения в зеркале.

Примером зеркально-неинвариантного процесса служит распространение нейтрино: в нашем мире, насколько мы знаем сегодня, не встречается нейтрино, спин которого параллелен импульсу. Они всегда антипараллельны. Нейтрино рождаются при слабых взаимодействиях (ответственных, например, за β -распад ядер), поэтому логично считать, что слабые взаимодействия как бы знают, где "право", а где "лево", т.е. нарушают зеркальную симметрию. Впервые нарушение Р-инвариантности, или, как чаще говорят, несохранение четности, было обнаружено при изучении β -распада спин-поляризованных ядер ^{60}Co группой Ц.Ву², которая осуществила эксперимент, предложенный Ц.Ли и Ч.Янгом³ в 1956 г. Оказалось, что электроны предпочитают вылетать в на-

правлении, противоположном направлению ядерного спина (рис.1, с п р а в а).

Однако симметрия все-таки может иметь место, но только относительно одновременного с зеркальным отражением перехода от частиц к античастицам. При таком преобразовании нейтрино с импульсом, направленным против спина, перейдет в реально существующее антинейтрино, спин которого параллелен импульсу (антинейтрино со спином против импульса не существует). Это преобразование носит название "комбинированная инверсия" (СР). Гипотеза о возможной симметрии законов природы относительно операции СР была высказана Л.Д.Ландау⁴ в 1957 г. Тогда же им было замечено, что наличие электрического дипольного момента элементарной частицы требует одновременного нарушения как пространственной (Р), так и временной (Т), а следовательно, и СР-инвариантности. Последнее вытекает из доказанной ранее (еще до открытия несохранения пространственной четности) СРТ-теоремы (Г.К.Ф.Людгерс⁵, 1954; В.Паули⁶, 1955), которая

² Wu C.S., Ambler E., Hayward R. et al. // Phys. Rev. 1957. V.105. P.1413—1415; Ibidem. V.106. P.1361—1363.

³ Lee T., Yang C. // Phys. Rev. 1956. V.104. P.254—258.

⁴ Ландау Л.Д. // Журн. эксперим. и теорет. физики. 1957. Т.32. С.405—407; Ibidem. // Nucl. Phys. 1957. V.3. P.127—131.

⁵ Luders G. // Kgl. Dan. Vid. Sels. Mat.-Fys. Medd. 1954. V.28. № 5; Ibidem. // Ann. Phys. 1957. V.2. P.1—15.

⁶ Pauli W. Niels Bohr and the Development of Physics. N.Y., 1955 (см.: Нильс Бор и развитие физики. М., 1958).

гласит: все законы природы должны быть инвариантны относительно СРТ-преобразования, включающего в себя зарядовое сопряжение, инверсию всех координат и обращение времени. Справедливость теоремы Людерса—Паули обусловлена такими фундаментальными свойствами природы, как релятивистская инвариантность и принцип причинности. В частности, из этой теоремы следует, что Т-инвариантность влечет за собой СР-инвариантность, а нарушение Т-симметрии должно сопровождаться нарушением СР. Наличие ЭДМ у элементарной частицы нарушает Р- и Т-инвариантности, и вот почему.

Электрический дипольный момент у нейтральной частицы, например нейтрона, отражает неравномерное распределение заряда по объему частицы — смещение центра распределения положительного заряда относительно центра отрицательного. Представим нейтрон упрощенно в виде двух эксцентрических шариков с противоположными зарядами $\pm e$ (e — заряд электрона). Пусть $\mathbf{d}$ — вектор, соединяющий центры шариков и направленный от положительного заряда к отрицательному. По определению, ЭДМ — вектор $\mathbf{D} = e \cdot \mathbf{d}$. Наличие присущего нейтрону выделенного направления, связанного со спином $\mathbf{S}$, навязывает это направление и вектору $\mathbf{D}$, который, следовательно, должен быть параллелен либо антипараллелен вектору спина. Однако между этими векторами есть существенное различие: вектор $\mathbf{D}$ — полярный, а $\mathbf{S}$ — аксиальный. Это значит, что при изменении знака всех пространственных координат (Р-инверсии) вектор $\mathbf{D}$ переходит в $-\mathbf{D}$ (как, например, самый простой радиус-вектор $\mathbf{r}$), вектор же $\mathbf{S}$ никак не меняется (простейший пример аксиального вектора дает векторное произведение двух полярных векторов). На рис.2, с л е в а изображен нейтрон, полученный в результате эквивалентной операции — отражения в зеркале: здесь, наоборот, направление вектора $\mathbf{D}$ осталось прежним, а направление вращения (т.е. спина) изменилось на противоположное. (Заметим, что после операции инверсии

мы бы получили точно такой же нейтрон, как изображен справа от зеркала, но повернутый на угол 180° в плоскости рисунка.) Аналогично и при изменении знака времени (Т-инверсии) вектор $\mathbf{D}$ не меняется, тогда как вектор $\mathbf{S}$ знак меняет, поскольку направление "вращения" частицы меняется на противоположное. Другими словами, инвариантность относительно любого из этих преобразований означала бы равновероятные в противоположных направлениях (по и против спина) ориентации вектора $\mathbf{D}$, среднее значение которого из-за этого обращалось бы в нуль. Поскольку Р-инвариантность нарушается слабыми взаимодействиями и в то же время последние не нарушают Т-инвариантность (рис.2, с п р а в а), наличие ЭДМ может, с одной стороны, свидетельствовать о нарушении Т-симметрии, а с другой — о существовании какого-то, до сих пор неизвестного, взаимодействия.

В 1964 г. произошло важное событие⁷: было непосредственно обнаружено нарушение инвариантности в распаде нейтрального К-мезона на два заряженных π -мезона (что строго запрещено СР-инвариантностью). Природа этого нарушения остается загадкой до сих пор. Пока это единственный известный случай СР-нарушения (и также нарушения симметрии относительно обращения времени). Косвенное свидетельство такого нарушения — барьонная асимметрия Вселенной, т.е. тот факт, что наша Вселенная преимущественно состоит из частиц (а не содержит равные количества частиц и античастиц).

Можно сказать, что поиск электрического дипольного момента нейтрона — одна из самых важных задач современной физики, поскольку Т- и СР-инвариантностями определяются как свойства Вселенной, так и свойства взаимодействий элементарных частиц.

На важность поиска ЭДМ нейтрона с этой точки зрения указал Н.Ф.Рамзей⁸ в 1958 г. Некоторые соображения по

⁷ Christenson J.H., Cronin J.W., Fitch V.L., Turlay R. // Phys. Rev. Lett. 1964. V.13. P.138—140.

⁸ Ramsey N.F. // Phys. Rev. 1958. V.109. P.225—226.

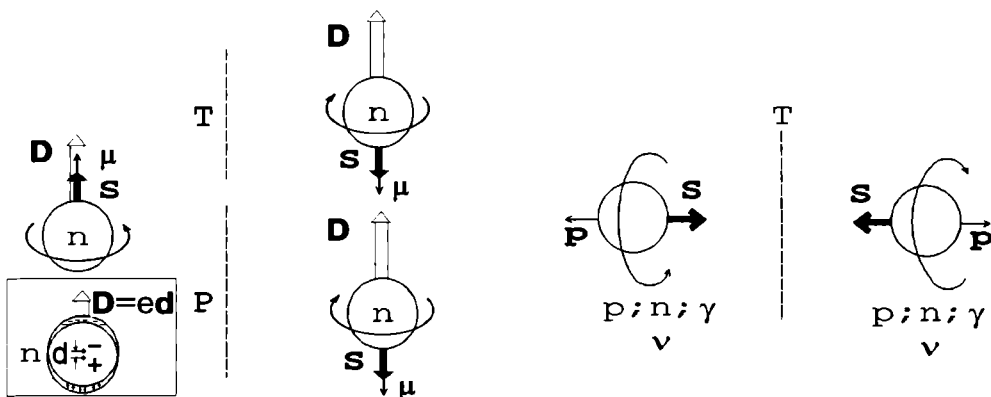


Рис. 2. с л е в а — ЭДМ нейтрона, нарушающий пространственную и временную симметрии. Наличие у нейтрона только магнитного момента оставляло бы частицу P- и T-инвариантной. Если же нейтрон обладает и ЭДМ D , то частица в зеркальном и в обращенном во времени мире не эквивалентна исходной.

с п р а в а — T-инвариантные процессы распространения нейтрона, протона, фотона и нейтрино. При обращении движения (изменении знака времени) одновременно изменяют знаки как импульс частицы, так и ее спин, поэтому частица со спином, антипараллельным импульсу (в том числе и нейтрино), переходит в себя.

этому поводу высказывались им же и Е.Парселлом еще в 1950 г., а в 1951-м они вместе с И.Смитом начали первые эксперименты по поиску ЭДМ нейтрона, которые проводились на тепловых нейтронах обсуждаемым ниже магниторезонансным методом. Их результат⁹: $D \leq 5 \cdot 10^{-20} \text{e} \cdot \text{см}$. Однако только открытие нарушения CP-симметрии вызвало активный интерес к поиску ЭДМ нейтрона. И хотя обнаружить ЭДМ нейтрона пока не удастся, экспериментально установленные ограничения на его величину уже сыграли свою роль, позволив, по выражению Р.Голуба и С.К.Ламоро, "исключить больше теорий (предложенных для объяснения K-распада), чем это сделал любой другой эксперимент за всю историю физики"¹⁰.

КАК ОБНАРУЖИТЬ ЭДМ НЕЙТРОНА?

Хотя у нейтрона и отсутствует электрический заряд, тем не менее движущийся нейтрон взаимодействует с электрическим полем, поскольку имеет маг-

нитный момент. Взаимодействие представляет собой релятивистский эффект¹¹, теоретическое описание которого в рамках квантовой электродинамики дал Ю.Швингер в 1948 г.

Чтобы не перегружать текст подробностями квантово-электродинамической "кухни", поясним в двух словах, как частица, имеющая спин и дипольный момент, взаимодействует с электромагнитным полем. Прежде всего, магнитный момент μ напрямую взаимодействует с магнитным полем напряженности H , давая основной вклад в энергию взаимодействия:

$$V^{\mu} = -(\mu \cdot H) = -\mu(\sigma \cdot H),$$

где σ — единичный вектор вдоль направления спина.

Если есть электростатическое поле и незаряженная, но имеющая магнитный момент частица движется со скоростью v , то в связанной с частицей системе отсчета появляется (как следствие Лоренц-инвариантнос-

⁹ Smith I., Purcell E., Ramsey N. // Phys. Rev. 1957. V.108. P.120—122.

¹⁰ Golub R., Lamoreaux S.K. // Phys. Rep. 1994. V.237. P.1—62.

¹¹ Берестецкий В.Б., Лифшиц Е.М., Питаевский Л.П. Релятивистская квантовая теория. М., 1968. Ч.1. С.179—184.

ти) магнитное поле $\mathbf{H}^s = (1/c) [\mathbf{E} \times \mathbf{v}]$. В результате энергия взаимодействия приобретает релятивистскую поправку, которая равна:

$$V^s = -(\boldsymbol{\mu} \cdot \mathbf{H}^s) = -(1/c) (\boldsymbol{\mu} \cdot [\mathbf{E} \times \mathbf{v}])$$

Наконец, если у нейтрона есть ЭДМ, то должно появиться непосредственное взаимодействие с электрическим полем. Энергия этого взаимодействия равна

$$V^D = -(\mathbf{D} \cdot \mathbf{E}) = -D(\boldsymbol{\sigma} \cdot \mathbf{E})$$

Все способы поиска ЭДМ основаны на обнаружении эффектов, которые обусловлены этим взаимодействием, зависящим от направления спина нейтрона относительно приложенного электрического поля.

Прямое магнитодипольное взаимодействие нейтрона с магнитным полем вызывает прецессию вектора спина частицы вокруг вектора $\mathbf{H}$. Направляя электрическое поле, например, по магнитному полю или против него, мы уменьшим или увеличим угловую скорость прецессии $\omega^\pm = (\boldsymbol{\mu} \cdot \mathbf{H} \pm \mathbf{D} \cdot \mathbf{E})/\hbar$, а следовательно, и угол поворота прецессирующего спина $\varphi^\pm = \omega^\pm \tau$ за счет добавочного электродипольного взаимодействия (если нейтрон имеет ЭДМ). Здесь $\hbar$ — постоянная Планка, τ — среднее время пребывания нейтрона в электрическом и магнитном полях. Изменение угла $\Delta\varphi = (\omega^+ - \omega^-) \tau = 2(\mathbf{D} \cdot \mathbf{E}) \tau / \hbar$ при переключении знака электрического поля непосредственно содержит информацию об ЭДМ и подлежит экспериментальному определению в методе УХН — магниторезонансном методе с использованием ультрахолодных нейтронов. Последние обладают столь низкой кинетической энергией, что полностью отражаются от стенок ловушки (например, из бериллия), не имея возможности преодолеть потенциальный барьер и проникнуть внутрь вещества. В результате их можно накапливать и хранить в полости. Идея о возможности хранения ультрахолодных нейтронов в замкнутой

полости за счет полного внешнего отражения принадлежит Я.Б.Зельдовичу¹² (1959). Предложение использовать УХН для улучшения точности измерения ЭДМ нейтрона впервые прозвучало в работе Ф.Л.Шапиро¹³ (1968).

Очевидно, что эффекты, которые обусловлены наличием у нейтрона ЭДМ, должны расти с возрастанием электрического поля, приложенного к нейтрону, а также с увеличением времени пребывания нейтрона в этом поле. Абсолютная погрешность при измерениях ЭДМ указанным способом, характеризующая чувствительность метода, оценивается как

$$\delta(D) = \hbar / (E\tau\sqrt{N})$$

Величина $E\tau$ обуславливает экспериментально наблюдаемый эффект, например изменение скорости счета нейтронов в детекторе при изменении направления электрического поля или спина нейтрона. N — полное число зарегистрированных детектором событий (при обоих направлениях поля или спина) за все время измерения. Таким образом, чтобы улучшить чувствительность метода, нужно увеличивать электрическое поле, действующее на нейтрон, время пребывания нейтрона в этом поле, а также стараться собрать в области действия поля как можно больше самих нейтронов.

Возможность увеличения N определяется светосилой установки и мощностью источника нейтронов, например ядерного реактора.

В методе УХН максимально достижимая величина поля E ограничена свойствами изолирующих материалов и составляет 10—15 кВ/см. Кардинальное улучшение чувствительности метода было достигнуто в результате создания в ПИЯФе (Петербургский институт ядерной физики им.Б.П.Константинова, РАН, Гатчина, Россия) и в ILL (Институт Лауэ—Ланжевена, Гренобль, Франция) интен-

¹² Зельдович Я.Б. // Журн. эксперим. и теорет. физики. 1959. Т.36. С.1952—1953.

¹³ Шапиро Ф.Л. // Успехи физ.наук. 1968. Т.95. С.145—158.

сивных источников УХН. Время пролета нейтроном области электрического поля при переходе от тепловых нейтронов, двигающихся со скоростями 1—2 км/с, к ультрахолодным, скорости которых всего 5—10 м/с, увеличивается в несколько сот раз. Еще большего возрастания удалось добиться в накопительном варианте установки, когда ультрахолодные нейтроны собираются и хранятся в полости. Время нахождения нейтрона в поле в этом случае удастся довести до 70—100 с.

В настоящее время достигнута следующая точность при измерении ЭДМ нейтрона:

$$D = (0.0 \pm 0.4) \cdot 10^{-25} \text{ е} \cdot \text{см}$$

(ПИЯФ¹⁴, 1990),

$$D = (-0.3 \pm 0.5) \cdot 10^{-25} \text{ е} \cdot \text{см}$$

(ILL¹⁵, 1990).

Повторим, что наличие ЭДМ означает, что центры распределений отрицательного и положительного зарядов в нейтроне не совпадают. Для модели нейтрона в виде заряженных шариков с радиусом порядка комптоновской длины волны π -мезона (размер пионного облака, которым окружен нейтрон, — примерно 10^{-13} см), вышеприведенные ограничения на величину ЭДМ будут означать, что центры этих шариков раздвинуты на величину d , меньшую, чем 10^{-25} см, т.е. примерно на 10^{-12} часть от величины самого радиуса (рис.2, с л е в а). Это одна из самых высоких точностей измерения, достигнутых на сегодняшний день. Заметим, что такая доля от радиуса Земли приблизительно равна 0.064 мм.

Приведенные результаты получены развиваемым в ПИЯФе и ILL магнитореzonансным методом УХН, рекордсменом по точности в настоящее время. Поскольку на дальнейшее повышение точности в данных экспериментах рассчитывать пока трудно, очень важно искать

альтернативные методы с более высокой чувствительностью. Одним из них может стать описанный ниже метод поиска ЭДМ. Он основан на новом, предсказанном и обнаруженном нами эффекте взаимодействия нейтронов с сильным электрическим внутрикристаллическим полем, который проявляется при дифракции последних в кристалле, не имеющем центра симметрии.

В НЕЦЕНТРОСИММЕТРИЧНОМ

КРИСТАЛЛЕ НА НЕЙТРОН

ДЕЙСТВУЕТ СИЛЬНОЕ ПОЛЕ

В 1988 г. мы показали¹⁶, что в нецентросимметричном кристалле (например, в кварце) внутрикристаллическое электрическое поле таково, что может эффективно действовать на нейтрон. Величина же этого воздействия зависит от направления движения частицы относительно кристаллографических плоскостей и становится максимальной при точном выполнении условия Брэгга.

Основа предлагаемого дифракционного метода — использование для поиска ЭДМ нейтрона именно этих электрических внутрикристаллических полей, достигающих значений 10^9 В/см, что более чем на четыре порядка величины превосходит поля, используемые в методе УХН.

Гипотетически аналогичная идея впервые была высказана в работе Р.Голуба и Дж.Пендлбери¹⁷ в 1972 г., однако вопрос о том, в каких кристаллах могут быть такие поля и существуют ли вообще такие кристаллы в природе, в ней не ставился.

Мы же оценили теоретически, а затем и измерили электрическое поле, действующее на нейтрон (благодаря швингеровскому взаимодействию магнитного момента нейтрона с этим полем) при его дифракции в нецентросимметричном монокристалле α -кварца. Напряженность поля оказалась около

¹⁴ Altarev I.S., Borisov Yu.V., Borovikova N.V. et al. // Phys. Lett. 1992. V.B276. P.242—246.

¹⁵ Smith K.F., Crampin N., Pendlebury J.M. et al. // Phys. Lett. 1990. V.B234. P.191—196.

¹⁶ Alexeev V.L., Fedorov V.V., Lapin E.G. et al. // Nucl. Instr. and Meth. 1989. V.A284. P.181—183.

¹⁷ Golub R., Pendlebury J.M. // Contemp. Phys. 1972. V.13. P.519—558.

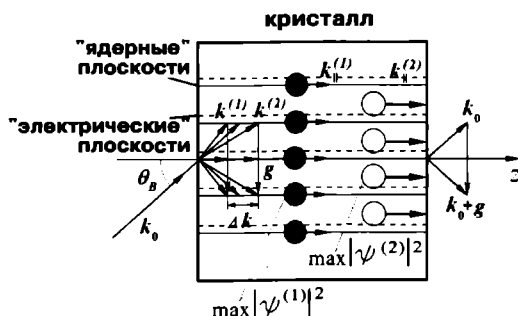


Рис. 3. Движение нейтронов вдоль кристаллографических плоскостей при дифракции. Кружками изображены области максимальной концентрации нейтронов в состояниях $\psi^{(1)}$ и $\psi^{(2)}$, здесь частицы движутся в электрических полях разного знака. k — волновой векторы нейтрона, связанные с его скоростью $k = mv/\hbar$; так как нейтроны в состояниях $\psi^{(1)}$ и $\psi^{(2)}$ оказываются в разных потенциалах, их кинетические энергии, а значит, и k , отличаются. На выходе из кристалла показаны волновые векторы двух продифрагировавших пучков, прямого и отраженного. Их геометрическое расположение определяет условие наблюдения брэгговских пиков дифракции, задающее угол Брэгга.

$2 \cdot 10^8$ В/см, что отвечало предварительной оценке. Такая величина вселяла надежду сделать дифракционный метод столь же чувствительным, как и магниторезонансный метод УХН.

Существование в веществе сильных межатомных электрических полей $\sim 10^8$ — 10^9 В/см следует из простых соображений: энергия выхода электронов из вещества лежит в интервале 1—10 эВ, значит, разность потенциалов на атомах и между ними 1—10 В; межатомные же расстояния около 10^{-8} см. Эти поля быстро осциллируют (меняют знак) в веществе (с пространственным периодом, равным межатомным расстояниям) и поэтому при движении частиц обычно усредняются, обращаясь в нуль.

Однако бывают ситуации, например при дифракции нейтронов в монокристаллах, когда, в силу регулярности потенциала кристалла и соответствующей регулярности (по теореме Блоха) волновой функции нейтрона в нем, нейтрон может оказаться в сильном электрическом поле на протяжении всего времени прохождения кристалла.

Именно это обстоятельство, т.е. эффективное взаимодействие с внутрикристаллическим полем нейтронов при их динамической дифракции по Лауэ в прозрачном (без поглощения) нецентросимметричном кристалле, и было использовано при постановке нового — дифракционного — опыта по уточнению верхнего предела на величину ЭДМ нейтрона.

Физика явлений, лежащих в основе метода, следующая. Из динамической теории дифракции следует, что движение нейтрона в кристалле в направлениях, близких к брэгговским, можно описать волнами двух типов $\psi^{(1)}$ и $\psi^{(2)}$. Это две волны, сформированные в результате многократного отражения нейтрона от кристаллографических плоскостей (где нейтроны взаимодействуют с периодическим ядерным потенциалом), причем стоячие в перпендикулярном к плоскостям направлении. Дифрагирующие нейтроны в этих состояниях, распространяясь в среднем вдоль плоскостей, оказываются сконцентрированными на "ядерных" плоскостях и между ними соответственно (здесь мы понимаем под "ядерными" плоскостями положения максимумов ядерного потенциала). Мы показали, что в нецентросимметричных кристаллах для некоторых систем кристаллографических плоскостей положения максимумов электрического потенциала смещены относительно максимумов ядерного потенциала:

$$V^N(\mathbf{r}) = 2V_0^N \cos(\mathbf{g}\mathbf{r}),$$

$$V^E(\mathbf{r}) = 2V_0^E \cos(\mathbf{g}\mathbf{r} + \phi_0).$$

Здесь $V^N(\mathbf{r})$ — ядерный потенциал, ответственный за дифракцию нейтронов, $V^E(\mathbf{r})$ — электрический, $\mathbf{g}$ — вектор обратной решетки, характеризующий выбранную систему плоскостей (он перпендикулярен плоскостям и по величине равен $|\mathbf{g}| = 2\pi/d$, где d — межплоскостное расстояние); $2V_0^N$, $2V_0^E$ — амплитуды ядерного и электрического потенциалов соответственно. Величина ϕ_0 характеризует смещение максимумов ядерного потенциала относительно максимумов электрического.

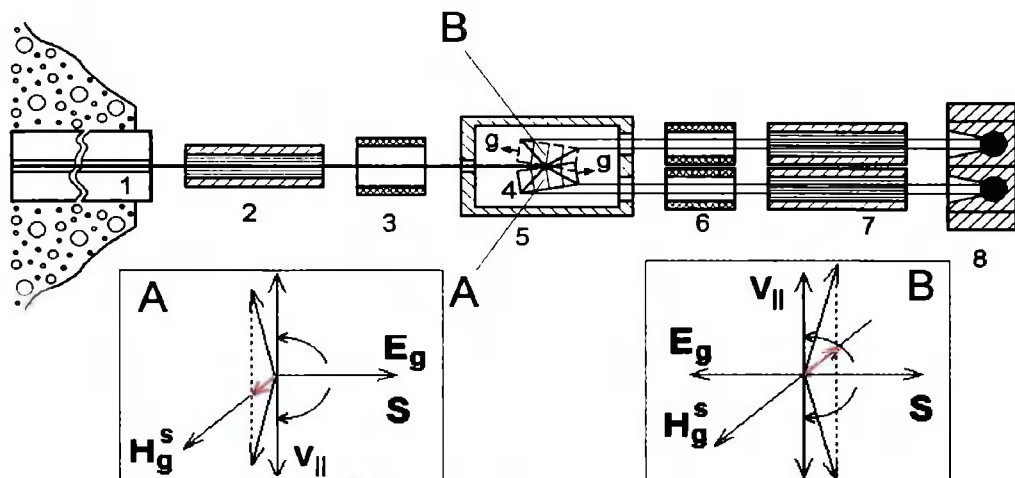


Рис. 4. Схема установки для поиска ЭДМ нейтрона. 1 — внутриканальный нейтронотвод, 2 — многоцелевой нейтронотвод-поляризатор, 3, 6 — флипперы (устройства для переворота спина нейтронов), 4 — кварцевый монокристалл, 5 — магнитный экран, 7 — сдвоенный многоцелевой нейтронотвод-анализатор, 8 — сдвоенный детектор, А и В — положения монокристалла, отличающиеся поворотом на угол $(180^\circ - 2\theta_B)$, g — вектор обратной решетки кристалла, $E_g \parallel g$. На вставках изображена идеализированная ситуация, когда поверхность кристалла (перпендикулярная кристаллографическим плоскостям) расположена параллельно скорости падающих нейтронов, а скорость нейтрона $v_{||}$ внутри кристалла перпендикулярна этому направлению. Дугообразные стрелки показывают противоположные направления прецессии спина в магнитном поле H_g^s для нейтронов в состояниях $\psi^{(1)}$ и $\psi^{(2)}$. Взаимодействие с электрическим полем (если $\vec{g}$ нейтрона есть ЭДМ) дает дополнительный поворот спина в плоскости, перпендикулярной E_g , в итоге спин "выходит" из плоскости рисунка и средняя проекция спина на направление H_g^s становится отличной от нуля (показано цветом), т.е. возникает поляризация.

В результате нейтроны в состояниях $\psi^{(1)}$ и $\psi^{(2)}$ оказываются в сильных ($\sim 10^8$ В/см) межплоскостных электрических полях противоположного знака:

$$E_g = \pm gV_g^E \sin\phi_g.$$

Мы рассчитали¹⁸ величины этих полей для ряда плоскостей α -кварца, а также¹⁹ титаната бария $BaTiO_3$, титаната свинца $PbTiO_3$, германата висмута $Bi_{12}GeO_{20}(6Bi_2O_3 \cdot GeO_2)$ и танталата лития $LiTaO_3$.

Экспериментально измеренная величина поля для плоскости (110) α -кварца совпала с рассчитанной.

ДИФРАКЦИЯ НЕЙТРОНОВ — НОВЫЙ ПУТЬ ПОИСКА ЭДМ

Наличия таких внутрикристаллических полей еще недостаточно для повышения точности измерения ЭДМ. Важное свойство приведенной на рис.3 схемы дифракции по Лауэ (когда граница кристалла перпендикулярна атомным плоскостям и нейтроны проходят через кристалл, т.е. имеет место дифракция на прохождение) — возможность увеличить время пребывания нейтрона в электрическом поле кристалла путем перехода к углам Брэгга θ_B , близким к $\pi/2$. Причина в том, что при дифракции по Лауэ нейтрон, имея полную скорость v , вдоль кристаллографических плоскостей в среднем движется со скоростью $v_{||} = v \cos \theta_B$, которая может быть существенно уменьшена (по крайней мере, на порядок) по сравнению с v при выборе угла дифракции θ_B вблизи $\pi/2$. По-

¹⁸ См. сноску ¹⁸, а также Федоров В.В., Алексеев В.Л., Воронин В.В. и др. // Письма в ЖТФ. 1995. Т.21. С.44—49.

¹⁹ Федоров В.В., Воронин В.В. // Физика атомного ядра и элементарных частиц. Материалы XXX Зимней школы ПИЯФ. СПб, 1996. Ч.1. С.123—164.

сколькx при этом $\cos \theta_B \approx \pi/2 - \theta_B$, время $\tau = L/v_{||} \sim (\pi/2 - \theta_B)^{-1}$ растет по мере приближения θ_B к $\pi/2$. Максимально близкий к $\pi/2$ угол Брэгга определит максимальную чувствительность метода. Дальнейшее его увеличение (в области углов, больших $\pi/2 - 0.03$), в принципе может оказаться невозможным. Определение максимального угла — одна из ближайших экспериментальных задач²⁰.

В предлагаемом методе поиск ЭДМ нейтрона ведется так (рис.4). Нейтроны по внутриканальному нейтронводу выводятся из активной зоны реактора. После нейтронвода-поляризатора, который пропускает нейтроны только с определенным направлением спина, их пучок становится поляризованным. Далее флиппер поворачивает спины частиц параллельно направлению движения, т.е. почти параллельно (или антипараллельно) внутрикристаллическому электрическому полю, направленному по вектору $\mathbf{g}$, и эти нейтроны практически касательно (угол Брэгга близок к $\pi/2$) падают на кристалл. Внутри кристалла они распространяются вдоль кристаллографических плоскостей почти перпендикулярно направлению первоначального движения, вниз — для положения кристалла *A* и вверх, практически в противоположную сторону, — для положения *B*. При перевороте кристалла его входная и выходная грани меняются местами, т.е. нейтроны в положениях *A* и *B* двигаются вдоль плоскостей точно в противоположных направлениях относительно кристалла. Два положения кристалла *A* и *B* необходимы для исключения ложных эффектов. Пучки нейтронов, выходящие из кристалла в этих положениях, сдвинуты друг относительно друга приблизительно на удвоенную толщину кристалла, поэтому необходима "сдвоенная" система анализа. Из кристалла выходят два продифрагировавших пучка: прямой — в направлении, параллельном первоначальному, и отраженный — под углом $2\theta_B$ к первоначальному направлению, т.е. практически назад. Оба

пучка несут информацию об ЭДМ нейтрона. В предложенной схеме анализируется прямой пучок. Переворачивая спины нейтронов пучка вторым флиппером и пропуская их через анализатор (через который могут проходить нейтроны только с определенным направлением спина), в детекторе получим разную скорость счета для двух противоположных (после флиппера) направлений спина, по которой можно определить поляризацию нейтронов, прошедших кристалл, и тем самым — их ЭДМ. Взаимодействие магнитного момента нейтрона с электрическим полем кристалла приводит к деполяризации пучка нейтронов, первоначально поляризованных определенным образом. Это происходит из-за того, что спины нейтронов в состоянии $\psi^{(1)}$ поворачиваются в одну сторону, а в состоянии $\psi^{(2)}$ — в противоположную (рис.4); состояния же эти заселены одинаково, т.е. половина нейтронов находится в состоянии $\psi^{(1)}$, половина — в состоянии $\psi^{(2)}$.

В частности, для рассмотренной плоскости α -кварца при толщине кристалла $L=3.6$ см пучок, первоначально поляризованный по направлению движения, должен полностью деполяризоваться, если у нейтронов нет ЭДМ. Наличие ЭДМ этому помешает: пучок останется частично поляризованным, но уже в направлении магнитного поля (перпендикулярно плоскости рис.4). Степень поляризации спинов²¹ равна:

$$P \approx \frac{2DE_g L}{\hbar v_{||}}.$$

Для системы плоскостей $(11\bar{2}0)$ при $D = 10^{-25}$ е · см и $\pi/2 - \theta_B = 1/30$ ($L = 3.6$ см, $E_{11\bar{2}0} = 2.10 \cdot 10^8$ В/см) оценка P дает $0.8 \cdot 10^{-4}$. В эксперименте имеет очень важное значение то обстоятельство, что поляризация продифрагировавших нейтронов будет иметь противоположный знак для разных положе-

²⁰ Федоров В.В., Воронин В.В., Лапин Е.Г., Сумбаев О.И. // Письма в ЖТФ. 1995. Т.21. С.50—55.

²¹ Степень поляризации нейтронов — разность числа нейтронов со спинами по какому-либо заданному направлению и против него, отнесенная к их полному числу.

Таблица

Расчетные характеристики дифракционного метода (приведены для нейтронов вертикального канала реактора ВВР-М ПИЯФ, для кристалла кварца размером $3.5 \times 14 \times 14$ см³ и плоскости с $d = 2.45\text{\AA}$). Отличие брэгговского угла от прямого: $\theta_b - \pi/2 = 1/30$.

	Метод УХН (накопительный вариант)	Дифракция холодных нейтронов
E (кВ/см)	10—15	$2.1 \cdot 10^5$
τ (с)	70 ($v=5-6$ м/с)	$1.8 \cdot 10^{-3}$ ($v_{ }=25$ м/с)
$E \cdot \tau$ (кВс/см)	1050	280
N (нейтрон/с)	70—80	2500

ний кристаллов. Поляризацию, остающуюся благодаря наличию ЭДМ, можно определить, например, по изменению скорости счета детектора при перевороте кристалла.

Для сравнения заметим, что в случае брэгговской дифракции максимальная расчетная величина угла поворота спина за счет ЭДМ для кристалла кварца той же толщины²² составляет $2.5 \cdot 10^{-6}$, а это приблизительно в 30 раз меньше, чем приведенная оценка. Для лауэвской дифракции в гипотетическом поглощающем кристалле карбида вольфрама²³ аналогичная величина составляет $7 \cdot 10^{-6}$. Усилить эти эффекты путем перехода к углам Брэгга, близким к $\pi/2$, в этих экспериментах не представляется возможным из-за брэгговской схемы дифракции в первом случае и из-за поглощения в кристалле — во втором.

Сравнительные характеристики методов УХН и предлагаемого дифракци-

онного приведены в таблице. Отметим компактность установки. Кристалл с размерами $3.5 \times 14 \times 14$ см³ играет роль электрического конденсатора, в котором природой создано гигантское поле. Такой монокристалл, достаточно совершенный, у нас уже в руках. Он вырезан специальным образом и оттестирован на γ -дифрактометре. В настоящее время мы монтируем установку на одном из каналов реактора ВВР-М ПИЯФ; проводим предварительные измерения, проверяем работоспособность ее отдельных узлов.

Сейчас перед нами реальная перспектива достичь чувствительности метода УХН и даже превзойти ее. Дальнейший рост чувствительности потребует развития новых технологий выращивания совершенных кристаллов с более высокими внутрикристаллическими полями ($\sim 2 \cdot 10^9$ В/см — для титана-та свинца), пригодных для дифракционных экспериментов.

Работа выполнена при поддержке РФФИ. Гранты 94-02-04792, 96-02-18927 и совместный грант J4X100 Министерства науки РФ, РФФИ и Правительства России.

²² Forte M. // J. Phys. G: Nucl. Phys. 1983. V.9. P.745—754.

²³ Барышевский В.Г., Черепица С.В. // Изв. вузов. Физика. 1985. Т.8. С.110—112.

В конце января 1999 г. получены первые изображения на крупнейшем в мире телескопе «Subaru» с цельным зеркалом диаметром 8.3 м, установленном на вершине горы Мауна-Кеа (Гавайские о-ва). Стоимость телескопа, принадлежащего Национальной астрономической обсерватории Японии, составила 348 млн долл. США. Для непрерывного восстановления точной формы зеркала используется 261 шарнир, которые приводятся в действие компьютером. Камера первичного фокуса телескопа имеет наибольший диаметр поля зрения среди телескопов восьмиметрового класса.

Science. 1999. V.283. № 5402. P.627 (США).

15 сентября 1998 г., после 19-летнего затишья начал извергаться один из наиболее крупных действующих вулканов Галапагоссов — Сьерро-Асуль. Во время его облета 17 и 18 сентября наблюдатели увидели излияния лавы оранжевого цвета из жерла вулкана, находящегося в кальдере поперечником более 10 км.

На о.Изабелла, где расположен вулкан, обитают разные виды экзотических черепах; в результате извержения погибло несколько из числа редких черепах, находящихся под угрозой исчез-

новения. Это обстоятельство подтолкнуло к организации спасения животных с помощью вертолета. Власти обратились за поддержкой к международным природоохранным организациям.

Geotimes. 1998. V.43. № 12. P.36 (США).

Биохимики Р.Эвершед с коллегами (R.Evershed et al.; Бристольский университет, Великобритания) изучали микроскопические остатки на поверхности керамических сосудов, которые найдены на стоянках древнего человека в графстве Нортхемптоншир (Центральная Англия). Оказалось, что органика, сохранявшаяся в этих сосудах на протяжении 2300 лет, имеет молочное происхождение. Тем самым положен конец спорам о том, когда же древние бритты начали доить коров, а не просто разводить на мясо.

Science. 1998. V.282. № 5393. P.1478 (США).

Группа специалистов во главе с океанографом У.Грэем (W.Gray; Университет штата Колорадо, США) построила модель экстремальных явлений погоды для побережья Америки на 1999 г. В ней учтены новейшие данные о циркуляции вод Мирового океана, стратосферных ветрах и в особенности течений в центральной акватории Тихого океана.

Согласно сделанному авторами прогнозу, обоим Америкам в 1999 г. угрожает не меньшее число ураганов, чем в 1998-м, считающемся рекордным в этом отношении. В этом году предстоят 14 тропических штормов (столько же, сколько в прошлом), причем девять из них достигнут силы урагана.

Приводимые числа вдвое превышают среднюю многолетнюю повторяемость подобных явлений.

New Scientist. 1998. V.160. № 2165/6/7. P.5 (Великобритания).

В КНР опубликован список 10 важнейших научных достижений в области фундаментальных наук, из которых три открытия имеют мировое значение: впервые открыт природный карбонат лития; найдено самое древнее (145 млн лет) ископаемое покрытосемянное фруктовое растение (в провинции Ляонин); клонирован ген, вызывающий одно из неврологических заболеваний.

Китай впервые попал в первую десятку научно-продуктивных стран, заняв девятое место в мировом рейтинге по числу статей, опубликованных в 1998 г. в международных периодических изданиях и трудах конференций.

China Science and Technology Newsletter. 1999. № 175. (КНР).

Как быстро растут глубоководные кораллы?

Г.М.Виноградов,

кандидат биологических наук

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

Москва

В КОНЦЕ 80-х годов на верхний леер носовой палубы затонувшего "Титаника", над самым форштевнем судна, осела планктонная личинка. Покрытый ржавчиной металл оказался подходящим субстратом, и на носу погибшего гиганта благополучно выросла кустистая горгонария (роговой коралл). Следует сказать, что мелкие обломки "Титаника", лежащие на глубине 3750 м посреди мягких грунтов, дали приют множеству бентосных (донных) организмов, которые ведут сидячий образ жизни. Проведенные здесь в 1991 г. биологические исследования с российских глубоководных аппаратов "Мир"¹ показали, что из 24 видов обнаруженных донных беспозвоночных 14 (и именно сидячие формы!) селятся преимущественно на твердых обломках корабля и практически не встречаются на мягких грунтах. Наиболее обычны среди этих сидячих животных бичевидные горгонарии, но были отмечены и кустистые формы, явно того же вида (к сожалению, не определенного), что и "кустик", выросший на носу корабля.

Горгонии (*Gorgonacea*) — это отряд кишечнополостных из подкласса восьмилучевых ко-

раллов (*Octocorallia*) класса *Anthozoa* (или коралловые полипы)². Колонии горгонарий по форме и размерам (высота некоторых колоний достигает 2—3 м) — наиболее разнообразны из всех восьмилучевых кораллов. Среди них и бичевидные, и кустистые, и веерообразные формы, иногда их веточки сливаются между собой, образуя ажурные сети. Кстати, именно к горгонариям относится и благородный красный коралл. Всего же известно более 1200 видов горгонарий, преимущественно тропических мелководных. К жизни в холодных водах высоких широт или больших глубин приспособились лишь немногие виды.

По образу жизни горгонарии — пассивные фильтраторы, отцеживающие проносимую водой взвесь. Впрочем, некоторые из них могут ловить и более крупную добычу, например мелких планктонных рачков или их личинок-науплиусов³. Меньше всего известно о биологии именно глубоководных горгонарий. Обычно исследователи имеют дело с мертвыми экземплярами, поднятыми тралами со дна океана.

С появлением глубоководных фотокамер и, особенно, подводных обитаемых аппаратов стали возможны непосредственные наблюдения кораллов. Но все это были единичные встречи, ничего не говорящие о продолжительности жизни или скорости роста глубоководных горгонарий. И в самом деле, повторный визит к выросшей где-то на дне колонии через несколько лет — событие, казавшееся абсолютно нереальным и вряд ли технически осуществимым (не говоря уже о трудности повторно опознать конкретный экземпляр). Но горгонария, облюбовавшая нос "Титаника", предоставила исследователям уникальный шанс.

После того как останки "Титаника" были найдены на дне Атлантического океана в 1985 г., к ним не раз совершались глубоководные экспедиции разных стран, оснащенные обитаемыми аппаратами. Экспедиции преследовали различные цели: от научных до туристических. В 1991, 1995 и 1998 гг. к "Титанику" опускались и российские "Миры". Естественно, такой эффектный объект, как нос "Титаника", фотографировали неоднократно, и горгонария, на которую поначалу не обращали внимания, попала на эти снимки. На фотографиях 1991 г. она еще совсем невелика, но уже отчетливо заметна (например, на снимке, который был сделан с "Мира", а

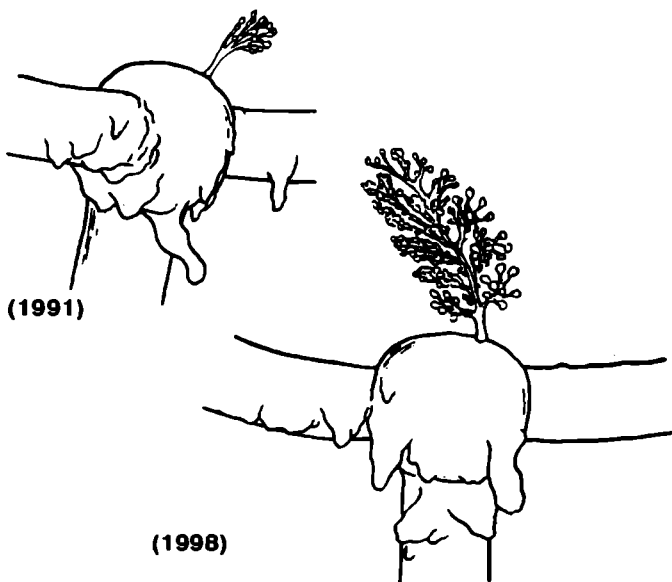
© Г.М.Виноградов

¹ Сагалевиц А.М., Москалев Л.И. От "Титаника" до "Комсомольца" // Природа. 1992. № 7. С.44—51.

² Всем известные кораллы коралловых рифов принадлежат к другому подклассу *Anthozoa* — шестилучевым кораллам (*Hexacorallia*).

³ Наумов Д.В., Пастернак Ф.А., Гинецинская Т.А. Отряд Горгонарии, или Роговые кораллы (*Gorgonaceae*) // Жизнь животных. М., 1987. Т.1. С.200—203.

Рост колонии в 1991—1998 гг. (прорисовки с фотографий, приведенные к одному масштабу).



затем опубликован в московском издании журнала "GEO"⁴).

На рисунке, который сделан нами по фотографии 1991 г., видно, что колония еще только начинает ветвиться, ее высота меньше 10 см. На фото 1998 г. (см. 4-ю страницу обложки и рисунок) мы видим уже вполне сформировавшуюся колонию характерной формы, с многими веточками, хотя еще и не столь вытянувшуюся в длину, как крупные колонии того же вида, запечатленные в 1991 г. на мелких обломках "Титаника"⁵. За семь лет она выросла более чем вдвое, достигнув длины около 20 см. Таким образом, ее

среднегодовой прирост превышает 1 см. Подобная скорость роста (1—2 см/год) известна и у мелководных рифообразующих кораллов⁶, правда, иногда они могут прирастать и на 5—10 см/год.

Невысокая скорость роста глубоководной горгонии не должна удивлять: даже в таких относительно богатых питательными веществами районах океана, как место встречи Гольфстрима и Лабрадорского течения, где лежит "Титаник", до больших глубин доходит незначительная часть производящихся здесь органических веществ (порядка 1% от синтезированных фитопланктоном в фотической зоне). Скудость

пищевых ресурсов определяет и малое количество планктонных животных в глубинных слоях воды (в интересующем нас районе — около 0.4 мг/м³ по данным лова⁷ планктонной сетью в слое 3500—3700 м), и медленный рост бентосных животных.

Весьма вероятно, что при нынешнем всемирном интересе к "Титанику", место его кораблекрушения не перестанут посещать и в будущем, а потому есть весьма неплохие шансы получить сведения о дальнейшем развитии описанной здесь горгонии (если, конечно, она не попадет в число образцов, добытых одной из экспедиций).

⁴ GEO. М., 1998. № 3. С.57.

⁵ См. фото на с.47 в упомянутой выше статье А.М.Сагалева и Л.И.Москалева.

⁶ Сорокин Ю.И. Экосистемы коралловых рифов. М., 1990.

⁷ Vinogradov M.E., Shushkina E.A., Nezlin N.P., Arnautov G.N. // J. Plank. Res. 1998. V.20. № 1. P.85—103.

Был ли *Homo erectus* первопроходцем в Евразии?

С.А.Лаухин



Станислав Алексеевич Лаухин, доктор геолого-минералогических наук, главный научный сотрудник Института проблем освоения Севера СО РАН. Президент подкомитета геoarхеологии палеолита Международного союза по изучению четвертичного периода (ИНКВА). Специалист в области кайнозойской истории Земли (последние 65 млн лет), в том числе истории человека.

БОЛЬШИНСТВО исследователей считают, что древнейшим представителем рода человеческого, впервые проникшим в Евразию, а затем и расселившимся на этом континенте, был *Homo erectus* — человек прямоходящий. Обоснованию этого положения посвящено много научных и научно-популярных публикаций. Не обошла эту проблему и «Природа», опубликовав статью российского археолога В.П.Любина¹.

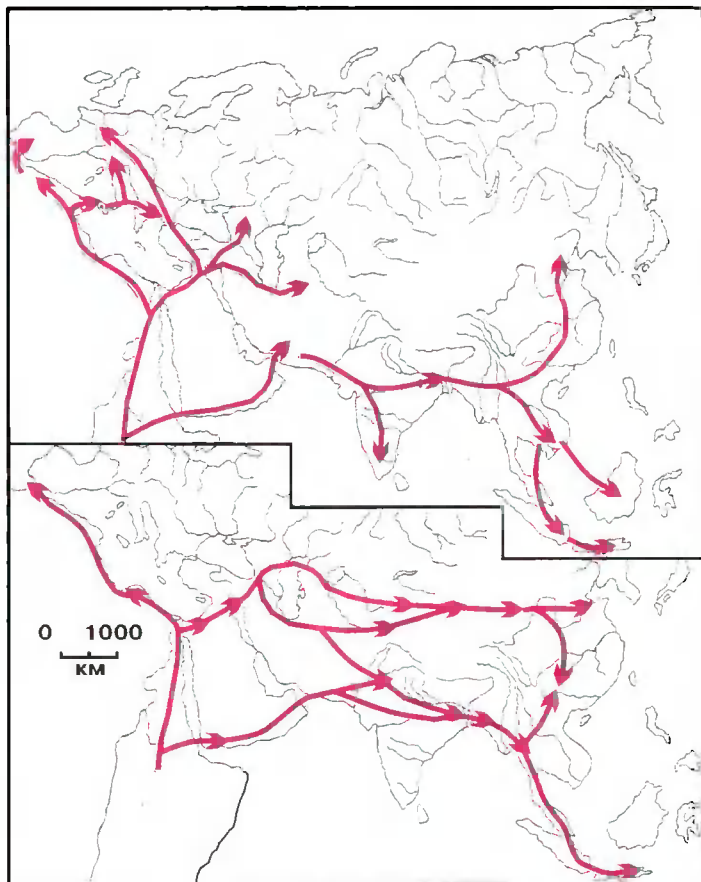
Предполагается, что распространение *H. erectus* из Африки началось 1.8 млн лет назад. Разными авторами показаны несколько различные, но в целом близкие пути его проникновения в Евразию и распространения на этом континенте. Однако не прекращаются дискуссии о том, каким был процесс колонизации Евразии человеком прямоходящим: поступательным и непременно успешным или он складывался из множества эпизодов миграции и заселения, которые разделялись этапами исчезновения *H. erectus* в конкретных регионах Евразии.

При этом считают, что предшественник человека прямоходящего — человек умелый (*Homo habilis*) не покидал своей первичной родины — Африки. Известно, что оба эти вида долгое время, приблизительно от 1.8 до 1 млн лет назад, сосуществовали в Африке практически в одних и тех же районах, но *H. erectus* чуть ни с момента своего появления почувствовал «охоту к перемене мест», а *H. habilis* особых стремлений к освоению новых земель, тем более — континентов, вроде бы не обнаруживал. Достаточного обоснования столь разному поведению этих видов человека не получено, тем более что объем мозга *H. habilis* (650—800 см³) не так уж сильно

© С.А.Лаухин

¹ Любин В.П. *Homo erectus* — первооткрыватель Евразии // Природа. 1997. № 11. С.3—12.

Пути миграций *H. erectus* из Африки в Евразию и в пределах Евразии. Вверху — по данным О. Бар-Йозефа (1997), внизу — по данным В.П.Любина (1997).



отличался от такового у ранних форм *H. erectus*².

Вместе с тем в тропиках и субтропиках Азии обнаружено несколько десятков местонахождений артефактов (камней со следами обработки человеком) в слоях возрастом более 2—1.8 млн лет, когда *H. erectus* не появился еще и в Африке. Кроме того, в последние десятилетия в Азии обнаружены и антропологические находки, принадлежавшие человеку более архаичному, чем типичный *H. erectus*. Увеличилась надежность датировок этих древних археологических и антропологических памятников. Не является ли все это основанием для пересмотра представлений о том, что первооткрывателем Евразии был именно человек прямоходящий, а

не какой-то из его предков? Попробуем обсудить эту проблему, обратившись для этого к некоторым из древнейших местонахождений.

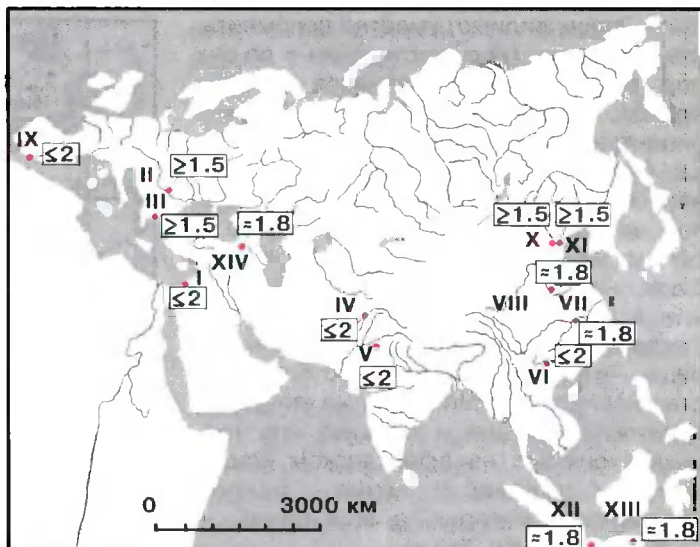
ДРЕВНЕЙШИЕ ПАМЯТНИКИ ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ЕВРАЗИИ

Насколько мне известно, древнейшее палеолитическое местонахождение в Евразии — Ииرون на границе Ливана и Израиля. Мне посчастливилось работать там вместе с профессором университета г.Хайфа, археологом А.Роненом в 1995 г.

Близ пограничного кибуца Ииرون на поверхность выходят древние карбонатные породы, в которые врезаны эрозионные понижения (лога), заполненные красноцветными глинами. Когда-то логa имели сток в Средиземное море, тогда как современные водотоки относятся к

² Глобальное расселение гоминид / Под. ред. А.А.Величко. О.А.Солффар. М. 1997

Древнейшие палеолитические местонахождения Евразии, упомянутые в статье, с указанием возраста, млн лет: I — Иирон, II — Вертешиселлош, III — Петролона, IV — PS-55, V — Риват, VI — Юаньмоу, VII — Лангунто, VIII — Сихоуду, IX — Орсе, X — Шаньшаньцзюйцунь, XI — Донгто, XII — Сангирен, XIII — Моджокерто, XIV — Дманиси.



бассейну р.Иордан. Уже смена направления стока говорит о значительной древности логов. Но еще более определенно о возрасте глин свидетельствуют базальтовые покровы, которые фиксируют два уровня древнего рельефа. Покровы возникли при формировании Иорданского рифта. Согласно определению возраста базальтов калий-аргоновым методом³, один из потоков изливался 1.8—1.6 млн лет назад, другой — 2.6—2.3 млн лет назад. Оба покрова перекрывают как карбонаты, так и красноцветные глины, заполняющие древние понижения. Современные долины прорезали базальтовые покровы и создали разобщенные столовые возвышенности, поверхность которых создана остатками базальтовых покровов. Таким образом, все породы, на которых залегают базальты, древнее этих базальтов.

У кибуца Иирон базальтовый покров имеет возраст 2.51 млн лет. Он перекрывает карбонаты и древний лог, в красноцветных глинах которого можно видеть линзы валунника и галечника. В дорожном кювете из одной такой линзы, которая располагается на 30 м ниже подошвы базальта, были собраны очень примитивные артефакты.

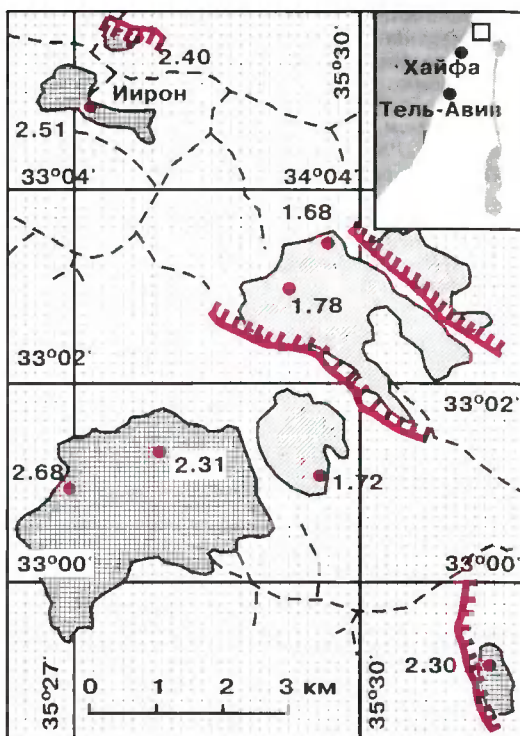
Но действительно ли базальты лежат на глинах, а, например, не прислонены к ним? Прежде всего, в глинах все валуны и гальки представлены только карбонатами, иногда окремненными, базальтов среди них не обнаружено, что было бы в случае более молодого возраста глин. Во-вторых, изучение контакта базальтов и глин показало, что глины непосредственно под базальтами переработаны термически: обесцвечены до глубины 50 см; имеют стекловатую структуру сразу под базальтами и тонкостолбчатую (карандашную) отдельность — ниже. Все это не оставляет сомнений в том, что базальты здесь моложе глин. Следовательно, глины и артефакты в них древнее 2.51 млн лет. К сожалению, по техническим причинам в месте находки артефактов мы не смогли отобрать глину для радиотермолюминесцентного датирования. Пробу мы взяли над дорогой, в 5 м выше выемки с артефактами. Ее возраст получен на пределе возможностей метода и поэтому имеет большой разброс⁴: 2800 ± 700 тыс. лет. Однако и эта датировка подтверждает, что артефакты были оставлены здесь человеком скорее всего ранее 2.5 млн лет назад. Мог ли это быть *H. erectus*?

³ Ronen A. // *Archaeologisches Korrespondenzblatt*. 1991. V.2. № 21. P.159—164.

⁴ Лаухин С.А., Ронен А., Куликов О.А. и др. // *Древности*. 1996. Вып.19. С.65—67.

Здесь, видимо, уместно вспомнить, что долгое время существовала и до сих пор имеет своих сторонников (теперь, правда, немногочисленных) теория полицентрического происхождения человека. Согласно ей, человек впервые появился от своих человекообразных предков не только в Африке, но и еще в одном или нескольких местах земного шара, например в Юго-Восточной Азии или в Якутии. Мы не будем здесь обсуждать теорию полицентризма, отметим лишь, что автор статьи, как большинство исследователей, стоит на моноцентристских позициях и полагает, что, возникнув сначала на африканском континенте, человек затем освоил евразийский материк, а еще позже — остальные части Земли.

В Африке первыми представителями *Homo* были *H.habilis* и *H.rudolfensis*, существовавшие соответственно 2.6—1.6 и 2.5—1.9 млн лет назад⁵. Но чем отличались первые люди от своих предков — австралопитеков? Долгое время двуногое прямохождение считалось основным отличием человека. Теперь известно, что оно было освоено еще аридиопитеками 4.4 млн лет назад. Австралопитеки *A.afarensis* в Эфиопии 4—3 млн лет назад оставили отпечатки следов с основным упором на пятку, как у современных людей. Использование орудий — не менее важное отличие человека. Однако есть основания полагать, что австралопитеки употребляли палки и камни в качестве орудий. Но делать это регулярно, а главное изготавливать орудия, смог лишь *H.habilis*, за что и получил название умелого. Именно это качество в настоящее время считается доступным только человеку, но не австралопитеку. Древнейшие орудия человека в Африке имеют возраст около 2.5 млн лет. (Вообще изготовление каменных орудий присуще только роду *Homo*, а известный антрополог Е.С.Врба показал, что этот род появился около 3—2.8 млн лет назад.) Наиболее поздние находки *H.habilis* сделаны в слое II Олдувайского ущелья в Танзании⁶, возраст которого 1.2-0.5 млн



- Базальты возрастом:**
- 1.8 -1.6 млн лет
 - 2.6 -2.3 млн лет
- 2.30 **Места отбора образцов и их возраст**
- Сбросы**
- Временные водотоки**

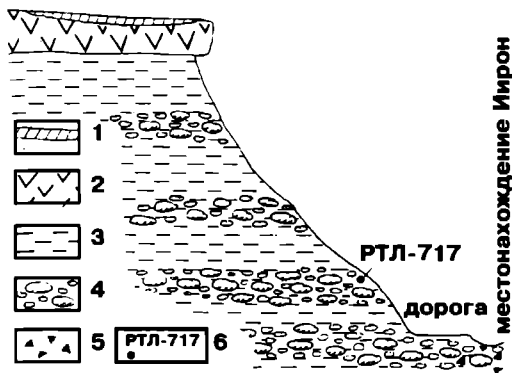
Остатки базальтовых покровов на столовых возвышенностях современного рельефа в районе местонахождения Ииرون (Ронен А., 1991). В правом верхнем углу квадрата показано расположение участка, обозначенного на карте.

лет. Считается, что *H.habilis* вымер где-то около 1 млн лет назад.

Человек прямоходящий появился в Африке около 1.8 млн лет назад. Наиболее молодые находки *H.erectus* в Европе (Вертешселлош в Венгрии, Петролона на Балканах и др.) имеют датировки 400—300 тыс. лет. Примерно в то же

⁵ Бутовская М.Л. Эволюция человека и его социальной структуры // Природа. 1998. № 6. С. 87—99.

⁶ Leakey L.S.B., Tobias P.V., Napier J.R. // Nature. 1964. № 202. P.3—5.



Положение местонахождения Ииرون в обнажении (из полевой документации автора). 1 — темно-серые сильно гумусированные суглинки (переполненная ископаемая почва) с гальками и мелкими валунами базальтов. Обильные артефакты включены в суглинки и залегают на поверхности; 2 — базальт, датированный калий-аргоновым методом (2.51 млн лет); 3 — красноцветные глины; 4 — валуны и гальки карбонатов; 5 — артефакты древнейшего местонахождения Ииرون; 6 — место отбора образца на радиотермолюминесцентное датирование. Его возраст 2800 ± 700 тыс. лет.

время, а может быть немного позже, *H. erectus* заселил Корею и проник в Японию.

Так что же мешало его предшественнику и современнику *H. habilis* 1.8 млн лет назад или даже ранее выходить за пределы Африки? Достаточного объяснения этому, как я уже отмечал, пока не найдено. Известный антрополог, профессор Ливерпульского университета А.Тернер считает, что расселение *Номо* может рассматриваться как часть более общей закономерности распространения наземной фауны млекопитающих, проявившейся в исходе из Африки через Левант где-то между 2.4 и 1.6 млн лет назад. Он также полагает, что кульминация климатических изменений, послуживших причиной этого движения животных, произошла 2.5 млн лет назад. Так почему же древний человек проник в Левант позже? Не потому ли, что, по мнению того же ученого, первые представители рода *Номо* появились в Аф-

рике около 2.5 млн лет назад, но не ранее. Если же принять во внимание гипотезу Врбы, то можно считать, что люди, которые могли оставить плоды своего труда в местонахождении Ииرون, были существенно древнее, чем *H. erectus*.

Немного моложе Иирона местонахождение PS-55 в бассейне р.Соан на севере Пакистана⁷, возраст около 2.47 млн лет. В этой же стране, но немного юго-восточнее, известно местонахождение Риват⁸, артефакты которого имеют возраст 2 млн лет.

Я привел три примера местонахождений из юго-западного сектора Азии, возраст которых 2.5—2 млн лет, только потому, что эти датировки пока никем как будто не оспаривались. Зато много примеров, когда высказывались сомнения, действительно ли артефакты являются таковыми и правильно ли определен их возраст, начиная со знаменитого черепа № 1470 из Коби-Фора в Кении. Сначала определили, что его возраст — 2.9 млн лет, а затем он «помолодел» примерно до 1.6 млн лет.

МЕСТОНАХОЖДЕНИЯ В ВОСТОЧНОЙ АЗИИ

Посмотрим, какой материал по обсуждаемой проблеме имеется в восточном секторе юга Азии. Здесь, как и вообще в древнейшем палеолите, лидирует Китай.

Древние находки человека и его артефактов известны у д.Шаньнабань уезда Юаньмоу близ границы с Бирмой, где в мощной толще, содержащей богатую (40 видов, в том числе 14 вымерших) раннеплейстоценовую фауну на глубине около 100 м найдены два зуба *H. erectus uanpouensis* и несколько скребков⁹. Слои, в котором они найдены, датирован в 1.7 млн лет. Возраст не такой уж древний, но зубы настолько примитивны, что извест-

⁷ Salim M. // Journ. of Central Asia. 1996. V.XIX. № 2. P.1—90.

⁸ Dannel R.W., Rendell H., Hailwood E. // Antiquity. 1988. № 62. P.98—106.

⁹ Кучера С.Р. Древнейшая и древняя история Китая. М., 1996.



Выходы карбонатов в окрестности местонахождения Иирон; ближайший слева склон сложен красноцветными глинами.

Здесь и далее фото автора



Пласт базальта в местонахождении Иирон. Его контакт с глинами изучают израильские археологи.

Контакт базальтов и красноцветных глин в местонахождении Иирон, верхняя часть глин отбелена за счет термической переработки.



ный китайский исследователь Д.Ланьпо отнес указанный подвид к форме переходной от австралопитеков к *H. erectus*. В радиусе 15 км от этой деревни обнаружено еще пять местонахождений, в которых собраны нуклеусы, скребки, острия и т.п., но связь их с тем слоем, где обнаружены зубы, дискуссионна.

В районе Жупень того же уезда Юаньмоу в 1986 г. найдено более 200 зубов приматов, в том числе *H. orientalis*, и в тех же слоях — несколько каменных орудий; возраст слоев определен палеомагнитным методом в 4.4—3 млн лет.

Другое древнее местонахождение — пещерная стоянка Лангупо — находится в бассейне нижнего течения р.Янцзы, примерно на 5° севернее Юаньмоу. Там в средней части пещерных отложений вместе с обильной плиоцен-ранне-

плейстоценовой фауной, с зубами гигантопитека обнаружен обломок нижней челюсти с зубами более архаичными, чем у *H. erectus*, и сопоставимыми с африканскими *H. ergaster* и *H. habilis*. Отложения, содержащие зубы *Homo*, датированы палеомагнитным методом — 1.96—1.78 млн лет. Там же найдено два артефакта: оббитая галька и отщеп из андезитопорфира, материала экзотического для пещеры Лангупо. Правда, артефакты найдены на некотором удалении от обломка челюсти.

Еще на 5° севернее (около 35° с.ш.), в излучине Хуанхэ, давно известен памятник Сихоуду¹⁰, где в пунктах Хоуди-

¹⁰ Ларичев В.Е. Нижнелайстоценовый палеолит Китая // Новое в археологии Китая. Новосибирск, 1984. С.10—32.

коу и Хоушаньгэн в галечниках, перекрытых красной глиной среднего плейстоцена, собрано много нижнеплейстоценовой фауны, в том числе *Elasmotherium cf. inexpectatum*, *Hipparion sinensis*, *Bison paleosinensis*, *Allohippus sanmeniensis* и др. Здесь также обнаружено больше 30 артефактов: отщепы, нуклеусы, чопперы, чоппинги и др. Их возраст, полученный палеомагнитным методом, — 1.8 млн лет. Впрочем, находки сделаны в аллювиальных галечниках, что позволило некоторым авторам¹¹ усомниться в искусственном происхождении части орудий и предположить, что часть фауны переотложена. Примерно на той же широте (около 36° с.ш.) находятся древнейшие остатки¹² *Homo* и в Европе (Орсе в Испании), датируемые около 2 млн лет.

Древнейшие археологические и антропологические находки палеолита известны и в бассейне Нихэвань (около 45° с.ш.). Но здесь они принадлежали скорее всего типичному *H. erectus*. Скребиловидный инструмент, обнаруженный в местечке Шаншацзюйцун, имеет возраст около 1.5—1.2 млн лет, еще моложе, около 1 млн лет, памятники Сяочанлянь и Донгуту. (К сожалению, автору удалось побывать только на последнем из них.) Однако так далеко на север ранние *H. erectus*, тем более — их предки, в Китае вряд ли проникали. Зато у экватора, на Яве (Сангирен, Моджокерто), снова обнаруживаются архаичные (предковые?) формы *H. erectus*. Мегантропы и питекантропы, которых относили к азиатской ветви *H. erectus*, как выясняется¹³, имеют возраст 1.81—1.66 млн лет, т.е. были современниками древнейших *H. ergaster* из Коби-Фора в Кении.

Самая северная находка ранней формы *H. erectus* обнаружена около 41° с.ш. в Грузии (Дманиси). В слое V Дманиси собрана фауна (часть костей

находится в анатомическом порядке, что исключает переотложение), много орудий архаичной галечной культуры, а также и нижняя челюсть гоминида с 16 зубами, обнаруживающие близкое сходство с *H. ergaster* из Коби-Фора и самыми ранними формами *Pithecantropus dubius* из Сангирена (Ява)¹⁴. Несмотря на то, что для датирования этого памятника использовались разные методы (биостратиграфические, калий-аргоновый, палеомагнитный), разброс возраста отложений, в которых он найден, — от 1.45—1 млн лет до 1.87—1.67 млн лет. Исследователи стоянки в настоящее время считают, что последняя из дат наиболее соответствует фактическому материалу.

ПОДВЕДЕМ ИТОГИ

Здесь важно подчеркнуть, что находки ранних *H. erectus* тяготеют к крайней северной (Грузия) и юго-восточной (Ява) частям тогдашней ойкумены. Добираться до этих окраин из Африки было не просто и на этом пути неизвестные нам пока предки ранних *H. erectus* могли претерпеть заметные (даже на подвидовом уровне) изменения.

Нельзя обойти молчанием и те трудности, которые встречаются на пути исследования следов первобытного человека в Евразии. Чем они древнее, тем реже и разрозненнее их находки, тем дискуссионнее возраст, тем труднее увязать антропологические находки с артефактами, которые почти всегда трудно отличить от эолитов (камней, оббитых в результате природных процессов). Наверное, не будет ошибкой сказать, что почти во всех местонахождениях Евразии древнее 2—1.8 млн лет подлинность артефактов в те или иные годы подвергалась сомнению.

Тем не менее следов присутствия в Евразии людей старше *H. erectus* (древнее 1.8 млн лет) накопилось уже достаточно много. В свете данных, полученных в Китае, неудивительным кажется утверждение С.Р. Кучеры о том, что тер-

¹¹ Pope G.G. // Modern Quaternary South-East Asia. 1985. № 9. P.65—80.

¹² Carbonell E., Mosquera M., Rodriguez X.P., Sola R. // J. Anthropological Research. 1996. V.52. № 1. P.107—114.

¹³ Swisher C.C., Curtis G.H., Jacob T. et al. // Science. 1994. V.263. № 5150. P.1118—1121.

¹⁴ Любин В.П. // Археол. вестн. 1998. № 5. С.15-39.



Тессы, перекрывающие нижнеплейстоценовые отложения, в которых залегает культурный слой стоянки Донггута.



Группа российских и китайских археологов осматривают нижнеплейстоценовые слои, в которых залегает стоянка Донггута. Нижний слой (с валунами) содержит артефакты.

ритория Китая, в особенности ее южная часть и прежде всего Юньнань, по всей вероятности, входила в зону формирования человека, его отделения от животного мира. Однако, если исходить из теории моноцентризма, более привлекательным кажется вывод А.А.Зубова о том, что «человечество дважды делилось на восточную и западную части. Первый раз это произошло во времена *H. erectus* (или ранее), тогда и возникла «южная пара» очагов расообразования — в Африке и Юго-Восточной Азии»¹⁵. Древнейшие палеолитические местонахождения, особенно в Леванте и Пакистане, позволяют предполагать, что человек еще на уровне *H. habilis* (а может быть, его предка) начал проникать из Африки в Евразию. Неизвестно, его потомком или потомком предка *H. habilis* стал *H. orientalis*, но существование архаичных ранних форм *H. erectus* в настоящее время признается как далеко на востоке от Африки (Юаньмоу в Китае, Ява), так и далеко на севере — Дманиси в Грузии. Несомненно многократные миграции *H. erectus* из Африки в Евразию, но какая-то часть *H. erectus* могла произойти, по крайней мере на юго-востоке Азии, и от более ранних форм *Homo*.

Из сказанного выше вовсе не следует, что первопроходцем в Евразии был обязательно *H. habilis*. Если принять гипотезу, что *H. erectus* был прямым потомком *H. habilis*, тогда присутствие *H. ergaster* (или других древнейших форм *H. erectus*) на северо-западной и юго-

восточной окраинах древнейшей азиатской ойкумены человека позволяет предположить, что именно *H. habilis* первым проник в Евразию, освоил южную часть Азии и в двух или нескольких центрах стал предком различных форм *H. erectus*. Конечно, гипотеза, положенная в основу этого предположения, не бесспорна, но мы не будем обсуждать ее, так как она скорее входит в круг проблем антропологов.

Кто же первый проник в Азию, кто первым освоил ее пространства от Леванта и Кавказа до Восточного Китая и о.Ява? Сейчас на этот вопрос однозначно вряд ли смогут ответить антропологи или (и) археологи. И тут очень показательна уже упомянутая статья В.П.Любина в «Природе», которая начинается с утверждения: *H. erectus* — первооткрыватель Евразии. Ближе к концу предполагается, правда, со ссылкой на С.Швисера (но и собственный текст В.П.Любина подводит к этому), что *H. erectus* мог развиваться и вне Африки, т.е. быть азиатским эндемиком. Дисперсия же его предка из Африки могла произойти до 1.8 млн лет назад. Итак, однозначного ответа нет, однако накопилось уже достаточно антропологических и археологических (пусть иногда и спорных) доказательств того, что это мог быть не типичный человек прямоходящий (развитая форма *H. erectus*), а какая-то более ранняя форма *Homo*. От окончательного решения этой проблемы мы пока еще далеки, но постановка проблемы, как мне кажется, уже назрела.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований. Грант 97-06-80129.

¹⁵ Зубов А.А. Естественная история древнего человечества // Природа. 1998. № 1. С.76—87.

Конференция “ИСФТТ-99”: прикладная сверхпроводимость

Л.С.Ширшов
Протвино

2 МАРТА 1999 г. в Москве состоялась ежегодная научная конференция, организуемая Институтом сверхпроводимости и физики твердого тела (ИСФТТ) — одним из трех “китов”, на которых базируется Российский научный центр “Курчатовский институт”. Обзор последних достижений в области использования сильноточных сверхпроводников сделал член-корреспондент РАН Н.А.Черноплёков.

В электротехнике началось практическое применение высокотемпературных сверхпроводников (ВТСП) — нового класса СП-материалов, открытых в 1986 г. В США разрабатываются трансформаторы, обмотки которых выполнены ВТСП-проволокой. В создании первой модели участвовали американская фирма “American Superconductor Corp.” (ASC) и швейцарская “Asia Brown Boveri” (ABB). После успешного испытания ВТСП-трансформатора в Женеве в 1997 г. Министерство энергетики США выделило 15 млн долл. на создание трансформатора мощностью ~10 МВА. На пороге — применение ВТСП-кабелей для подвода электроэнергии в мегаполисы с огромным числом потребителей и интенсивной застройкой городских районов. И если длинномерные ВТСП-образцы токонесущего элемента пока не созданы, то освоенные размеры ВТСП-кабеля позволяют реализовать токоподводы для энергосистем крупных заводов. Японская компания “Tokyo Electric Power”

планирует создать ВТСП-кабель для подвода мощности 0.5—1.0 ГВт в Токио и тем самым отказаться от рыва новых подземных туннелей.

Другой сферой использования ВТСП в промышленности становятся индуктивные накопители энергии со сверхпроводящими обмотками, известные под названием SMES (Superconducting Magnetic Energy Storage). Весной этого года на одном из алюминиевых заводов Австрии планировалось установить SMES, разработанный фирмой ASC, с целью уменьшить потери, неизбежные при кратковременных (порядка секунд) отключениях энергоснабжения. Сейчас разрабатываются SMES, позволяющие перераспределять мощность в системах электроснабжения для компенсации резких скачков напряжения, а значит — повышения энергоёмкости систем и снижения затрат на ремонт оборудования.

Ускорители заряженных частиц за последние годы превратились в физические установки, показывающие пример широкого использования СП-магнитов для управления пучками заряженных частиц и регистрации актов взаимодействия элементарных частиц в детекторах. Большое распространение в этой сфере получили низкотемпературные материалы на основе пластичного сплава Nb—Ti; рекордное значение отклоняющего магнитного поля индукцией 13.5 Тл получено в дипольном магните с обмотками на основе интерметаллического соединения Nb₃Sn.

Сейчас в мире существуют три кольца для ускорения адронов, в которых “магнитная дорожка” выполнена на основе СП-магнитов: Тэватрон (FNAL — Национальная лаборатория им.Э.Ферми, США), ГЕРА (DESY, Германия) и Нуклотрон (ОИЯИ, Дубна). В 1999 г. в строй вступит четвертое кольцо — Коллайдер тяжелых релятивистских ионов RHIC (Relativistic Heavy Ion Collider), сооруженное в Брукхейвенской национальной лаборатории (США). 1800 СП-магнитов уже установлены и частично испытаны в составе этой единой магнитной системы ускорительно-накопительного комплекса со встречными пучками тяжелых ионов. На изготовление магнитов потребовалось 21 тыс. км сверхпроводящей проволоки и свыше 900 тыс. нормо-часов рабочего времени.

На первую пятилетку следующего столетия запланирован запуск Большого адронного коллайдера LHC (Large Hadron Collider) в Европейской объединенной лаборатории высоких энергий ЦЕРНа. Свыше 8 тыс. СП-магнитов LHC, охлаждаемых сверхтекучим гелием, будут размещены в туннеле периметром около 27 км. Среди производителей сверхпроводящих материалов развернулось соревнование за получение крупного заказа на изготовление токонесущего элемента (заказ общей стоимостью в 45 млн долл. на заготовки сплава ниобий-титан и листов ниобия получили американские фирмы). Министерство энергетики США для участия в проекте LHC выделяет финансовые средства, но раз-

мещает заказ на своей территории, поощряя собственных товаропроизводителей. Благодаря контрактам, заключенным в ЦЕРНе, решится актуальная задача производства сверхпроводящего кабеля, полная длина которого составит 13 800 км, что больше диаметра земного шара.

К сожалению, Россия уже не рассматривается как возможный производитель многожильного ниобий-титанового проводника и кабеля. В рамках программы создания Ускорительно-накопительного комплекса (УНК) в Протвино предполагалось изготовить для второй его ступени свыше 2100 СП-магнитов дипольного типа. Потребность в проволоке на основе ниобий-титанового сплава составляет около 80 тыс. км. К началу 90-х годов по крайней мере четвертая часть требуемого сверхпроводника была изготовлена на заводе в Усть-Каменогорске, но разрыв хозяйственных связей из-за появления новых границ привел к разрушению отлаженной "цепочки"; завод оказался в Казахстане и прекратил производство сверхпроводника в пользу иной продукции.

Оценку возможности прокладки подводной ВТСП-линии электропередачи постоянного тока мощностью 1 ГВА с рабочим напряжением 500 кВ и протяженностью 50 км дали С.А.Лелехов (РНЦ "Курчатовский институт") и его коллеги из других институтов. Такой ВТСП-кабель мог бы использоваться, например, для передачи электроэнергии через Татарский пролив на о.Сахалин. В настоящее время в проливе Скагеррак между Данией и Швецией действует линия в 500 МВА, выполненная на основе традиционной конструкции электрокабеля в бумажной изоляции. Существуют кабели в полиэтиленовой изоляции,

рассчитанные на передачу мощности до 1 ГВА, но проблема состоит в том, что полиэтилен со временем стареет. Новый класс ВТСП-материалов показал их конкурентоспособность уже при уровне передаваемой мощности 500 МВА: они позволяют подводить к городам электроэнергию в существующих туннелях при большой величине тока и сравнительно низком напряжении. Использование ВТСП-материалов не требует охлаждения до температур, приближающихся к абсолютному нулю, — можно ограничиться криогенными температурами, соответствующими кипению жидкого азота.

Учитывая динамику снижения цен на ВТСП-материалы, можно надеяться получить в ближайшее время доступные по цене высокотемпературные сверхпроводники, пропускающие ток плотностью до 100 кА/см² (в настоящее время для ВТСП-образцов — до 30 кА/см²)¹.

Возможность применения сверхпроводящего индуктивного накопителя для энергосиловой установки тепловоза рассматривалась в совместном докладе, представленном организаторами встречи и сотрудниками НИИЦ "Криотрансэнерго" Ростовского госуниверситета. Маневренный тепловоз с таким накопителем энергии может иметь в 10 раз меньшую мощность силовой установки, а соответственно — и меньший выброс в окружающую среду CO₂.

Много сообщений было посвящено ВТСП-материалу на основе висмутовой керамики (Bi-2223), из которого изготов-

лены катушки и токовводы, успешно прошедшие испытания. В.С.Круглов (ИСФТТ) и сотрудники ВНИИ неорганических материалов рассказали об особенностях конструкций ВТСП-токовводов на токи свыше 1000 А и электрофизических характеристиках ВТСП-лент как составных элементов токовводов. Е.Ю.Клименко с коллегами (ИСФТТ и МИФИ) осветили вопросы, касающиеся анизотропии пиннинга² в круглых проволочках и критических токов сверхпроводников в продольном магнитном поле. Доклад "Электродинамика реальных СП-материалов с сильным пиннингом" вызвал оживленную дискуссию. Совершенствование технологии производства сверхпроводников с целью увеличения критического тока базируется на теоретических моделях; иные из них признаны классическими, но тем не менее идет постоянный поиск (как в теории, так и на практике) путей улучшения качества исходных материалов и создания технологии изготовления композитных сверхпроводников, исключающей появление микроскопических трещин. Проблема электрических потерь в многожильных ВТСП-композитах рассматривалась И.А.Рудневым в совместном докладе МИФИ и ВНИИНМ.

Завершая работу конференции "ИСФТТ-99", В.Е.Кейлин сообщил о предстоящем Всемирном электротехническом конгрессе (ВЭЛК-99), который пройдет летом в Москве. Попутно будет развернута научно-коммерческая выставка.

¹ См., напр.: Мейлихов Е.З. Токи в ВТСП-керамиках: преодоление границ // Природа. 1999. № 3. С.49—58.

² Пиннинг — закрепление вихревой решетки Абрикосова на дефектах материала, которое не позволяет ей двигаться при протекании электрического тока, обеспечивая нулевое электросопротивление.

- 100 **NB** Спонтанное холодное тройное деление ²⁵²Cf. **Вдовин А.И.**
Загадочное ускорение на краю Солнечной системы
- 101 Литиевая звезда. **Сурдин В.Г.**
- 103 Внутренние океаны спутников Юпитера
- 104 Нанотрубки для нановесов
- 105 Лучше всего молодым ученым живет в Великобритании
«Избыточное убийство». **Михайлов К.Г.**
- 106 Жабы против мух — баланс между хозяином и паразитом.
Семенов Д.В.
Альянсы и суперальянсы у дельфинов афалин
- 107 Еще один секрет илистых прыгунов
Обезьяны-«математики»
- 108 Честная игра и изощренный обман: взаимоотношения птенцов и родителей
Против мигрени
- 109 Назад в средневековье: бактерии вместо химикатов?
Роль лесов умеренной зоны преувеличена. **Гиляров А.М.**
Что век грядущий нам готовит?
- 110 Как разрешить плутониевую проблему?
- 111 Ураганы и парниковый эффект
Токио под угрозой
- 112 Первопоселенцам не повезло с погодой
Индейцы носили... лапти

- 100 **NB** Spontaneous Cold Triple Fission ²⁵²Cf. **Vdovin A.I.**
Mysterious Acceleration on the Edge of the Solar System
- 101 Lithium Star. **Surdin V.G.**
- 103 Inland Oceans on Jupiter's Satellites
- 104 Nanotubes for Nanobalances
- 105 For Young Scientists Things are Easiest in Britain
«Excessive Murder.» **Mikhailov K.G.**
- 106 Toads Versus Flies: The Balance between Host and Parasite.
Semenov D.V.
Alliances and Superalliances of Dolphins
- 107 Yet Another Secret of Mud-Skippers
Mathematically Minded Monkeys
- 108 Fair Play and Sophisticated Deception: Relationships between Fledgelings and Parents
For Migraine
- 109 Back Into the Middle Ages: Bacteria Instead of Chemicals
Role of Temperate Forests Exaggerated. **Gilyarov A.M.**
The Age to Come, What Is It Bearing?
- 110 How to Resolve the Plutonium Problem?
- 111 Hurricanes and the Greenhouse Effect
Tokyo under Threat
- 112 First Settlers Had Bad Luck with Weather
Red Indians Wore ... Bast Sandals

Nota bene

Физика

Спонтанное холодное тройное деление ^{252}Cf

Международная группа ученых из США, Германии, Румынии и России (ОИЯИ, Дубна)¹ сообщила об экспериментальном обнаружении спонтанного тройного холодного деления ядра ^{252}Cf . Другими словами, удалось зарегистрировать самопроизвольный развал этого ядра на три осколка — ^{10}Be , ^{96}Sr и ^{146}Ba .

Спонтанное деление тяжелых атомных ядер — явление известное еще с начала 40-х годов² и достаточно хорошо изученное. В подавляющем большинстве случаев делящееся ядро разваливается на два осколка, массы которых различаются в 1.5—2 раза. При этом ядра-осколки сильно возбуждены и после своего образования быстро испускают несколько нейтронов и гамма-квантов, переходя в основное состояние (с наименьшей для данного ядра энергией). В редких случаях ядро распадается на три сильно возбужденных фрагмента. Не так давно³ при исследовании спонтанного деления ^{252}Cf был установлен факт холодного деления ядра калифорния на два осколка, которое называют также безнейтронным. В этом процессе осколки или сразу образуются в основном состоянии, или возбуждены слабо, так что испускают только гамма-кванты небольших энергий, а нейтроны испустить не могут. Поэтому практически вся высвобождающаяся энергия переходит в кинетическую энергию оскол-

ков. Холодное двойное деление интересно тем, что представляет собой как бы промежуточный процесс между обычным спонтанным делением и испусканием ядром тяжелого кластера⁴. Во втором процессе массы двух фрагментов различаются очень сильно (в 6—10 раз), и его природа кажется близкой к природе давно известного альфа-распада.

Теперь доказано существование еще более экзотического явления — холодного тройного деления. Эксперимент был выполнен на детектирующей установке «Гамма-сфера» (Gammasphere) в Ливерморской национальной лаборатории им. Э. Лоуренса (Беркли). Установка состоит из 72 высокоэффективных германиевых детекторов, окружающих со всех сторон радиоактивный источник. Чтобы однозначно определить событие тройного деления, использовался метод многократных совпадений: регистрировались γ -кванты, отвечающие переходам между слабо возбужденными состояниями осколков деления и испускающиеся почти сразу после того, как деление произошло.

Одновременно, по энергии γ -квантов, определялся состав и самих осколков. Например, в эксперименте был зафиксирован γ -квант с энергией 3368 кэВ, отвечающий снятию возбуждения уровня 2^+ ядра ^{10}Be (с переходом в основное состояние). Тем самым было доказано и то, что один из осколков тройного деления — ^{10}Be , и то, что это ядро образуется не только в основном, но и в возбужденном состоянии.

Наблюдались также γ -кванты от двух других фрагментов — ^{96}Sr и ^{146}Ba . Измерения показали, что холодное тройное деление с вылетом возбужденного ^{10}Be происходит с вероятностью почти в миллион раз меньшей, чем обычное спонтанное деление, и в 100 раз меньшей, чем холодное двойное деление.

Открытие тройного холодного деления подтвердило теоретическую гипотезу о том, что в тяжелых ядрах имеют место «холодные» процессы перегруппировки больших кластеров нуклонов.

© А.И. Вдовин,
доктор физико-математических наук
Дубна

Космические исследования

Загадочное ускорение на краю Солнечной системы

Телеметрические данные, поступающие с «Пионера-10», «Пионера-11» и «Галилео», а также данные наземной сети для наблюдения далекого космоса (Deep Space Network — DSN), принадлежащей Лаборатории реактивного движения НАСА (Пасадена, США), позволили коллективу американских специалистов (J.D. Anderson, Ph.F. Laing, E.L. Lau et al.) установить наличие аномального ускорения в движении этих космических аппаратов. Помимо обычного ускорения, вызванного притяжением Солнца и спадающего обратно пропорционально квадрату расстояния от него, в движении аппаратов выявляется слабое добавочное ускорение, постоянное по величине и направленное в сторону Солнца.

¹ Ramayya A.V., Oganessian Yu.Ts., Hamilton J.H. et al. // Phys. Rev. Lett. 1998. V.81. № 5. P.947—950.

² Открыто в 1940 г. для ядер урана советскими учеными Г.Н. Флоровым и К.А. Петраком.

³ Ter-Akopian G.M., Hamilton J.H., Oganessian Yu.Ts. et al. // Phys. Rev. Lett. 1994. V.73. P.1477.

⁴ Открыт новый вид естественной радиоактивности // Природа. 1984. № 9. С.104.

«Пионер-10» был запущен в марте 1972 г., вскоре последовал «Пионер-11». После прохождения Юпитера и Сатурна аппараты двигались по гиперболической орбите вблизи плоскости эклиптики. Хотя миссия «Пионера-10» официально закончилась в 1997 г., он продолжает передавать сообщения на Землю. Радиосообщения от «Пионера-11» перестали поступать в 1990 г.

Космические аппараты типа «Пионер» идеально подходят для изучения динамики астрономических объектов. Впервые, они снабжены системой стабилизации собственного вращения; во-вторых, значительно удалены (в марте 1997 г. «Пионер-10» находился на расстоянии 67 а.е. от Солнца), и поэтому не требуют частого маневрирования с целью удержания правильной ориентации на Землю. Это позволяет проводить прецизионные доплеровские измерения и, в частности, определять ускорение аппарата с точностью 10^{-10} см/с² (по данным, усредняемым за пять дней).

Уже в 1980 г., когда «Пионер-10» находился на расстоянии 20 а.е. от Солнца, было отмечено систематическое несовпадение значений измеряемого ускорения аппарата и рассчитываемого по притяжению к Солнцу. Дополнительное ускорение направлено строго на Солнце и оценивается в $8 \cdot 10^{-8}$ см/с² (для указанного расстояния гравитационное притяжение к Солнцу около $3.8 \cdot 10^{-6}$ см/с²). Последующие измерения подтверждали этот результат со все большей точностью. Самой большой неожиданностью оказалось постоянство добавочного ускорения: по мере удаления «Пионера-10» от 40 до 60 а.е. величина ускорения не менялась с точностью $2 \cdot 10^{-8}$ см/с². Как показали детальные расчеты, anomальное добавочное ускорение не может быть вызвано ни гравитационным воздействием пояса Койпера, ни галактическим притяжением, равно, как и рядом других, негравитационных факторов: утечкой газа из аппарата, давлением солнечно-

го света или ветра и др. Все они дают вклад в ускорение по крайней мере на два-три порядка меньше.

Анализ движения «Галилео» дает близкое значение добавочного anomального ускорения ($\sim 10^{-7}$ см/с²), однако для этого аппарата вклад в ускорение из-за давления солнечного света примерно такой же величины, а кроме того, велика неопределенность, связанная с частыми маневрами «Галилео».

Ясно, что новые данные о движении этих аппаратов могут существенно прояснить механизм ускорения. Некоторые ученые не исключают возможность влияния совершенно новых гравитационных механизмов. Возможно, однако, альтернативное объяснение, включающее систематические ошибки анализа данных или неучтенные особенности космической навигации.

Physical Review Letters. 1998. V.81. № 14. P.2858—2861 (США).

Астрономия

Литиевая звезда

Астрономы Европейской южной обсерватории, расположенной в Чили, обнаружили звезду, в атмосфере которой содержится относительно много атомов лития¹. Звезды, содержащие Li, встречаются редко, и все они принадлежат к строго определенным типам. Связано это с тем, что Li легко подвержен ядерным превращениям, которые происходят с ним при температуре выше $2.4 \cdot 10^6$ К. В недрах даже самых холодных звезд Li быстро «сгорает» в термоядерных реакциях: конвективное перемешивание вещества между ядром и внешними слоями приводит к тому, что за время, обычно не превышающее 100 млн лет, Li почти полностью выгорает во

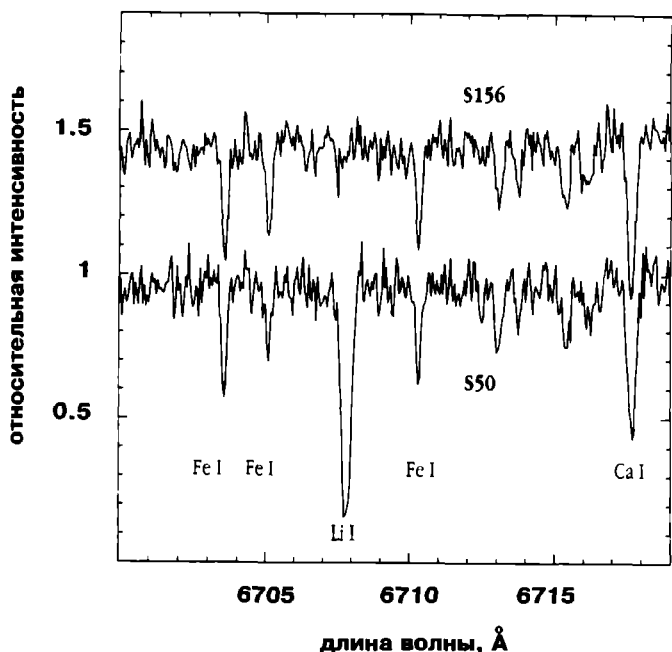
всем объеме звезды. В атмосфере Солнца, например, лития в 100 раз меньше, чем в окружающем межзвездном веществе, из которого Солнце когда-то родилось. Поэтому исходный литий обнаруживается только в атмосферах очень молодых звезд.

Но иногда Li появляется в атмосфере предельно старых звезд, населяющих асимптотическую ветвь гигантов на диаграмме Герцшпрунга—Рессела. Его происхождение объясняют ядерной вспышкой легкого изотопа гелия ³He в глубине звезды и выносом образовавшегося Li в верхние слои атмосферы. Поскольку такие звезды активно теряют вещество из оболочки, вместе с ним и Li попадает в межзвездную среду и входит затем в состав новорожденных звезд. Современное содержание Li в межзвездном газе раз в 10 выше, чем было в период формирования Галактики, когда химический состав среды отражал результат космического нуклеосинтеза.

Итак, у молодых звезд Li еще не сгорел, а у старых уже вновь образовался. Но звезда, которую обнаружили астрономы ЕЮО, имеет средний возраст и поэтому не должна содержать Li. Однако линии в спектре подтверждают его наличие и ставят астрономов в тупик.

Заметим, что в наблюдательной астрономии существует несколько способов делать открытия. Один из них — построить уникальный прибор, не имевший аналогов в мире, и с его помощью попытаться обнаружить новые объекты (например, сверхслабые звезды, сверхдалекие галактики) или увидеть известные объекты в новом диапазоне излучения. Подобный подход гарантирует открытия, но, как правило, требует больших финансовых вложений. Однако существует менее дорогостоящий способ: традиционными методами усидчиво изучать известные объекты в надежде, что рано или поздно некоторые из них продемонстрируют неожиданные свойства. Этот способ довольно часто дает результа-

¹ ESO Press Release 03/99. 2 February 1999.



Часть спектра звезды-гиганта S50 с линией Li (для получения спектра этого объекта понадобилась экспозиция в 1.5 ч). Для сравнения наверху представлен спектр подобной звезды S156, не содержащей лития.

ты, но и он требует не только кропотливого труда, но и немалой изобретательности.

Последнее замечание в полной мере относится к авторам открытия литиевой звезды. Работая в организации, создающей систему VLT (Очень большой телескоп²), астрономы не гнушаются модернизаций весьма старых инструментов, построенных десятки лет назад. Так, для телескопа обсерватории Ла-Силья (диаметр зеркала 1.52 м) силами сотрудников

ЕЮО, Государственной обсерватории Хайдельберга и Астрономической обсерватории Копенгагенского университета недавно построен новый широкодиапазонный оптический спектрограф с оптоволоконной связью (Fibre-feed Extended Range Optical Spectrograph — FEROS), заменивший классический кудэ-спектрограф этого телескопа, благодаря чему эффективность его работы возросла во много раз.

Дело в том, что спектрографы высокого разрешения — весьма массивны и при этом очень чувствительны; они могут работать лишь в условиях постоянной температуры и влажности. Такой громоздкий прибор, да еще с системой кондиционирования невозможно подвесить к вращающемуся телескопу скромного размера. Поэтому спектрограф устанавливают в отдельном термостатированном помещении рядом с телескопом, а свет звезды посылают в него с помощью сложной системы зеркал, которая согласует движущийся за звездой телескоп с неподвижным спектрографом (это и есть система кудэ, от французского

coude — изгиб, поворот). Отражение от многочисленных зеркал заметно ослабляет и без того слабый свет звезды. Поэтому детальные спектры до сих пор удавалось получать лишь для самых ярких звезд.

Новый спектрограф FEROS связан с телескопом 14-метровой оптоволоконной линией, которая передает свет практически без ослабления. Да и сам FEROS обладает прекрасными характеристиками: несмотря на сложность высокодисперсионного спектрографа, в нем регистрируется 46% входящего света. Изображение спектра получает ПЗС-камера, которая на 100 тыс. отдельных пикселей за одну экспозицию регистрирует спектр в диапазоне 360—920 нм с точностью по лучевой скорости около 3 км/с. Разумеется, данные моментально обрабатываются и выдаются астроному в виде спектров, пригодных для изучения и публикации. Теперь на этом скромном телескопе с полуметровым зеркалом можно детально изучать химический состав звезд типа Солнца на расстоянии в 2500 св. лет или исследовать движение газа в атмосферах звезд-гигантов в соседних галактиках Магеллановы Облака, удаленных на 150 тыс. св. лет.

Новый спектрограф оказался настолько эффективным, что уже в ходе его испытаний были получены отличные спектры многочисленных слабых звезд. Одной из них и оказалась литиевая звезда. Это гигант S50 из звездного скопления Беркли 21 (Be 21), удаленного от нас на 16 тыс. св. лет в направлении, противоположном центру Галактики. Все звезды в этом скоплении родились одновременно около 2500 млн лет назад. Хотя Li давно должен был сгореть в столь старых звездах, его содержание в атмосфере S50 оказалось таким же, как в межзвездной среде. По своей температуре и светимости S50 не может быть отнесена к звездам асимптотической ветви гигантов, а значит, согласно современной теории эволюции

² Подробнее см.: Очень большой телескоп начал «смотреть» // Природа. 1998. № 12. С.58—59; Сурди и В.Г. Первые спектры, полученные Очень большим телескопом // Природа. 1999. № 2. С.70—71.

звезд, Li не мог образоваться в этой еще не достаточно старой звезде.

Для объяснения феномена S50 астрономы видят пока лишь две возможности: Li мог попасть в атмосферу звезды-гиганта недавно вместе с упавшей туда планетой или с коричневым карликом³ (каннибализм среди звезд иногда случается); не исключено, что мы наблюдаем очень редкий момент в эволюции звезды-гиганта, когда Li образуется в ее недрах и выносится в атмосферу. Обе возможности весьма интересны: либо мы присутствуем при редком событии в жизни звездного коллектива — поедании гигантом карлика, либо нащупали брешь в теории звездной эволюции.

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

Планетология

Внутренние океаны спутников Юпитера

7 декабря 1995 г. космическая станция «Галилео» вышла на орбиту Юпитера, что позволило начать уникальные исследования его четырех спутников: Ио, Ганимеда, Европы и Каллисто. Магнитометрические измерения показали существенные возмущения магнитного поля Юпитера вблизи Европы и Каллисто. Одно из возможных объяснений — возбуждение в оболочках планет вихревых электрических токов, магнитное поле которых искажает поле планеты-гиганта. Эти токи могут распространяться в проводящей жидкости, например соленой воде океана, лежащего под поверхностью небесного тела; его существование на Европе уже почти доказано.

Магнитосфера Юпитера удерживает окружающую плаз-

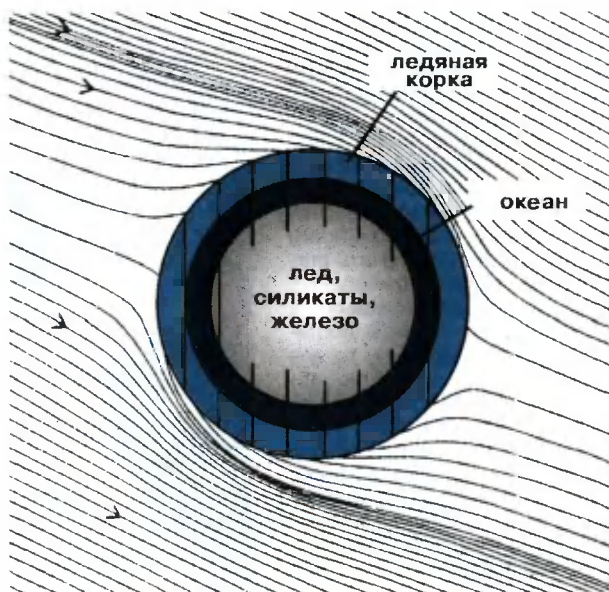
му в узком слое, полутолщина которого около двух радиусов планеты вблизи экватора эквивалентного магнитного диполя. Плазма вращается вместе с Юпитером, периодически накрывая его спутники. В системах отсчета, связанных со спутниками, магнитное поле пульсирует с амплитудами 220 нТл (Европа) и 40 нТл (Каллисто), наводя вихревые токи в проводящих слоях спутников. Эти токи генерируют вихревые магнитные поля также дипольной конфигурации, которые накладываются на собственные поля этих спутников. Периоды изменения магнитных полей составляют 11.1 и 10.1 ч для Европы и Каллисто соответственно. Возмущения полей, вызываемые взаимодействием спутников с магнитосферой Юпитера, значительно усложняют интерпретацию полученных результатов. В связи с

этим основное внимание было сосредоточено на анализе данных, полученных во время нахождения спутников вне области плотной юпитерианской плазмы.

Известно, что периодическое магнитное поле в ходе проникновения в электропроводную среду затухает, ослабевая в e раз на расстоянии от поверхности, называемом глубиной скин-слоя $\delta = (T/\mu\sigma)^{1/2}$, где σ — проводимость, μ — магнитная проницаемость среды, T — период изменения поля. Наблюдаемые вариации магнитного поля могут быть обусловлены токами в ионосфере, если толщина проводящего слоя превышает 0.18 при периоде 11 ч. На Европе эти слои могли бы быть созданы плазмой ионосферы или потоками захваченных ионов. Однако оценки показывают, что магнитные волны проникают через ионосферу без заметного ослабления. Более того, глубина скин-слоя в таких конкrecиях, как непроводящий лед и горные породы (из которых, вероятно, состоят спутники Юпитера), более 10^6 км.

Объяснить значительную индукцию и наблюдаемые возмущения магнитного поля не позволяет гипотеза о суще-

Конфигурация внутреннего и внешнего магнитного поля на спутнике, имеющем «подземный» океан. Наличие электропроводного слоя приводит к вытеснению горизонтальной (экваториальной) компоненты магнитного поля, тогда как вертикальная остается неизменной.



³ См.: Коричневый карлик с наименьшей светимостью // Природа. 1998. № 4. С.107—108.

ствовании у этих спутников внутреннего ядра из ферромагнитного вещества, поскольку в таком случае магнитное поле, спадая обратно пропорционально кубу расстояния, было бы в восемь раз меньше наблюдаемого.

Разумным объяснением выявленных вариаций магнитного поля у спутников может быть наличие «подземного» океана с соленостью (37.5‰), близкой к солености океанов Земли. Проводимость океанской воды примерно $2.8 \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{м}^{-1}$, поэтому уже в слое толщиной немногим более 10 км создавались бы вихревые токи, обеспечивающие наблюдаемые вариации.

Возможное существование подземного водного океана на Европе дискутируется уже более двух десятилетий. Аккреционные, радиогенные и приливные источники тепла на спутнике достаточно мощны, чтобы стать причиной обезвоживания глубинных слоев и формирования приповерхностного слоя воды толщиной более 100 км. Гравитационные измерения, проведенные аппаратурой станции «Галилео», подтвердили дифференциацию тела Европы: металлическое ядро и водно-ледяной покров толщиной около 100 км. Расчеты теплового баланса в приповерхностных слоях планеты пока еще не дают окончательного ответа на вопрос об агрегатном состоянии воды. Значительную неопределенность вносит отсутствие точных данных о реологии льда и зависимости его теплопроводности от температуры. Однако очевидно, что теплоизолирующий ледяной покров мог бы обеспечить стабильность водного океана.

Если наличие океана на Европе можно считать достаточно правдоподобным, то для Каллисто более вероятно обратное. Хотя мощность аккреционных и радиогенных источников тепла на спутнике близка к требуемой для возникновения жидкой фазы, гравитационные измерения с борта «Галилео» показали, что этот спутник состоит только из металлической оболочки и льда.

Существование воды во внешнем слое Каллисто возможно, однако для стабилизации жидкой фазы необходимо наличие либо приливов, которые, по данным «Галилео», отсутствуют, либо растворенной в воде соли. Более вероятно существование внутреннего водного океана у Ганимеда, имеющего дифференцированную структуру. Однако его сильное внутреннее магнитное поле маскирует все наведенные поля.

Nature. 1998. V.395. № 6704. P.749, 751, 777—780 (Великобритания).

Физика. Техника

Нанотрубки для нановесов

Единичные углеродные нанотрубки, созданные еще в 1991 г., продолжают интенсивно изучаться, причем находят все более широкое применение в нанотехнике и микроэлектронике¹. Речь идет о полых трубках диаметром 3—10 нм и длиной 2—4 мкм, стенки которых имеют очень прочную гексагональную структуру из атомов углерода.

¹ См.: Электросопротивление единичных углеродных трубок // Природа. 1997. № 1. С.107—108; Транзистор на основе углеродной нанотрубки // Там же. 1999. № 2. С.104—105.

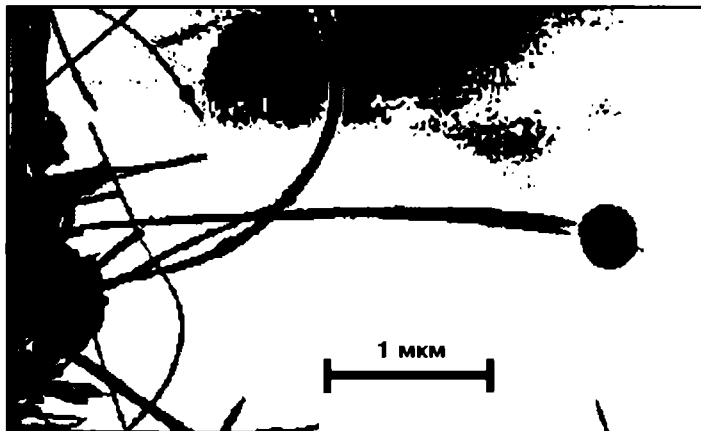
Недавно сотрудники Технологического института штата Джорджия (Атланта, США) под руководством В.де Хиира (V.de Heer) провели цикл исследований электромеханических свойств нанотрубок.

К углеродному волокну, «сплетенному» из нанотрубок, присоединяли золотую проволоку. Всю конструкцию крепили на специальном держателе и располагали на расстоянии 5—20 мкм от внешнего электрода. Подача переменного напряжения между проволокой и электродом заставляла нанотрубку вибрировать. Контролировали ее поведение электронным микроскопом. Это позволяло, по словам Хиира, наблюдать трубку и манипулировать ею как обычным предметом на рабочем столе.

На частотах от сотен кГц до единиц МГц трубки начинали резонировать, причем линии механического резонанса у всех трубок были очень узкими и строго индивидуальными в зависимости от их толщины, длины, плотности и упругих свойств. Это позволяло исследовать трубки независимо друг от друга.

Наиболее важным механическим свойством нанотрубок оказалась их аномальная упругость: высокие значения изгибной жесткости в очень большом диапазоне деформаций. При

Электронно-микроскопический снимок углеродной нанотрубки с подвешенной на ее конце микрочастицей массой 22 фг.



подаче постоянного напряжения между электродами и проволоочкой трубки сгибались под углом до 90°, но полностью восстанавливали свою форму после снятия напряжения.

Было установлено также, что коэффициент упругости материала, формирующего стенку нанотрубки, зависит от ее диаметра, что кардинально отличает этот материал от всех известных, коэффициент упругости которых не связан с их геометрическими размерами.

Одним из результатов проведенного исследования стало практическое использование выдающихся свойств нанотрубок для измерения массы частиц крайне малых размеров. При размещении взвешиваемой частицы на конце нанотрубки резонансная частота уменьшается. Если нанотрубка калибрована (т.е. известна ее упругость), можно по смещению резонансной частоты определить массу частицы.

На рисунке показан уникальный кадр, иллюстрирующий процедуру взвешивания частицы, масса которой оказалась равной 22 фемтограммам ($1 \text{ фг} = 1 \cdot 10^{-15} \text{ г}$). Резонансная частота данной нанотрубки 3.28 МГц упала под нагрузкой до 968 кГц. Независимая оценка массы частицы (исходя из ее объема и плотности) дала величину, близкую к 30 фг.

Более точных методов измерения массы предельно малых объектов, чем нановесы, пока еще нет. Исследователи полагают, что таким образом можно взвешивать вирусы, помещая их на кончике нанотрубки.

Georgia Institute of Technology
Release. 4 March 1999 (США).

Европе молодые ученые, еще не получившие степени доктора наук, сталкиваются со многими проблемами, в том числе с низким уровнем заработной платы.

Около одной трети мужчин (26%) и более трети всех опрошенных женщин (36%) утверждают, что их заработок занижен. Только в Нидерландах и Германии сравнительно большое число (45 и 38% соответственно) респондентов считают, что их работа оплачивается адекватно их квалификации.

Главным образом молодых ученых тревожат короткие сроки контрактов. Более трети специалистов в целом, а в Испании и Франции каждый второй беспокоится, что им не хватит времени для завершения исследования. Женщины жалуются на нехватку времени чаще, чем мужчины (45 и 32% соответственно), причем в качестве основных причин обычно называются устаревшее оборудование и программное обеспечение, а также обязанности, связанные с преподаванием, администрированием и подготовкой заявок на гранты.

Из результатов опроса следует, что в Великобритании, Нидерландах и Германии условия для работы молодых исследователей более благоприятные, чем во Франции, Испании или Италии. Неудивительно, что каждый второй молодой ученый в Великобритании — это приехавший из-за рубежа, а в Испании и Италии — это лишь каждый десятый.

Nature. 1999. V.397. No 6721. P.640—641 (Великобритания).

Биология

«Избыточное убийство»

Давно известно, что охотничьи инстинкты хищных беспозвоночных напрямую не связаны с чувством голода. Классические примеры — богомол или сольпуга, которые, не в силах остановиться, едят до тех пор, пока не умирают от раз-

рыва брюшка. Однако есть и менее выраженные проявления инстинкта: хищники ловят и убивают добычу, но не поедают ее целиком, а оставляют про запас или вообще бросают.

Детальные исследования феномена «избыточного убийства» у пяти видов пауков-сетостроителей провели американские экологи С.Ричерт и Дж.Мопин из Университета в Ноксвилле (штат Теннесси, США)¹.

Для сравнения они взяли пять сетей разных типов: беспорядочные у пауков-диктидид, горизонтальные на вертикальных растяжках у пауков-теридид, горизонтальные на боковых растяжках у линифидид, воронковые у агеленид и круговые у пауков-кругопрядов. Результаты полевых и лабораторных исследований совпали: действительно, пауки убивают больше, чем могут съесть. Причем охота ведется как пассивно (только с помощью сети), так и активно (самим пауком). У некоторых пауков основная масса «избыточной добычи» ловится активно, у других — пассивно.

В природных условиях изобилие пищи встречается крайне редко, и поэтому поведенческие механизмы, ограничивающие охоту, не выработались. Остаются пока неясными энергетические затраты и степень риска пауков во время охоты. Возможно, удобнее сразу убить побольше и запасти, чтобы не рисковать потом. С другой стороны, при характерном для пауков внекишечном пищеварении трудно доедать до конца убитую добычу — становится все тяжелее выкачивать пищевой раствор². Легче, если представится возможность, сразу перейти к следующей жертве.

¹ Riechert S.E., Maupin J.L. // Proceedings of the 17th European Colloquium of Arachnology. Edinburgh, 1997. Burnham Beeches, Bucks.: British Arachnological Society, 1998. P.203—210.

² Об особенностях внекишечного пищеварения у пауков см.: Как паук сосет свою жертву // Природа. 1991. № 11. С.113.

Организация науки

Лучше всего молодым ученым живется в Великобритании

Исследование, проведенное журналом «Nature» в 1998 г. путем опроса по электронной почте, показало, что в

Явление «избыточного убийства» выгодно использовать в биологической борьбе с вредителями сельского и лесного хозяйства. Необходимы дальнейшие, более тщательные исследования питания пауков в полевых условиях, а также при вспышках массового размножения вредителей.

© К.Г.Михайлов,
кандидат биологических наук
Москва

Биология. Экология

Жабы против мух — баланс между хозяином и паразитом

От множества паразитов — микроскопических, червеобразных, членистоногих и прочих — страдает не только человек, а, например, еще и жаба.

Еще в XVII в. натуралисты обратили внимание на странное заболевание у жаб, названное миазисом. Позднее выяснилось, что оно вызывается личинками мухи-падальницы. Представители рода падальницы имеют самые разные пищевые пристрастия: личинки некоторых (сапрофаги) питаются разлагающимися органическими веществами, другие перешли на частичное (факультативное) паразитирование и могут при случае «полакомиться» живыми тканями какого-нибудь животного. Но только *Lucilia bufonivora* стала настоящим (облигатным) паразитом, личинки которого не могут жить и развиваться вне тела хозяина. Вылупившись из отложенных на кожу земноводного яиц, они через носовые отверстия животного проникают в его организм и питаются сначала кровью, а затем и тканями. Экспериментально показано, что личинки могут повреждать даже череп земноводного, иногда вызывая поголовную гибель зараженных животных.

Недавно чешский исследователь В.Завадил (V.Zavadil; Агентство по защите природы и ландшафтов) провел специальное исследование в Запад-

ной Богемии: он проверял, насколько распространено заболевание миазисом среди серых жаб (*Bufo bufo*) — наиболее частого хозяина этой паразитической мухи¹.

За один сезон было найдено 108 зараженных жаб. Если же учесть, что в одной кладке мухи может быть до 400 яиц, к тому же зарегистрирован случай, когда из павшей лягушки «вылетело» 117 развившихся в ней мух, то возникает вопрос, как удастся жабам противостоять этой напасти. Каким образом при относительно невысокой численности серым жабам удастся выживать в условиях жесткого пресса столь экспансивного паразита?

Завадил на основании литературных данных и собственных наблюдений показал, что у жаб есть целый арсенал защитных средств. Начать с того, что жаба сама охотно поедает различных насекомых, и вредные падальницы не исключение. Далее, жабы постоянно обтирают передними лапами морду: кожа на этой части головы очень чувствительная, и малейшее раздражение вызывает рефлекторное движение лап, при этом жаба и взрослых мух отгоняет, и сбрасывает личинок, ползущих к ноздрям, а иногда и уже проникших туда. Естественно, личинок, которых удалось стряхнуть, жаба съедает, а других пытается — и вполне успешно — «содрать» с себя, зарываясь в землю, или «утопить», подолгу находясь в воде. Наконец, при линьке жабы удаляют личинок и кладки мух, просто стягивая их с собственной кожей. Вполне вероятно, что линьку может спровоцировать зуд от паразитов. Нелишне заметить, что при линьке жабы заглатывают сбрасываемую «шкурку», а следовательно, и прицепившихся к ней вредителей.

Завадил отмечает, что и внешние обстоятельства могут препятствовать полному истреблению жаб мухами. Нередко ослабленные миазисом особи становятся жертвами

хищников или погибают в таких местах, которые оказываются могилкой и для паразитов (дно водоема или солнцепек). Сами мухи, выбирая жертву побезопаснее, могут оставить потомство на уже зараженной жабе, и тогда погибнут все. Жабам помогают насекомоядные птицы, истребляющие падальниц, на их стороне и прохладная либо дождливая погода.

Словом, средств защиты так много, что правомочен вопрос, а как сохраняются в природе мухи? Оказалось, что, кроме огромной плодовитости, этому способствует удивительная жизнестойкость личинок — в эксперименте они выдерживали даже кратковременное пребывание в формалине!

© Д.В.Семенов,
кандидат биологических наук
Москва

Зоология

Альянсы и суперальянсы у дельфинов афалин

Разным видам животных в той или иной степени присуща социальность. У некоторых видов возникающие группы ограничены рамками семьи, у других формируются внесемейные сообщества.

Р.Коннор, М.Хейтхаус и Л.Бэр (R.Connor, M.Heithaus, L.Barre; Массачусетский университет, США) проследили формирование двух типов сообществ в популяции дельфинов афалин (*Tursiops truncatus*), насчитывающей около 400 особей. Первый тип представляет собой стабильные группы, включающие двух-трех самцов дельфинов. Такие группы постоянны в течение десятков лет. Две стабильные группы могут объединяться в группу второго порядка в целях совместной защиты и нападения; такие объединения уже не столь постоянны и в разное время могут включать разные стабильные группы. Они формируются на более короткий период времени и связаны не только сотрудничеством, но и конкуренцией.

¹ Zeitschrift für Feldherpetologie. Dezember 1997. Bd.4. № 1—2.

Другой тип сообществ афалин — так называемые суперальянсы. Они гораздо более лабильны по составу. В течение трех лет авторы наблюдали за суперальянсом из 14 самцов дельфинов, которые объединялись в группы по двое-трое, причем один и тот же дельфин мог быть членом нескольких малых групп и иметь нескольких партнеров. С течением времени структура связей между членами суперальянса изменялась, однако число животных оставалось прежним. Члены суперальянса принимают участие в межгрупповых конфликтах и могут проплыть несколько километров, чтобы прийти на помощь своим товарищам, что помогает им одерживать победу. Вероятно, крупные сообщества особенно выгодны для вида, обитающего в местах с большим числом хищников и достаточным количеством пищи.

Подобные сообщества встречаются и у других видов млекопитающих, например у павианов, хотя у них объединения самцов создаются в основном для совместной защиты от самцов более высокого ранга.

Авторы упоминают и человека, который как биологический вид с высокой социальнойностью чрезвычайно склонен к формированию различных групп и объединений. Подчеркивается, что у дельфинов афалин очень велик относительный размер мозга (по этому параметру они уступают только человеку); возможно, именно это и создает условия для развития сложных социальных связей.

Nature. 1998. V.397. № 6720. P.571—572 (Великобритания).

Зоология

Еще один секрет илистых прыгунов

В прибрежных мангровых зарослях влажных тропиков обитают удивительные рыбки — илистые прыгуны (*Periophthalmidae*). Они дли-

тельное время могут жить вне воды на корнях кустарников, обжигающихся во время отлива. Своеобразное строение грудных плавников позволяет им прыжками передвигаться по суше. Прыгают они и по воде, примерно так же, как умело брошенный человеком камень.

Во время морского отлива прыгуны сидят в оставшихся лужицах или на корнях кустарников. Обхватив корень передними плавниками и опершись на него хвостом, они могут даже подниматься вверх.

То, что рыбки способны обходиться без воды в течение 2.5 часов, известно давно, но лишь недавно японские и малайзийские биологи установили, что прыгуны способны переносить воздух в свои норки.

Обычно прыгуны обитают в приливо-отливной зоне побережья Юго-Восточной Азии, Австралии, Ближнего Востока и Африки. Во время высокой воды рыбки используют для убежища вырытые ими норки. В них же они откладывают икру. Биологов всегда удивляло, как они выживают в условиях, когда слишком мало кислорода? Оказывается, перед тем как отправиться в норку, рыбки набирают в рот и в полости между жабрами воздух и доставляют его в норки — ведь эмбрионы в яйце не могут развиваться без достаточного количества кислорода.

Эти рыбки передвигаются по суше чрезвычайно быстро, их даже бегом догнать трудно. Способны они и перепрыгивать с одного корня на другой! Находиться вне воды способны и некоторые другие виды рыб, но ни один из них не может позволить себе быть на воздухе 2.5 часа!

National Wildlife. June/July 1998. V.36. № 4. P.8 (США).

Зоопсихология

Обезьяны-«математики»

Уж если не математики, то по крайней мере кое-что смыслящие в арифметике. В

этом недавно убедились зоопсихологи Э.Брэннон и Х.Террейс (E.Brannon, H.Terrace; Колумбийский университет, Нью-Йорк).

Эксперименты проводились с двумя макаками-резусами (*Macaca mulatta*), получившими шекспировские имена — Макдугф и Розенкранц. В их распоряжение был предоставлен позиционно чувствительный к прикосновениям видеомонитор, на экран которого выводились случайные комбинации различных предметов, сгруппированных от одного до четырех в однотипные наборы (например, яблоко, два кольца, три цветочка, четыре банана).

Исследователи меняли размеры изображений, их яркость, расположение объектов и т.п. с целью убедиться, что обезьяны фиксируют именно число предметов, а не что-нибудь иное, скажем, занятую картинкой площадь экрана.

Когда животные касались участков монитора, где располагались изображения предметов, в той последовательности, которая отвечала счету от 1 до 4, они получали честно заработанный банан. Если ошибались, экран становился пустым и обезьянам приходилось ждать следующего предъявления.

Через полтора месяца обучения последовал сложный экзамен. В течение пяти дней обезьянам было предъявлено 150 новых наборов, не использовавшихся при обучении: исследователи должны были убедиться, что дело здесь не просто в памяти животных.

Оказалось, что в пределах от одного до четырех макаки действительно различают именно число предметов. Более того, впервые было показано, что обезьяны способны сортировать в возрастающем порядке и такие множества, с которыми их никто еще не знакомил. Стоило им показать два набора, насчитывающие от 5 до 9 однотипных, но не предъявлявшихся ранее предметов, как Розенкранц и Макдугф, касаясь монитора, ловко располагали их в восходящем

по количеству порядка. Теперь им предъявляли картинку только один раз, и подкрепления (т.е. награды за безошибочность) они не получали. Тем не менее в 75% случаев обезьяны правильно определяли порядок следования числа предметов (от 1 до 9). Итак, взрослые макаки способны производить простейшую арифметическую операцию — сравнение чисел в пределах первого десятка.

Ознакомленный с этими исследованиями психолог М.Хаузер (M.Hauser; Бостонский университет, штат Массачусетс) подчеркивает, что эти опыты доказывают способность обезьян считать, несмотря на отсутствие у них речи. Ученый полагает, что взрослый макак лучше «разбирается» в началах арифметики, чем годовалый ребенок, уже овладевший примитивной речью. Было бы интересно, считает Хаузер, выяснить, какие именно изменения происходят в мозгу человека, когда у него появляется способность выполнять более сложные операции, т.е. когда ребенок переступает тот барьер, который непреодолим для обезьяны.

Science. 1998. V.282. № 5389. P.746 (США).

Этология

Честная игра и изощренный обман: взаимоотношения птенцов и родителей

Действительно ли птенцы сообщают родителям о своих реальных потребностях в пище? Чтобы ответить на этот вопрос, Р.Килнер (R.M.Kilner; Кембриджский университет, Великобритания) с коллегами исследовали взаимоотношения тростниковых камышовок (*Acrocephalus scirpaceus*, сем. *Sylvidae*) с собственными птенцами и птенцами обыкновенной кукушки (*Cuculus canorus*, сем. *Cuculidae*), которая паразитирует на этом виде.

Ученые установили, что родители могут получить полную информацию о размере выводка, возрасте птенцов и их потребности в пище, основываясь только на суммарной площади открытых ртов и интенсивности ее выпрашивания (количестве издаваемых всеми птенцами криков). Эти два показателя возрастают по мере взросления птенцов и удлинения времени, прошедшего от последнего кормления. В опыте, когда птенцам предоставляли свободный доступ к пище, те из них, кто шире разевал рот и чаще кричал, потребляли ее больше, чем их менее активные братья и сестры. Следовательно, с помощью этих двух сигналов птенцы дают родителям «честную» информацию о своей потребности в пище.

Ситуация становится более сложной, когда в гнезде оказывается кукушонок — ведь по внешнему виду он ничем не напоминает их собственного птенца. Более того, несмотря на свои поистине гигантские размеры, он обладает сравнительно небольшим клювом, поэтому площадь его глотки примерно равна площади глотки только двух птенцов. Однако оказалось, что родители камышовки чувствительны к комбинациям зрительных и звуковых сигналов. В данном случае недостаточный размер клюва у кукушонка компенсируется усилением интенсивности выпрашивания — она соответствует количеству криков, издаваемых восьмью птенцами камышовки в возрасте одной недели. Интересно, что комбинация таких стимулов (глотка, как у двух птенцов, и интенсивность выпрашивания, как у восьмерых) поощряет родителей приносить такое количество пищи, как если бы в гнезде сидело четыре птенца (средний размер выводка для этого вида).

Таким образом, Килнер с коллегами нашли ответ на вопрос, который уже давно стоял перед этологами: почему птенцы кукушки издадут звуки с такой необычной интенсивностью?

Поскольку кукушки паразитируют на многих видах певчих птиц и, как известно, достигли исключительного сходства в окраске яиц, при дальнейших исследованиях можно ожидать новых встреч с такими же изощренными адаптациями во взаимодействии кукушонка с приемными родителями.

Nature. 1999. V.397. № 6721. P.667—672 (Великобритания).

Медицина

Против мигрени

Итальянский биолог М.Джаковаццо с коллегами (M.Giacovazzo; Университет Лацио, Рим), обследовав 225 случайным образом отобранных лиц, страдающих мигренью, установили, что 48% из них заражены бактериями вида *Helicobacter pylori* (ранее было известно, что они могут инфицировать язву желудка и некоторые виды рака пищеварительного тракта¹). Ученые сделали вывод, что эти бактерии если и не вызывают, то во всяком случае усиливают головные боли.

Эксперименты показали, что недельный курс приема антибиотиков избавляет от этих микроорганизмов 84% пациентов; в дальнейшем около четверти больных полностью освободились от приступов мигрени, а у большинства остальных они в течение года появлялись реже и были не столь сильными, как до лечения.

На международном симпозиуме, посвященном проблеме мигрени (Лондон, сентябрь 1998 г.), данное сообщение вызвало значительный интерес его участников.

New Scientist. 1998. V.159. № 2151. P.23 (Великобритания).

¹ См.: Хронический гастрит и язвенная болезнь — инфекционные заболевания? // Природа. 1995. № 3. С.22—45.

Биотехнология

Назад в средневековье: бактерии вместо химикатов?

В современной промышленности для окраски хлопчатобумажной пряжи часто применяют природный краситель индиго, добываемый из листьев вайды красильной (*Isatis tinctoria*), путем перевода его в растворимую форму. Сегодня для этих целей в чаны с листьями добавляют дитионит натрия (примерно 2 кг на 3 кг индиго), однако побочные продукты этого процесса представляют определенную опасность для окружающей среды.

Группа английских исследователей (A.N.Padden, V.V.Dillon, Ph.John et al.; Ридингский университет, Великобритания) обнаружила, что один из ранее не известных штаммов бактерии *Clostridium*, инкубируемый в анаэробных условиях при 47°C и pH9, способен переводить индиго в растворимую форму. Авторы полагают, что именно этот штамм бактерий способствовал окрашиванию ткани в эпоху средневековья, когда не были доступны современные химические соединения, и предлагают заменить химический метод ферментативным.

Nature. 1998. V.396. № 6708. P.225 (Великобритания).

Экология

Роль лесов умеренной зоны преувеличена

О том, что в результате сжигания ископаемого топлива и уничтожения лесов количество диоксида углерода в атмосфере все время возрастает, знают, кажется, все. Гораздо менее известно, что свести баланс CO₂ специалистам никак не удастся. Концентрация CO₂ в атмосфере оказывается существенно меньше той, которую следовало бы ожидать, зная истинные масштабы его антропогенных выбросов. В

начале 70-х годов этот дисбаланс «списывали» на поглощающую способность Мирового океана, казавшуюся почти безграничной. Однако тщательные исследования диффузии атмосферного CO₂ на разных участках акватории показали, что за год океан поглощает не более 0.5·10¹⁵ г углерода, т.е. не более 1/4 от того количества, которое составляет «неучтенный сток».

Недавно возникло предположение, что «неучтенный углерод» может связываться в лесах умеренной зоны Северного полушария. Дело в том, что рост лесов на этих широтах нередко лимитируется нехваткой азота, но в последнее время в результате значительного поступления в атмосферу соединений азота из антропогенных источников происходит фактическое их удобрение этим элементом (прежде всего в виде NO₃ и NH₄, выпадающих с атмосферными осадками). При снятии ограничений по азоту можно ожидать существенного увеличения продуктивности этих лесов, а следовательно — и связывания дополнительных количеств CO₂.

Результаты практической проверки этой вполне правдоподобной гипотезы опубликовал недавно К.Нэдделхоффер из Лаборатории морской биологии в Вудс-Холе (США) совместно с коллегами из Великобритании, Дании, Норвегии, Голландии и Швейцарии¹. Работая в течение нескольких лет в разных лесах Центральной Европы и Северной Америки (от 42 до 58° с.ш.), исследователи показали, что на росте деревьев не сказывалось значимо ни искусственное удобрение азотными соединениями (содержащими изотоп ¹⁵N), ни уменьшение поступления азота из атмосферы (использовались специальные тенты, установленные под пологом леса). Только 3% добавленного азота переходило в древесину, а остальное связывалось в почве.

¹ Nadelhoffer K.J., Emmett B.A., Hundersen P. et al. // Nature. 1999. V.398. № 5623. P.145—148.

Однако отношение C/N в почве значительно меньше, чем в древесине, поэтому существенного накопления углерода и здесь, видимо, не происходит.

Общая оценка связывания CO₂ лесами умеренных широт, согласно Нэдделхофферу с соавторами, составляет 0.25·10¹⁵ г углерода за год. Эта величина примерно в 6—8 раз меньше той, которую следовало бы ожидать в соответствии с представлениями о возросшей продукции умеренных лесов вследствие поступления дополнительного количества азота.

© А.М.Гиляров,
доктор биологических наук
Москва

Экология

Что век грядущий нам готовит?

Авторы специального доклада «Положение в мире», опубликованного Институтом наблюдений за миром (Worldwatch Institute), считают: будущее человечества омрачено беспрецедентной угрозой природе. Быстрое исчезновение лесов, ухудшение качества воды, ускоряющееся изменение климата могут подорвать мировую экономику в ближайшие десятилетия.

В течение XX в. численность населения мира выросла более чем на 4 млрд, превысив втрое население начала столетия. За то же время потребление энергии и сырья увеличилось более чем в 10 раз.

Вера в технологию и прогресс человечества еще не утрачена, однако в сегодняшнем мире многие экономисты-футурологи, похоже, забыли, что в основе всего лежит природа, которую столь стремительно разрушает современная экономика. Человечество уже стало конкурировать с локальным источником природных ресурсов, но ныне антропогенная деятельность угрожает природе в планетарном масштабе. К числу основных проблем отнесены следующие.

Энергоресурсы. Потребности в них удвоятся за ближайшие десятилетия, однако прогноз добычи и производства энергоносителей не дает оснований надеяться на их реализацию.

Питание. Недостаток водных ресурсов может стать основным препятствием увеличения производства продовольствия.

Обезлесивание территорий. Выжигание тропических лесов с целью создания сельскохозяйственных земель создает беспрецедентную угрозу пожаров на обширных площадях Юго-Восточной Азии, в Амазонии и Северной Америке.

Сокращение биоразнообразия. Ухудшение среды обитания ведет к исчезновению многих видов живых организмов, что грозит нарушением экологического баланса в природе на разных уровнях. По данным Международного союза охраны природы за 1997 г., из 242 тыс. видов растений 33 тыс. (14%) находятся на грани исчезновения.

Загрязнение атмосферы. Концентрация в атмосфере CO_2 находится на самом высоком уровне за последние 160 тыс. лет и продолжает увеличиваться. Резкое повышение глобальной температуры в 1998 г. побило рекордные показатели, державшиеся с середины прошлого века.

Колебания климата. Издержки, вызванные изменениями погодных условий, составили только в 1998 г. 68 млрд амер. долл., что превышает аналогичные расходы за все предшествующие десятилетия.

Пандемия СПИДа. В следующем столетии человечество может столкнуться с непосредственной угрозой существованию целых популяций. В некоторых африканских странах до 20—25% населения ВИЧ-инфицированы.

Переход к новой, экологически сбалансированной, экономике, может привести, считают авторы доклада, к таким же глубоким изменениям, как и в эпоху Промышленной революции, однако мы обязаны сделать такой переход, как это сделали наши прадеды, перевернувшие мир столетие назад. Создание экономики, которая не причиняет вреда окружающей среде, — общая задача всего человечества, поскольку отдельные государства не в состоянии самостоятельно решать глобальные экологические проблемы.

Один из возможных путей решения экологических проблем — ограничение тех видов деятельности, которые их вызывают. Например, правительство Германии снизило на 2.4% налог на зарплату и на столько же увеличило налог на пользование электроэнергией. Более кардинальная мера — введение значительных налогов на использование угля или топлива для двигателей внутреннего сгорания — делает конкурентоспособным внедрение экологически чистых энергоносителей.

Переход на новые, экологически чистые технологии сулит значительные выгоды будущим инвесторам. Например, производство солнечных фотоэлементов уже удвоилось за последние пять лет. Внедрение водородных топливных элементов, используемых для самых различных целей — от тепловых электростанций до двигателей внутреннего сгорания, — потребует вложения миллиардов долларов.

В XXI в. должны быть выработаны новые этические нормы, в основу которых положены экологические ценности. Насущная задача — организация массовой поддержки фундаментальным экономическим преобразованиям, с тем чтобы экономика XXI в., будучи гораздо более рациональной и экологически чистой, оказалась не менее производительной.

Worldwatch Institute. News Release. January 16 1999 (США).

Охрана окружающей среды

Как разрешить плутониевую проблему?

После окончания холодной войны США и Россия заявили о намерении вполноценно уменьшить запасы оружейного плутония. Конгресс США выделил 2 млрд долл. на изъятие 50 т этого вещества с намерением либо переработать оружейный Pu в горючее для атомных реакторов, либо полностью вывести его из утилизации, для чего смешать с другими высокоактивными отходами, а затем инкапсулировать и захоронить (что воспретит его кражу)¹. Россия также готова превратить 50 т оружейного плутония в реакторное топливо, если западные страны предоставят финансовую и техническую помощь.

В Великобритании и Франции осуществляются миллиардные программы по извлечению из отработанного топлива промышленных ядерных реакторов примерно 20 т Pu в год. В 1997 г. было сепарировано около 9 т, однако количество переработанного Pu продолжает во всем мире расти, приближаясь к 170 т, что сравнимо с массой военного плутония.

Промышленный плутоний хранится в виде PuO . По мнению большинства экспертов, его легко восстановить до металлического состояния и использовать для производства ядерного оружия. Поэтому промышленный плутоний потенциально опасен. Поначалу оправданием для его накопления служила концепция использования Pu в качестве «стартового» элемента для нового поколения реакторов-размножителей, которым предстояло стократно увеличить производство энергии, получаемой из природного урана путем превращения ^{238}U в ядерное горючее. Но надежды на быстрое развитие атомной энергетики в

¹ См. также: Плутониевая проблема // Природа. 1998. № 7. С.110—111.

этом направлении не оправдались, а запасы U оказались столь велики, что потребность в размножителях потеряла актуальность.

Из политических соображений США не принимают «чужой» Pu и не отдают свой на переработку, поэтому приходится строить все новые хранилища для отходов АЭС, что встречает противодействие местных властей и общественных организаций.

Почти незамеченным остается тот факт, что уральское предприятие «Маяк» продолжает на коммерческих условиях перерабатывать отходы, получаемые от АЭС России, Венгрии и Украины. Это добавляет к уже хранящимся там 30 т Pu примерно 1—2 т в год.

В связи с обострением плутониевой проблемы Ф.Н.фон Хиппел (J.N. von Hippel; Принстонский университет, штат Нью-Джерси, США) предлагает новую схему ее решения: полный отказ от утилизации отработанного топлива и сокращение запасов сепарированного Pu в хранилищах.

Великобритания, создавая Селлафилдское предприятие по переработке радиоактивных отходов, заключила контракты, по которым 60% расходов должна нести Япония, а остальные — страны Западной Европы. Сама же обязалась принять от иностранных государств 4500 т радиоактивных отходов, получаемых на АЭС с реакторами на легкой воде, а через несколько лет вернуть этим странам 40 т Pu в стеклянных контейнерах, а также предоставить им контейнеры для эквивалентного количества радиоактивных веществ, извлекаемых в процессе переработки. Еще в 1993 г. Хиппел предлагал специалистам Великобритании обменять 40 т сепарированного Pu и сопутствующие отходы на иностранное отработанное топливо, которое легче хранить, и тем самым сэкономить средства на эксплуатацию Селлафилдского предприятия и очистку окружающей среды. Но тогда эти предложения не были приняты. Сегодня эти возможности сузились, но

и теперь Великобритания в состоянии обменять около 30 т накопленного промышленного Pu и сопутствующих отходов. Кроме того, она могла бы приостановить переработку топлива, поступающего от ее собственных, более современных реакторов с газовым охлаждением: оно, как и от реакторов на легкой воде, тоже подходит для длительного хранения. Стоимость же хранения радионуклидов намного меньше, чем их переработка. Подобные меры сократили бы накопленный в Великобритании реакторный Pu еще на 25 т к 2010 г.

У Франции нет такого количества Pu, чтобы заниматься подобным обменом, но она могла бы предложить иностранным компаниям временное хранение отходов вместо услуг по их переработке.

Согласно договорам иностранных компаний с Россией, сепарированный «чужой» Pu остается на нашей территории, причем предприятие «Маяк» молчаливо соглашается хранить у себя и радиоактивные отходы переработки, получая доход всего лишь в десятки миллионов долл. США в год. Такая действительность «Маяка» противоречит законам об охране окружающей среды. Лучшим решением было бы вовсе прекратить ее. Взамен целесообразно при условии финансовой поддержки Запада создать на предприятии надежные условия хранения, а затем и избавления от излишков плутония.

Nature. 1998. V.394. № 6692. P.415 (Великобритания).

последствия, вызванные прохождением урагана Феликс в 1995 г. через западную часть Атлантического океана, для водной и воздушной сред.

Установлено, что большие массы CO₂ «высосаны» ураганом из морской воды и перемещены в атмосферу. Над Саргассовым морем количество CO₂, поступающего с поверхности воды, летом 1995 г. возросло примерно на 55%. Вызвано это было тем, что мощный воздушный поток за 2-3 недели охладил верхние слои воды на 4°C, сократив ее способность поглощать газ. Переходу CO₂ из воды в атмосферу в значительной мере способствовали сильный ветер и волнение. Этот эффект раньше не привлекал внимания исследователей.

Большинство климатологов считает, что глобальное потепление, связанное с накоплением CO₂ в атмосфере, должно приводить к учащению ураганов, или, по крайней мере, к возрастанию их интенсивности. Таким образом, может создаться положительная обратная связь: возникновение урагана будет способствовать формированию новых ураганов. Так ли это, должны показывать как натурные наблюдения, так и математическое моделирование подобных процессов.

Nature. 1998. V.395. № 6697. P.58 (Великобритания).

Сейсмология

Токио под угрозой

Сейсмологи, возглавляемые Ц.Катаямой (Т.Катаяма; Национальный институт наук о Земле и предотвращения катастроф, Цукуба, Япония), изучили эволюцию разлома земной коры на о.Хонсю. Этот разлом, протянувшийся вдоль залива Суруга, в 130 км к западу от Токио, находится в районе субдукции, где Филиппинская плита погружается под Евразийскую.

Еще в 70-х годах японские сейсмологи определили

Геофизика

Ураганы и парниковый эффект

Специалисты по химии атмосферы и океана из Южно-Калифорнийского университета в Лос-Анджелесе (США) во главе с Н.Бейтсом (N.Bates; Бермудская биологическая исследовательская станция в Гамильтоне) проанализировали

расположение эпицентров землетрясений, происходивших на границах этих плит за последние 300 лет. Сильная сейсмическая активность проявляет себя в среднем раз в 140 лет; вместе с тем обнаружен факт «сейсмического молчания» — перерыв в подземных толчках, продолжающийся с 1854 г. по настоящее время.

За последние полтора года токийский Центр оценки землетрясений зафиксировал существенный рост частоты подземных толчков с $M \geq 4$ по шкале Рихтера.

Известно, что толчки умеренной силы иногда разряжают напряжение, накопившееся в пределах разлома, снижая вероятность более мощного землетрясения. Однако, как полагает ведущий специалист Центра Й.Окада (J.Okada), к данному району это не относится, так как общая энергия, выделившаяся до сих пор с толчками, составляет лишь около 0.1% величины, которую, по оценкам, следует ожидать от предстоящего мощного землетрясения. По утверждению Окады, толчок средней силы может произойти теперь в любое время, правда, что именно следует называть «средней силой», остается пока неясным. Заблаговременность же прогноза в лучшем случае может достигать 2—3 сут.

Специалисты разработали сценарий возможных событий, согласно которому незадолго до мощного землетрясения земная поверхность к западу от залива Суруга начнет вздыматься — последние же 140 лет она здесь опускается, видимо, затягиваясь в глубь вместе с Филиппинской плитой. Скорость опускания до 1980 г. составляла 5—6 мм/год, но в 90-х годах процесс замедлился до 3—4 мм/год. Этот факт свидетельствует, что Евразийская плита усилила свое сопротивление, и в результате возможно катастрофическое землетрясение магнитудой до 8.1 по шкале Рихтера, что в 25 раз сильнее толчка, происшедшего в 1995 г. в Кобе.

Насколько все это угрожает столице, пока неясно.

Крупные землетрясения, разрушавшие Токио в 1923 и 1929 гг., были связаны с разломами, проходящими ближе к городу. По мнению большинства специалистов, здания столицы способны перенести землетрясение даже магнитудой 8.1. Однако некоторые эксперты по сейсмостойкому строительству и геологи опасаются, что почва, на которой возведены отдельные районы Токио, может в случае подземных толчков стать настолько пластичной, что будет угрожать разрушительными последствиями.

New Scientist. 1998. V.157. № 2118. P.20 (Великобритания).

Археология.
Палеогеография

Первопоселенцам не повезло с погодой

До сих пор остается тайной, что случилось с первопоселенцами Северной Америки, пытавшимися в 1587 г. обосноваться на о.Роанок, расположенном неподалеку от побережья нынешней Северной Каролины. Три года спустя после высадки со всем имуществом, скотом, сельхозорудиями и зерном для посева колонисты (а их было 120 человек) бесследно исчезли. Причalicившее здесь в 1590 г. английское судно почти никаких следов белых людей не обнаружило.

Через пару десятилетий беда постигла Джеймстаунскую колонию британцев в Вирджинии. Тысячи крестьян-переселенцев здесь умерли от голода, и немногие из оставшихся в живых подумывали бросить столь негостеприимные края.

Современные историки каких только объяснений не предлагали: неприспособленность к местным условиям, внутренние свары, враждебность туземцев... Но все это не находило должного фактического подтверждения. И только теперь археолог Д.Блэнтон (D.Blanton; колледж Вильяма и Мэри в Вильямсбурге) обратил внимание на то, что

джеймстаунские колонисты засвидетельствовали жалобы индейцев на плохой урожай кукурузы, и подумал — не виноват ли в этом климат?

Д.Блэнтон обратился к палеодедентрологу Д.Сталу (D.Stahle; Университет штата Арканзас, Фейтсвилл). Руководимая им группа исследовала спилы древесины 140 болотных кипарисов (*Taxodium distichum*), выросших поблизости от обеих древних колоний.

Оказалось, что для своего переселения колонисты не могли выбрать времени хуже. Джеймстаунцы высадились в 1607 г., как раз в разгар семилетней жесточайшей засухи. Те же, кто попытался заселить о.Роанок, оказались еще более невезучими. Хотя засуха была там сравнительно краткой, зато значительно более жестокой.

Переселенцы в Джеймстауне рассчитывали обменять на продовольствие привезенные ими слитки меди — металла, который индейцы ценили весьма высоко. Но и сами туземцы в это время сильно страдали от недоедания, и им было не до металла. Засуха усугубила трения между двумя столь различными культурами, и одна из них должна была исчезнуть.

Science. 1998. V.280. № 5363. P.564 (США).

Археология

Индейцы носили... лапти

Первые европейцы, прибывшие в Северную Америку, отмечали, что местные жители носили кожаные мокасины. Вероятно, предположили они, это и есть традиционная обувь индейцев. Но теперь выясняется, что в XV—XVI вв. это просто был «последний крик моды».

Лет 40 назад в одной из пещер штата Миссури была найдена целая коллекция «обувки», принадлежавшей местным индейцам. Среди неплохо сохранившихся 18 предметов оказалось 11 пар обуви пле-

теных русских лаптей. Они изготовлены из веточек и жестких листьев растений, отличающихся волокнистостью тканей. И только два «ботинка» были «классическими» кожаными мокасинами.

Недавно антрополог М.О'Брайен (М.О'Brien; Университет штата Миссури, Колумбия) взял за детальное изучение этой пещерной коллекции. Методом радиоактивного углерода были датирова-

ны семь древних «лаптей». Самому старому оказалось 8300 лет, т.е. он был сплетен более чем за 7 тыс. лет до Колумбова открытия. Один «лапоть» относительно молод: ему 940 лет. Остальным — от 1100 до 5400 лет.

Обувь явно была предназначена для ходьбы по каменистой и пересеченной местности: об этом говорит толстая и грубая подошва, а также большая изношенность в пятках и

носках тех «лаптей», что были в длительном употреблении. Исследователь считает, что «лапти» для этих целей удобнее мокасин. Еще его поразило сходство «пещерной» обуви с той, что в качестве сувениров продают заезжим туристам и сегодня индейцы племени уарачи, населяющие сельские районы Мексики, которые очень далеко расположены от штата Миссури.

Science. 1998. V.281. № 5373. P.72 (США).

КОРОТКО

Астроном М.Цубер (M.Zuber) сообщила о точных измерениях северной полярной шапки Марса, которые были выполнены в Массачусетском технологическом институте (Бостон, США) под ее руководством. В ее докладе на конференции Американского геофизического союза (Сан-Франциско, декабрь 1998 г.) отмечается, что прежде называвшиеся параметры сильно завышены: ледник имеет мощность не 5—6, а не более 3 тыс. м. Общий объем заключенного в нем льда — примерно 1.5 млн км³, следовательно, в талом виде этот лед никак не мог образовывать гигантский океан, который, по мнению многих исследователей, некогда покрывал чуть ли не все северное полушарие Марса (для этого потребовалось бы десятикратное количество влаги).

Таким образом, остается загадочным, куда подевалась вода, которая, по разным признакам, некогда изобиловала на ныне засушливой планете. New Scientist. 1998. V.140. № 2165. P.22 (Великобритания).

Для мониторинга магнитного поля Земли над морскими акваториями группа специалистов из Училища и Обсерватории наук о Земле в Страсбуре (Франция) создала сверхлегкий самолет, управление которым ведется через

спутниковую систему глобального позиционирования. Высокая скорость и маневренность летательного аппарата в сравнении с морскими исследовательскими судами делают такое средство мониторинга намного более эффективным. Получаемая информация позволяет оценивать структуру и мощность геологических пластов под морским дном. Кроме того, данные магнитометрии помогают локализовать аномалии магнитного поля, созданные объектами из ферромагнитных металлов (минами, затонувшими судами и т.п.).

Science et Vie. 1998. № 973. P.41 (Франция).

Вудсхолский океанографический институт более 30 лет использует для глубоководных исследований подводный обитаемый аппарат «Алвин» («Alvin»). Недавно ВМФ США в рамках программы смены приоритетов передал институту ПОА «Си Клиф» («Sea Cliff»). С 1968 г. военно-морские специалисты эксплуатировали его для проведения работ по военной тематике, включая поиск и обеспечение подъема затонувших судов и объектов, их инспекцию и фотографирование. Рабочая глубина погружения «Си Клифа» — 6100 м, что на 1800 м превышает рабочую глубину «Алвина».

Geotimes. 1998. V.43. № 11. P.10 (США).

Контрольная нить — это тонкая паутинка, которую пауки почти постоянно выделяют при передвижениях. Ее функции многообразны, но недавно удалось обнаружить совсем необычную.

Новозеландские пауки-скакуны *Trite planiceps* строят укрытия-гнезда в свернутых листьях льна *Phormium tenax*. Вокруг своих убежищ они оставляют несколько контрольных нитей. В поисках самки паука в первую очередь обследует именно те листья, которые помечены этими нитями, тем самым облегчая обнаружение полового партнера. Интересно, что самки того же вида на контрольные нити самцов никак не реагируют.

Journal of Arachnology. 1998. V.26. № 3. P.330—334 (США).

Изучая поведение перуанского древесного паука-птицееда *Avicularia urticans*, который не умеет плавать, исследователи (С. Mulvaney, M.W. Robertson) установили, что по необходимости, после нескольких попыток, пауки переплывают небольшой водоем гораздо быстрее, чем плывущие в первый-второй раз.

Таким образом, еще раз показано, что не только слепые инстинкты управляют поведением пауков.

American Arachnology. 1998. № 56. P.5—6 (США).

Пиковые переживания

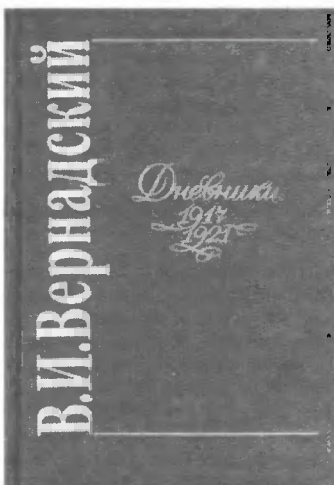
Г.П.Аксенов,

кандидат географических наук

Институт истории естествознания и техники им. С.И.Вавилова РАН

ЕСЛИ когда-нибудь будут целиком изданы дневники Вернадского, записи за 1917—1921 гг., обладающие драматической силой и выразительностью, стоит выделить в особую книгу. Здесь развиваются два сквозных сюжета: один следует линии непрерывного скольжения ученого в социальную пропасть, в разрывы, в унижения вплоть до грани гибели, а другой поднимается к высотам духа и полного осмысления своей личности.

Что такое Вернадский в 17-м году? Крупное национальное явление. Известный ученый, академик и профессор, организатор науки, член российской «палаты лордов» — Государственного Совета, один из основателей кадетской партии. В течение 25 лет он вел земскую просветительскую работу, организовывал съезды земцев, самодеятельные профессорские союзы, изучал состояние высшего образования в стране. С приходом революции он был востребован: весной возглавил комитет по реформе высшей школы, летом стал заместителем министра народного просвещения. Его дневники отражают размах разворачивающейся работы по открытию новых вузов, академий наук, исследовательских институтов, планы им самим образованной Комиссии по изучению естественных производительных сил, а также Ученого комитета Министерства земледелия, куда его избрали.



В.И.Вернадский. ДНЕВНИКИ 1917 — 1921 гг. / Под ред. К.М.Сытника, Б.В.Левшина. Сост. С.Н.Киржаев, А.В.Мемелов, В.С.Неаполитанская, М.Ю.Сорокина. Киев: Наукова думка, 1994—1997. — Т.1. Октябрь 1917 — январь 1920. 272 с.; Т.2. Январь 1920 — март 1921. 328 с.

Понимая важность происходящего, Вернадский начинает вести каждодневные записи. 3 ноября — о большевистском перевороте: «Невозможное становится возможным и разворачивается небывалая в истории катастрофа или, может быть, новое мировое явление. И в нем чувствуешь себя бессильной пылинкой» (т.1, с.28). Он находится близко к центру событий, почти ежедневно участвует в заседаниях теперь ставшего подпольным Временного правительства, в заседаниях ЦК своей партии. Огромное количество его записей бесценны для истории.

От имени своего Министрства Вернадский подписывает два важнейших акта Временного правительства: обращение к гражданам России и постановление о созыве Учредительного собрания. Они были опубликованы в тогда еще уцелевших газетах и вызвали бешеную ненависть большевиков, которые объявили кадетскую партию вне закона и издали приказ об аресте всех подписавших обращение. Вернадскому приходится скрываться, и 19 ноября он уезжает в Полтаву, не зная, когда вернется. Начинается трехлетнее скитание по охваченной гражданской войной стране.

В течение полугода он жил в Полтаве, пытаясь в отрыве от научной среды, книг, лабораторий работать теоретически и как бы специально для осмысления происшедших событий. Там тоже беспокойно: пришли большевики, потом немцы.

Большой катастрофы, чем социальная революция, нельзя придумать для страны, пишет он. Ни о каких преобразованиях никто не слышит, идет вооруженный захват власти и беззастенчивый, безудержный грабёж со всех сторон — от властей до расплотившихся бесчисленных банд, разнообразных «полевых командиров». «Масса замученных и избитых, истерзанных людей... Какой ужас и какое преступление. И какая без героев каторжная русская революция. Сразу погибла не только вековая историческая задача русского государства —

конституционность, еще недавно казавшаяся близкой, но погибла и народная вековая задача — земля. Сейчас ясно, что это нелепость. Это может сделать могучее независимое государство, а не раздробленная Россия, попавшая в кабалу к немцу» (т.1, с.61).

Вернадский переосмысливает огромный пласт новейшей русской истории, в которой участвовал сам, подвергает сомнению те цели, к которым стремились народ и его интеллигенция. Их движения дали результат совершенно противоположный тому, который заявлен, из-за темноты и неразвитого гражданского сознания народа и его непонимания образованным классом. Для интеллигенции народ был фетишем, а между тем это понятие племенное, темное, на его основе нельзя строить общественную жизнь современного государства. Гражданское общество соответствует не народу, а нации. Задолго до наших дней, когда кладут в основу государственного устройства не общую волю в понимании Руссо и Маркса, а обеспечение прав каждого без исключения человека, Вернадский как строгий ученый уже тогда делает определенные выводы и развивает либеральную общественную мысль.

«В каждом государстве и народе есть раса высшая, творящая творческую созидательную работу, и раса низшая — раса разрушителей или рабов. Несчастье, если в их руки попадает власть и судьба народа или государства. Будет то, что с Россией. Нация в народе или государстве состоит из людей высшей расы. Демократия хороша, когда ею обеспечено господство нации. А если нет? Равенства нет, и

надо сделать из этого выводы. Очевидно, в государственной, общественной и экономической жизни при построении прав необходимо добиваться таких условий, при которых обеспечивалась бы нации возможность широкого и полного проявления и при которых наименее была бы опасной деятельность отрицателей и рабов. Мне кажется, при таком построении значительная часть демократических учреждений должна получить свое основание, ибо нация не совпадает ни с сословием, ни с классом» (т.1, с.77).

Вернадский считал, что радикальные политические деятели, в том числе и в кадетской партии, нанесли большой вред стране, потому что использовали в политической борьбе темные силы народа, надеясь направить их в нужное русло.

«Я сейчас очень холоден к партийным вопросам, тем более что для меня ясна ошибочность основного принципа партии Народной Свободы — принципа народоузости» (т.1, с.156).

«Стихий управлять невозможно. Государственное устройство должно обеспечить свободную творческую работу «организаторов и изобретателей», которых эксплуатируют при неправильном общественном устройстве как капиталист, так и рабочий, в особенности при социализме. А ведь именно от имени рабочего класса творится то, что творится вокруг, — «разгром русским народом самого себя» (т.1, с.81). Самое ценное, что есть в нации, считает Вернадский, ее творческие личности, и потому больше, чем невиданный разгром всей культурной инфраструктуры, его ужасает гибель людей. Дневники заполнены, переполнены

именами. Не в состоянии хоть как-то упорядочить жизнь, не зная будущего, Вернадский, будто подчиняясь какому-то инстинкту памяти, некоему грядущему всеобщему воскрешению, когда потребуются знания о каждом, записывает сведения обо всех попавших в его поле зрения людях, гибнущих в вихре войны, умирающих от голода, холода и тифа.

Вернадский продолжает свою деятельность в Полтаве, где организует Общество натуралистов при музее, в котором хранятся почвенные карты ученого времен экспедиций с Докучаевым. В мае 1918 г. появляется возможность создания Украинской академии наук, и Вернадский начинает ее организацию при гетманском правительстве, продолжив работу при Петлюре, при большевиках, при добровольцах и других десяти сменах власти в Киеве.

Летом 1917-го Вернадский начинает вести записи под названием «Мысли о живом веществе» и ведет их потом в течение трех лет в случайных пристанищах, без тепла и света, на оберточной бумаге, теряя тексты и возобновляя их снова. Поражает энергия и настойчивость, с которой Вернадский ведет свою сквозную тему. Рушится мир, но рукописи, действительно, не горят¹. Живым веществом ученый называет совокупность организмов планеты, образующих связанную глубокими закономерностями систему, которую он называет биосферой и которая является не случайным наростом на гигантском теле планеты, а веду-

¹ Аксенов Г.П. Невышедшая книга — неизвестное понятие. (Предисловие В.И.Вернадского к сборнику «Живое вещество».) // Вопр. естествознания и техники. 1997. № 3. С.129—139.

шей системой на поверхности Земли, процессы в которой имеют грандиозные геологические последствия. Совершенно новый поворот мысли, связь и целостность глобальных событий настолько захватывают Вернадского, что приводят к новому мировоззрению в целом, в котором жизнь — не случайна в общем строе природы. И более того, это мировоззрение — основа его устойчивости в социальных бурях гражданской войны, помогая оценить события.

Накануне краха денкинской армии, хлопоча по делам Академии наук в Киеве, Вернадский записывает: «Сейчас я чувствую, когда я опираюсь на самого себя, что я как бы углубляюсь в некую глубину, в какую-то бесконечность и этим путем нахожу такую опору в своих решениях в окружающей жизни — на поверхности, какой не ожидал. Точно в окружающей меня бурной стихии я сижу на прочной и неподвижной скале» (т.1, с.155). Вернадский своей жизнью утверждает, что духовное содержание и страстная напряженная творческая работа оправдывают существование. От этих гибельных времен останутся не социальные новшества, которых нет, — есть только пена на поверхности жизни, — а духовные достижения, как остались они от прошлых времен, на время которых тоже пришлось войны, гибель народов и стран. И когда «схлынет пена», говорит Вернадский, ценностью будут признаны достижения одиночек, а не действия вооруженных толп.

Более того, когда судьба поставила его на грань последнего унижения, в тифозное беспамьяство, именно эти загадочные слова «живое вещество» были тем якорем, которым меркнущее сознание за-

цепилось за действительность и спасло его. Три недели он находился в пограничном состоянии между жизнью и смертью, и в этот напряженный момент его мозг продолжал работать, как бы пытаясь на пороге гибели вместить в краткий миг бытия огромное содержание — всю будущую жизнь. Как только сознание проясняется, Вернадский записывает необычайное видение, посетившее его во время тифа. Он почти видел и ощущал яркие картины своей жизни: путешествие в Англию, потом в Америку, где по его проекту на берегу Атлантики был построен Институт живого вещества, интернациональный, как бы всемирный. Вернадский представил себе всю новую жизнь, главным содержанием которой было изучение живого вещества. Более того, он был уверен, что в его видении решены основные мировоззренческие, принципиальные задачи нового учения, которые теперь, в сознательной жизни, ему предстоит аргументировать, поскольку решены они были в «виртуальном времени», а излагать их надо в реальном течении времени.

Без всякого сомнения, отраженное в записях февраля и марта 1920 г. событие — центральное, кульминационное для всей его жизни. Разумеется, для обычной научной работы, имеющей дело с готовыми продуктами мышления Вернадского, оно не обязательно, но для понимания источника, импульса его творчества — непременно. «Я ясно стал сознавать, что мне суждено сказать человечеству новое в том учении о живом веществе, которое я создаю, и что это есть мое призвание, моя обязанность, наложенная на меня, которую я должен проводить в жизнь — как пророк, чувствующий

внутри себя голос, призывающий его к деятельности. Я почувствовал в себе демона Сократа» (т.1, с.32). Мистическое явление февраля 1920 г. освещает, организует всю жизнь Вернадского до самой его смерти.

Недаром именно с этого момента в размышлениях Вернадского возникают религиозные мотивы. Как сильнейшая загадка, его влечет смысл жизни человека, проявляющийся не в историческом, а в геологическом времени, загадка личности, ее целостности по сравнению с частичностью и случайностью событий окружающего мира.

На этом фоне окружающая ученого социальная среда кажется особенно удручающей. Большевики все же догнали Вернадского в Крыму, где он стал ректором единственного свободного Таврического университета. Его возвращение в Петроград продолжалось целый месяц. Вот его итог: «Жизнь все более разрушается. Идут аресты, усиливается голод и холод, растет чиновничество — и ничего нет. Удивительная бедность творчества — отсутствие личности? Действует серая толпа — бедных духом коммунистов в рабской фаланге партии?» (т.1, с.124). И тем не менее Вернадский возвращается. Почему?

Многие игнорируют мистические моменты в жизни, а между тем в современной психологии, которая теперь исследует уже не патологическую, как Фрейд и Юнг, а психически здоровую личность, они имеют позитивное значение. Так, Абрахам Маслоу в «Психологии бытия», перечисляя признаки самореализующейся и самодостаточной личности, называет такие моменты прорыва на высший уровень «пиковыми переживаниями». Он убежден,

что они сопровождают интимную жизнь именно креативной личности, как и светлая вера в будущее человечества, в гуманность и продуктивность добра. В высшей степени такая психически устойчивая и творческая личность встает перед нами из дневников Вернадского.

Издание такого человеческого документа, большого и по объему, и по количеству событий и имен, по научному содержанию — вызов для исследователей. И составители, и редакторы не только приняли, но и квалифицированно откликнулись на него. Совместный русско-украинский проект реализован блестяще и указывает на его наднациональный, универсальный характер. Вернадский в сущности не принадлежит ни России, ни Украине и потому в сложный период не потерялся в дебрях, по его выражению, «зоологических национальных инстинктов», а созданные им учреждения успешно работают в обеих странах. В духе самого Вернадского осуществлен и данный труд.

С Вернадским вообще многое непросто, например, встает вопрос об идентификации самого понятия «дневник». Что к нему относить? Конечно, подневные записи.

И в «Хронологии» — автокомментариях Вернадского и его жены Натальи Егоровны, которые можно оценить как подготовительные материалы к ненаписанным воспоминаниям «Пережитое и передуманное», — находятся иногда записи явно дневникового характера. Так, в «Хронологии» за 1918 г. на отдельном листке имеется датированная 16 марта 1918 г. цельная запись, как бы разбор научных основ социализма, крайне интересная для характеристики взглядов Вернадского. Здесь он пишет об аморализме народа, о материалистических идеалах социализма и о том, что цели, которые он ставит, проще достигнуть не распределением богатств, а путем повышения производительности труда.

Составители снабдили дневники подробными указателями имен, географических названий, периодических и продолжающихся изданий, упоминаемых в текстах учреждений и организаций. Огромное место занимают подробные историко-научные комментарии. Правда, иногда вдруг возникают собственные оценки комментаторов. Сообщается, например: «эта оценка Вернадского носила явно

пристрастный характер» (т.1, с.213); «здесь Вернадский занял позицию государственных-консерваторов» (т.1, с.236); «вряд ли справедливо суждение (Вернадского. — Г.А.), что эта книга направлена «против христианства», скорее пафос ее...» (т.2, с.153). Или вдруг следует объяснение сложнейших отношений между украинской национальной, русской православной и униатской церквями, что по содержанию и не требуется. Комментарии пестрят расхожими советскими штампами: «революционные демократы», «консерваторы» и т.п., что в наше время восстановления научных истин уже не соответствует действительности, а для источниковедческой работы вообще не обязательно. Думаю, не следовало объяснять многие иностранные выражения типа *tete-a-tete*, *pro et contra* и т.п., что производит странное впечатление в научном издании.

Остается надеяться, что в следующих изданиях эти и другие мелкие огрехи будут устранены и дневники Вернадского предстанут в том обрамлении, какого они достойны. Но и сегодня научный мир должен быть благодарен издателям за этот огромный, выполненный на высоком научном уровне труд.

НОВЫЕ КНИГИ

Астрофизика

АСТРОФИЗИКА И ФИЗИКА МИКРОМИРА: МАТЕРИАЛЫ БАЙКАЛЬСКОЙ ШКОЛЫ ПО ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ ФИЗИКЕ / Под ред. В.А.Наумова, Ю.В.Парфенова, С.И.Синеговского. Иркутск: ИГУ, 1998. 292 с.

Сборник составлен из лекций, оригинальных сообщений и докладов, представленных участниками Байкальской

школы по фундаментальной физике. Организаторы — Иркутский государственный университет, Институт солнечной физики СО РАН, Научно-исследовательский институт прикладной физики, Институт лазерной физики СО РАН.

В рамках программы приглашенными специалистами в области астрофизики, физики Солнца, космических лучей и частиц было прочитано 11 лек-

ций, обсуждено 27 оригинальных докладов, значительная часть которых сделана молодыми участниками. Тематика включала вопросы происхождения первичных космических лучей, их спектра и состава в широком интервале энергий, поиска антивещества в космическом излучении, а также нейтринную астрофизику (физику атмосферных и солнечных нейтрино), гамма-астрономию и

некоторые аспекты физики Солнца и физики высоких энергий.

Слушатели Школы, числом более 100, представляли широкий возрастной и образовательный спектр: от студентов до профессоров университетов.

Рукописи статей в сборнике воспроизведены в том виде, в каком они были представлены Оргкомитету авторами.

Биология

В.И.Николаев. ПТИЦЫ БОЛОТНЫХ ЛАНДШАФТОВ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «ЗАВИДОВО» И ВЕРХНЕВОЛЖЬЯ. Тверь: ТОТ, 1998. 215 с.

В данной работе предпринята первая попытка обобщения и анализа многолетних орнитологических сборов автора.

В качестве основной территории для изучения птиц болотных ландшафтов был выбран национальный парк «Завидово» (1929—1999), где около 27 тыс. га занимают торфяные болота и заболоченные леса. Там, на оз. Долгое, гнездятся орланы-белохвосты, чернозобые гагары, серые журавли. Птицы не знают границ.

На Верхневолжье, несмотря на длительное хозяйственное освоение, имеется значительное количество болотных массивов различных типов, благодаря которым сохранились жизнеспособные популяции многих редких видов птиц.

Особенность данной работы, построенной на ландшафтно-географическом принципе, заключается в том, что она затрагивает фауну птиц торфяных болот обширной староосвоенной территории в центре России, претерпевшей глубокие хозяйственные воздействия в текущем столетии. Болота, обладающие весьма специфической и разнообразной авифауной, вызывают пристальный интерес орнитологов, особенно в отношении изучения редких видов, в том числе включенных в Красную книгу России.

В монографии приводится полный видовой обзор птиц, обитающих на болотах

различных типов, их реакция на антропогенное воздействие, рассматриваются проблемы экологии региона. Особое внимание обращается на роль болот как естественных убежищ для редких видов птиц и меры их охраны.

Ботаника

А.Л.Иванов. ФЛОРА ПРЕДКАВКАЗЬЯ И ЕЕ ГЕНЕЗИС. Ставрополь: СГУ, 1998. 204 с.

Территория Предкавказья простирается в широком направлении от Кумо-Манычской впадины до подножия Большого Кавказа и является естественной физико-географической единицей. Флора этого региона вот уже на протяжении более 250 лет привлекает внимание ботаников и служит источником новых открытий.

В книге приводятся данные всестороннего анализа флоры Предкавказья (систематического, эколого-ценотического, биоморфологического), решаются вопросы ботанико-географического районирования, поэтапно рассматривается история флоры, выявляются генетические связи эндемиков, субэндемиков и реликтов, указываются центры видообразования, а также виды, подлежащие федеральной и региональной охране, в том числе виды полезных растений (лекарственных, кормовых, пищевых, медоносных, декоративных).

Энтомология

С.Ю.Чайка. МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СПЕЦИАЛИЗАЦИЯ НАСЕКОМЫХ-ГЕМАТОФАГОВ. М.: КМК Scientific Press, 1998. 426 с.

В монографии обобщены теоретические положения и результаты экспериментальных работ по анализу морфофункциональной специализации кровососущих насекомых.

Впервые дана сравнительная характеристика ультраструктурного уровня организации основных сенсорных и метаболических систем всех групп кровососущих насеко-

мых: двукрылых, блох, клопов, вшей. Обоснована концепция множественности морфофункциональных путей формирования трофической специализации насекомых к гематофагии. Рассмотрены формы адаптациоморфоза, обеспечивающие морфологическую эволюцию гематофагов. Разработана системная оценка уровня морфологической специализации насекомых и показана роль типа паразитизма в формировании специфики морфофункциональной организации гематофагов.

Экология

Т.Эдмондсон. ПРАКТИКА ЭКОЛОГИИ. ОБ ОЗЕРЕ ВАШИНГТОН И НЕ ТОЛЬКО О НЕМ / Пер. с англ. Н.О.Фоминой; Под ред. А.М.Гилярова. М.: Мир, 1998. 299 с.

Книга выдающегося американского ученого посвящена знаменитой экологической акции, имевшей международный резонанс, — очистке оз. Вашингтон, постоянно загрязнявшегося промышленными и бытовыми отходами в период 1930—1970 гг. В работе обсуждаются общие проблемы очистки и сохранения водоемов в промышленных зонах.

Уже после того, как книга была написана, мучительно решалась проблема подходящего названия. Окончательный вариант — «The Uses of Ecology: Lake Washington and Beyond» (т.е. буквально «Полезь от экологии: озеро Вашингтон и то, что за ним») — перекликается с цитатой из Шекспира: «Sweet are the uses of adversity» («Сладостны последствия несчастья»). Перевод названия на русский язык вызвал споры.

Книгу трудно отнести к какому-то определенному жанру. Это не учебник, не научная монография, не популярная книжка о природе и не описание пути автора в науку. Скорее всего ее можно определить как «размышления практикующего лимнолога». Лимнология в строгом смысле

— наука об озерах. Термин, происходящий от греческого слова «лимнос», означающего «лужа, водоем», был предложен швейцарским исследователем Ф.А.Форе́лем в 1892 г. Особое внимание уделялось в этой науке живым организмам, их взаимодействиям между собой и зависимости от окружающей «абиотической» среды.

Книга читается как увлекательный рассказ о практической деятельности экологов.

Геология

АРКТИЧЕСКИЙ ШЕЛЬФ: ПОЗДНЕЧЕТВЕРТИЧНАЯ ИСТОРИЯ КАК ОСНОВА ПРОГНОЗА РАЗВИТИЯ / Под ред. Ю.А.Павлидиса. М.: ГЕОС, 1998. 187 с.

Книга посвящена актуальному направлению в области фундаментальных научных исследований, а именно разработке концепции глобальных природных изменений в прибрежно-шельфовой зоне, которые происходили в позднем плейстоцене и ожидаются в ближайшем будущем в связи с антропогенным потеплением климата Земли.

Книга написана коллективом ведущих специалистов Лаборатории шельфа и морских берегов им.В.П.Зенкевича Института океанологии им. П.П.Ширшова РАН. В основу работы легли материалы, полученные в результате исследований автора в арктических морях, а также обширные геологические, геоморфологические, океанологические данные научных коллективов и отдельных ученых. Структура книги обусловлена необходимостью охарактеризовать основные события и поэтапную историю формирования арктического шельфа начиная с последнего межледникового в истории Земли до современного периода. Дается описание природных обстановок трех основных эпох позднечетвертичного времени: микулинского межледникового, последнего оледенения и периода поздне-последледниковья.

Этническая география

К.П.Иванов. ПРОБЛЕМЫ ЭТНИЧЕСКОЙ ГЕОГРАФИИ / Под ред. А.И.Чистобаева. СПб.: СПбГУ, 1998. 216 с.

Автору книги — Константину Павловичу Иванову (1952—1992), кандидату географических наук, старшему научному сотруднику НИИ географии (НИИГ) Санкт-Петербургского университета, действительному члену Русского географического общества не суждено увидеть свой труд. В декабре 1992 г. он был убит на пороге собственного дома.

Книга — важный вклад в развитие теории этногенеза, основы которой заложены Л.Н.Гумилевым, учителем Иванова. На обширном оригинальном материале автором рассмотрены этнодемографические и эколого-географические процессы в Центральной России и в районах Крайнего Севера, разработаны новые аспекты «этногенетической парадигмы» и ее использования.

Палеонтология

ПЕРМСКИЕ И ТРИАСОВЫЕ ТЕТРАПОДЫ ВОСТОЧНОЙ ЕВРОПЫ / Под ред. Л.П.Татарина. М.: ГЕОС, 1998. 216 с.

История изучения пермских и триасовых наземных тетрапод (группы позвоночных, объединяющей земноводных, пресмыкающихся, птиц и млекопитающих) Восточно-Европейского региона насчитывает уже более 150 лет (первые научные описания остатков тетрапедид датированы 1837 г.). За этот срок опубликованы сотни статей и монографий, посвященных отдельным формам и группам, а также районам местообитания. Естественно, что за длительный срок в литературе накопилось много устаревших данных, неверных определений и ошибок, что и заставило авторов предпринять работу по ревизии и обобщению всех материалов, созданию единой сводки.

Помимо литературных данных, в сборнике использован коллекционный материал. По каждому таксону приведены сведения о синонимии, указание на голотип, ссылка на основные работы, иллюстрация. Дан каталог местонахождения тетрапод в пермских и триасовых отложениях Восточной Европы, а также — краткие очерки по биостратиграфии и фаунистическим комплексам.

Археология

Л.Г.Хрушкова. ЛЫХНЫ. СРЕДНЕВЕКОВЫЙ ДВОРЦОВЫЙ КОМПЛЕКС В АБХАЗИИ. М.: Наука, 1998. 112 с.

Когда народ собирается на Лыхнаште, в Абхазии даже дождь не идет.

Народное присловие

Большое село Лыхны расположено в 5 км к северо-востоку от города Гудаута в Абхазии. Это древний исторический центр, украшением которого стала большая площадь, где расположен архитектурный ансамбль: дворец и церковь. Церковь постройки XV в. с ее фресками давно известна историкам искусства Кавказа и Византии. Дворец же считался совсем поздним памятником и мало интересовал археологов. Архитектурно-археологическое исследование, проведенное автором книги, показало, что дворец относится к той же эпохе, что и церковь, а историческая жизнь памятника длилась едва ли не тысячелетие. Найденный там клад золотых византийских и серебряных грузинских монет — археологическая удача. Эта редкая находка очень важна для хронологии комплекса.

Книга содержит описание раскопок, план реконструкции первоначального облика дворца и его перестроек в контексте исторических событий в регионе.

Изображение коней на титуле книги — мотив абхазского традиционного ткачества.

История науки

ИСААК КОНСТАНТИНОВИЧ КИКОИН: ВОСПОМИНАНИЯ СОВРЕМЕННОКОВ / Под ред. Н.Н.Пономарева-Степного. М.: Наука, 1998. 255 с.

Всегда нужно выбирать такие проблемы — и в этом заключается искусство ученого, которые были бы важны, полезны Родине.

И.К.Кикоин

Книга посвящена академику Исааку Константиновичу Кикоину (1908—1984) — одному из выдающихся ученых нашей страны. С его именем связаны многие достижения как в фундаментальной физике, так и в решении проблем атомной техники. При исследовании полупроводников и магнетиков И.К.Кикоиным были открыты новые эффекты, вошедшие в науку под именем фотомагнитного эффекта Кикоина—Носкова и аномального эффекта Холла—Кикоина. Фундаментальное значение для теории электропроводности металлов имеет открытие И.К.Кикоиным фазового перехода металл-диэлектрик при изучении электрических свойств ртутного пара в критической области при высоких температурах и давлениях. Ряд классических результатов получен Кикоиным в самых разных областях физики конденсированного состояния. Они способствовали становлению физики твердого тела.

Деятельность различных коллективов цементировалась воедино научным руководителем — И.К.Кикоиным. Он основал и редактировал физикоматематический журнал «Квант».

Первое издание книги вышло в издательстве «Наука» в 1991 г. Данная книга — второе издание, в которое вошли новые статьи и факты из жизни ученого, ранее не публиковавшиеся.

И.В.ПЕТРЯНОВ-СОКОЛОВ: О СЕБЕ И О СВОЕМ ДЕЛЕ, О НЕМ И О ЕГО ДЕЛАХ / Сост. Б.И.Огородников. М.: ИздАТ, 1998. 512 с. (Творцы атомного века)

Академик Игорь Васильевич Петрянов-Соколов (1907—1996) принадлежит к поколению советских ученых, которые начинали свою научную деятельность в годы первых пятилеток.

Он посвятил себя одному из интереснейших разделов физической химии — науке об аэрозолях, аэродисперсных системах. Его руководителями и наставниками были выдающиеся ученые — А.Н.Бах и А.Н.Фрумкин. С 1945 г. Игорь Васильевич участвует в подготовке атомного проекта. В это время и на долгие годы устанавливаются его научные и личные связи с И.В.Курчатовым, Ю.Б.Харитоном, Г.Н.Флеровым.

Научные разработки Петрянова-Соколова легли в основу системы эффективной за-

щиты от радиоактивной опасности персонала предприятий, перерабатывающих ядерное топливо. Были предложены зональная и стригущая системы защиты помещений, позднее — высокоэффективные фильтры и средства защиты органов дыхания.

Игорь Васильевич был блестящим популяризатором науки. С 1964 г. и в течение 30 лет он возглавлял журнал «Химия и жизнь», был главным редактором научно-популярной серии «Ученые — школьнику», научным редактором советской «Детской энциклопедии», сотрудничал с журналом «Отчизна», газетой «Голос Родины» и альманахом «Памятники Отечества». За свою научно-популяризаторскую и культурно-просветительскую деятельность Петрянов-Соколов был награжден медалью К.Д.Ушинского и премией Каллинга ЮНЕСКО.

Сборник, посвященный памяти ученого, состоит из двух частей. В первой части представлены собственные публикации Петрянова-Соколова, во второй — воспоминания о нем.

Книга выходит в свет к 80-летию Физико-химического института им.Л.Я.Карпова, куда Игорь Васильевич еще будучи студентом поступил на работу. Своеобразным символом верности ученого своему институту служит трудовая книжка академика. В ней — единственная запись: «Принят в институт в 1929 г.».

«Человек, которого любили все...» (Заметки о Карле Фуксе, немецком враче, почетном гражданине Казани)

О.А.Гомазков,

доктор биологических наук
Институт биомедицинской химии РАН
Москва

Слышано мною от К.Ф.Фукса, доктора и профессора медицины при Казанском университете, человека столь же ученого, как и любезного и снисходительного. Ему я обязан многими любопытными известиями касательно эпохи и сторон, здесь описанных.

А.С.Пушкин

СТРОПИВЕЦ

Весной 1805 г. из Санкт-Петербурга в Китай следовала посольская делегация — большая и тщательно отобранная группа чиновников во главе с графом Ю.А.Головкиным, знатных людей, призванных поддерживать дипломатические связи России с восточной державой. Путь был неблизкий, в каретах и дорожных экипажах, запря-

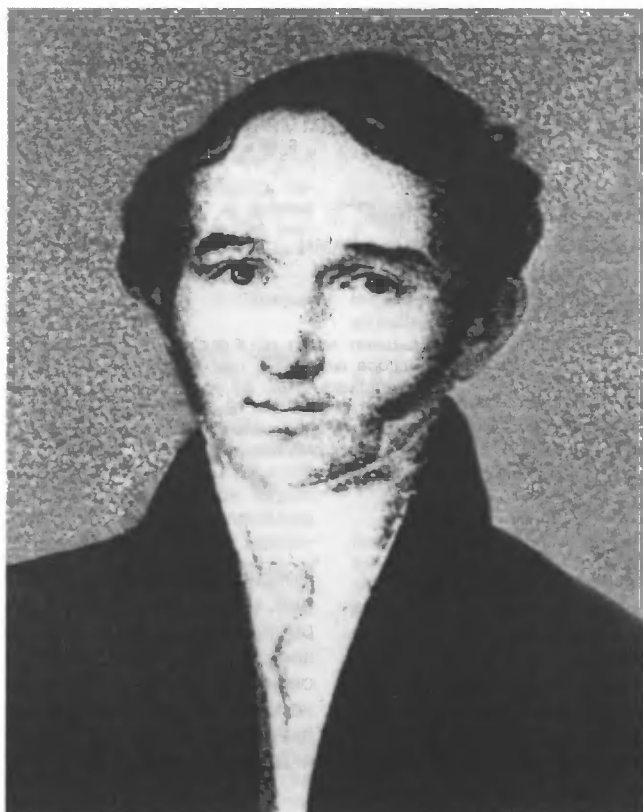
женных лошадьми, с частыми остановками в городах для отдыха и пополнения провианта.

На исходе третьей недели путешественники достигли Волги. Далее началась огромная, малозаселенная территория России, почти без дорог, с отдельными островками губернских городов-крепостей, заводов, приисками, ссыльными поселениями. Начиналась

Россия неведомая, загадочная, невероятно богатая природными ресурсами, где редкое русское население соседствовало с азиатскими народами, хранившими традиции предков, религию, языки, обычаи...

Казанский Кремль. Вид с Волги. Гравюра Э.Турнерелли. Первая половина XIX в.





Портрет молодого Карла Фукса. Ему не было тридцати, когда он получил место профессора естественной истории и ботаники в Казанском университете.

Казань — бывшая столица Казанского ханства, некогда безжалостно завоеванная Иваном Грозным, была рубежом между цивилизованной Европой и «дикой» Азией. Город, стоящий на слиянии рек Волги и Казанки, насчитывал 22 тыс. жителей, из них 5 тыс. — коренное татарское население, которое существовало как бы отдельно, в своих слободах, со своими обычаями и праздниками. Впрочем, торговые люди, материальные носители цивилизации, смешивали эти границы: магазинчики, лавки и особенно рынки были

местами общения — богатыми, колоритными и красочными. В Казани была своя элита «знатных людей» — местных чиновников и отпрысков богатых фамилий. Особой честью для них было знакомство и проявление гостеприимства для столичной посольской делегации, направлявшейся по императорскому указу в далекий Китай.

В конце пребывания гостей в Казани случилось необычное. Один из членов делегации, помощник главного посольского врача, вдруг отказался ехать дальше. Он спешно вернулся в Санкт-Петербург и, поскольку находился на официальной службе у государя, испросил разрешения у министра народного просвещения М.Н.Муравьева получить ме-

сто в Казани в только что открывшемся университете. Строптивца звали Карл Фукс.

РОДОМ ИЗ ГЕРМАНИИ

Карл Фукс родился в маленьком немецком городке Герборне (Юго-Западная Германия) 18 сентября 1776 г. Его отец — Иоганн Фридрих Фукс — происходил из старинной пасторской семьи. Он, профессор истории и красноречия Герборнской академии, преподавал теологию, философию и восточные языки. Мать Карла Фукса — Мария Елизавета Франциска — была дочерью профессора медицины, основателя ботанического сада в Герборне.

Вероятно, отсюда следует «генетическая память» Карла Фукса, впитавшего интерес к медицине, естествознанию и востоковедению одновременно. Сначала он учится под началом своего отца в Герборнской гимназии; затем переезжает в Геттинген, где получает медицинское образование. В 22 года защищает докторскую диссертацию, посвященную Андреасу Чезальпино, которая была оценена как «достойный вклад в историю лекарственной науки». Существует версия, что интерес к России возник у Карла Фукса после знакомства с Алексеем Ржевским, российским саванником, куратором Академии художеств и президентом Медицинской комиссии в Петербурге, который летом 1799 г. гостил в Герборне. Существует еще одна версия: в 1801 г. Фукс побывал в России и даже написал научный труд по флоре средней полосы («*Prodromus florae rossicae Cisuralensis*»), представленный им при поступлении на российскую службу.

Краткое пребывание в Казани в составе посольской группы было для него решающим в определении судьбы: здесь встречались культуры Востока и Запада, здесь неповторимо соединились тюркско-татарское и славянское начала. И в то же время это был край практически не исследованный, образование и культура которого только начинали создавать свои традиции.

Полученное Фуксом воспитание и его характер — человека любознательного, общительного, приветливого — совершенно соответствовали поставленной им для себя цели.

«ТАБИБ ФУКС»

Он являл собой разносторонне одаренную личность: естествоиспытатель, этнограф, литератор, общественный деятель. Но в первую очередь Фукс был замечательным врачом. Современники признавали, что не существовало в Казани дома, который не посетил бы доктор Карл Федорович Фукс.

Как диагност и терапевт он не имел себе равных в городе. Правильное понимание сущности болезни и продуманное систематическое лечение приносили ему успех. Общительность, веселый нрав в сочетании с высоким профессионализмом делали его одинаково любимым среди русских и татар, взрослых и детей, простых и знатных пациентов. Он — единственный, кого, вопреки религиозным представлениям, допускали к больным женщинам-татаркам. Высшим выражением доверия была его медицинская печать с надписью «Табиб Фукс» («Врач Фукс»). Граф Михаил Сперанский, видный государственный деятель России, реформатор времен императора Александра Первого, записал в своем дневнике при посещении Казани: «Вечеру визит профессору Фуксу. Многообразие его познаний. Знания его в татарском и арабском языке. Благочестивый и нравственный человек. Весьма деятелен. Большое его влияние на татар по медицине».

Правда, профессорская деятельность Фукса в Казани начинается с чтения курса естественной истории, куда непреложной частью входили демонстрации собранных им коллекций насекомых и растений. Одним из первых слушателей Фукса был «своекоштный» студент Сергей Аксаков, будущий знаменитый писатель, уроженец здешних мест. Вот строчки из его «Семейной хроники»: «Я приехал к нему под предлогом какого-то выдуманного нездоровья. В кабинете у профессора я увидел висающие по стенам ящики, в которых за стеклами торчали воткнутые на булавках, превосходно сохраненные и высушенные, такие прелестные бабочки, каких я и не видел. Я пришел в совершенный восторг и поспешил объяснить кое-как Фуксу мою страстную любовь к естественной истории и горячее

Казанский университет времен К. Фукса. Гравюра Э. Турнере.





Замок в г.Герборке, в котором родился К.Фукс.

желание собирать бабочек. Профессор был очень доволен. Он тут же показал мне все нужные инструменты, подробно объяснил, как с ними обращаться». (Существует легенда, что сам Фукс, уже известный врач и ученый, увлеченный сбором бабочек на даче у будущих родственников, забыл о невесте, гостях и едва ли не расстроил собственную свадьбу.)

В августе 1806 г. Фукса официально назначают врачом в гимназическую и университетскую клиники. Позднее он станет деканом врачебного отделения университета и напишет несколько руководств по практической медицине на русском и татарском языках.

Врач и естествоиспытатель живут в нем одновременно. Ему мало врачевать

у постели больного — он понимает пользу климатического лечения и профилактики заболеваний. Посетив в 1808 г. серный источник в Оренбургской губернии, он пишет краткое руководство, настаивая на организации здесь курорта. В 1813 г. совместно с профессорами Т.Эрдманом (деканом медицинского факультета), И.Брауном (преподавателем анатомии и физиологии в Казани) и И.Ренардом (фармакологом) написано «Наставление по предохранению учебных заведений от заразных болезней». В этой работе задолго до реформаторских работ Р.Вирхова по санитарной гигиене высказывается мысль, что «причина заразы — в собственном нашем организме и состоит в способности его быть зараженным. Причины, оную производящие, суть: 1) Недостаток хорошей пищи и питья, как в качестве, так и в количестве. 2) Нечистый воздух. 3) Душевное уны-

ние». Как не удивиться созвучности этих истин с требованиями современной медицины, пекущейся о здоровой экологии и здоровом образе жизни людей на исходе XX века!

В 1823 г. по поручению университета Фукс едет на Урал, куда для работы на горнодобывающих заводах должны быть направлены воспитанники медицинского факультета. Результатом поездки явилась его книжечка «О болезнях горнозаводских рабочих Урала». Публикация приобрела социальный резонанс, и Фукс наживает себе врагов.

Летом 1830 г. в Поволжье свирепствует эпидемия холеры. Фукс, уже перенесший болезнь в легкой форме, активно участвует в ее устранении. Он разрабатывает собственные меры ограничения эпидемии и лечения больных, а затем вместе с учениками-медиками едет в Нижний Новгород для оказания помощи.



Дом в Казани, где К.Фукс прожил последние 30 лет, и мемориальная доска.

Ему принадлежит инициатива создания «лекарственного сада», который изначально разместили возле главного здания университета, на спуске к улице, которая со времен Ивана Грозного именовалась «Малой Проломной». (Здесь в 1552 г. царские войска огнем и силой проложили путь к казанской святыне — ее Кремлю.) Расположенный между обсерваторией и анатомическим театром ботсад просуществоует несколько десятилетий и сыграет значительную роль в приобщении студентов к тому, что ныне именуется «медицинской флористикой». Затем, уже в 50-ю годовщину смерти Фукса, сад будет воссоздан в виде небольшого парка, на высоком берегу Казанки.

ЭТНОГРАФ И ЛИТЕРАТОР

Карл Фукс был далеко не единственным немцем,

приехавшим на службу в Казань. В начале XIX в. в Казанской гимназии, а затем в университете работало около двух десятков выходцев из Германии. Востоковед Х.-М.Френ, правовед И.Нейман, астроном И.Литтров, математик М.Бартельс, медики И.Эрдман и И.Браун и др. По приезду в Россию многие из иностранцев испытывали серьезные трудности. Как правило, они не знали русского языка; были людьми иного ментального склада; плохо переносили непривычный климат. Иные оставляли о себе нелучшую память: относились к своим обязанностям формально, демонстрировали снобизм и амбициозность.

Фукс явился счастливым исключением. Немецкая привычка к организованности и упорядоченности дела сочеталась с натурой искренней и страстной. По многочис-



ленным признаниям современников этот любознательный и доброжелательный человек, веселый и остроумный, легко общался с людьми разных социальных уровней. Это помогало Фуксу-врачу и способствовало реализации его как литератора и этнографа.



Памятник К.Фуксу в Фуксовском садике на берегу р.Казанки.

Возникали курьезы. Однажды Фукс лечил богатую татарку. Когда он вошел в спальню, больная лежала на постели, закрытая плотной занавеской. «Я по-татарски попросил, чтобы она позволила пощупать пульс. Она из-под занавеса выставила мне руку, которая была унизана золотыми браслетами. Так как украшения препятствовали найти пульс, пришлось, с большим трудом, уговорить ее снять украшения. Но посмотреть у больной язык, что мне было нужнее всего, и увидеть через это ее красивое личико сопровождавшая старуха мне ни под каким видом не позволила». Тем не менее такие случаи Фукс использовал для подробного описания быта, обстановки и



обычаев татарской семьи, что со множеством других наблюдений вошло в его замечательную книгу «Казанские татары в статистическом и этнографическом отношении».

С 1815 г., в течение тридцати с лишним лет, он живет в доме на Поперечно-Тихвинской улице, в двухэтажном каменном особняке. Здесь он женится на умной и образованной женщине, будущей матери его единственной дочери, потеряет четверых новорожденных детей, переживает эпидемию холеры и два больших казанских пожара, будет издавать литературный журнал с милым названием «Заволжский муравей», напишет уникальные книги по истории Казани и казанских татар. Отсюда весной 1846 г. на другой конец города, к Арскому кладбищу, пойдет многолюдная процессия проводить «нашего Фукса» в последний путь.

За два года до кончины он перенес инсульт, ослабел и потерял былую подвижность. Однако болезни приходили к нему за консультацией, он ежедневно продолжал работать с многочисленными лекциями. В ночь на 24 апреля он, врач, прекрасно осознававший свое состояние, вдруг сказал: «Сейчас в доме начнется тревога... я буду сейчас умирать». (Почти через сто лет подобное скажет Иван Петрович Павлов: «Не мешай-

те работать: Павлов умирает»).

Фукса отпевали в лютеранской церкви. «При погребении бранных останков по улицам не было ни одного дома, в котором бы не знали, кого хоронят», — так писал очевидец в «Казанских губернских ведомостях».

Дом, где жил Фукс, стоит и по сей день на оживленной улице недалеко от городского рынка и Галеевской мечети. На доме — мемориальная доска, свидетельствующая о том, что в сентябре 1833 г. его гостем был Александр Сергеевич Пушкин.

Другая доска, установленная уже недавно, на русском, татарском и немецком языках гласит: «В этом доме жил и творил почетный гражданин Казани, ученый, врач и этнограф Карл Фукс». Бывшая Поперечно-Тихвинская улица выходит к широкому Проспекту Татарстана, плавно нисходящему к Волге.

Дом Карла Фукса в течение трех десятилетий был своеобразным культурным клубом: коллекция рукописей, старинных монет, умело собранные гербарии, огромная библиотека привлекали многих. Атмосферу литературного салона, где бывали поэт Е.А.Боратынский, писатель и поэт М.Д.Деларю, математик Н.И.Лобачевский, умело поддерживала супруга — Александра Фукс (Апехтина), ко-

торая сама писала стихи и прозу, вела переписку с Пушкиным и другими российскими литераторами. Е.Боратынский легким росчерком обрисовал ее портрет:

*Вы дочь Евы, как другая:
Как перед зеркалом своим
Власы роскошные
вседневно убирая,
Их блеском шелковым
любуюся пред ним¹.*

Перечень гостей дома на Поперечно-Тихвинской велик и разнообразен: от выдающихся современников до гимназистов и монахинь из староверческих скитов.

В «Казанском вестнике» и «Казанских губернских ведомостях» периода 1814—1844 гг. осталось множество статей К.Фукса. Он описывает национальные обычаи и праздники, откликается на приезды в город знатных гостей, пишет о золотосодержащих песках в Пермской губернии, об уральских лесах и минералах Златоуста, публикует медицинские заметки.

После смерти Карла Фукса, с годами, культурное богатство его дома оказалось распроданным или потерянным. Семейная судьба дочери, единственной наследницы, сложилась неудачно. Время как бы стирало память о выдающемся человеке. Затерялась и его могила на лютеранском кладбище. Жена и дочь, православные, похоронены отдельно, возле могилы Лобачевского. Драматургия истории «расцвечена» еще одним событием: в советское время в здании лютеранской кирхи, где отпевали К.Фукса, был организован спортивный клуб НКВД. Бога тогда не чтили: ни немецкого, ни русского, ни татарского...

ХРАНИТЕЛИ ПАМЯТИ КАРЛА ФУКСА

В 1996 г., в годовщину со дня рождения Фукса, современная Казань чествовала своего знаменитого горожанина. Торжества в университете, открытие его выставки в Музее истории и Фуксовские чтения в Актовом зале. Приветствие главы городской администрации, прием гостей из университета Марбурга и концерт немецкой музыки. Сооружение памятника Карлу Фуксу в парке его имени и вручение городскими властями ключей от здания лютеранской церкви представителям Казанского немецкого общества им.Карла Фукса.

На углу ул.Горького — одноэтажный деревянный особняк времен середины прошлого века. Аккуратное здание, выкрашенное в светло-голубой тон. Здесь в усадьбе-музее русского поэта Евгения Боратынского «имеет быть проведение литературно-исторического и музыкального салона: Карл Фукс — человек, которого любили все».

При входе на Арское кладбище — новая мраморная стела с датами жизни и смерти Фукса. На портрете, что смотрит с обновленного барельефа, полноватый человек, в форменном сюртуке с орденами, с глазами умными и насмешливыми. Почетный гражданин города Казани, врач, литератор, гуманист.

ПОСЛЕСЛОВИЕ: МОСТИК МЕЖДУ КАЗАНКОЙ И ДИЛЛЕМ

Фотографии, сделанные в Казани, я послал через моего немецкого друга, профессора медицины П.Оэме, в Герборн. Мне предстояла

научная командировка в Германию, и я хотел совместить ее с посещением городка, где родился и провел первые двадцать лет жизни Карл Фукс. В ответ пришло приглашение от бургомистра Герборна сделать доклад о Фуксе и казанском периоде его жизни. Я ехал с массивной папкой: фотографии, слайды, купленные в Казани буклеты и книга самого Фукса «Казанские татары», переиздания его этнографических публикаций.

Город, где родился Карл Фукс, стоит в долине небольшой реки Дилль. В 2001 г. Герборну будет 750 лет. Однако точную дату определить непросто: в документах, датированных 1048 г., упоминается «Herborne Mark» («Герборнская провинция»), средоточие интересов церкви, французских и немецких королей. В окрестностях много лесов, долина р.Дилль — настоящий ботанический заповедник.

Нынешний Герборн — городок с 20-тысячным населением, к которому примыкают поселки-пригороды с современной электронной и обрабатывающей промышленностью. Центральная часть Герборна — «пяточек» рыночной площади, с ратушей и зеленым фонтаном, откуда веером расходятся пять красочных улочек. Праздничная шкатулка, «город ваших каникул», как написано в рекламном буклете, — дома с традиционными перекрестиями фахверков, крытые черепицей серого сланца, крупная брусчатка мостовых, множество цветов.

Главная примечательность Герборна — замок, стоящий, как водится, в самой высокой части города. Три островерхие башни, стены в зелени плуща. В этом замке 222 года назад (своеобраз-

¹ Боратынский Е.А. Стихотворения. Поэмы. Проза. Письма. М., 1951. С.245.

ная круглая дата!), в служебной квартире профессора местной Высшей школы, родился Карл Фукс. Рядом — евангелическая церковь; белый камень, золоченые часы на башне. Здесь, под самой крышей, ежедневно поднимаясь на костылях по крутым каменным ступеням, работал профессор анатомии Иоганн Адам Хоффман, дед Карла Фукса. Современники помнили его как реформатора медицины; он внес вклад в улучшение общественного здра-

воохранения, боролся с шарлатанством и требовал регулярного контроля аптек.

Карл Фукс никогда не возвращался в эти края, никогда не был на могиле родителей или в замке, где он родился. Это одна из немногих загадок его жизни. Он прочно принял в себя корни волжской, казанской земли, оставив о себе долгую и добрую память.

Как, почему, зачем уехал Фукс от этой удивительной природы, почти идилличес-

кой красоты Герборна и его окрестий? Что повлекло его в даль российскую, страну неизвестности, сурового климата, непривычного быта, чужих языков и обычаев?

Видно, живут в какой-то части человеческой популяции гены искателя, открывателя, первопроходца. Видно, одно из важнейших свойств человеческой природы — поиск нового, новой информации, говоря языком нынешним, необходимой для жизни будущих поколений...

Над номером работали
Ответственный секретарь
Ю.К.ДЖИКАЕВ

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

Литературный редактор
М.Я.ФИЛЬШТЕЙН

Художественный редактор
Т.К.ТАКТАШОВА

Заведующая редакцией
И.Ф.АЛЕКСАНДРОВА

Младший редактор
Г.С.ДОРОХОВА

Компьютерный набор
Е.Е.ЖУКОВА

Компьютерная графика
О.Г.ЧЕКИНА

Компьютерная верстка
Д.А.БРАГИН

Перевод
П.А.ХОМЯКОВ

Корректоры
В.А.ЕРМОЛАЕВА
Л.М.ФЕДОРОВА

Издательство «Наука» РАН

Адрес редакции:
117810, Москва, ГСП-1
Мароновский пер., 26
Тел.: 238-24-56, 238-25-77
Факс: (095) 238-26-33

Подписано в печать 4.06.99
Бумага типографская №1
Офсетная печать
Усл. печ. л. 10,32
Усл. кр.-отт. 67,8 тыс.
Уч.-изд. л. 15,1
Заказ 2593

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



Производство "левитирующих" материалов предвосхитил Г.Уэллс, описав в романе "Первые люди на Земле" получение кейворита. Правда, это фантастическое вещество было непроницаемо для гравитации, а современная сверхпроводящая керамика — для магнитного поля. Подобных керамик создано уже немало, и сейчас химики ищут способы направленного воздействия на кристаллизующуюся систему с целью получать сверхпроводящий материал с оптимальной микроструктурой и заданными свойствами.

Третьяков Ю.Д., Гудилин Е.А. СИНТЕЗ "ЛЕВИТИРУЮЩИХ" СВЕРХПРОВОДНИКОВ: ОТ ФАНТАСТИКИ К РЕАЛЬНОСТИ

