

ISSN 0032 - 874X

ПРИРОДА

5 '95



Главный редактор академик А.Ф.АНДРЕЕВ

Первый заместитель главного редактора А.В.БЯЛКО

Заместители главного редактора:

А.А.ГУРШТЕЙН (история естествознания),

А.А.КОМАР (физика),

А.К.СКВОРЦОВ (биология),

А.А.ЯРОШЕВСКИЙ (науки о Земле)

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

И.Н.АРУТЮНЯН (редактор отдела физико-математических наук), О.О.АСТАХОВА (редактор отдела биологии и медицины), кандидат химических наук Л.П.БЕЛЯНОВА (ответственный секретарь), член-корреспондент РАН Н.А.БОГДАНОВ (геология), член-корреспондент РАН В.Б.БРАГИНСКИЙ (физика), член-корреспондент РАН А.Л.БЫЗОВ (физиология), доктор географических наук А.А.ВЕЛИЧКО (палеогеография), академик АМН А.И.ВОРОБЬЕВ (медицина), доктор биологических наук Н.Н.ВОРОНЦОВ (охрана природы), академик М.Е.ВИНОГРАДОВ (биоокеанология), член-корреспондент РАН С.С.ГЕРШТЕЙН (физика), доктор географических наук Н.Ф.ГЛАЗОВСКИЙ (география), академик Г.С.ГОЛИЦЫН (физика атмосферы), академик Г.В.ДОБРОВОЛЬСКИЙ (почвоведение), академик В.А.ЖАРИКОВ (геология), член-корреспондент РАН Г.А.ЗАВАРЗИН (микробиология, экология), М.Ю.ЗУБРЕВА (редактор отдела географии и океанологии), академик В.Т.ИВАНОВ (биоорганическая химия), академик В.А.КАБАНОВ (общая и техническая химия), Г.В.КОРОТКЕВИЧ (редактор отдела научной информации), академик Н.П.ЛАВЕРОВ (геология), Л.Д.МАЙОРОВА (редактор отдела геологии, геофизики и геохимии), доктор биологических наук Б.М.МЕДНИКОВ (биология), Н.Д.МОРОЗОВА (научная информация), доктор геолого-минералогических наук Л.Л.ПЕРЧУК (геология), доктор технических наук Д.А.ПОСПЕЛОВ (информатика), член-корреспондент РАН В.А.СИДОРЕНКО (энергетика), академик В.Е.СОКОЛОВ (зоология), академик В.С.СТЕПИН (философия естествознания), академик В.Н.СТРАХОВ (геофизика), Н.В.УСПЕНСКАЯ (редактор отдела философии, истории естествознания и публицистики), академик Л.Д.ФАДДЕЕВ (математика), доктор биологических наук М.А.ФЕДОНКИН (палеонтология), доктор биологических наук С.Э.ШНОЛЬ (биология, биофизика), О.И.ШУТОВА (редактор отдела экологии и химии), доктор физико-математических наук А.М.ЧЕРЕПАЦУК (астрономия, астрофизика).

НА ПЕРВОЙ СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ. Мемориальный ансамбль в честь героев-панфиловцев. Дубосеково. Скульпторы Н.С.Любимов, А.Г.Постол, В.А.Федоров; архитекторы В.Е.Даток, Ю.Г.Кривущенко, И.И.Степанов. Гранит. См. в номере: *День Победы и наука.*

Фото Б.Л.Раскина

НА ЧЕТВЕРТОЙ СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ. Монокристаллы граната, выращенные на отечественной установке «Протон-1». Вокруг расставлены прямоугольные разноцветные блоки искусственных гранатов. Толщина кристаллов 10 мм. См. в номере: *Ахметов С.Ф., Ахметова Г.Л. В природе не встречается.*

Фото авторов



Издательство «Наука» РАН

© Российская академия наук
журнал «Природа» 1995

В НОМЕРЕ

3 ДЕНЬ ПОБЕДЫ И НАУКА

(Беседа за «круглым столом»)

Прошло столетия после окончания Великой Отечественной войны. Как совершившиеся перемены отразились на судьбах народов — победителей и побежденных во второй мировой войне? И как это отозвалось на судьбе нашей науки? В редакции «Природы» состоялся жаркий разговор на эту тему.

Бялко А. В. ДИНАМИКА ПОСЛЕ-ВОЕННОГО МИРА (18)

26 Мороз Л. В. АСТЕРОИДЫ И МЕТЕОРИТЫ — ОС- МЫСЛЕНИЕ ФАКТОВ

Единственный способ исследования вещества астероидов — измерение их спектров отражения в инфракрасной области. Именно они содержат важную информацию о минеральном составе поверхностного слоя астероидов и космических процессах, происходивших на малых телах Солнечной системы. К тому же сравнение спектров отражения астероидов и метеоритов позволяет выявить некоторые генетические связи между ними.

32 Гуляев В. И. «АМАЗОНКИ» СРЕДНЕГО ДОНА

Исследованиями скифских курганов под Воронежем впервые открыты на этой территории погребения вооруженных женщин и тем самым показана общность культуры населения Среднего Дона в I тысячелетии до н. э. и остальной Скифии.

43 Ахметов С. Ф., Ахметова Г. Л. В ПРИРОДЕ НЕ ВСТРЕЧАЕТСЯ

Среди разнообразных по цвету природных гранатов нет только синего и голубого. Но уже выращены искусственные монокристаллы иттриево-влюмиевого граната, по глубине синего цвета сравнимые с сапфиром.

49 Иващенко В. В. ЭВОЛЮЦИЯ ПТИЧЬИХ ГНЕЗД

Многообразие типов и форм птичьих гнезд бесспорно связано с «диктатом» среды обитания, но только ли?

63 ВЕСТИ ИЗ ЭКСПЕДИЦИЙ

Пейве А. А.
РОССИЙСКО-ИТАЛЬЯНСКИЕ ГЕОЛО-
ГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В
ЮЖНОЙ АТЛАНТИКЕ

66 Сурдин В. Г. СЕРЕНДИП ИЩЕТ БРАТЬЕВ ПО РАЗУ- МУ

68 Ольховатов А. Ю. ЭЛЕКТРОФОННЫЕ ЗВУКИ

Давно известно, что пролету болида часто сопутствуют особые звуки. Не исключено, что эти звуки связаны с влиянием болидов на тектонические процессы.

76 Ермоленко П. М. ТАВОЛГА-ГИГАНТ В САЯНО-ШУШЕН- СКОМ ЗАПОВЕДНИКЕ

78 Василенко И. Я. БИОЛОГИЧЕСКАЯ ОПАСНОСТЬ ПРО- ДУКТОВ ЯДЕРНОГО ДЕЛЕНИЯ

Накопленные экспериментальные и эпидемиологические данные позволяют проследить пути миграции радионуклидов в живых организмах и объяснить некоторые процессы, вызываемые радиацией.

87 Керикс Ю. Я. КАК Я СТАЛ ОВЦЕВОДОМ

93 НОВОСТИ НАУКИ (77)

109 КОРОТКО

111 РЕЦЕНЗИИ

ЯДЕРНАЯ ЭПОПЕЯ ВО ВРЕМЯ И ПОСЛЕ ВТОРОЙ МИРОВОЙ ВОЙНЫ

**Бете Х. А. ЗА АТОМНЫМ
ЗАНАВЕСОМ (112)**

**Пайерлс Р. Э. БОМБА КОММУ-
НИСТОВ (115)**

**Харитон Ю. Б. МЫ СТАНЕМ
ЛУЧШЕ ПОНИМАТЬ ДРУГ
ДРУГА (119)**

120 ВСТРЕЧИ С ЗАБЫТЫМ

Фигуровский Н. А.
МОСКВА — КАЗАНЬ — МОСКВА

«Природа» благодарит фонд Дж. Сороса «Открытое общество» за существенную поддержку журнала и подписку на него библиотек России, стран СНГ и Балтии.

IN THIS ISSUE

3 VICTORY DAY AND SCIENCE (Panel Discussion)

Half a century has passed since the end of the World War II. What effect did happened changes have on the fates of peoples, victors and vanquished? And how did the war affect our science? These and other questions were the items at the panel discussion organized by "Priroda".

Byalko A. V. DYNAMICS OF THE POST-WAR WORLD (18)

26 Moroz L. V. ASTEROIDS AND METEORITES — INTERPRETATION OF FACTS

The only method to analyze the asteroids' substance is to measure their reflection spectra in the infrared range. They contain important data on mineral composition of asteroids' surface layer.

32 Gulyaev V. I. «AMAZONS» OF MIDDLE DON

Investigations of Scythian barrows near Voronezh allowed for the first time to discover armed women interments and to show common features of cultures between the Middle Don population and other Scythians in the first Millenium BC.

43 Akhmetov S. F., Akhmetova G. L. NOT TO BE FOUND IN NATURE

There are no blue garnets among all natural ones of various colors. But now artificial Y-Al garnet monocrystals reveal their dark blue color comparable with that of a sapphire.

49 Ivanitsky V. V. EVOLUTION OF BIRDS' NESTS

The wide variety of types and shapes of birds' nests is undoubtedly «dictated» by the environment, but is it all there is to that?

63 NEWS FROM EXPEDITIONS Pelve A. A. THE RUSSIAN — ITALIAN GEOLOGICAL RESEARCH IN THE SOUTH ATLANTIC

66 Surdin V. G. SERENDIP FINDS BROTHERS BY MIND

68 Ol'khovtsov A. Yu. ELECTROPHONE SOUNDS

It is known for a long time that a bolide flight sometimes is accompanied by special sounds. It cannot be excluded that these sounds are connected with bolids' influence on tectonic processes.

76 Ermolenko P. M. MEADOW-SWEET GIANT IN SAYANO-SHUSHENSKY RESERVE

78 Vasilenko I. Ya. BIOLOGICAL DANGER OF NUCLEAR FISSION'S FRAGMENTS

Accumulated experimental data allow to observe ways of radionuclide migration in the living organisms and to explain some of the processes induced by radiation.

87 Kerkas Yu. Ya. HOW I BECAME SHEEP-BREADER

93 SCIENCE NEWS (77)

109 NEWS IN BRIEF

111 BOOK REVIEWS NUCLEAR EPIC DURING AND AFTER THE WORLD WAR II

Bethe H. A. Behind the Atomic Curtain (112)

Peteris R. A. THE COMMUNIST BOMB (115)

Khariton Yu. B. WE SHALL BETTER UNDERSTAND EACH OTHER (119)

120 MEETING THE FORGOTTEN PAST Figurovsky N. A. MOSKOW — KAZAN — MOSKOW

День Победы и наука

(Беседа за «круглым столом»)

Прошло полстолетия после окончания Великой Отечественной войны, после победы над фашизмом. Круглые даты сами по себе не приносят изменений, но традиция такова — это повод оглянуться и задуматься. Время приглушило и ликование, и горечь. Вслед за разгромом гитлеризма пал и сталинизм. Труднопредсказуемые события, которые за истекшее пятидесятилетие произошли в стране и мире, заставляют на многое взглянуть иначе, нежели раньше. Как совершившиеся перемены отразились на судьбах народов — победителей и побежденных во второй мировой войне? И как это отозвалось на судьбе нашей науки?

В редакции «Природы» состоялся жаркий разговор на эту тему. В нем принимали участие академик Павел Васильевич Волобуев (историк), писатель Даниил Семенович Данин, академик Борис Викторович Раушенбах (специалист в области космической механики), заместители главного редактора Алексей Владимирович Бялко (физик), Александр Аронович Гуриштейн (историк науки), Алексей Константинович Скворцов (биолог), а также сотрудники журнала Ирина Нагапетовна Арутюнян, Нина Владимировна Успенская и вся редакция.

Волобуев:

— В связи с 50-летием нашей победы в Великой Отечественной войне возникает потребность вернуться к осмыслению роли науки в этой героической истории. Войны как ничто другое выявляют реальный научно-технический потенциал каждой из стран-участниц и способность государства этим потенциалом воспользоваться.

В эпоху индустриализма произошли две мировые войны. Исход первой не был напрямую связан с уровнем развития науки в той или иной стране, хотя это уже сказывалось. А вот во второй мировой войне наука играла если не решающую, то важнейшую роль.

Напомню, что когда окончилась война, французы создали специальную комиссию и стали разбираться, почему потерпели столь сокрушительное поражение в 40-м году. Одной из причин оказалось то, что французская наука уступала по уровню развития немецкой. Не стану останавливаться на политических обстоятельствах, таких как

страх определенных кругов перед коммунизмом, — для них Гитлер был меньшим злом, чем Торез. А вот в области науки выявились очень интересные вещи. Оказалось, что французские ученые пребывали к началу 40-х годов в заблуждении, будто их наука — одна из ведущих в мире. То положение, которое она действительно долгое время занимала после Великой французской революции, привело к определенному самообольщению, и в результате был недооценен уровень развития немецкой науки, которая с середины прошлого века совершила огромный рывок.

Комиссия отметила, что немецкая наука превосходила французскую и в кадровом потенциале, поскольку немцы отправляли своих ученых на пенсию на пять лет раньше, чем французы, и таким образом обеспечивали своевременную смену научных поколений. Французы этому не придавали значения и оказались без должного притока научных сил. Правда, французы в своих выводах прошли мимо того, что



Слева направо: П. Е. Волобуев, Д. С. Данин, Б. В. Раушенбах, А. К. Скворцов, А. А. Гуриштейн, А. В. Бялко.

Гитлер нанес германской науке, особенно физике, непоправимый урон, изгнав или вынудив уехать выдающихся ученых еврейского происхождения.

Выяснилось, что и с организацией науки во Франции тоже не все было ладно. Поэтому де Голлю и пришлось организовать Институт Франции, который стал руководить всеми государственными научными исследованиями.

Как же дело обстояло у нас? Россия перед первой мировой войной вышла, как считал В. И. Вернадский, по основным направлениям на мировой уровень. Но сплошного фронта науки в дореволюционную пору у нас не было. Советской власти удалось создать к концу второй пятилетки, ценою огромных усилий, этот сплошной фронт, обеспеченный институтами, научными центрами и кадрами. За 10—15 лет была реализована та программа, которую еще до революции разработали русские ученые, в частности Вернадский, по созданию государственной системы научно-исследовательских институтов. И эта система в целом оказалась эффективной. Большие возможности открылись и перед фундаментальными направлениями, хотя некоторые наркомы и наркоматы, а также печально знаменитая ВАРНИТСО — Ассоциация по содействию социалистическому строительству, возглавляемая

академиком А. Н. Бахом, — постоянно требовали приближения науки к практике. Огромные усилия были направлены на развитие военно-технической мысли и военно-технической науки.

Раушенбах:

— Да, роль науки была настолько очевидна первым советским руководителям, что они считали ее развитие первоочередной задачей. Удивительно, что в 1918 г., когда положение в стране — в смысле бедности и развала производства — было много хуже, чем сегодня, было организовано около 30 научных институтов, причем таких, как всемирно известный ЦАГИ, как Физико-технический, во главе которого стал А. Ф. Иоффе и который дал И. В. Курчатова и двух Нобелевских лауреатов — Н. Н. Семенова и П. Л. Капицу; как Сельскохозяйственная академия, которой впоследствии руководил Н. И. Вавилов, и так далее. Видно, что власть думала о будущем. А будущее без науки невозможно — и военной, и промышленной, и вообще всякой иной. В годы, предшествовавшие Великой Отечественной войне, у нас было больше 100 институтов организовано, которые охватили очень широкий спектр, включая разработки оборонного значения. Дело в том, что танки, самолеты, артиллерия того времени —



это очень сложные системы, которые невозможно было создать просто «на глаз», как раньше это делалось. И вот результаты: лучший танк второй мировой войны — Т-34, советский танк. Это всеми странами признано. На нем стоял дизель — вещь дотоле неслыханная. Ни одна страна не ввела дизельных двигателей — у нас они были. Возьмите штурмовик ИЛ-2 — ни одна страна не имела такого штурмовика. Или знаменитые «катюши», ракетные снаряды... Это было результатом двадцатилетнего развития. Началось оно в начале 20-х годов, постоянно поддерживалось правительством, и за время войны ни одна страна не могла сделать ничего близкого к нашим реактивным снарядам.

Опыт Великой Отечественной войны показал, а послевоенное развитие подтвердило, что крупных успехов в практических, военных делах можно достигнуть концентрацией разнородных направлений под единым руководством. Современная система, такая, как ракетное или атомное оружие, содержит так много приборов самого разного назначения, что кто-то один все это выдумать не может и какое-то одно министерство — и даже не одно — не в состоянии обеспечить создания столь сложного комплекса. Поэтому после войны было организовано три важных

государственных комитетов. Один был связан с атомным оружием, он стоял над министерствами и имел право размещать заказы в любом из них и в любом институте. Это был, условно говоря, Курчатовский центр. Затем возник такой же комитет по радиолокации и примыкающим вопросам. И, наконец, третий комитет — ракетно-космический, во главе с Королевым. Это ведомство тоже размещало заказы очень широко — и в авиационной промышленности, и в оборонной, и в других. Появилось умение концентрировать усилия на решающих направлениях. При этом надо было сформулировать эти решающие направления.

Гурштейн:

— Руководство страны не признало вычислительную технику таким приоритетным направлением. И здесь был обеспечен полный провал, потому что никакие силы, средства не концентрировались. Вы считаете, что это правильно, когда где-то на политическом уровне формулируются эти важнейшие направления? Ведь и пропадает многое, что оказывается важным, — провал был не только в области вычислительной техники, и другие известные...

Раушенбах:

— Что касается вычислительной техники, то это было не в послевоенный период, а позже. Кроме того, вымышленная техника — это очень размытая вещь. Нужно было создать некую систему, которая всем помогает. Тогда нам очень помешало, что у нас не было частной инициативы: когда кто-то один начинает что-то делать, а потом уже оказывается, что это нужно всем. Возьмем персональные компьютеры: ведь и американцы их не признавали, ни одна серьезная фирма не хотела их делать. В каком-то гараже пара чудаков начала собирать первые персональные компьютеры.

Гурштейн:

— Система была сконструирована так, что не допускала развития новых неочевидных направлений.

Раушенбах:

— Скажем осторожнее. Не заинтересована была в развитии инициативы.

Гурштейн:

— Есть вопрос принципиальный. Существует два типа организации науки. Это тип европейский, или, более узко, немецкий, который и перенял Петр I. Этот тип организации, когда главная поддержка идет от государства, и дальше развивался в Европе. До сих пор мы имеем мощнейшие конгломераты — такие, скажем, как Атомный центр или Южно-Европейская обсерватория, объединяющая всех европейских астрономов, которые поддерживаются государствами. Другой тип организации науки развивался исторически в Соединенных Штатах. Там она очень сильно децентрализована и базируется преимущественно в университетах, которых многие сотни — переваливает за тысячу. Хотя есть и государственные центры — звездными войнами занималась Ливерморская лаборатория, она государственная. На правильном ли мы пути, отказываясь от традиционного европейского типа организации науки и переходя резко на американский?..

Волобуев:

— Мне кажется, нельзя говорить, что у нас с Петра I укоренилась, допустим, германская организация науки. До 17-го года у нас была организация, близкая к американскому типу, т. е. наука сосредоточена была в вузах, прежде всего в университетах и в музеях. Да, Академия наук играла крупную роль, была высшим ученым учреждением, но ни одного академического института не было. Петр Николаевич Лебедев говорил с тоской, как бы освободиться от крепостной зависимости, от этой преподавательской работы, чтобы сосредоточиться только на научном творчестве. И не зря русские ученые мечтали о создании системы научно-исследовательских институтов. Не Ленин ее выдумал, он осуществил то, что придумали накануне революции русские ученые. Их проекты были воплощены в жизнь, они получили под это деньги.

Раушенбах:

— Фундаментальная наука всегда должна поддерживаться государственными структурами. Она теперь очень дорога, и ни одна частная фирма, ни одна корпорация никогда ни копейки на нее не даст. И у американцев то же самое. А насчет того, что сейчас у нас происходит переход от европейской формы к американской, — я с этим не согласен. У нас просто происходит умирание науки, в какой форме — роли не играет.

Скворцов:

— Допустим, у нас развитие шло бы так, как в предвоенное, военное и первое послевоенное время. Могли бы мы остаться на уровне, сравнимом с уровнем западных стран?

Раушенбах:

— Чтобы противостоять Западу, нам пришлось тратить денег на оборону столько же, сколько расходуют они, — в долларах прямо, а не в процентах. А так как общий объем производства был ниже, чем в США, то доля оборонных заказов оказалась

очень большой, и многие необоронные отрасли у нас владели жалкое существование. Но это была вынужденная вещь. Что касается сегодняшнего состояния дел, то мне кажется так: если все-таки думать о будущем, надо, во-первых, финансировать науку не столько в смысле зарплаты, сколько в смысле строительства опытных установок, покупки реактивов и так далее. Ведь вот из-за чего люди уезжают на Запад — не из-за низкой зарплаты, а из-за невозможности работать. Не нужно создавать новых институтов — их уже много. Но те, которые существуют, следовало бы финансировать так, чтобы люди могли работать.

И тип науки, я думаю, должен быть комбинированный: частично по европейскому образцу — большие централизованные программы. Но в то же время надо всячески развивать науку по американской схеме. Это довольно старый лозунг, об этом уже лет двадцать говорят. И в некоторых вузах действительно ведутся крупные научные исследования, но это исключение, а не правило. Здесь нужно принять во внимание, что наша высшая школа, в отличие от американской и европейской, всегда была обучающим элементом; может, поэтому наша школа, средняя и высшая, — сейчас лучшая в мире. Сравнивая российских студентов с американскими, мы видим, насколько наши лучше. Потому что главное усилие направлено на обучение, в то время как там — на научные исследования. Честно говоря, у нас доцент, который выполняет свою нагрузку, никакой научной работы вести не может. Хотя от него этого требуют и он раз в год пишет какую-нибудь статью среднего качества, но это не тот человек, который совершает научные подвиги.

Успенская:

— Победа в Великой Отечественной войне обусловлена в значительной степени огромными научными успехами. Но как это связать с тем, что происходило в 37-м, 38-м годах и

около них? Со всем тем, что сейчас называют «репрессированная наука»?

И еще один немножко связанный с этим вопрос. Теперь часто приходится слышать от ученых, что им очень трудно работать, потому что обстановка, которая сейчас существует в стране, действует деморализующе. И трудно сосредоточиться на своем деле. Так почему же то, что происходило в злополучные 30-е годы, не действовало так деморализующе на нашу науку?

Раушенбах:

— Дело в том, что сталинские репрессии относились к отдельным людям. Но если брать науку в целом, то она от репрессий страдала не так сильно, как кажется.

Гурштейн:

— Термин «репрессированная наука» неточен.

Раушенбах:

— Неточен. Он может относиться к генетике и некоторым другим областям, но не ко всем. Кроме того, нужно иметь в виду, что многие репрессированные ученые попадали в «шарашки». Это было с Королевым, было с Туполевым, и т. д. и т. д. Когда я сам был в лагере, то утешал сокамерников, говоря им, что в Советском Союзе всякий приличный человек должен отсидеть свое время в лагере — если не отсидел, значит, он неприличный человек.

Данин:

— Мне хочется начать с последнего, что сейчас говорил Борис Викторович: от репрессий страдали ученые, но не наука. Вы знаете, вообще у меня такое ощущение, что начинается некая ностальгия по тем временам, которые на самом деле были невыразимо скверными. Но в силу того, что очень многое не нравится нам в ныне существующем, мы начинаем находить оправдания даже для того, что было отвратительным и пагубным в прошлые годы. Конечно,

можно говорить, что на «шарашки» собирали талантливых людей, «шарашка» прекрасно работала, — но это же чудовищно, «шарашка»-то!

Я не считаю Сталина гением, и не потому, что гений и злодейство несовместимы, а просто потому, что его поведение по отношению к реальной действительности изобличает в нем, на мой взгляд, просто недоумка. Если угодно — клинического. Понимаете, человек, который чувствует, что приходит старость, что начинает страдать от всяких недугов, и при этом арестовывает лучших врачей из медицинского окружения, которое призвано его оберегать, — поддаваясь чьим-то провокациям или нет, это совершенно неважно, — недоумок. Человек, который готовится к наступательной или оборонительной войне — неважно к какой, неважно для каких целей, — и накануне этой самой войны уничтожает лучших своих командиров, — недоумок. Могут продолжать, но нужно ли?

Волобуев:

— Репрессии Сталина против командного состава накануне войны, конечно, с точки зрения здравого смысла никак не объяснимы: под собой человек рубил сук, на котором сидел. Но волна массовых репрессий не могла не докатиться и до армии, до ее командного состава. Сейчас наши историки пытаются доказать, что был-таки заговор во главе с М. Н. Тухачевским против Сталина. Я уже спорил с авторами этой идеи и думаю, что военным не миновать было общей участи: их лишь в последнюю очередь репрессировали.

Данин:

— Можно пройти по всей нашей истории и показать, что науке при Сталине было не то что хорошо или плохо, а просто... Знаете, у Маяковского есть замечательная фраза: «А поэзия — пресволочнейшая штукавина: существует — и ни в зуб ногой». Вот наука — тоже пресволочнейшая штукавина; она существует, несмотря на то,

что масса исторических вещей вредит ее бытию. Она существует, потому что она есть потребность рода человеческого. Потому что без этого род человеческий существовать не мог бы.

Когда у нас произносят всякие слова в защиту огромных институтов, которые сумела создать советская власть и которые были бы не под силу другим государствам, потому что другие государства не могли бы так концентрировать свои ресурсы на едином каком-нибудь направлении, — забывается одна великая вещь. Она таится в испанской пословице: «Вдвоем привидения не увидишь». Привидения человек видит один. И большинство великих научных открытий и замечательных идей, которые дали потом направление развитию самого научного знания, рождались вовсе не в огромных институтах, вовсе не огромными коллективами, — огромные коллективы их, как правило, разрабатывали. У нас вот этого понимания, этого поклонения человеческой личности никогда не было.

В 22-м году загрузили тот знаменитый пароход, который увез от нас философов, выдающихся деятелей гуманитарного знания, да там и инженеры были, и астрономы. Посадили на пароход и расстались с легкостью. Поэтому вся история взаимоотношений государства и науки у нас — такая чудовищно противоречивая и сложная вещь, что испытывать ностальгические чувства по отношению к этому времени, право, не стоило бы.

Мне кажется, что сейчас очень популярно жаловаться на все на свете — все горит, все летит к чертовой матери. Мы несколько раз за этим столом слышали, что наука, в сущности, остановилась, ее сегодня нет. Я думаю, это неверно. Просто она развивается не так, как нам хотелось бы, не по тем моделям, которые действовали в предыдущие времена. Мои друзья, среди которых довольно много ученых, говорят, что да, черт возьми, надо, надо как-то научиться жить по-другому. Но это — научиться

жить в науке по-другому, а не по-другому в науке мыслить... Это все остается, и люди находят выход для своей умственной энергии. Они все-таки мечтают «увидеть привидение» и знают цену одиночеству.

Поскольку мы говорим о войне и о науке, хотелось бы еще отметить, что война, как ни странно, все время способствует развитию науки, поскольку без этой самой войны человечество почему-то жить не может и, наверное, еще долго не сможет. А для того, чтобы жить с нею, нужно непрерывно быть сильнее противника. А для того, чтобы быть сильнее противника, это уже усвоено ясно, — нужна прекрасная наука. Наука нужна политике. А вот политика непрерывно действует во вред науке. Почему немцы не создали атомную бомбу? В частности потому, что Гитлер принял решение, согласно которому всякий военный проект, требующий больше полугода для своего осуществления, не должен финансироваться. Понимаете, это была одна из главных причин, почему немцам так мало удалось достичь в атомных делах, хотя они ведь все, в сущности, начинали.

Политика заставляла расставаться с замечательными головами. Известно, что уже после войны, в космополитические времена, очень много научных сил у нас испытало шоковый удар; шоковый удар пришелся по многим отраслям науки. И то, что физика вообще пострадала меньше других, — этим она обязана атомной бомбе. Не я это придумал, но эту точку зрения разделяю. А вообще политика непрерывно мешала науке жить. Вся история с Лысенко, с биологией нашей — позорная история политически. И если бы возникла такая счастливая возможность для биологии, что она могла стать непосредственно очень полезной для войны, то и здесь все сложилось бы иначе. Но в те времена оказалось, что борьба за познание живой природы — более слабый стимул, чем борьба за человеческую смерть на поле боя.

Арутюнян:

— Даниил Семенович упомянул пароходы, которые увозили умы при Ленине. Мне кажется, что это все были катера по сравнению с тем, я бы сказала, «Титаником», который сейчас увез от нас большую часть хороших ученых и, что самое ужасное, — молодежь.

Реплика:

— Они вернутся.

Арутюнян:

— Не вернутся — это абсолютно точно. Состояние людей науки — удрученное, угнетенное — обусловлено в первую очередь, конечно, не зарплатами, а тем, что науку лишили престижности. Перевернута вся иерархия ценностей, к которой мы привыкли и которая была, кстати, для российской ментальности все-таки более органичной, чем культ богатства.

Раушенбах:

— Я с вами согласен совершенно. Я преподаю на Физтехе, это элитарный институт, многие считают — по естественным наукам лучший в мире. В нем конкурс упал в три раза. Люди не хотят быть учеными: на кой им черт это надо? Никакой ностальгии по сталинским временам — если, может, меня кто-то так понял, — нету. Эта была очень плохая пора. Речь идет только о том, что тогда поддерживали науку. Наука вся финансировалась. В начале 30-х годов приезжала к нам специальная группа от Фонда Рокфеллера. Сейчас есть ее отчет, очень интересный, на русском языке. По требованию Фонда рассматривалось финансирование науки в Советской России: нужно ли ей помогать?.. Вывод американских экспертов был такой, что у нас наука финансируется лучше, чем в Западной Европе. Это не я сказал, это Рокфеллеровская комиссия.

Теперь — насчет «шарашки». Это очень сложное явление. У нас в журнале, в «Природе», несколько раз выступал, как вы знаете, Александр Аркадьевич Борин. Он пробыв в

заклучении около десяти лет, в том числе в «шарашке», и написал воспоминания, которые, к сожалению, не изданы. Так вот, он пишет про «шарашку»: «Это были лучшие годы моей жизни. Я только там был в обществе увлеченно работающих и идеально порядочных людей» (речь, конечно, о заключенных).

Данин:

— Я вынужден сказать, что лучшие годы моей жизни были на фронте, потому что я был свободен.

Раушенбах:

— Ну да Бог с ней, с «шарашкой». Вы говорите — наука продолжает развиваться, процветать. Да ничего подобного. У нас уже студенты делают дипломные работы за рубежом. И никто не возвращается. Сейчас половина, если не больше, математиков работает в Америке, и даже в лифте одного математического института прикрепили записочку: «Братцы, не говорите по-русски, американцы обижаются!»

Гурштейн:

— Павел Васильевич начал с того, что XX век превратился в век науки, положение ее стало резко отличаться от того, что было в предыдущей истории. И здесь, Даниил Семенович, вряд ли можно согласиться с вашими словами, что наука, поскольку она есть потребность рода человеческого, то и живет как живет. Она жила как жила, в XVII или XVIII веке... В XX положение изменилось. Собственно, XX век и примечателен тем, что наука стала действительно частью реальных потребностей общества.

Есть два знаменитых автора, выходцы из России, которые называли социализм «утопией у власти». Социализм — это действительно утопическая идея, и попытка реализовать ее привела к краху. Но в этой утопической идее была одна удивительная деталь. Как сказал американский историк науки Лорен Грэхэм, эту деталь будут изучать всегда. Это — положение науки. Все, кто стоял у руля

страны с 1917 года, отчетливо понимали, что наука, притом не только та, которая требуется в военном деле, нужна для всей жизни. И наука оказалась написанной на знамени социализма.

Реплика:

— Ну, он же научный был, коммунизм...

Гурштейн:

— Я люблю один пример, парадоксальный. Трудно себе представить, что Саддам Хусейн будет печатать научные труды: это дико. А Сталин, который был генералиссимусом, неограниченным правителем, считал для себя важным напечатать квазиисследовательскую работу по языкознанию.

Данин:

— Это же ужасно!..

Гурштейн:

— Я хочу сказать, Даниил Семенович, ему в его имидже требовалась краска, что он — ученый. И не только ему. Всем руководителям страны. Такова была иерархия ценностей. То есть понятие «репрессированная наука» — оно эмоционально, но совершенно не отражает того сложного процесса, который имел место на самом деле. Благодаря государственной поддержке в стране был создан мощный научный потенциал.

Но, с другой стороны, наука — это инакомыслие, по определению. А инакомыслие человеческое было абсолютно противопоказано системе. Поэтому каждый яркий ученый оказывался в опасности... Вы знаете поговорку того времени: «Не высывайся — подстригут». А вот тут-то и было заключено противоречие: при мощнейшем научном потенциале страны — малое количество ярких фигур, скромное число Нобелевских лауреатов.

Бялко:

— Разговор показал, что есть два понятия о том, что такое наука. Одна из них работала на войну, и к ней

государство эту науку готовило, а второе понятие — это наука как инструмент познания, и, в общем-то, для нее не так нужна государственная поддержка. Я хочу обратить внимание на то, почему именно военная наука оказалась поставленной во главу угла сразу после революции: потому что у Ленина была идея всемирной революции и достижения ее не без военного участия. Эта была «научная» (подчеркиваю — в кавычках) идея, но на самом деле, конечно, политическая, а под нее были даны и деньги. Сталин ее просто развивал. В каком положении мы находимся сегодня? У нас нет теперь такой государственной идеи — всемирной революции или распространения на весь мир каких-то наших идей. У нас нет сегодня такого врага, каким была фашистская Германия и когда было ясное сознание того, что столкновение с этой системой неизбежно. Спрашивается, нужно ли нам сегодня развивать военную науку и военно-промышленный комплекс в научном плане? Где тот противник, с которым мы в ближайшее время собираемся столкнуться?..

Волобуев:

— Я хотел бы возразить по поводу мотивов заботы Ленина о науке. Они, мне представляется, не связаны с планами мировой революции. Они связаны с другим. Ленин еще до Октябрьской революции сформулировал цель: «Либо погибнуть, либо на всех парах устремиться вперед: догнать передовые страны и перегнать их также и экономически». Вот эта задача — преодоление научно-технической и социально-экономической отсталости — была главным движущим мотивом в 20-е и 30-е годы, до войны. В этом контексте и нужно рассматривать государственную научную политику.

Как историк я протестовал и протестую против одностороннего подхода к советской истории. Террор 37—38 годов придавил общество. Но все-таки не заглушил живую мысль и, в частности, те ценности, которые уже

внедрились, а именно — престижность науки, образования. Теперь — по поводу послевоенных дел. Сталин испугался возросшего самосознания общества, и прежде всего интеллигенции — деятелей науки и культуры. Ученые поняли, какую роль они сыграли в войне и особенно после, когда наступило соревнование с американцами в области ядерной техники, ракетной техники и т. д. В силу ряда причин биология была избрана тем полем, на котором ученым был дан предметный урок. Я уж не говорю о нас, бедных обществоведах. С нас, историков, всегда начинали все побоища. Война показала руководству силу науки, но она подтолкнула Сталина к мысли, что ученых надо держать в ежовых рукавицах, что над ними нужен контроль. Не случайно Берия возглавил Атомный комитет. Так что война имела не только позитивное значение в смысле концентрации сил.

Вообще все войны действительно ускоряют развитие науки. Я могу сказать, что и революции — тоже. Возьмите Великую французскую революцию — гигантский взлет... Несмотря на жертвы — ведь погиб на гильотине великий Лавуазье. С Октябрьской революцией связан расцвет нашей науки и культуры. От этого никуда не уйдешь. Всякий общественный подъем, не только революция, ведет к оживлению научного творчества, общественной мысли. Это закономерность. И в этой связи, по контрасту, положение науки сегодня, ее распад свидетельствуют о том, что страна наша идет по лестнице, ведущей вниз. И я не думаю, что у нас есть перспективы в ближайшие годы достигнуть каких-нибудь успехов через перестройку на западную модель: организации ли общества, организации ли экономики, организации ли науки.

Данин:

— Можно немножко оптимизма? Я хочу сказать, что мы действительно движемся по лестнице вниз, но сама лестница ведет вверх. Это старая история. Сейчас гуманитарии очень

часто упрекают так называемых ученых-естественников в том, что они служат своими научными открытиями бедам человечества. Особенно достается ядерной физике, ополчаются на генетическую инженерию. Но мне кажется, что смотреть на это надо по-другому. Если военной области нужно развитие какой-нибудь науки, это надо поощрять. Потому что все равно человечество приходит к такой поре, когда достигнутое во имя дурных целей начинает служить благу. Если бы не было ядерной физики, которая сумела создать тотальное оружие, не знаю, что было бы с энергетическими возможностями человечества. Одна журналистка — Валентайн, если не ошибаюсь, — написала очень драматические, но неверные слова: «Черный день Альберта Эйнштейна». Это тот день, когда он посоветовал Рузвельту начать заниматься атомными делами. На самом деле, если бы американцы этого не сделали, то сделали бы немцы. И это было бы для человечества действительно очень плохо. Очень худо было бы.

Ученым надо внушать, что всякое их дело, которое служит злу, — втайне имеет еще и положительный выход. Так извлеките из этого нравственную выгоду, т. е. направьте то зло, которое вы разрабатываете, в хорошую сторону, ибо она всегда есть.

Гурштейн:

— Это то, что сделал Королев, который построил ракету не только для военных целей, но и для запуска первого спутника. Он нашел способ, где брать деньги, чтобы строить межконтинентальные ракеты и иметь в качестве побочного продукта весь «мирный космос», как мы его теперь называем.

Реплика:

— Ну, спутник-то тоже больше на военные цели, конечно, работает...

Раушенбах:

— Ничего там военного нет. Даже спутники-разведчики — они,

казалось бы, военные. Но если бы не было космической разведки, нельзя было бы заключить ни одного соглашения по ядерному оружию с американцами. Это возможно только при условии, что у каждой стороны есть спутники-разведчики. Иногда дураки называют их «шпионами». На самом деле они разрешены международным соглашением. Там записано, что контроль идет со спутников. И поэтому весь космос — мирный, ни одного военного изделия там, в космосе, сейчас нет. Есть спутники связи... Ну, телефонные аппараты. Что это — военное оружие?.. А спутники-разведчики — это оружие мира, и все. Они не дают возможности врать, спрятать ракету куда-нибудь или сделать лишнюю.

Данин:

— Но вы согласны, что ракета — это результат войны?..

Раушенбах:

— К сожалению, и авиация, и ракеты должны были пройти через военный этап, чтобы стать тем, чем они были задуманы сначала. И Циолковский, и Оберт — все мечтали о космических ракетах. Но получается очень интересная вещь: пока ракета совсем маленькая, ее можно на любительском уровне делать. А следующая, космическая, настолько велика, что ее никто не станет финансировать, только военное ведомство. И потому как современная авиация, так и ракета были вынуждены служить военным целям. В авиации сначала был только бомбардировщик, а потом — пассажирские самолеты. Здесь тоже — баллистические ракеты, а потом спутники.

Скворцов:

— Мне хотелось бы напомнить, что в 43-м году, сразу после Курской битвы, переломившей ход войны, правительство — уже имея в виду послевоенные перспективы — приняло целый ряд важных решений в поддержку науки; в частности, была открыта аспирантура в Академии наук (по всем

специальностям!). Меня это коснулось непосредственно. В начале войны я окончил медицинский институт, но из-за сильной близорукости не попал в действующую армию, а служил в тыловом госпитале и оказался в этом первом наборе. Всего было дано на Академию, если не ошибаюсь, около 350 мест. Если человека рекомендовал член Академии — его отзывали с фронта.

В 43-м же году научным работникам, включая самых рядовых и даже аспирантов, стали выдавать дополнительные продовольственные карточки. Потом были введены знаменитые очень высокие зарплаты (для ученых со степенями — выше, чем чиновникам, — дело небывалое ни до тех пор, ни впоследствии). Разумеется, эти зарплаты имели и некоторый обратный эффект: в науку устремились многие люди, к ней непригодные.

Теперь о том, страдала ли в сталинские времена именно наука или только отдельные ученые. Бывало и так, и эдак. Что касается биологии, то тут, безусловно, генетика пострадала как наука. Репрессии против ученых-генетиков также приняли чудовищный размах и характер, о чем, впрочем, немало сказано. После войны генетиков в тюрьму не сажали, хотя всем им, кто остался в живых и на свободе, кто не перекрасился быстро в лысенковца, пришлось работать по другим специальностям.

Но прошло время, и уже при Хрущеве в Новосибирске в составе вновь создаваемого Сибирского отделения Академии был основан большой Институт цитологии и генетики, в котором генетики смогли возобновить свои работы: правда, в отдалении от Москвы, но смогли.

Данин:

— Это так же «хорошо», как «шарашка».

Скворцов:

— Но Сибирское отделение было создано. Это факт. Возможность чего-

нибудь подобного сейчас — трудно себе представить.

Арутюнян:

— Алексей Константинович упомянул 43-й год. Я принесла журнал и хотела бы процитировать любопытный документ. 15 сентября 43-го года вышло постановление Советского правительства: освободить от призыва в ряды Красной Армии студентов всех курсов высших учебных заведений, перечисленных в приложении. В нем названы МАИ, МАТИ, МВТУ, МЭИ, МИСИ. И отдельным пунктом — освободить студентов предпоследних и последних курсов всех остальных высших учебных заведений. Война еще гремела на территории СССР, а уже спасали интеллектуальное будущее нашего общества. Но мы прекрасно помним, как недавно еще, в мирное время, уже перестройка шла, гребли лопатой всех студентов. Это ли государственный подход?.. Борис Викторович, я знаю, боролся за то, чтобы студентам не прерывать обучения. Сейчас над выпускниками вузов нависла угроза. Мы тут спорили о молодых специалистах: вернутся — не вернутся. Тем более не вернутся!

Скворцов:

— И надо еще одну вещь сказать. Почему Гитлер шел так быстро? Быстро покорил Францию и прочие государства? Не только потому, что у него наука была выше... А потому, что там был тоталитарный строй, он мобилизовал всю страну на войну, чего Франция сделать не могла и не сделала. Гитлер так же разгромил бы начисто и Англию, если бы какими-то судьбами не переключился на нас. И если бы в России был, допустим, демократический строй — не было бы сталинского тоталитаризма, а была бы демократия, — он точно так же разгромил бы и нас. Мы его смогли одолеть потому, что у нас тоже было тоталитарное государство.

Реплика:

— Еще тоталитарнее,— поэтому. Мы могли сделать в промышленности то, что он не смог.

Гуриштейн:

— Тоталитарный режим эффективен для концентрации усилий на коротких интервалах времени. Но он не имеет будущего, он не имеет перспективы. В нормальных условиях он проигрывает.

Скворцов:

— Короткое историческое время? Но ведь с самого начала, с блаженной памяти Ильича была линия на организацию военной силы. Вся предвоенная история Советского Союза была подготовкой к этой самой войне.

Успенская:

— Получается так: для того, чтобы развивалась наука, нужен: а — тоталитарный режим, б — война. Поскольку, я надеюсь, не случится первого и, по всей вероятности, в крупных масштабах не будет второго, то что же станет стимулом науки?..

Скворцов:

— Я говорил — не для науки нужен был тоталитарный режим, а для победы в войне. Будем надеяться, что глобальной войны более не случится и военное поражение нам не угрожает. Но экономический диктат вполне возможен, и он способен сделать нас зависимым государством. Самостоятельность государства — это мощный фактор и сильный стимул. Маленькое государство, типа Люксембурга, прекрасно может существовать при всяких обстоятельствах, а большое — нет.

Гуриштейн:

— Каждая медаль все-таки имеет две стороны. Сегодня, безусловно, мы многое потеряли. Мы потеряли крупные, поддерживаемые государством, очень сильно милитаризованные проекты. Это факт. Но не кажется ли вам, что мы многое нашли в интеллектуальном плане? Если вы зайдете в хороший

книжный магазин и посмотрите на литературу гуманитарного плана, вы там найдете множество того, о чем в прежние годы вообще даже мечтать было невозможно. С точки зрения освобождения интеллектуального потенциала мы нашли сегодня невероятно много. А значит, по-видимому, истина где-то посерединке.

Опыт войны был огромный, и он в очередной раз показал, что великая страна — не Люксембург — без науки, без фундаментальной науки, существовать не может. Но сегодня в этом плане, согласитесь, не полная катастрофа, не полный тупик. Кое-что в современных условиях решается правильно. Правильно — это существование фондов, возможность такого рода поддержки новых идей, которой раньше не было. Вы же сами говорили, что одному человеку с небанальной, сложной идеей в прежней структуре пробиться было невозможно. Сегодня он идет в Фонд Сороса, в Российский фонд фундаментальных исследований — и получает поддержку. Пусть это несколько идеализированная картина. Но с точки зрения дальних перспектив Даниил Семенович прав, наука все же не погибает.

Скворцов:

— Творческая мысль ученого, конечно, свободна. Но ученый хочет видеть свои идеи и реализованными. Разумеется, мы благодарны и Соросу, и Российскому фонду за их благородную деятельность. Но эти фонды российскую науку в целом, конечно, не вытянут. И еще: очень часто приходится сталкиваться с какой-то упорной убежденностью, что если у нас все будет развиваться не так, как сейчас, то непременно только безальтернативно назад, прямо к Сталину. На чем основана такая убежденность? Путей и возможностей развития бесконечно много, а назад история вообще никогда не идет.

Кстати говоря, любопытная вещь — ностальгия. У немцев появился очень интересный термин — «ostal-gia»... Раньше, с каким немцем ни

поговоришь, первым делом — Берлинская стена, объединение Германии. А теперь появилась «ostalgia». И подобные настроения, как известно,— не только в Германии.

Данин:

— Один немецкий ученый, ГДР-овский, сказал: «То, что нам говорили о социализме, оказалось неправдой; то, что нам говорили о капитализме, оказалось правдой».

Мне хочется быть правильно понятым. Я вовсе не думаю, что нужна война — для того, чтобы развивалась наука. Напротив, развитие науки и связанное с этим развитие технологий в перспективе так грандиозно, что, мне кажется, именно наука станет похоронщицей войны. Наука погубит войну — она сделает ее бессмысленной. Это, между прочим, продемонстрировала история атомной бомбы. Как оказалось, она могла быть, несмотря на всю свою мощь, использована всего один раз. (Я считаю за «один раз» и Хиросиму, и Нагасаки.) Больше ее уже никто не смог использовать. Поэтому, например, хочется улыбнуться, когда говорят, что — ах, Иран хочет создать у себя атомную бомбу. Ну, создаст атомную бомбу — дальше что? Он же не сможет ее применить.

Реплика:

— Не ручайтесь за других!..

Данин:

— Закончу маленьким воспоминанием. Когда я первый раз прочел Винера — первую его книгу, которая у нас была издана,— то подумал: Господи, как интересно! Теперь, если два государства захотят напасть друг на друга, что они должны сделать? Они должны включить самые совершенные электронно-вычислительные машины, учесть максимальное количество факторов и сосчитать, кто при соотношении этих факторов победит и сколько война будет стоить. Затем направить ученых одной страны в другую страну, сделать совместный

расчет и сказать: «Ребята, совершенно ясно, что Англия терпит поражение. Пусть платит Франции столько-то долларов». И все.

Проблема войны кончается на том, что мы рассчитали, кто неизбежно будет победителем. Если бы в Министерстве обороны наши деятели сосчитали, что нужно для того, чтобы воевать с такой страной, как Чечня, с таким правителем, как Дудаев, с такой армейской подготовкой и военной техникой, какая у него существует,— если бы они сосчитали, то не влезли бы так безрассудно в это дело. Считать надо! Наука позволит сосчитать войну как бессмыслицу, которую нельзя начинать никому и нигде. Вот что я хочу сказать. Верю, придет пора, когда можно будет отмечать День Победы науки над войной...

Волобуев:

— Здесь говорили, что тяжесть военно-промышленного комплекса стала к концу холодной войны непосильной для нашей страны. Мы все это понимали. Я от многих ученых слышал, что, когда был достигнут ракетно-ядерный паритет, надо было переключать средства на легкую, пищевую промышленность, на структурную перестройку экономики и т. д. Но маховик гонки вооружений раскрутился, мы шли на поводу у Америки, которая тоже несла потери, но меньшие, чем мы, и была заинтересована в нашем изматывании. Американцы в этой гонке в конечном счете нас разорили.

А теперь в коридорах власти, где немало, как выразился премьер, завлабов и младших научных сотрудников, с легкостью необыкновенной говорят: а зачем нам вообще сельское хозяйство, АПК? Выгоднее продавать нефть и покупать продукты за границей. Зачем нам металлообрабатывающая промышленность, да еще на две трети устаревшая?.. Зачем нам добывающие отрасли? — все можно приобрести за кордоном. Настроения такие, что в эпоху, когда произошла интернационализация научного знания, мы можем обойтись и без большой и самостоя-

тельной науки. Вот что пугает. Мы имеем сейчас самое некомпетентное правительство со времени правительства Бориса Владимировича Штюрмера, 1916 год.

Данин:

— Видите ли, я зоологический оптимист, и мой оптимизм абсолютно неопровержим, потому что он не мотивирован. Вот с этим оптимизмом, который не нуждается в мотивировке, я хочу продолжать существовать и верю поэтому в то, что человечество все-таки лучше, чем мы о нем думаем.

Раушенбах:

— Несмотря на все, что случилось, все-таки мы — сверхдержава, с нами считаются. Вопрос в том, хотим мы остаться великой державой или согласны стать Аргентиной. Если хотим остаться великой державой — скажем, не равной Америке, но второй, — тогда, к сожалению, надо иметь и сильную военную мысль, и военную промышленность... А это невозможно без фундаментальной науки. Но единственный, кто может ее поддерживать, — это правительство. Потому что там нужны миллиарды, а не тысячи или сотни тысяч долларов, которые может дать какой-нибудь фонд.

Гурштейн:

— Мы впервые в истории имеем Министерство науки.

Раушенбах:

— Дело-то не в Министерстве науки, а в долларах, которыми оно располагает. У него нет денег ни копейки. Мы продаем нефть — и все! Продаем для того, чтобы какой-то небольшой процент населения мог ездить на «мерседесах» и покупать себе виллы на Адриатике. Какова политика Запада по отношению к нам? Один мой друг, член-корреспондент нашей Академии, человек очень остроумный, беседуя с американской делегацией, которая предложила ему по-

смотреть экономические предложения, сказал: «Зачем, — я это все читал уже». Его спросили: «Где это?» — «Ну, как же! Экономическое приложение к плану "Барбаросса"». Если мы хотим стать державой третьего сорта...

Данин:

— А вы считаете, что есть выбор?..

Раушенбах:

— В принципе — конечно, потому что денег от продажи нефти мы получаем огромное количество. Просто соответствующие лица кладут их себе в карманы. Эту ситуацию, наверное, все-таки можно переломить.

Я считаю, что в победе наша наука сыграла огромную роль. Первое. Второе: наука позволила нам — разоренной после войны стране, которая вся лежала в руинах, — встать сверхдержавой. Мне кажется, наука сделала больше даже, чем можно было от нее ожидать. В теперешних условиях она, к сожалению, остается невостребованной.

Арутюнян:

— Когда закончилась холодная война, на Западе в науке тоже началась рецессия. Там фундаментальные направления сейчас гораздо менее поддерживаются, чем раньше. Похоже, что обществу потребления, которым становится весь мир, не нужна фундаментальная наука, не нужны знания...

Данин:

— Для того, чтобы общество могло быть обществом потребления, оно должно сначала стать обществом производства.

Арутюнян:

— Но они-то стали, они-то действительно напридумывали так много, что им еще потреблять сто лет. Но мы-то еще не придумали, а вот потребляем. Мы можем потреблять только нефть, чтобы приобщиться к мировым благам.

Реплика:

— У нас нефти очень мало, она скоро кончится. Очень скоро кончится.

Арутюнян:

— Вообще этот мировой процесс охлаждения к фундаментальным наукам еще более тревожен, нежели наш локальный процесс, который мы видим.

Скворцов:

— Что касается биологии, то о рецессии в американской науке вряд ли можно говорить. Скорее наоборот, за последние десять лет здесь произошел огромный рывок, в том числе и в финансировании, — главным образом по двум линиям. Во-первых, это молекулярная генетика (в частности, программа «Геном человека») и, во-вторых, — сохранение многообразия жизни на Земле. В период борьбы с лысенковщиной очень активно биологов поддерживал известный физик И. Е. Тамм. И вот у меня перед глазами — его фигура в Зоологической аудитории старого Университета, и он нам, биологам, в ту пору изрядно подавленным, уверенно предрекает скорое наступление в науке века биологии. Похоже, что его предсказание сбывается.

Наша беседа идет к концу, а закончить всегда хочется на оптимистической ноте. Расскажу про любопытный довод одного американского коллеги в пользу существования Бога. В жизни мы постоянно видим, что негодяи берут верх над порядочными людьми. И если бы не было Бога — то давно бы на свете одни негодяи и остались. Я хочу сказать то же и в отношении науки. Энтузиасты науки — точно так же, как люди порядочные, — будут родиться и дальше. Наука не умрет.

Гурштейн:

— С давних пор, когда я еще учился в школе, меня всегда поражало, что великие люди группируются в созвездия: они не бывают по одному. Вот если Пушкин — то тут рядом и

Лермонтов, и Грибоедов, если композиторы — так сразу «Могучая кучка», если художники — то «Бубновый валет». Сегодня мне совершенно понятно, что это действительно полная закономерность. Гений не может развиваться в одиночестве: он должен с кем-то соревноваться. С ним всегда рядом — группа людей, на фоне которых он становится гением. Наука как часть творчества — это тоже процесс соревновательный.

Великая Отечественная война стимулировала нашу науку, холодная война — тоже. Прекращение соревновательности повергло западную науку едва ли не в больший шок, чем нашу. Этот общий фон нельзя убирать из наших рассуждений. Если вы поедете по американским университетам — плач стоит общий. Они живут сегодня главным образом за счет бывших советских специалистов. Но финансирование кончилось, программ крупных нет — наши слова они повторяют один к одному. Вот этот фон надо иметь в виду и, настаивая на том, что во имя будущего государство должно поддерживать нашу науку, все-таки сделать скидку на то, что трудности — не только наши специфические, эти трудности во всем мире.

Я не призываю к новой холодной войне — я настаиваю на том, что элемент соревновательности должен быть нами как-то понят и внесен в наши планы. Требовать денег, денег и денег — это непродуктивная позиция. Нам нужно что-то и предлагать.

© Публикацию подготовили
Н. В. Успенская, Н. А. Потапова

Динамика послевоенного мира

А.В.Бялко

ПЯТЬДЕСЯТ ЛЕТ после окончания второй мировой войны представляют собой достаточно долгий период, когда мир развивался в более или менее естественных условиях: не происходило глобальных катастроф, не было масштабных войн и пандемий, заметно сказавшихся на численности населения и экономике мира в целом. В это же время развитие мировой торговли, транспорта и средств связи заметно сблизили модели поведения различных этносов планеты, человечество стало более единым. Поэтому представляет

интерес посмотреть, как развивался мир за этот период времени.

Недавно Институт наблюдения за миром (Worldwatch Institute, США) опубликовал обширную подборку статистики¹, охватывающую период 1950—1993 гг. Задача нашей статьи — сопоставить эту статистику и, обсудив на качественном уровне взаимосвязь параметров мирового развития, выявить те из них, которые развивались более или менее подобно друг другу.

В принципе на основе этих данных можно получить

и ограниченный прогноз. Физическое основание прогнозирования — инерционность глобальных процессов и их усреднение по большому числу слабо зависимых источников. Например, невозможно слишком быстро ввести в действие разработку нового месторождения угля и, напротив, из-за социальных последствий невозможно быстро закрыть шахты на том месторождении, которое почти исчерпано.

Существуют несколько методов прогнозирования. Наиболее простой из них — это аппроксимация полиномами разных степеней по базам разной продолжительности и

© Бялко А.В. Динамика послевоенного мира.

¹ Brown L.R., Kane H., Roodman D.M. Vital Signs. London, 1994.

Население и производство основных ресурсов в мире, СССР и России

Год	Численность, млн. чел.	Нефть МТНЭ	Уголь МТНЭ	Газ МТНЭ (млн. м ³)	Урожайность, т/га	Зерно млн.т	Мясо млн.т	Рыба млн.т.
1950	2555 182 /103	518 38 / 18	884 261 /160	168 5.8 /2.9	1.06 0.79 /0.72	631 82 /47	46 4.9 /2.6	22 1.8 /1.3
1955	2779 198 /113	767 71 / 49	1045 390 /229	267 9.0 /4.3	1.18 0.84 /0.77	759 107 /59	60 6.3 /3.4	29 2.7 /2.1
1960	3038 216 /121	1049 148 /119	1271 509 /298	411 45 /24	1.28 1.09 /1.07	847 125 /76	68 8.7 /4.5	38 3.5 /2.5
1965	3345 232 /127	1509 243 /200	1299 578 /326	595 128 /64	1.34 0.95 /0.90	878 121 /70	82 10.0 /5.2	54 5.8 /4.2
1970	3704 242 /131	2281 353 /285	1359 624 /345	920 198 /83	1.58 1.56 /1.56	1055 187 /113	98 12.3 /6.2	66 7.8 /5.5
1975	4086 256 /135	2659 491 /411	1450 701 /381	1129 289 /115	1.77 1.09 /1.01	1218 141 /77	113 15.0 /7.6	66 10.4 /?
1980	4457 267 /139	2976 603 /547	1708 716 /391	1357 435 /254	1.96 1.39 /1.29	1408 176 /97	133 15.1 /7.4	72 9.5 /6.8
1985	4856 277 /144	2659 595 /542	1980 726 /395	1573 643 /462	2.19 1.51 /1.45	1570 178 /99	150 17.1 /8.5	86 10.7 /7.8
1990	5295 290 /149	2963 571 /516	2115 703 /395	1865 815 /641	2.40 1.99 /1.85	1665 218 /117	171 20.0 /10	97 10.5 /7.9
Доля России	4—2.8%	3.5—17%	18—20%	1.5—30%	—	6—7%	6%	6—9%

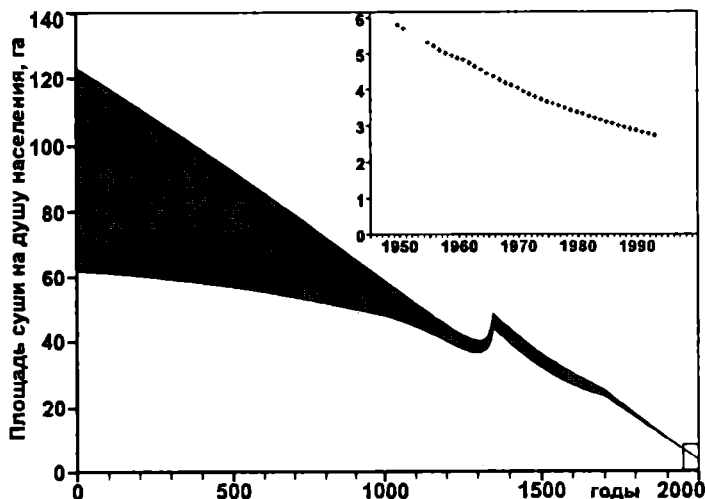
экстраполяция таких сглаживающих зависимостей вперед по времени на те сроки, когда эти кривые расходятся не более, чем на стандартное отклонение за соответствующий базовый период.

Однако предсказание будущего оказывается не слишком благодарным занятием, особенно если прогноз не обнадеживает. Поэтому мы не станем делать таких экстраполяций, а ограничимся только тем, что представим статистику в таком графическом виде, который позволит прояснить основные тенденции мировой динамики, — точность зрительной экстраполяции обычно не многим хуже научных прогнозов.

НАРОДОНАСЕЛЕНИЕ

После второй мировой войны и восстановления хозяйства рост численности мирового населения в период 1950—1993 гг. происходил довольно регулярно, оно удвоилось примерно за 35 лет. Если же посмотреть, как изменялось народонаселение на большем отрезке времени, станет очевидно, что оно росло в среднем быстрее, чем по экспоненте: с середины XIV в., за исключением коротких периодов мировых войн и пандемий, период удвоения численности людей на Земле до самого последнего времени монотонно сокращался. Оказывается, что для описания роста человечества за последние шесть столетий из простых аналитических зависимостей лучше всего подходит не экспонента, а гипербола².

Возможно, что гипербола удовлетворительно описывает численность людей и для более ранних времен, но строго утверждать это трудно. Существует заметная не-



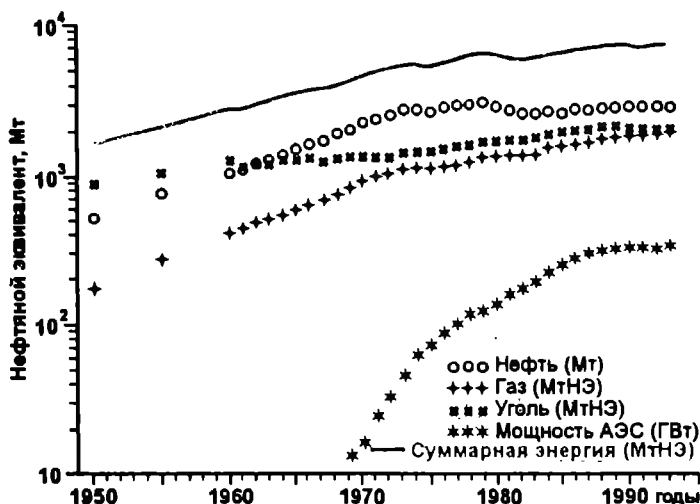
Изменение со временем площади суши, приходящейся на одного человека. Неопределенность численности мирового населения в древнем мире и средневековье довольно велика, ею обусловлено начальное умирание кривой. Наибольший скачок удельной площади суши связан с резким падением народонаселения в первой половине XIV в. Оно было вызвано монгольским геноцидом китайского крестьянства, а затем пандемией чумы. Несмотря на ошибки исходных данных, на графике видно, что после эпохи Возрождения средний земельный «надел» сокращался почти линейно, не слишком сильно отклоняясь от прямой даже во время мировых войн, после которых следовал всплеск рождаемости. Продолжение этой прямой пересекает ось где-то между 2025 и 2030 гг. Такое пересечение невозможно, и рост мирового населения сейчас уже заметно отклоняется от модельной гиперболической зависимости (см. вставной график для периода 1950—1993 гг.).

определенность исторических данных о народонаселении древнего мира и еще не открытых континентов, ее не стоит недооценивать. Известные по Евразии примеры эпидемий показывают, что они приводили к заметным колебаниям роста народонаселения, поэтому трудно восстановить его численность там, где не было письменности. Например, население Австралии к моменту ее открытия грубо оценивается в 2 млн. человек, однако после первых контактов с европейцами большинство аборигенов погибло от обычных для Евразии болезней, к которым у них не было иммунитета.

Не следует обольщаться и точностью последних данных, приведенных в таблице. Фактическая ошибка числен-

ности населения, по-видимому, может составлять несколько десятков миллионов человек, вряд ли, впрочем, превышая 3%. Точность современных данных по отдельным странам заметно улучшается при регулярных переписях населения и уточняется при раскрытии засекреченных архивов. В каждой ячейке таблицы верхняя строка относится к миру в целом, а в нижней через дробь даны показатели СССР и России. Мировая статистика урожайности усреднена по пятилетиям. Данные по нашей стране собраны Н.В. Чадаевым (СОПСИЭС Минэкономики РФ) из статистических справочников, выпускавшихся последовательно и не всегда между собой согласованных: например, площадь, занятая

² Hoerner von S.J. // Journal of British Interplanetary Society. 1975. V. 28. P. 691.



Мировая энергетика. Мировое производство нефти в млн. т, газа и угля в млн. т энергетического эквивалента нефти (МтНЭ), а также мощность ядерной энергетики в ГВт. Приведенное на рисунке соотношение электрической мощности ядерных станций и энергетических мощностей ископаемых топлива более или менее реалистично отражает их относительный вклад (1 т нефтяного эквивалента обеспечивает производство 1 кВт электроэнергии в течение года). Это соотношение позволяет приблизительно просуммировать всю мировую энергетику (сплошная кривая).

зерновыми, — сбор зерна, деленный на урожайность — претерпевает непонятные 10%-е колебания. Такова, по-видимому, и точность этих данных.

Гиперболическая зависимость народонаселения означает, что площадь суши, приходящаяся на одного человека, очень долгое время снижалась почти равномерно. Нетрудно вычислить скорость этого убывания: «шагреновая кожа» земельного надела одного жителя Земли в течение последних 640 лет сокращалась довольно равномерно в среднем по 0.074 га в год. На сегодняшний день она составляет 2.7 га.

Самое важное следствие такой закономерности в том, что по мере приближения удельной площади к нулю неизбежно должно наступить отклонение от этой зависимости. Этот вывод был сделан уже довольно давно,

изучалась и структура переходного периода.

В начале 70-х годов были построены компьютерные модели мировой динамики, связывавшие добычу полезных ископаемых, производство энергии и продовольствия с численностью народонаселения³. Естественно, эти модели строились так, чтобы правильно описать предыдущее развитие, а до середины 70-х годов вместе с численностью людей росли почти по гиперболе также производство продовольствия и энергии. Поэтому авторы пришли к выводу, который казался парадоксальным: согласно их моделям будущего численность мирового населения достигнет максимума (порядка 10 млрд. чел.) в первой половине будущего века. К этому же моменту истощатся запасы важнейших

ископаемых, упадет производство продовольствия на душу населения, загрязнение окружающей среды сильно возрастет и население начнет сокращаться. Иными словами, предрекалась катастрофа. Однако в начале 70-х никаких видимых признаков приближения этой катастрофы еще не было, поэтому предсказания «конца света» воспринимались с изрядной долей скепсиса, а то и вовсе несерьезно.

Но не всеми.

ЭНЕРГЕТИКА КАК МОТОР ПРОГРЕССА

В истории семинара П.Л.Капицы в Институте физических проблем было несколько заседаний, когда на них собиралась «вся Москва», публика не помещалась в конференц-зале, и для людей, стоящих в фойе и коридоре, включалась трансляция из зала. Одно такое событие состоялось осенью 1972 г. Выступал сам Петр Леонидович. Он рассказал о работах супругов Медоуз по моделированию мировой динамики, но, признав их убедительность, сделал тем не менее собственные выводы⁴.

Центральную роль в своем анализе академик Капица отвел производству энергии. Он утверждал: если нет дефицита энергии, то с недостатком полезных ископаемых и с загрязнением окружающей среды можно справиться, построив все промышленное производство по замкнутому циклам, полностью перерабатывая отходы и извлекая из них все необходимые химические элементы. Ни в своем выступлении, ни в публикациях Капица не сказал явно, как именно пойдет дальнейшее

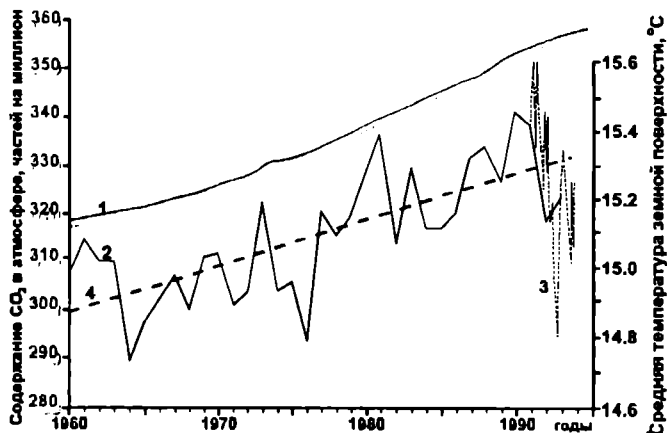
³ Meadows D.H., Meadows D.L., Randers J., Behrens W.W. Limits to Growth. University Books, 1972.

⁴ Капица П.Л. Глобальные научные проблемы ближайшего будущего (1972). Эксперимент. Теория. Практика. Наука, 1987. С. 418-426.

развитие, но как его анализ, так и оценка энергетических ресурсов поддерживали ту точку зрения, что мировое развитие еще долго может оставаться экспоненциальным.

Теоретически его выводы и сегодня остаются справедливыми. Увы, в тот момент оставались считанные месяцы до первого нефтяного кризиса 1973 г., когда растущий дефицит сырой нефти позволил Организации экспортеров нефти взвинтить цены дальнейшим сокращением ее добычи, после чего немедленно подорожали все энергетические ресурсы. В результате мировое производство энергии отклонилось от экспоненциального роста и более к нему не вернулось. До этого, с 1950 по 1973 г. добыча энергетических ресурсов выросла в 3.4 раза, удваиваясь примерно за 13 лет. Такой темп обеспечивал опережающий рост энергетики по сравнению с ростом населения мира и стимулировал производство продовольствия и сам прирост населения. Замедление же производства всех видов энергии, как мы увидим, существенно сказалось практически на всей экономике.

Казалось бы, в условиях недостатка нефтяных ресурсов должна была ускоренно развиваться ядерная энергетика, которая с избытком обеспечена геологическими запасами урана, а теперь, кроме того, высвобождением ядерных материалов при разоружении. Однако надежды на ее быстрый рост, компенсирующий убыль нефтяных ресурсов, были подорваны аварией в Чернобыле в 1986 г. и углубляющейся проблемой захоронения ядерных отходов. Не оправдались и надежды 70-х годов, отраженные в работах Капицы, на будущий вклад в энергетику термоядерного синтеза. Техноло-



Кривая 1 — среднегодовое содержание углекислоты в земной атмосфере (левая шкала). Ламаная 2 — среднегодовая температура земной поверхности (правая шкала). Пунктиром 3 показана температура, усредненная по месячному периоду, после извержения в июле 1991 г. вулкана Пинатубо. Штриховая линия 4 — усредненный линейный тренд температуры за период 1960—1993 гг.

гические трудности удержания высокотемпературной плазмы не позволяют надеяться на включение термоядерной энергетики и в обозримом будущем.

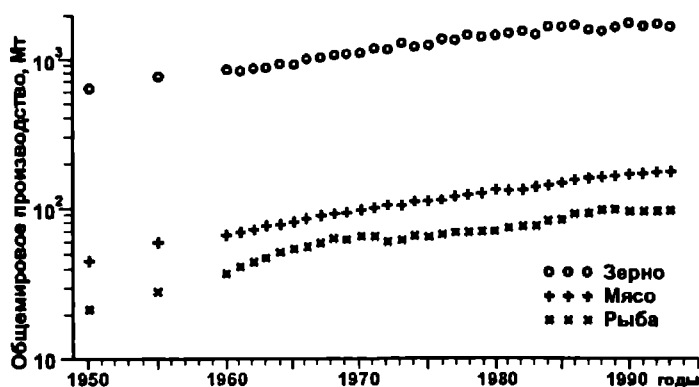
Мало надежд и на возобновляемые источники энергии. Мощности производства ветровой энергии достигли в 1993 г. 3 ГВт, а солнечной — всего 0.06 ГВт, они пока не вносят заметного вклада в мировую энергетику и вряд ли когда-нибудь станут конкурентами традиционным источникам энергии. В то же время энергетика, основанная на сжигании ископаемых углеводородов, заметно воздействует на климат планеты.

КЛИМАТ И ПРОДОВОЛЬСТВИЕ

С середины прошлого века содержание углекислоты в атмосфере возросло с 280 (примерно) до 317 частей на миллион к 1960 г., или на 13%. С тех пор всего за 33 года произошел еще такой же относительный рост вплоть до 358 частей на миллион сегодня. Вследствие

парникового эффекта происходит постепенное (хотя и сильно флуктуирующее) повышение средней температуры земной поверхности. Если вычислить линейный температурный тренд по периоду 1960—1993 гг., то окажется, что температура за это время росла в среднем по 0.013°C в год.

При этом среднеквадратичные отклонения от среднего, флуктуации среднегодовой температуры около этого тренда не малы, они составляют 0.13°C . Эти флуктуации связаны с тем, что тонкий слой приземного воздуха подвержен воздействию многих факторов, кроме парникового эффекта. Больше всего он зависит от состояния термоклина, верхнего стометрового слоя мирового океана, теплоемкость которого больше теплоемкости всей атмосферы. Воздействие вулканических извержений также не мало, особенно сильно влияют на атмосферу те извержения, при которых происходит вертикально направленный взрыв. Так, в июле 1991 г.



Производство продовольствия в послевоенном мире. Мировой урожай зерновых подвержен заметным колебаниям, производство мяса росло более устойчиво. Рост мирового улова рыбы прекращается вследствие перелома наиболее продуктивных сортов рыбы и загрязнения морей.

произошло извержение вулкана Пинатубо (Филиппины), выбросившего в стратосферу большое количество сернистого газа и аэрозолей. После этого температура земной поверхности, усредненная по месячному периоду, за два года упала на 0.6°C , но затем вернулась к прежнему уровню. Таким образом, последствия сильных извержений значимы, но кратковременны.

Существует утверждение⁵, что современный климат оптимален для человечества: и его потепление, и похолодание отрицательно скажутся на мировом сельском хозяйстве. Конечно, для разных стран последствия потепления имеют разные знаки (в частности, для нас потепление может оказаться выгоднее похолодания), но для мира в целом это утверждение, похоже, близко к истине. Особенно сильно могут пострадать малые островные государства, часть из них (например, Мальдивские острова) при повышении уровня океана всего на 2 м просто исчезнут.

⁵ Roberts W.O., Lensdorf H. The Climate Mandate. San Francisco, 1979.

Мировой урожай зерновых (сумма урожаев пшеницы, кукурузы, риса, ржи, ячменя, сои, проса и сорго) несколько колеблется в зависимости от погодных условий, однако в среднем он устойчиво рос до самого последнего времени. За период 1950—1982 гг. производство зерновых возросло в 2.5 раза. Однако после 1988 г. происходит настоятельная приостановка роста главного мирового продукта питания. В таких условиях случайное падение урожайности при неблагоприятных погодных условиях чревато угрозой голода в мировом масштабе.

Средняя урожайность зерновых культур в послевоенный период заметно выросла: с 1.06 т/га в 1950 г. до 2.58 т/га в 1992 г., но сейчас скорость ее роста значительно замедлилась. Этот рост обеспечивался интенсивным применением удобрений в сочетании с ирригацией и подбором сортов, отзывчивых к орошению и минеральной подкормке. Эффективность использования удобрений сегодня, по видимому, близка к своему

пределу. Кроме того, проявились и негативные последствия их массового применения, в частности в биологическом умирании закрытых морей (Черного, Балтийского, Южно-Китайского). Мировое производство удобрений в 1989 г. миновало свой максимум (146 млн. т) и упало до 126 млн. т. Главный вклад в его сокращение (минус 15 млн. т) дали страны СНГ.

В то же время суммарная площадь, занятая зерновыми, прошла свой максимум в 1984 г. и стала сокращаться главным образом вследствие роста городов и протяженности автомобильных магистралей. Если же вычислить площадь сельскохозяйственных угодий, приходящуюся на душу населения, мы увидим, что она почти монотонно сокращалась весь послевоенный период и сейчас равна всего 0.12 га/чел.

Отметим также интересное изменение структуры мировой энергетики. Наиболее динамичной ее составляющей стало производство газа, по энергетическому эквиваленту оно обгоняет производство угля. Сжигание газа позволяет сегодня достичь максимальной эффективности при производстве электроэнергии⁶, КПД лучших газовых электростанций достиг 53%. Кроме того, газ содержит наименьшее из всех основных горючих количество серных примесей, поэтому увеличение доли газа в мировой энергетике стабилизирует общий выброс оксида серы в атмосферу, чем предотвращается усиление кислотных дождей. Наконец, из-за большего содержания водорода в своем составе газовое топливо при сжигании производит меньшее по сравнению с углем и нефтью количество углекислоты на

⁶ Brown L.R. et al. State of the World. New-York; London, 1994.

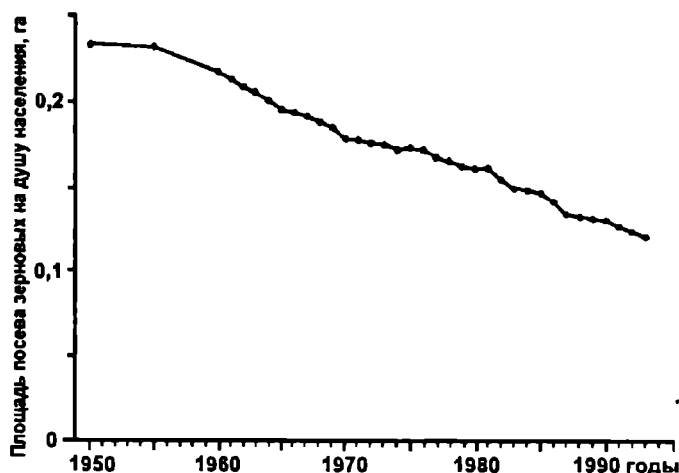
единицу произведенной энергии.

Уже отмечалось, что за всю историю цивилизации площадь суши, приходящаяся на одного человека, снижалась со временем с почти постоянной скоростью. По-видимому, на росте населения Земли уже начинают сказываться те естественные биологические пределы общей и сельскохозяйственной площади, ниже которых обеспечение жизнедеятельности человека затрудняется. Эти тенденции наиболее наглядно проявляются в горных районах планеты, где растущий недостаток продуктивной земли быстро ведет к обнищанию местного населения и росту социальной напряженности⁷. (Недаром за последние пятьдесят лет значительная доля военных конфликтов начиналась в горной местности.)

Резервы пахотных земель иссякают. Если не принимать во внимание сибирских равнин, активному вовлечению которых в сельскохозяйственный оборот мешает вечная мерзлота, то последним крупным ресурсом мира остаются пампасы Южной Америки.

Производство мяса (сумма ежегодных забоев говядины, свинины, баранины) возросло темпом, близким к росту производства зерновых, но более стабильно. Всего с 1950 по 1982 г. оно выросло втрое. Однако далее наметился регулярный отход от долговременной тенденции экспоненциального роста.

Годовой улов рыбы после периода бурного роста до середины 60-х годов привел к перелому наиболее ценных сортов рыбы, падению их популяций и в результате — к существенному



Доля на душу населения площади, занятой в мире под зерновыми. Сравните эту зависимость с падением общей площади суши, приходящейся на душу населения (первый рисунок статьи).

замедлению роста. Заметный негативный вклад в падение улова внесло и уже упоминавшееся загрязнение наиболее продуктивных морей удобрениями, смываемыми с полей. Несколько обнадеживает рост производства аквакультур (водное фермерство), удвоившееся за семь лет с 1984 по 1991 г. и достигшее к этому моменту объема 13 млн. т. Особенно быстро происходит его рост в Индии и Китае, но там основной продукцией искусственного рыбоводства является не рыба, а креветки.

В целом складывается впечатление, что производство всех видов продовольствия близко к достижению своих верхних пределов. Это означает, что уже сегодня дальнейшее увеличение численности населения планеты ведет к всеобщему обнищанию.

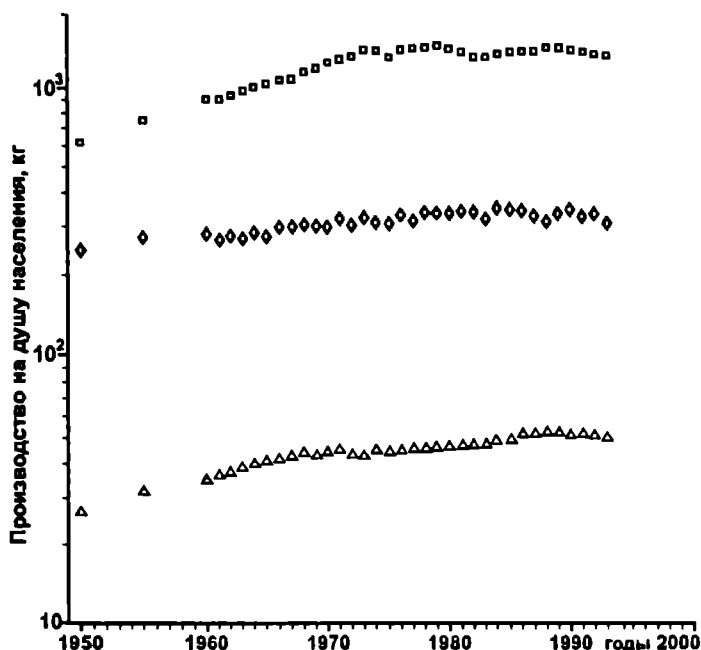
БЛАГОСОСТОЯНИЕ И ПРИРОСТ НАСЕЛЕНИЯ

Посмотрим на зависимость от времени энергии, зерна, животного белка (мяса и

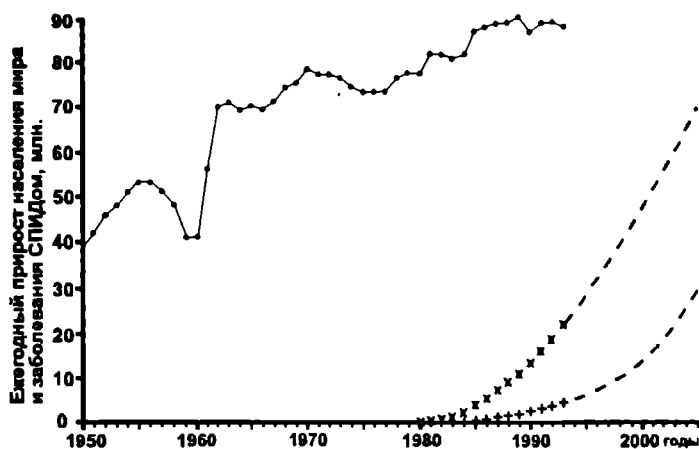
рыбы), приходящихся на душу населения. Нетрудно заметить качественное подобие этих графиков: рост до середины 70-х годов, затем максимум и спад. Удельное производство энергии достигало максимумов в 1979 и 1988 гг., а урожай зерновых на душу населения прошел максимум в 1984 г., когда он составил 345 кг. Производство животного белка отстает от зерновых еще на несколько лет. Его максимум, 51,4 кг на человека в год, был пройден в 1988 г. Последовательность максимумов энергия—зерно—мясо выглядит достаточно логичной, поскольку соответствует цепочке производства.

Сравним эти три зависимости с тем, как менялся годовой прирост численности населения мира. Не будем пока обращать внимание на глубокий провал в начале 60-х годов. Затем зависимость прошла два максимума: в 1970 г. (79 млн. чел.) и 1989 г. (89 млн. чел.). Это сравнение приводит нас к качественному выводу, что

⁷ Denniston D. High Priorities: Conserving Mountain Ecosystems and Cultures. 1995. Worldwatch Paper 123.



Удельное (на душу населения) производство энергии (квадратики), урожай зерновых (ромбики) и потребление мяса и рыбы (треугольники). Обратите внимание на подобие этих зависимостей: их рост недавно сменился падением.



Годовой прирост мирового населения (даманая) вместе с числом инфицированных ВИЧ (косые крестики) и больных СПИДом (прямые крестики). Обе эти зависимости с относительной точностью в 5% аппроксимируются параболой (штриховые кривые).

прирост населения связан с производством основных ресурсов.

Конечно, это заключение не следует воспринимать как абсолютное. Во-первых, флуктуации всех четырех зависимостей, их отклонения от регулярного изменения малы даже по сравнению с их ростом за весь рассматриваемый период (особенно заметны они для урожая, сильно зависящего от погодных условий). Во-вторых, есть много других факторов, воздействующих на рождаемость и смертность. Хорошо известно, что рождаемость зависит от меняющейся возрастной структуры населения, в частности ее провал в военные годы сказался на рождаемости в следующем поколении, через 20–30 лет. В-третьих, заметна роль политических решений больших стран. Так, резкое падение прироста численности населения в начале 60-х годов есть следствие не только демографических последствий войны и засухи в Сахеле, но и китайской «культурной революции». Очевидны и печальные примеры нашей собственной истории.

Уже ввиду этого вывод о том, что прирост численности меняется подобно совокупному продукту на душу населения, возможно, чересчур смел. Не стоит обольщаться его внутренней логикой и предсказывать будущее только на его основе. Обратимся к мировой истории, к изменчивости численности населения Земли на большом отрезке времени. Ее наибольшее за всю письменную историю отклонение от сглаживающей аппроксимации приходится на первую половину XIV в., когда за монгольским геноцидом в Китае, унесшим более 30 млн. чел., по Евразии прокатилась пандемия чумы, которая сократила население

только Западной Европы примерно втрое. Пример внезапной эпидемии тем более поучителен, что сегодня в мире есть аналог средневековой чумы.

За последнее десятилетие важным фактором, уже влияющим на динамику роста численности, стала пандемия СПИДа. Статистика дает нам данные о быстро растущем числе ВИЧ-инфицированных (22,4 млн. чел. в 1993 г.) и о числе больных СПИДом (4,82 млн. чел. в 1993 г.). Анализ нарастания этих данных показывает, что пандемия развивается по параболическим законам: с точностью около 5% число инфицированных растет пропорционально квадрату времени, отсчитанного от 1979 г., а число больных СПИДом — от 1985 г.

Сегодня заболевание отстает от признаков инфекции в среднем на 6 лет, но этот временной разрыв постепенно нарастает. Рост такого среднестатистического «инкубационного периода» вируса говорит о том, что усиливается действенность защиты ВИЧ-инфицированных от болезни.

Тем не менее, сам СПИД пока неизлечим, и нет уверенности в том, что в обозримом будущем будет найден способ лечения. Заболевшие СПИДом по возрастному составу еще не стары, т.е. мало подвержены смертности от рака и сердечных заболеваний. Поэтому наиболее вероятно, что все заболевшие в этом столетии СПИДом умрут именно по его причине.

Это означает, что при сохранении этих тенденций в начале будущего века СПИД имеет шанс стать главной причиной смерти и начнет определять собой величину прироста (или даже убыли) мирового населения.

НЕЗНАНИЕ КАЗНИТ

Взгляд вперед, прослеживающий существующие сегодня тенденции, оказывается довольно печален. С продолжающимся ростом численности мирового населения будет ухудшаться благосостояние людей, это приведет к падению рождаемости, одновременно будет расти смертность. Общий прогноз, к которому нетрудно прийти, рассматривая последние графики, весьма напоминает ту ситуацию, которую сегодня остро переживает Россия и близкие к ней страны. А в мире к этому добавляется нарастающая волна пандемии СПИДа. Похоже, что человечество, приближается к наибольшему перелому в своем развитии со времен Великой чумы XIV в. Мир так долго рос по гиперболе, с настроением на «светлое будущее», что изменение динамики чревато социальной неустойчивостью и мучительным изменением мироощущения.

«И кто умножает познания, умножает скорбь». Но кто бежит от знания или пытается заменить его гаданиями, должен быть готов к еще более неприятным неожиданностям. Плод знаний горек, но эта горечь вызывает к действиям, она рождает те новые идеи, которые определяют будущее развитие.

Угадать их задолго вперед невозможно, можно лишь предположительно указать на зародыши мысли, которые обещают вырасти до фактора, способного преобразовать мир в целом. Одному из перспективных направлений была посвящена статья в прошлом номере журнала⁸. Это — живые машины, электронные насе-

комые, миниатюрные автономные существа с питанием от солнечных батарей, которые способны выполнять сложные и даже коллективные действия. Их направленное использование в сельском хозяйстве может принципиально преобразовать всю агротехнику, фактически осуществив симбиоз растений с электроникой.

Можно ли было предсказать такое направление десяти лет назад? Только на уровне фантастики, а не реально действующих устройств. Из-за непредсказуемости идей нельзя экстраполировать сегодняшние изменения в далекое будущее, по крайней мере следует иметь в виду, что точность предсказаний быстро убывает с увеличением срока прогноза.

Конечно, нельзя исключить, что после спада человечество еще ждет эпоха нового Возрождения. Но не быть готовым к тяжелому переходному периоду просто недопустимо.

Вернемся к сравнительной таблице мировой и нашей статистики: обратите внимание на последнюю строку — ту часть, которую Россия занимает в мире. При постоянно снижавшейся доле населения мы питались вдвое лучше, чем мир в среднем, и существенно опережали его по энергетическому вкладу. В наступающем столетии главной ценностью, очевидно, станет сама земля. Как всем известно, «земля у нас богата...».

В то же время наш выход с относительно малыми потерями из сегодняшнего кризиса может дать положительный опыт для стабилизации неустойчивости и преодоления мирового кризиса в ближайшем будущем..

⁸ Хасслахер Б., Тилден М. Живые машины. // Природа. 1995. N 4. С. 32-46.

Астероиды и метеориты — осмысление фактов

Л. В. Мороз



Любовь Васильевна Мороз, младший научный сотрудник лаборатории сравнительной планетологии Института геохимии и аналитической химии им. В. И. Вернадского РАН. Область научных интересов — метеоритные и земные спектральные аналоги вещества поверхности астероидов.

ЗАЧЕМ ИЗУЧАТЬ ВЕЩЕСТВО АСТЕРОИДОВ?

Изучение даже самых древних земных и лунных пород не дает информации о ранних стадиях эволюции Земли и других планет, так как различные геологические процессы (магматизм и метаморфизм) стерли следы этих событий. Лишь малые тела

Солнечной системы — кометы и большинство астероидов — не подверглись планетной дифференциации, т. е. разделению на ядро, мантию и кору. Поэтому их вещество сохранило сведения о физических и химических процессах, протекавших на ранних стадиях развития Солнечной системы.

До недавнего времени источником такой информации было только вещество метеоритов, видимо, представляющее собой осколки астероидов. Поскольку образцы метеоритов представлены в наших коллекциях и интенсивно изучаются, может сложиться впечатление, что исследования астероидов просто не нужны. Действительно, лабораторное изучение химического, минерального и изотопного состава вещества метеоритов позволяет оценить условия и последовательность событий, происходивших на ранних этапах истории Солнечной системы. Однако неизвестным остается конкретное пространственное положение в ней метеоритного вещества. Иными словами, метеориты подобны геологическим образцам без пространственной привязки.

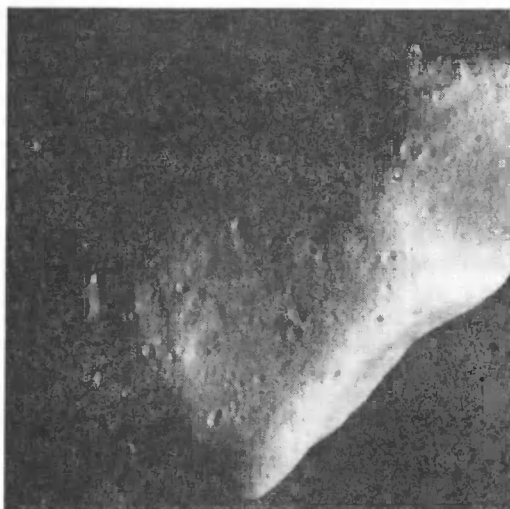
Эту проблему могло бы решить определение генетических связей между конкретными астероидами и метеоритами разных групп. Большинство астероидов сосредоточено между орбитами Марса и Юпитера — в так называемом главном поясе. Они обращаются вокруг Солнца по довольно устойчивым орбитам, которые, вероятно, очень мало изменились за последние 4.5 млрд. лет. Эти уникальные объекты представляют собой сохранившуюся до наших дней популяцию

планетезималей — тел, в результате аккреции которых образовались крупные планеты. Если между метеоритами и астероидами будут установлены надежные генетические связи, это даст возможность проследить градиенты температуры, давления, химического и изотопного составов в протопланетном облаке по крайней мере между орбитами Марса и Юпитера.

В настоящее время почти единственный способ исследования вещества астероидов — измерение их спектров отражения в видимом и ближнем-ИК диапазонах. Спектры отражения содержат важную информацию о минеральном составе поверхностного слоя, так как взаимодействие фотонов с различными минеральными фазами приводит к появлению определенных полос поглощения в спектре. Около 20 % известных в мире астероидов изучены спектроскопически. Сравнение полученных оптических характеристик позволило разделить эти тела на несколько классов (их обозначают буквами латинского алфавита).

Вещество астероидов отличается большим разнообразием, причем состав его закономерно меняется с увеличением расстояния от Солнца. Если во внутренней части пояса астероидов преобладают светлые объекты, состоящие главным образом из безводных силикатов железа и магния (оливина и пироксена), то во внешних районах встречаются в основном темные, с высоким содержанием глинистых минералов. Низкое альbedo этих астероидов связано с присутствием углеродистого вещества.

При сопоставлении спектров отражения астероидов и метеоритов действительно обнаруживаются определенные генетические взаимоотношения между ними. Так, астероиды класса С из внешней части пояса, видимо, являются родительскими телами углеродистых хондритов — темных метеоритов, сложенных главным образом силикатами железа и магния, водными и безводными, и содержащих до 5 % углеродистого вещества. В то же время возникла серьезная проблема с



Изображение S-астероида Гаспра (размером 18×10×9 км), полученное в 1991 г. космическим аппаратом «Галилей».

определением состава астероидов, относящихся к классу S. С этой проблемой тесно связан вопрос о происхождении самых распространенных метеоритов — обыкновенных хондритов. Эти вопросы широко обсуждаются уже около 20 лет, и до сих пор исследователи не пришли к однозначному ответу.

S-АСТЕРОИДЫ И ОБЫКНОВЕННЫЕ ХОНДРИТЫ

S-астероиды — самые многочисленные объекты во внутренней части пояса. Оптические характеристики показывают, что их вещество состоит в основном из оливина, пироксена и, вероятно, металла. Такой минеральный состав характерен как для обыкновенных хондритов, так и для железосодержащих метеоритов. Основное различие состоит в количественном соотношении оливина, пироксена и металла. Например, обыкновенные хондриты содержат не более 22 мас.% металлического железа, в то время как железосодержащие метеориты — 50—55. Отношение оливин/пироксен для обыкновенных хондритов составляет 0.6—3.5, а для железосодержащих метеоритов характерны более широкие пределы.

Несмотря на относительное сходство минерального состава, различия между обыкновенными хондритами и железокосменными метеоритами весьма существенны. Химический состав хондритов по нелетучим элементам близок к солнечному, поэтому их вещество считается наименее измененным, «химически примитивным», «недифференцированным», а железокосменные метеориты сложены существенно дифференцированным веществом. Если считать S-астероиды родительскими телами обыкновенных хондритов, то во внутренних районах пояса преобладает химически примитивное, малодифференцированное вещество. Признание железокосменных метеоритов в качестве аналогов S-астероидов приводит к противоположному выводу.

По спектральным параметрам можно рассчитать отношение оливин/пироксен и железистость пироксена. Судя по детальному анализу спектров S-астероидов, для этих тел диапазон отношений оливин/пироксен очень широк и выходит далеко за пределы диапазона, характерного для обыкновенных хондритов.

Кроме того, измерялись спектры отражения различных участков поверхности двух крупных S-астероидов — Флоры и Эвномии, было обнаружено, что чем выше содержание железа в пироксене, тем больше пироксена по сравнению с оливином¹. Для обыкновенных хондритов характерна обратная зависимость тех же параметров.

Также известно, что S-астероиды имеют более низкое альбедо и более слабые полосы поглощения в спектрах, чем обыкновенные хондриты, и для большинства S-астероидов характерен ярко выраженный положительный спектральный наклон в ближней ИК-области (так называемое спектральное покраснение), который отсутствует у обыкновенных хондритов².

Все эти наблюдения привели в

настоящее время большинство исследователей к мнению о том, что S-астероиды сложены не химически примитивным хондритовым веществом, а дифференцированным веществом, которое подверглось плавлению глубоко в своих недрах. Положительный наклон спектров S-астероидов обычно объясняют присутствием металла на их поверхности.

Если принять эту точку зрения, то неясно, откуда же все-таки поступают на Землю обыкновенные хондриты, составляющие около 80 % всех падающих на Землю метеоритов. Ближайшие спектральные аналоги обыкновенных хондритов — несколько небольших объектов класса Q, относящихся к группам Аполлона и Амура. Их орбиты, очень неустойчивые, выходят за пределы главного пояса астероидов и приближаются к орбите Земли. Время существования этих тел на их современных орбитах составляет всего несколько десятков миллионов лет, и их популяция должна постоянно пополняться за счет объектов из более стабильного источника, каковым является главный пояс астероидов. (Существует также гипотеза о кометном источнике поступления обыкновенных хондритов в группу Аполлона.)

Если все S-астероиды сложены дифференцированным веществом, это означает, что во всем поясе астероидов нет ни одного объекта, который мог бы быть родительским телом обыкновенных хондритов. А это маловероятно.

Какие же спектральные отличия между разными астероидами, а также между астероидами и метеоритами следует считать минералогически значимыми? Известно, что изменение размеров как частиц поверхностного слоя, так и непрозрачных минералов приводят к изменению оптических свойств поверхности. Такие и некоторые другие

¹ Gaffey M. G., Burbine T. H., Binzel R. P. Asteroid Spectroscopy: Progress and Perspective // *Meteoritics*. 1993. V. 28. P. 161—187.

² Fanale F. P., Clark B. E., Bell J. F. A Spectral Analysis of Ordinary Chondrites, S-type Asteroids, and their Component Minerals: Genetic Implications // *J. Geophys. Res.* 1992. V. 97. E12. P. 20863—20874.

изменения могут быть вызваны «космическим выветриванием» поверхности астероидов. Эти объекты лишены атмосферы и поэтому постоянно подвергаются бомбардировке метеоритами и частицами солнечного ветра. В результате образуется рыхлый поверхностный слой — реголит, который, по-видимому, отсутствует лишь на поверхности самых мелких тел. Оптические характеристики самого внешнего слоя реголита могут отличаться от оптических свойств астероида в целом.

Это позволило предположить, что существует какой-то процесс космического выветривания, который может объяснить различия между спектрами поверхности S-астероидов и обыкновенных хондритов. В таком случае родительские тела обыкновенных хондритов могут быть просто скрыты среди астероидов класса S³.

Исследования в этом направлении, казалось бы, не подтверждают такой возможности. Например, в спектрах ударно-метаморфизованных (черных) и богатых газами обыкновенных хондритов (реголитовых брекчий), расплавленных обыкновенных хондритов, искусственно обогащенных металлом, экспериментально не выявлено никаких оптических эффектов, кроме потемнения вещества и ослабления полос поглощения. Добиться же появления спектрального покраснения, и тем более изменения отношения оливин/пироксен, так и не удалось. Авторы работы по спектральному изучению расплавленных обыкновенных хондритов пришли к выводу, что образование ударного стекла, его последующая перекристаллизация и размельчение реголита недостаточны для объяснения спектральных особенностей S-астероидов⁴.

Спектры ударно-метаморфизованных (черных) хондритов похожи на спектры некоторых безводных темных астероидов класса C. Можно предположить, что именно среди C-астероидов спрятаны родительские тела обыкновенных хондритов⁵. Однако эта гипотеза не согласуется с фотополариметрическими данными.

ЕСТЬ ЛИ ВЫХОД ИЗ ТУПИКА?

Вероятно, все же существуют процессы космического выветривания, которые могли бы объяснить спектральное покраснение поверхности S-астероидов. Известно, что солнечное и космическое излучения приводят к структурной переработке тонких поверхностных слоев частиц реголита: нарушается кристаллическая структура, вещество становится аморфным и происходит восстановление таких элементов, как железо, алюминий, кремний, титан до металлического состояния в основном под действием протонов солнечного ветра. Глубина переработанного слоя невелика (от десятков до первых сотен ангстрем), но, вероятно, достаточна для изменения оптических свойств поверхности. Лабораторные эксперименты показывают, что восстановление силикатного железа вызывает не только потемнение вещества и снижение спектрального контраста, но и значительное спектральное покраснение лунного реголита.

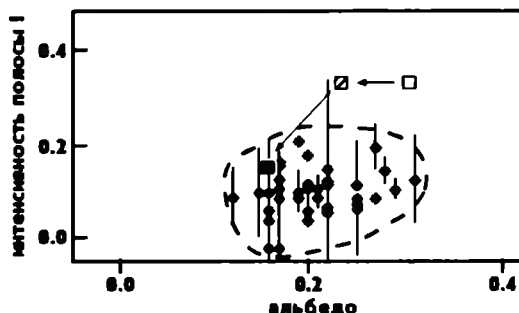
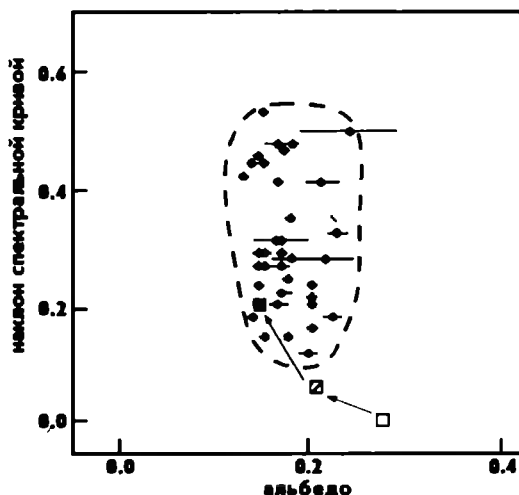
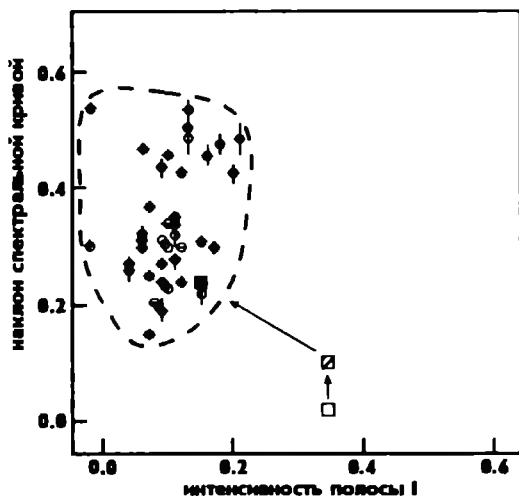
По-видимому, еще более сильное воздействие на оптические свойства поверхности оказывают процессы испарения — конденсации при ударных событиях, которые могут приводить как к восстановлению железа, так и к другим эффектам⁶. Например, в нашем институте мы провели следующий эксперимент. Растертые в порошок образцы обыкновенного хондрита

³ Pellas P. Ordinary Chondrite-type Asteroids in the Main Belt: Can We Believe the Zero Abundance Found by Spectral Studies from Earth Based Telescopes? // *Chem. Geol.* 1988. V. 70. P. 32.

⁴ Clark B. E., Fanale F. P., Salisbury J. W. Meteorite-Asteroid Spectral Comparison: the Effects of Comminution Melting and Recrystallization // *karus*. 1992. V. 97. P. 288—297.

⁵ Britt D. T., Pieters C. M. Optical Effects of Surface Processes on Small Bodies // *Meteoritics*. 1987. V. 22. № 4. P. 340—342.

⁶ Яковлев О. И., Диков Ю. П., Герасимов М. В. Проблемы окисления и восстановления в ударном процессе // *Геохимия*. 1992. № 12. С. 1359—1370.



Диаграммы спектральных параметров 39-ти S-астероидов и образцов метеорита Еленовка, обработанных импульсным лазерным излучением (пустые квадраты — полный квадрат — неизменный образец; заштрихованный — частично измененный; закрашенный — измененный). Полоса I — полоса поглощения Fe^{2+} в структуре оливина и пироксена в области 1 мкм. Оптические параметры обыкновенного хондрита попадают в «поле» S-астероидов только после лазерной обработки.

теоритами) и измерены спектры отражения измененных и неизмененных образцов в диапазоне 0.3—25 мкм. Оказалось, что лазерная обработка вызывает не только потемнение метеорита и снижение спектрального контраста, но и более серьезные изменения: растет спектральный наклон, отношение оливин/пироксен и железистость пироксена⁷. В результате рассчитанное по спектральным параметрам отношение оливин/пироксен увеличивается почти в 2 раза и достигает 5.4. Эта величина значительно превышает значения, характерные для обыкновенных хондритов, но находится в пределах диапазона величин этих отношений для S-астероидов.

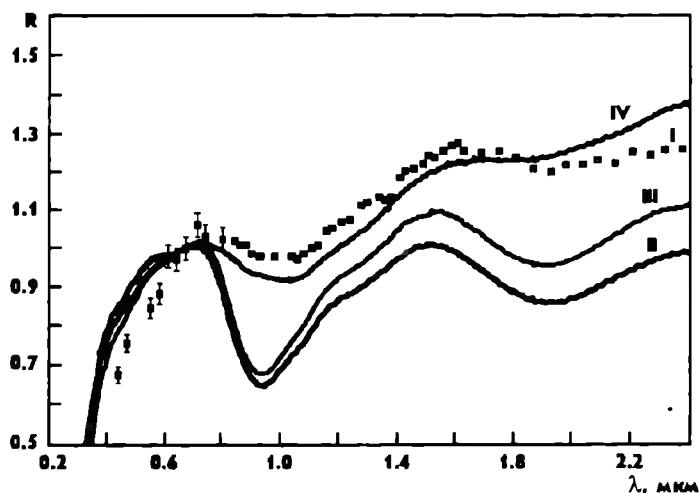
Другие оптические параметры (визуальное альбедо, спектральный наклон и интенсивность полос поглощения) после лазерной обработки также попадают в «поле» S-астероидов. В то же время спектр S-астероида Лето сильно отличается от спектра неизмененного образца хондрита. Однако спектральный наклон, положение и интенсивность полос поглощения, а также отношение оливин/пироксен измененного образца сравнимы с теми же параметрами астероида.

Таким образом, воздействие космического выветривания увеличивает число возможных претендентов на роль родительских тел обыкновенных хондритов среди S-астероидов главного пояса.

Еленовка и некоторых других материалов были облучены импульсным лазерным излучением в вакууме (такая обработка может служить моделью бомбардировки поверхности микроме-

⁷ Мороз Л. В. О веществе астероидов // Астрон. вестник. 1994. Т. 28. № 3. С. 3—22; Moroz L. V., Fisenko A. V., Semjonova L. F., Pieters C. M. Optical Effects of Regolith Processes on S-Asteroids as Simulated by Laser Impulse Alteration of Ordinary Chondrite // Lunar Planet. Sci. XXIV. 1993. P. 1011—1012.

Спектры отражения образцов метеорита Еленовка и S-астероида Лето. R — коэффициент отражения, приведенный к 1 при $\lambda = 0,67$ мкм, λ — длина волны. I — спектр астероида Лето; II — неизмененного образца Еленовки; III — частично измененного образца; IV — измененного образца. Спектральный наклон, положение и интенсивность полос поглощения измененного образца сравнимы с теми же параметрами астероида.



Тем не менее, полученные результаты не могут объяснить все разнообразие спектров этих тел.

Существует предположение, что родительские тела обыкновенных хондритов можно обнаружить среди мелких S-астероидов главного пояса⁸. Авторы этой гипотезы считают, что относительно крупные астероиды подверглись планетной дифференциации (разделению на оболочки), поэтому их спектральные аналоги — железозакаменные и некоторые другие дифференцированные метеориты. В то же время среди мелких астероидов должны сохраниться древние «приimitive» объекты, сложенные хондритовым веществом.

Чтобы проверить эту гипотезу, были организованы наблюдения мелких астероидов главного пояса. В настоящее время получены спектры 50 астероидов диаметром 5—20 км и обнаружено, что спектр отражения астероида (3628) 1979 WD (диаметр ~7 км) подобен спектру отражения обыкновенного хондрита. Этот факт является аргументом и в пользу гипотезы космического выветривания, поскольку такой мелкий астероид не должен быть покрыт слоем реголита. Однако только один из 50 изученных

мелких астероидов оказался похожим на обыкновенный хондрит, а это противоречит обеим гипотезам.

Итак, фундаментальная проблема источника поступления на Землю обыкновенных хондритов, как и проблема состава и эволюции вещества S-астероидов, до сих пор не решена.

Идеальным выходом из создавшегося тупика был бы анализ вещества конкретных S-астероидов на месте или с доставкой на Землю. При этом следует подчеркнуть, что такой объект должен быть предварительно изучен спектроскопически при помощи наземных астрономических наблюдений. В этом случае исследование вещества космическим аппаратом поможет проверить надежность существующих методов интерпретации оптических данных. Например, изучение вещества достаточно крупного S-астероида с красноватым спектром отражения и сглаженными полосами поглощения на месте или доставленного на Землю покажет, действительно ли особенности его спектров и спектров других объектов того же типа определяются повышенным содержанием металла, или они связаны с процессами космического выветривания поверхности. Это также поможет узнать, насколько адекватно оптические свойства поверхности отражают состав вещества астероида в целом.

⁸ Bell J. F., Davies D. R., Hartmann W. K., Gaffey M. J. Asteroids: the Big Picture // Asteroids II. Univ. Arizona Press, 1989. P. 921—945.

«Амазонки» Среднего Дона

В. И. Гуляев,

доктор исторических наук

Институт археологии РАН

Москва

СКИФСКАЯ эпоха — ярчайшая страница в истории многих племен и народов, населявших в VII—III вв. до н. э. обширные территории Евразии между Алтаем на востоке и Придунавьем на западе. Однако, судя по свидетельствам античных авторов, собственно скифы обитали в степях Северного Причерноморья и Приазовья, между Доном и Дунаем. Скифский союз племен, переросший в некое подобие государственного образования (но когда именно — в VI, V или IV в. до н. э. — спор об этом ведется до сих пор), на целых пять веков становится здесь господствующей силой. Верховная власть в этом союзе принадлежала представителям самого могущественного и многочисленного племени — скифов «царских».

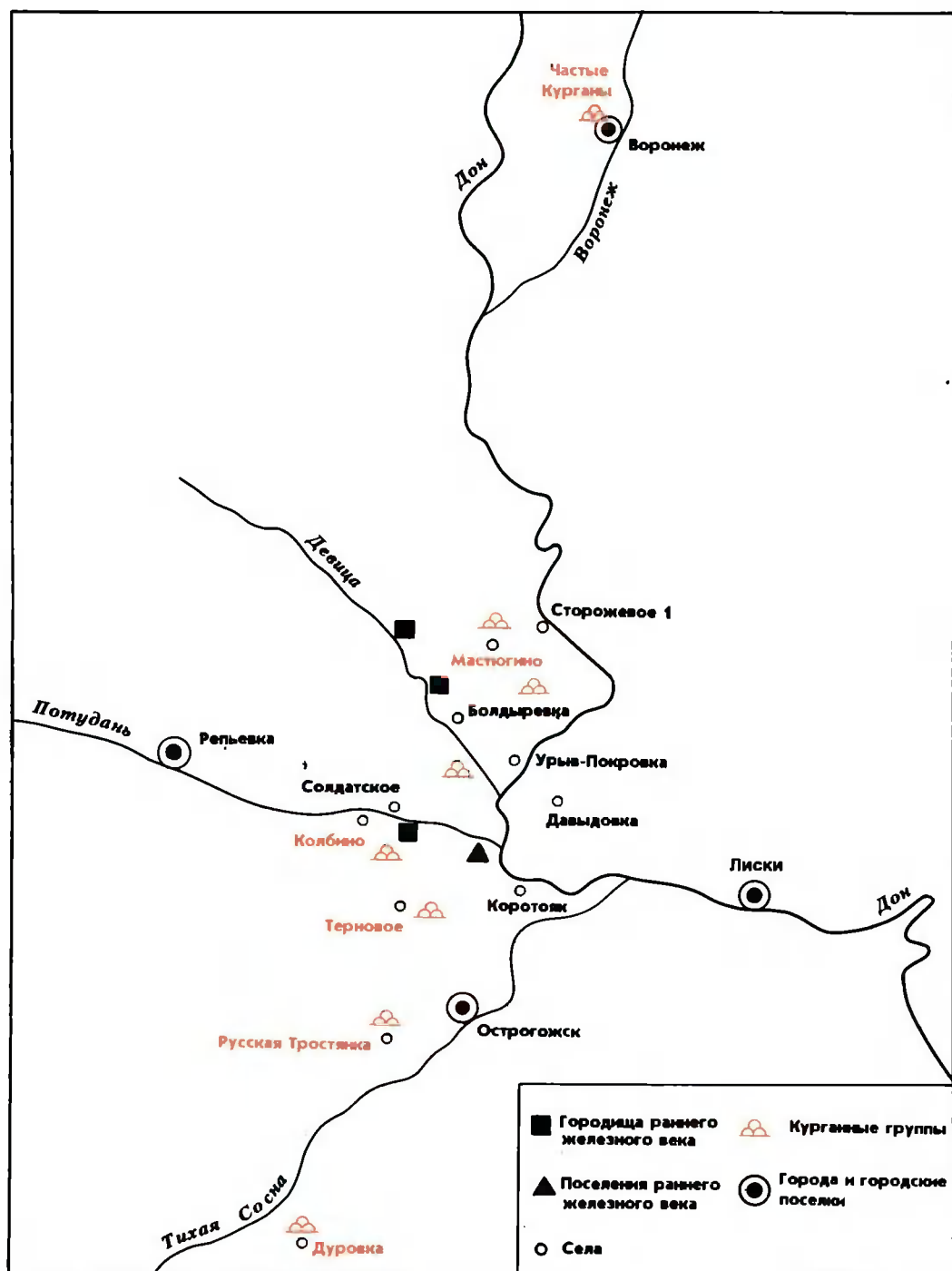
Скифы были тесно связаны с античным миром. Примерно с конца VII в. до н. э. в Северном Причерноморье возникают постоянные греческие поселения-колонии; эллинские ремесленники и торговцы быстро сумели наладить самые широкие хозяйственные связи с воинственными скифскими племенами. Значительными сведениями об основных сторонах культуры и быта этих северных «варваров» мы располагаем благодаря

описаниям античных историков и географов. Особенно поражал греков кочевой образ жизни скифов. Уже в трудах Гесиода (VII в. до н. э.) упоминаются «гелактофаги, живущие на повозках» и «млекоеды, доители кобылиц», в которых, без сомнения, можно видеть причерноморских скифов.

Известно, что в III в. до н. э. боспорские греки основали в устье Дона большой торгово-ремесленный центр — Танаис, откуда эллинские купцы или их посредники проникали далеко на север (ранее, в VI—IV вв. до н. э., такую же роль для бассейна р. Дон играло Елизаветовское городище, расположенное в его устье). Древние греки считали Дон-Танаис границей между Европой и Азией. В знаменитой трагедии Эсхила (526—456 гг. до н. э.) «Прикованный Прометей» главный ее герой говорит, обращаясь к красавице Ио: «Переплыв Меотиду (Азовское море. — В. Г.), ты покинешь европейскую землю и вступишь на азиатский материк». Так причуды античной географии сокращали действительное расстояние на добрых полторы тысячи километров.

Там, за ковыльными далями задонских и заволжских степей, виделись грекам-торговцам золотые россыпи Рипейских (Уральских) гор. Но, видимо, не столь уж часто ходили к подно-

жию Рипов (Урала) караваны греческих и скифских купцов, если их рассказы об увиденном так густо пересыпаны небылицами. Впрочем, может, в этом и состояла главная купеческая мудрость: все истинные сведения о золотоносных областях на востоке держать при себе, а вероятных конкурентов отпугивать страшными баснями об одноглазых воинах-аримасах, козлоногих людях и не знающих жалости чудовищах-грифах. И тем не менее о размахе этих связей с Уралом и Алтаем можно судить хотя бы по тому потоку золота, который хлынул на Дон и в Северное Причерноморье именно в VI—III вв. до н. э., т. е. в скифское время. Ученых, имевших дело со скифской культурой, прежде всего поражало необычайное обилие золота. Так, русский скифолог Г. Боровка писал: «Едва ли какая-либо другая культура, даже «богатые золотом Микены», может соперничать со скифами по количеству золота. Единственным исключением является здесь Сибирь... Даже по современным меркам распространение золота у скифов достигло чрезвычайно большого размаха. Это свидетельствует о том, что именно скифы контролировали тогда постоянную и надежно обеспеченную торговлю золотом между Северным



Район работ Потуданской археологической экспедиции на Среднем Дону.



Серебряный фигурный сосуд со сценами из жизни скифов. Из раскопок Воронежской ученой архивной комиссии в 1910—1912 гг. Частые Курганы. Греческая работа, Босфор, IV в. до н. э.

Причерноморьем и запотыями приисками Урала и Алтая¹.

Свой явственный след в истории скифы оставили, однако, не потому только, что были посредниками в распространении эллинской культуры в глубь необозримых степей и лесов Евразии. Они и сами создали высокую для своего времени цивилизацию, влияние которой сказалось на огромных пространствах Восточной Европы, Западной и Центральной Азии. Совершенные виды вооружения и конской сбруи, «звериный стиль» в искусстве получили

распространение у кочевых и оседлых племен степи и лесостепи — от северных границ Китая до территории современной Венгрии.

Известно также, что скифы на севере, а греки на юге остановили в VI—V вв. до н. э. мощную экспансию на Европу персидской династии Ахеменидов.

И если до недавнего времени ученые полагали, что в формировании основ древнеевропейской цивилизации принимали участие исключительно греки и римляне, то теперь, на базе многочисленных фактов, мы имеем основания считать, что в этом сложном процессе немаловажная роль принадлежала на западе Европы кельтам, а на востоке — скифам.

Именно поэтому всестороннее изучение различного рода источников по истории скифов и их ближайших соседей (как письменных свидетельств, так и данных археологии) постоян-

но находилось в центре внимания российской исторической науки. И все же нерешенных проблем в скифоведении остается более чем достаточно.

С распадом СССР большая часть всемирно известных археологических памятников, связанных со скифами, осталась в пределах суверенной Украины. В России же древности европейских скифов есть лишь на Дону, в Ставропольском и Краснодарском краях. Ныне два последних региона оказались приграничными с беспокойным Кавказом, и осуществление там научных изысканий сталкивается с известными трудностями. Остаются Средний и Нижний Дон.

Скифские памятники Среднего Дона (а это территории Воронежской, Белгородской и Липецкой областей) исследуются уже почти 100 лет. Некоторые из них, например Мастогиинский могильник и Частые Курганы в Воронежской области, дали миру подлинные шедевры местного и античного искусства². Но хотя регион Среднего Дона имеет особую значимость в глазах историков и археологов, занимающихся скифской проблемой, однако археологических исследований скифских древностей на этой территории до сих пор велось явно недостаточно. Кроме сравнительно небольших по масштабам раскопок курганов под Вороне-

¹ Borovka G. Scythian Art. L., 1929. P. 29.

² Ростовцев М. И. Воронежский серебряный сосуд // МАР. № 34. Пг., 1914. С. 79—93; Макаренко Н. Е. Археологические исследования 1907—1909 годов // ИАК. № 43. СПб., 1911. С. 47—76.



Курганы, подобные этому (на нем стоит бульдозер), в изобилии были представлены на Среднем Дону еще 30—40 лет назад. Теперь почти все курганные могильники интенсивно распахиваются и находятся на грани полного уничтожения.

Здесь и далее фото автора.

жем (Частые Курганы) и у с. Мастюгино, проведенных в начале XX в. членами Воронежской ученой архивной комиссии и представителями Императорской Археологической комиссии в Санкт-Петербурге А. А. Спицыным и Н. Е. Макаренко, соответствующих исследований здесь вплоть до 50-х годов не осуществлялось.

С 1954 г. к этой задаче приступила Воронежская скифская лесостепная экспедиция Института археологии АН СССР, возглавляемая П. Д. Либеровым: за сравнительно короткое время (1954—1965) были

полностью раскопаны курганные могильники в урочище Частые Курганы (41 курган) и у с. Мастюгино (46 курганов), а также 18 курганов (из 49 выявленных) в могильнике у с. Русская Тросянка Острогожского района. Одновременно экспедиция обнаружила и частично исследовала свыше 20 городищ и 39 открытых ею поселений скифского периода³. Кроме того, были собраны и изучены специалистами первые коллекции антропологического и остеологического материала, проведены спектральные анализы цветного металла из погребальных и поселенческих комплексов.

Этот богатый и разнообразный материал (в сочетании с античными письменными источниками) позволил Либерову сформулировать

концепцию о существовании на Среднем Дону в VI—III вв. до н. э. скифоидной по внешнему облику, но сугубо местной и оригинальной культуры оседлых земледельцев и скотоводов, которых он отождествлял с будинами Геродота и относил к угро-финскому этносу⁴. Он же утверждал, что среднедонская культура скифского времени не имеет ничего общего со своими соседями ни на западе — племенами украинской лесостепи (левобережье Днепра), ни на востоке — кочевыми племенами савроматов. Как будет показано дальше, эта точка зрения не подтверждается новыми исследованиями.

После 1965 г. изучение скифских памятников Среднего Дона проводилось лишь спорадически отдель-

³ Либеров П. Д. Памятники скифского времени на Среднем Дону // САИ. Вып. Д1—31. М., 1965. С. 6.

⁴ Он же. Проблема будинов и гелонов в свете новых археологических данных // Население Среднего Дона в скифское время. М., 1969. С. 5—26.

ными археологами Москвы и Воронежа. Из наиболее значительных работ здесь следует отметить раскопки целого курганного могильника у с. Дуровка Алексеевского района Белгородской области (18 курганов), осуществленные А. И. Пузыковой (Институт археологии АН СССР) в 60—80-е годы.

С 1989 г. свои исследования на Среднем Дону начала Потуданская археологическая экспедиция ИА АН СССР (ныне — ИА РАН) во главе с автором настоящей статьи. Первоначально главное внимание мы уделяли поискам новых и обследованию уже известных древностей в пределах Острогжского, Репьевского и Давыдовского районов Воронежской области. За короткое время экспедицией было открыто четыре новых скифских городища и пять курганных (предположительно тоже скифских) могильников.

Однако начало нашей работы в рамках проекта «Скифы на Среднем Дону» совпало с резким усилением всех видов хозяйственной деятельности в Центральном Черноземье (наплыв беженцев, перевод войск с запада, начало приватизации земли и связанная с этим интенсификация сельхозработ). Все это, на мой взгляд, грозит значительным ущербом археологическому наследию в данном регионе. Следует отметить, что мы, вероятно, не знаем сейчас (при отсутствии полного реестра археологических памятников даже для европейской части России) и половины реально имеющих древностей. И вот в момент, когда в ходе легальной и нелегальной хозяйственной деятельности человека процесс разрушения археологического насле-

дия в России заметно усилился, государство (до сих пор — единственный собственник этого наследия) резко сократило бюджетные ассигнования на исследования и охрану памятников археологии.

О действительном положении дел красноречиво говорит хотя бы один такой факт: из 10 осмотренных нами курганных могильников Острогжского и Давыдовского районов (каждый насчитывает свыше 10 насыпей) буквально все находятся на грани полного уничтожения от регулярной распахивки тяжелыми тракторами. На поверхности земли (при отсутствии посевов) в лучшем случае можно выявить несколько жалких холмиков высотой менее 1 м.

Все это заставило нас, несмотря на постоянную ограниченность денежных средств, перейти от преимущественно разведочных работ к охранным раскопкам гибнущих памятников скифского периода.

С помощью местных жителей нам удалось в 1992 г. открыть курганный могильник в виде 12 сильно распаханных насыпей у с. Терновое Острогжского района. И по своему местонахождению (на высоком водораздельном плато), и по числу курганов (только видимых — более десятка) могильник скорее всего был скифским. Летом 1993 г. мы с использованием бульдозера раскопали один из курганов (№ 6) высотой около 1 м и диаметром 18 м. Под насыпью обнаружены два погребения: одно (основное) — предположительно скифское — находилось на помосте из дубо-

вых плах или досок, на уровне древнего горизонта; другое (впускное) принадлежало средневековому кочевнику. Основное было дважды ограблено еще в древности. От скелета уцелели лишь обломки черепа, несколько зубов и фрагменты костей рук. По определению антропологов, это была молодая женщина лет 20—25.

В этом женском погребении нам удалось найти интереснейшие и разнообразные вещи: золотые калачиковидные серьги и дутые бусы работы греческих мастеров Боспора; бронзовое плоское зеркало с деревянной ручкой; две бусины из черной стекловидной пасты (одна — в виде головки барана), а также 30 бронзовых наконечников стрел и два железных рюмкообразных подтока от дротиков и копий.

Итак, это было захоронение «амазонки». (Как известно, женские погребения с оружием очень часто встречаются в савроматских курганах. По сообщению Геродота, у кочевых племен савроматов, родственных скифам и живших в степях к востоку от Дона, девушки были необычайно воинственны: они не могли выйти замуж, пока не убьют хотя бы одного врага.) Из сопровождавших нашу «амазонку» погребальных вещей особый интерес для нас представляют калачиковидные серьги: они относятся к немногочисленной, но хорошо известной группе ювелирных украшений греческого производства, которые время от времени попадают в курганах скифской знати в степной и лесостепной зонах. В соответствии с классификацией В. Г. Петренко, они относятся к девятому типу серег из скифских погребений и да-

тируются концом V — началом IV до н. э.⁵

Наиболее близкие аналогии подобным серьгам известны на Полтавщине — в курганах № 6 у с. Круполь, № 5 — у с. Осняги и № 16 — у с. Олефиришина. В последнем случае серьга (она была одна, другую из этой женской могилы унесли грабители) хорошо датируется греческой чернолаковой чашечкой первой половины IV в. до н. э., однако оружия в этом погребении не было. Зато полнейшей аналогией всему комплексу находок в захоронении нашей «амазонки» со Среднего Дона являются погребения вооруженных скифов в кургане № 3 у с. Богдановка на Херсонщине и в кургане № 3 у пос. Акимовка Запорожской области⁶. В кургане у Богдановки, помимо золотых серег упомянутого типа, имелись также бронзовое плоское зеркало, несколько бронзовых наконечников стрел и чернолаковый греческий канфар (кубок) конца V в. до н. э. В кургане у Акимовки погребенную молодую женщину (тоже примерно 25 лет) сопровождали два копья с железными наконечниками и четыре бронзовых наконечника стрел, бронзовое плоское зеркало, бусы из стекловидной пасты, свинцовые и глиняные пряслица, две золотые калачиковидные

серьги (того же девятого типа).

На основании многочисленных аналогий для золотых серег и бронзовых наконечников стрел можно, таким образом, окончательно заключить, что курган № 6 у с. Терновое относится к концу V — началу IV в. до н. э., т. е. к скифскому времени.

Продолжив свои исследования на территории Терновского курганного могильника летом 1994 г., мы раскопали в непосредственной близости от захоронения «амазонки» еще три насыпи (курганы № 5, 4 и 3).

Курган № 5, сильно распаханный, высотой чуть более метра, в действительности оказался подлинным гигантом: судя по кольцевому ровику, окружавшему первоначально все погребальное сооружение, он достигал 40 м в диаметре, а высотой был не ниже 4—5 м. В центре, внутри выложенного полукругом вала из желтой материковой глины (выкид из могилы), находилась ориентированная по линии ССВ—ЮЮЗ погребальная яма внушительных размеров: ее общая площадь — свыше 32 м², а глубина — около 1.85 м от уровня древнего горизонта. По дну вдоль стенок ямы шла узкая канавка, в которой кое-где сохранились отпечатки торцов вертикально стоявших досок или плах; обнаружены также остатки древесного тлена от перекрытия и облицовки стен.

Захоронение было ограблено еще в древности и, видимо, до того, как рухнула крыша погребального сооружения; во всяком слу-

чае, гробница, несмотря на ее внушительные размеры, была «очищена» почти целиком. Мы обнаружили лишь обломки человеческого черепа и нижнюю челюсть с зубами, несколько бронзовых и железных втульчатых трехлопастных наконечников стрел, одну бронзовую прорезную бляху и до десятка штампованных золотых нашивных бляшек (полусферических и «тройничков»). В северной части кольцевого ровика нам встретилось каменное блюдо-жертвенник из твердого серо-коричневого песчаника с заглаженным полусферическим дном, а в земляном заполнении могилы — несколько обломков стенок и ручки греческой амфоры.

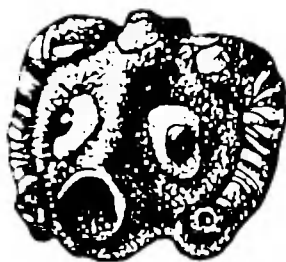
Несколько огладили наше разочарование находки в дромосе — коридоре, который соединялся с могилой и имел около 7 м в длину и 1.1—1.5 м в ширину. Грабители, скорее всего, не заметили его, и потому все вещи остались там в первоизданном порядке. В восточном, самом дальнем от могилы конце коридора лежали кости лошади (от части ее туши), а также железный нож с костяной ручкой и остатки какого-то деревянного предмета с миниатюрными бронзовыми заклепками. Затем, ближе к могиле, стояли на протяжении 1—1.5 м три глиняных лепных кувшинообразных сосуда (два без ручек, один с ручкой) и черноглиняная лепная лощеная чашечка на ножке — тип, хорошо известный в скифских древностях Среднего Дона (курганы у сел Мастюгино и Русская Тростянка, Частые Курганы), где они датируются по всему комплексу вещей концом V — началом III в. до н. э. По определению антропологов,

⁵ Петренко В. Г. Украшения Скифы VII—III вв. до н. э. М., 1978. С. 30. Табл. 19, 6—8.

⁶ Битковский О. В., Полин С. В. Скифский курган у с. Богдановка на Херсонщине // Скифы Северного Причерноморья. Киев, 1987. С. 74—84; Финало Е. Е. Погребения женщин с оружием у скифов // Курганы степной Скифии. Киев, 1991. С. 7—8.



Вещи из погребения «амазонки» (Терновое, курган № 6. IV в. до н. э.): золотые каалачиковидные серьги с филигранью и золотые дутые бусы производства греческих мастеров Боспора; бронзовые наконечники стрел (такие стрелы производились путем отливки в формах и были самым совершенным и эффективным оружием той эпохи; каждый скифский всадник имел до 100 стрел в колчане и мог поразить ими противника на расстоянии до 120—150 м); бусина в виде головки барана из темной стекловидной пасты греческого производства.



в этом кургане была погребена молодая женщина лет 20—25, имевшая при себе, помимо украшений, оружие — колчан стрел с бронзо-

выми и железными наконечниками.

Расположенный всего в нескольких метрах к северу от захоронения этой «амазонки» курган № 4 был также сильно деформирован пахотой. После снятия насыпи высотой менее 0.5 м внутри кольцевого вала из желтой материковой глины выявилась довольно значительная (5.04×4.64 м) могильная яма прямоугольной (почти квадратной) формы глубиной около 2 м от уровня древнего горизонта. С северной стороны в могилу вел коридор длиной 3.8 м и шириной 1.32 м, внутри которого обнаружены кости от части туши лошади. Само погребальное сооружение имело плоскую крышу, державшуюся на 14 опорных столбах, а стены укреплялись досками или плахами с помощью узкого желобка вдоль них.

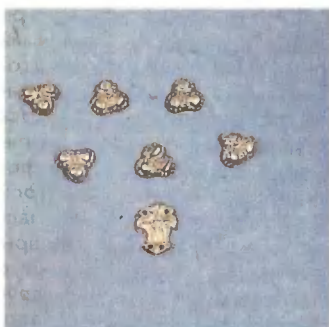
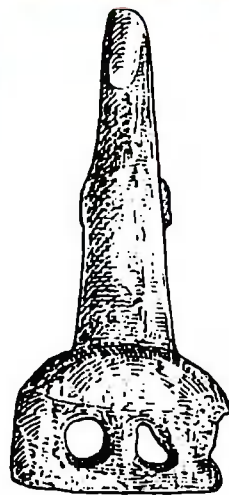
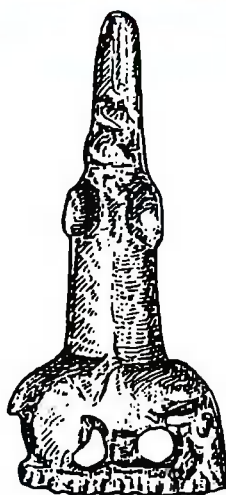
Захоронение тоже оказалось ограбленным, но на сей раз туда проникли, видимо, уже после того,

как рухнуло перекрытие. Попав через свой ход-колодец прямо в центр могилы, грабители сильно потревожили находившийся там единственный скелет погребенного (уцелели лишь часть черепа и зубы, кости рук и несколько фрагментов ребер и позвонков) и унесли большинство лежавших рядом с ним предметов.

Однако края могильной ямы, заваленные обломками перекрытия и землей, оказались нетронутыми и дали великолепные находки: три железных наконечника копий с рюмкообразными подточками; бронзовый крючок-защелка, один конец которого украшен головкой орлиноголового ушастого грифона, а другой — фигурой стоящего с открытой пастью медведя; четыре пары железных кольчатых удил с железными и роговыми двудырчатыми псалиями (часть из них — в «зверином стиле», с головками кабана и волка на концах); множество бронзовых и костяных пронизок, бляшек и других



Процесс расчистки могильной ямы, в которой лежал скелет подростка 10—12 лет с набором оружия (железные наконечники копий), конской сбруи (роговые псаши) и бронзовым крючком-застежкой (который представляет собой фигурку стоящего медведя, сам же крючок образован головой хищной птицы — см. прорисовку справа). Терновое, курган № 4. IV в. до н. э.



Золотые штампованные нашивные бляшки различной формы (в том числе «тройнички»). Терновое, курган № 5. IV в. до н. э.

принадлежностей конской сбруи, а также свыше двух десятков железных и несколько бронзовых наконечников стрел.

Что касается зооморфного крючка-застежки, то подобные же крючки (в том числе и с медведями) хорошо известны в уже

упоминавшихся курганных комплексах Среднего Дона, а также в прикамских древностях (Охлебининский могильник). Все эти курганные комплексы датируются весьма широко — от конца V до середины III в. до н. э. Если же обратиться к роговым псалям в «зверином



Сосуды, найденные в коридоредрамосе: сделанный специально для погребения сероглиняный лощеный сосуд местного производства (с одной ручкой, высота 32 см); глиняный сосуд, черноглиняная ритуальная чашечка (высота 13 см). Терновое, курган № 5. IV в. до н. э.



Железные наконечники копий из захоронения подростка. Терновое, курган № 4. IV в. до н. э.

стиле», то прямых аналогий для терновских экземпляров мне пока не известно. Наиболее близкой по общему стилю и сюжетной композиции вещь является, на мой взгляд, зооморфный резной клык из разрушенного савроматского погребения у с. Новопривольного в Саратовской области: узкий его конец оформлен в виде головки кабана, а широкий — головы фантастического хищника с открытой зубастой пастью (волка? медведя?). Возраст этой находки — конец VI или первая половина V в. до н. э.

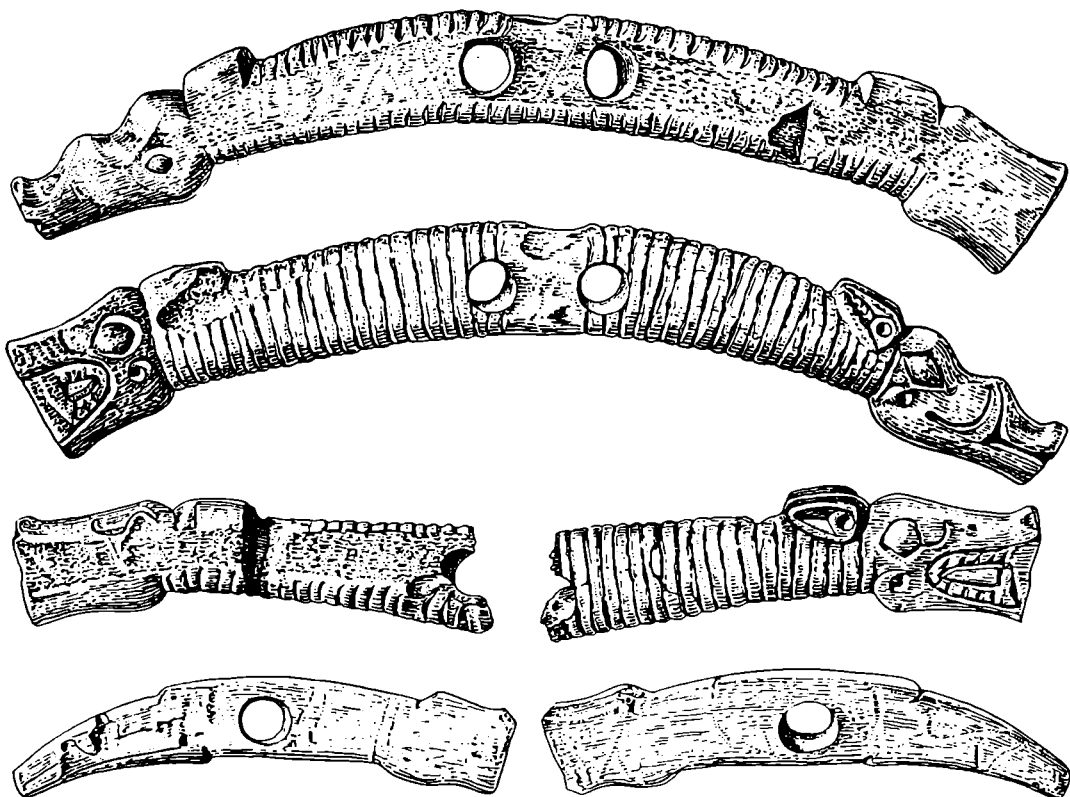
Остатки человеческого скелета из погребения кургана № 4 принадлежат, по определению антрополога М. В. Козловской, подростку мужского пола 10—12 лет, а весь набор вещей

(предметы вооружения, конской сбруи, изделия, исполненные в «зверином стиле») имеет многочисленные аналогии в скифских курганах Среднего Дона, в особенности у с. Мастюгино, что всего в 25 км к северу от Терновского могильника, и у с. Русская Тростянка — около 15 км к юго-западу от него. Хронологические рамки всех этих археологических комплексов — с конца V до начала III в. до н. э.

В расположенном поблизости от захоронения подростка кургане № 3 нами обнаружено два погребения скифского времени, почти целиком разрушенных грабителями. Конструкция погребальных со-

оружий сходна с предыдущими. В одной могильной яме не найдено даже костей погребенного, лишь два фрагмента лепного скифского горшка с защипами по краю, а в другой — остатки скелета молодой женщины 20—25 лет, фрагменты синопской красноглиняной амфоры второй четверти IV в. до н. э., лощеная сероглиняная ритуальная чашечка на ножке и остатки напутственной пищи в виде части туши лошади.

Таким образом, несмотря на колоссальный ущерб, который нанесли погребальным комплексам у с. Терновое древние грабители, эта курганная группа (четыре раскопанных кургана из 12 выявленных) дала



Роговой псаллий от конской узды с головами кабана и хищника (показан с двух сторон) и обломки роговых псаллиев, тоже выполненные в «зверином» стиле. Терновое, курган № 4. Конец V — начало IV в. до н. э.

нам разнообразные предметы преимущественно V—IV вв. до н. э., типичные для культуры населения Среднего Дона скифской эпохи. Однако если подойти к местным древностям скифского времени в более широком плане, то выявляется их поразительная близость с курганами Полтавщины (например, в междуречье Ворсклы и Псла).

Здесь устанавливается слишком много параллелей и прямых совпадений, чтобы

можно было говорить просто о случайности: налицо однотипность погребальных сооружений (прямоугольные могильные ямы с деревянными конструкциями, ориентация по линии север — юг с небольшими отклонениями к западу и востоку, кольцевой выкид материковой желтой глины вокруг могилы); наличие напутственной пищи в виде части туши крупного животного (главным образом лошади) с воткнутым в нее железным ножом с костяной ручкой; присутствие в ряде случаев и в полтавских, и в среднедонских курганах коротких коридоров-дромосов, подходящих к могиле обычно с узкого ее конца. Очень близки и виды вооружения (железные наконечники копий, бронзовые и железные наконечники стрел, из-

редка — короткие железные мечи), конской сбруи, предметов искусства, выполненных в одном и том же «зверином стиле», и т. д. И на Полтавщине, и на Среднем Дону обильно представлен греческий импорт: главным образом это амфоры (сосуды для вина и масла), парадная чернолаковая посуда, предметы роскоши (золотые и серебряные сосуды, культовые сосуды для гитты — ритоны и пр.), ювелирные украшения (золотые калачиковидные серьги, золотые дутые бусы с рифлением, пастовые бусы и т. д.).

Это сходство дает основание заключить, что старая точка зрения на среднедонскую культуру скифов как на нечто сугубо оригинальное и специфическое, не похожее ни на один

вариант культур VI—III вв. до н. э. в степи и лесостепи Восточной Европы (напомним, что ее даже связывали не со скифами, а с будинами), — неверна. Памятники скифского периода на Среднем Дону по всем своим признакам, несомненно, были неотъемлемой частью левобережной украинской лесостепи, причем особенно явственно выступает у среднедонского населения связь с племенами, жившими в V—III вв. до н. э. в междуречье Ворсклы и Псла.

Хотелось бы обратить внимание еще на один момент. Впервые в истории раскопок скифских захоронений на Среднем Дону нам удалось (благодаря постоянному присутствию в составе экспедиции антрополога М. В. Козловской) установить, что в двух из четырех исследованных курганов у с. Терновое, причем и в самом большом из них — № 5, были погребены вооруженные молодые женщины из богатых семей. Обычный набор оружия (пара копий или дротиков, лук и стрелы с бронзовыми и железными наконечниками), дорогие украшения греческого производства, амфоры с вином или маслом, сами масштабы погребальных сооружений — все это вполне сопоставимо с уже известными курганами скифской аристократии у с. Мастюгино и в урочище Частые Курганы.

Вполне возможно, что такие погребения вооруженных женщин встречались археологам на Среднем Дону и прежде, но в условиях, когда скелеты в могилах сильно потревожены грабителями или плохо сохраняются в силу природных особенностей, определить пол и возраст покойника по нескольким уцеле-

вшим костям они были не в состоянии. Между тем открытие захоронений «амазонок» на Среднем Дону имеет вполне определенное значение. Благодаря работам В. А. Ильинской⁷ и, в особенности, Е. Е. Фиалко⁸, собравших и обобщивших весь материал о погребениях вооруженных женщин в скифских захоронениях степи и лесостепи между Доном и Днепром, теперь можно сделать некоторые выводы и общесторического плана:

— таких погребений, по данным Е. Е. Фиалко, было известно на 1991 г. только в Европейской Скифии 112, что заметно превосходит количество женских могил с оружием у савроматов Поволжья и Приуралья, всегда считавшихся главными «поставщиками амазонок», и, таким образом, это явление общескифское;

— большинство вооруженных скифянок (в тех случаях, когда возможны антропологические определения) принадлежали к возрастной группе от 16 до 30 лет (69 % от общего числа);

— помимо набора чисто женских вещей (бусы, серьги, зеркала, пряслица) во всех упомянутых погребальных комплексах обязательно присутствует либо колчан со стрелами, либо копья и дротики (обычно пара), либо и то и другое вместе, в единичных случаях встречаются другие типы вооружений, например мечи;

— хронологически все упомянутые погребения женщин с оружием принадле-

жат аристократическим слоям скифского общества, о чем свидетельствует набор погребального инвентаря, характер и размеры самих погребальных сооружений «амазонок».

Я не думаю, что эти молодые воительницы из скифской степи и лесостепи были во всем аналогичны описанному Геродотом «амазонкам»-мужеубийцам у савроматов. Скорее здесь следует говорить о наличии воинской повинности в качестве легковооруженных вспомогательных отрядов для определенных возрастных и социальных групп скифских женщин.

Наконец, еще один важный вывод: если во всех уголках Европейской Скифии (в широком понимании, т. е. и степной, и лесостепной зон) между Днепром и Доном встречаются аналогичные погребения молодых женщин с оружием, имеющих достаточно высокий социальный статус и характерный набор вещей, то, видимо, необходимо признать факт теснейшей культурной (а возможно, и политической) связи между населением скифского времени, обитавшим в степи и лесостепи в конце V — конце IV в. до н. э. И поэтому не исключено, что во многих частях лесостепи (либо круглый год, либо в определенные сезоны) тоже жили скифы, а не будины, меланхлены, невры, андрофаги и прочие соседи Скифии — «не скифы этнически, но скифоидные по культуре», как полагали ранее некоторые исследователи.

⁷ Ильинская В. А. Скифские курганы около г. Борисполя // СА. 1966. № 3. С. 152—170.

⁸ Фиалко Е. Е. Цит. соч.

В природе не встречается

С. Ф. Ахметов, Г. Л. Ахметова



Спартак Фёдорович Ахметов, кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник Всесоюзного научно-исследовательского института синтеза минерального сырья (г. Александров). Специалист в области выращивания и исследования кристаллов. Автор нескольких научно-популярных книг, в том числе «Алмаз "Шах"» (М., 1982), «Беседы о геммологии» (М., 1989), «Грани граната» (М., 1990).



Галина Леонидовна Ахметова, кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник того же института. Занимается исследованием кристаллов. Автор книг «Карбункулы, лалы и яхонты» (Алма-Ата, 1984), «От авантюрина до яшмы» (М., 1990) — обе в соавторстве с С. Ф. Ахметовым.

ГРАНАТ — один из древнейших драгоценных камней. Еще за 10 веков до нашей эры он почитался наряду с рубином, изумрудом, алмазом. Гранат упомянут в Библии. Его воспевали Камознс и Рабле, Конан Дойл и Жуковский, Тургенев и Лесков, Цветаева и Ефремов. Кто не знает «Гранатовый браслет» или «Портрет Дориана Грея»? С их страниц кроваво-красным огнем полыхает гранат. Великий арабский лирик ас-Санубари писал:

Посмотри: дугою льется охлажденное
вино,
Словно жертвенная кровь, шипит и
пенится оно,
Влажный блеск его родился в самом
сердце самоцветов,
Не вино — гранат расплавленный с
водою заодно!

Да, в природе наиболее распространены гранаты именно красного цвета — пироп $Mg_3Al_2(SiO_4)_3$ и альмандин $Fe_3Al_2(SiO_4)_3$. Значительно реже встречаются: черный меланит $(Ca, Na)_3(Fe, Ti)_2(SiO_4)_3$; зеленые уваровит $Ca_3Cr_2(SiO_4)_3$, гроссуляр $Ca_3Al_2(SiO_4)_3$ и демантоид $Ca_3(Fe, Cr)_2(SiO_4)_3$; желтый топазолит $Ca_3(Fe, Al)_2(SiO_4)_3$; оранжевые, красно-бурые спессартин $Mn_3Al_2(SiO_4)_3$ и гессонит $Ca_3AlFe(SiO_4)_3$; зеленоватые и серые гидрогранаты, в которых часть кремнезема замещена гидроксидной группой. Цветовая палитра достаточно широка¹. Но вот синего или голубого граната нет, поскольку в местах образования минерала отсутствует соответствующий краситель.

Применение гранатов в ювелир-

© Ахметов С. Ф. Ахметова Г. Л. В природе не встречается.

¹ Ахметов С. Ф. Искусственные кристаллы граната. М., 1982.

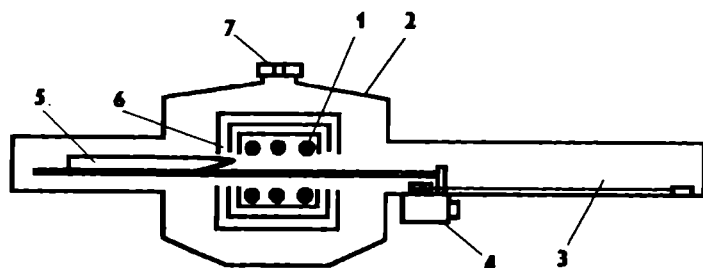


Рис. 1. Схема установки «Сапфир». 1 — нагреватель, 2 — вакуумная камера, 3 — приемник кристаллов, 4 — механизм перемещения, 5 — контейнер с шихтой, 6 — «домик», 7 — смотровое окно.

ном деле общеизвестно. Благодаря высокой твердости их можно использовать также в качестве абразивного материала. Из них изготавливают гранатовую бумагу и тонкий порошок, которыми шлифуют кожу, твердые породы дерева, зеркальные стекла и т. п. Гидрогранаты типа $\text{Ca}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_4)(\text{OH})_8$ применяются в гидрометаллургии при обескремнивании алюминатных растворов.

Гранаты синтезируют, начиная с 1878 г. Достаточно легко получены меланит, спессартин, андрадит, уваровит, гидрогранаты. Синтез пиропы или альмандина в лабораторных условиях возможен, но весьма трудоемок. В 1951 г. американские специалисты Х. С. Йодер и М. Л. Кейт² из спессартиновой шихты вырастили иттриево-алюминиевый гранат (ИАГ), заменив ион Mn^{2+} на Y^{3+} , а ион Si^{4+} — на Al^{3+} . Формула этого граната записывается в виде $\text{Y}_3\text{Al}_2(\text{AlO}_4)_3$. Кристаллы всех синтезированных гранатов мелкие и промышленного значения не имеют. Можно сказать, что ученые в основном удовлетворяли свое любопытство и амбиции.

Положение резко изменилось с появлением новой аппаратуры, позволившей выращивать крупные монокристаллы иттриево-алюминиевых гранатов из расплава (методы Чохральского, Киропулоса). В нашей стране наиболее надежную и простую установку сконструировали и построили в Институте кристаллографии им. А. В. Шубникова

РАН под руководством Х. С. Багдасарова. Основной элемент установки — сложно изогнутая вольфрамовая спираль, сквозь которую со скоростью 4—8 мм/ч протягивается молибденовый контейнер, загруженный смесью оксидов иттрия и алюминия (температура плавления 1930 °C). Спираль со всех сторон окружена вольфрамовыми и молибденовыми экранами, формирующими тепловое поле. Совокупность экранов названа уютным словом «домик». Сверху «домик» прикрыт колпаком, под которым система насосов создает высокий вакуум (на воздухе вольфрам и молибден горят, как сырые дрова).

Кристаллизационную установку авторы назвали «Сапфиром», потому что первым кристаллом, выращенным на ней, был именно драгоценный лейко-сапфир (т. е. бесцветный корунд Al_2O_3). А некоторое время спустя на установке вырастили монокристалл иттриево-алюминиевого граната размером 1,5×8×10 см. Он был прозрачен, бесцветен и приятно оттягивал руку более чем полукилограммовой массой. «Сапфир», показанный на международной выставке, удостоился золотой медали. В 70—80-х годах монокристаллы этого граната выращивали в Москве, Александро-вске, на Урале, в Армении, на Украине. Годовая производительность исчислялась тоннами прекрасного ограночного сырья.

Иттриево-алюминиевый гранат оказался благодатным материалом не только для ювелирной промышленности. Ныне без него не могут обойтись лазерная и вычислительная техника, оптические приборы и ультразвуковые линии задержки. В нашем институте иттриево-алюминиевые гранаты выращи-

² Yoder H. S., Keith M. L. Complete Substitution of Aluminium for Silicon: the System $3\text{MnO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{SiO}_2 - 3\text{Y}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{Al}_2\text{O}_3$ // J. Miner. Soc. Amer. 1951. V. 36. № 7/8. P. 519—533.

вают на установках «Протон-1» и СГВК (модернизированных аналогах «Сапфира»), позволяющих получать монокристаллы массой до 2 кг. Куски размерами не менее 11×11×11 мм отправляются на граничные фабрики. Из более мелкого материала изготавливают бусы, крошка идет в переплавку. Диапазон окраски искусственных гранатов, как и природных аналогов, находится в красно-желтой части спектра. Различные ионы придают монокристаллам следующие цвета: Nd^{3+} — сиреневый, Sm^{3+} — ярко-желтый, Ho^{3+} — золотисто-желтый, Er^{3+} — розовый, смесь Dy^{3+} и Er^{3+} — оранжевый, Cr^{3+} и V^{3+} — зеленый. Получен и голубой, окрашенный трехвалентным кобальтом. Однако процесс кристаллизации не технологичен: оксид кобальта в расплаве агрессивен по отношению к молибденовому контейнеру, разъедает его, и эксперимент завершается аварией³.

Мы вырастили много гранатов, которых нет в природе. Получили даже полихромный гранат, один конец которого, как у драгоценного турмалина, окрашен в зеленый цвет, а другой — в розовый⁴. Однако нашей мечтой был синий гранат.

Багдасаров еще в 1966 г. отмечал, что при введении в шихту оксида европия в некоторых случаях получался гранат синего цвета (отчет по теме «Синтез кристаллов иттрио-алюминиевого граната с примесью неодима» ИК им. А. В. Шубникова АН СССР). Однако в наших экспериментах это не подтвердилось: в присутствии иона Eu^{3+} монокристалл ИАГ выросла бесцветным. Мы предположили, что в некоторых опытах Багдасарова в расплаве неконтролируемо возникали восстановительные условия, при которых появлялся

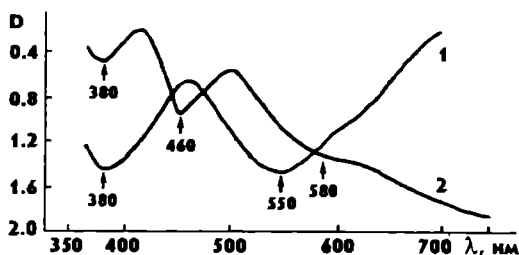


Рис. 2. Спектры оптического поглощения синего граната (1) и сапфира (2).

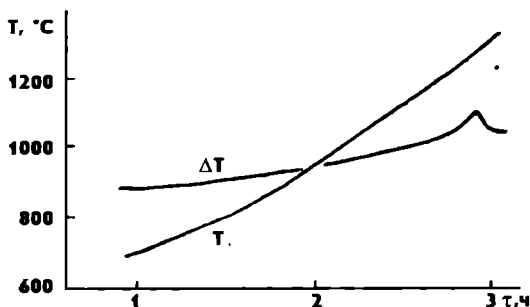


Рис. 3. Участок термограммы синего граната. Экзотермический эффект соответствует окислению Eu^{2+} до Eu^{3+} .

синий ион-хромофор Eu^{2+} (как известно, порошок EuO окрашен в густосиний до черного цвет).

И тогда мы поставили перед собой следующие задачи:

- провести восстановление Eu_2O_3 до EuO в расплаве гранатовой шихты;
- найти четырехвалентный элемент, который мог бы скомпенсировать двухвалентность европия при его вхождении в структуру граната (в ИАГ все катионы трехвалентны);
- сделать процесс кристаллизации технологичным и экономически выгодным.

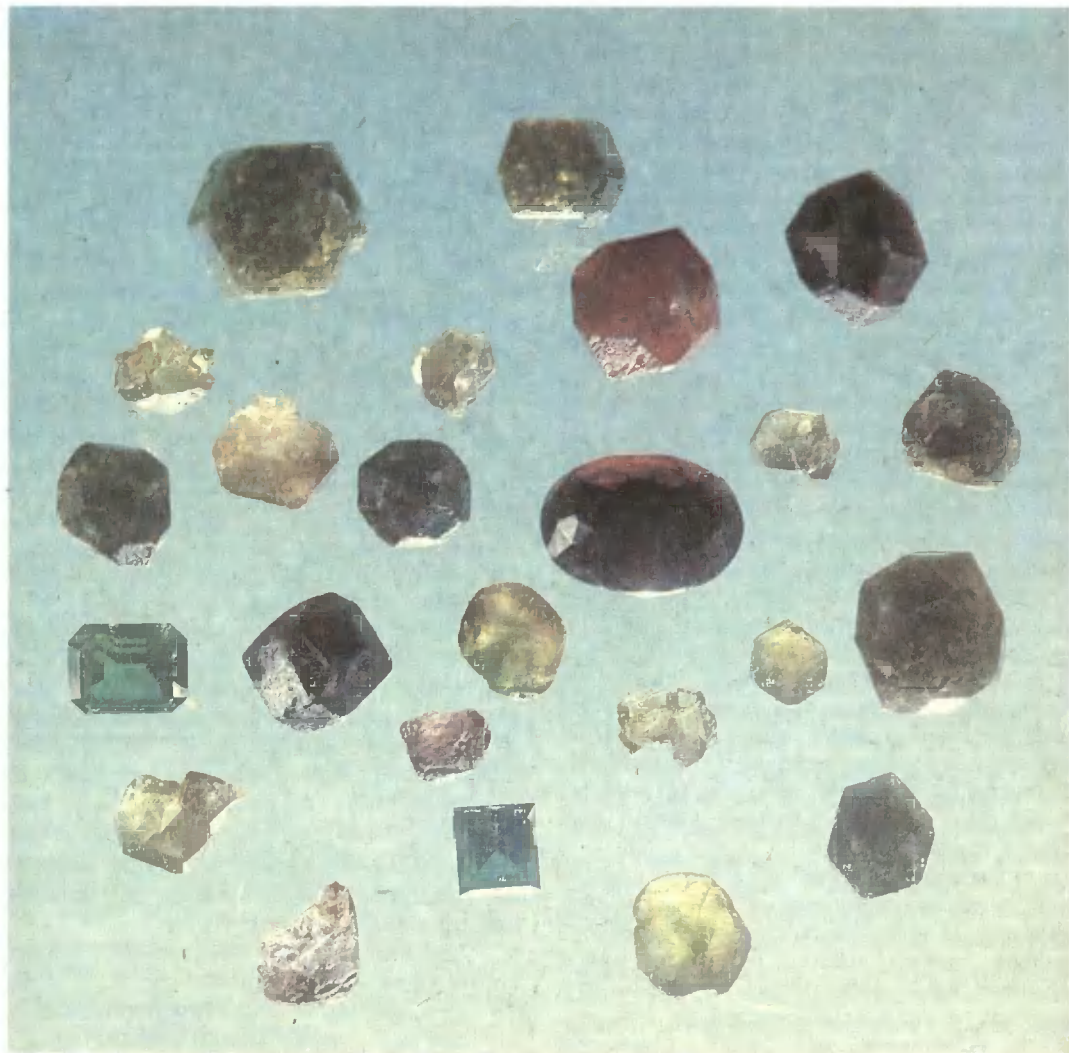
Первая задача была решена введением в шихту металлического иттрия, который восстановил оксид европия по схеме:



Эта реакция хороша тем, что образующийся оксид иттрия не мешает

³ Ахметов С. Ф., Давыдченко А. Г., Поздняков А. И. Выращивание и исследование монокристаллов иттриево-алюминиевых гранатов с различными добавками // Синтез минералов и экспериментальные исследования. М., 1981. С. 72–75.

⁴ Здорик Т. Б., Ахметов С. Ф. Гранат // Природа. 1990. № 1. С. 40–43.



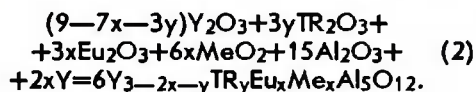
Природные формы гранатов — тетрагонтриоктаэдры и ромбододекаэдрыgrossуляров, спессартинов и пиропов. В центре — овальный альмандин, огранный «розой» еще в прошлом веке. С тыльной части камня часть материала выбрана, чтобы самоцвет казался прозрачнее.

Здесь и далее фото автора

кристаллизации, так как целиком входит в растущий кристалл.

В качестве компенсирующих добавок после длительных поисков были выбраны оксиды циркония, гафния и тория, обладающие низкой упругостью паров при температуре плавления ИАГ. Поэтому кристаллизацию можно было

вести в условиях остаточного давления газа в ростовой камере 0.0130—0.0013 Па, где протекает реакция:



(TR — редкоземельные элементы; Me — четырехвалентные цирконий, гафний, торий; x — атомные количества Eu и Me; y — атомное количество редкоземельного элемента.)

Полученные монокристаллы иттриево-алюминиевого граната имеют



Искусственные гранаты, выращенные авторами. Бесцветный камень — чистый ИАГ; добавки оксидов металлов окрашивают гранат в разные цвета: ванадия — в зеленый (каре и багет), европия — в синий, циркония — в красный, кобальта — в голубой, иттербия — в зеленый (овал). Ожерелье из хрусталя положено для сравнения его блеска с блеском граната.

На монокристалле иттриево-алюминиевого граната, выращенном в электропечи СГВК, покоятся самоцветные гранаты.

Гранатовые ожерелья, сделанные из искусственной гальки. Изготовлены во ВНИИ синтеза минерального сырья.

На отполированной гранатовой пластинке лежат куски синего (с европием) и зеленого (с ванадием) гранатов. Между ними подвесок, выточенный из полихромного образца. Разделение левого края горизонтальной пластинки — наглядное свидетельство высокого показателя преломления иттриево-алюминиевого граната.

глубокий синий цвет, сравнимый с сапфировым. Причем оксид циркония придает гранату фиалковый оттенок, а монокристалл с оксидом гафния имеет чистый васильковый цвет. Нелишне добавить, что гранат с торием радиоактивен. Выход кондиционного продукта

Таблица

Сравнительные характеристики синего граната и сапфира

Характеристика	Синий гранат	Сапфир*
Состав	$(Y, Yb, Eu^{2+}, Hf^{4+})_3Al_2(AlO_4)_3$	$(Al, Fe^{2+}, Ti^{4+})_2O_3$
Показатель преломления	1.835—1.840	1.757—1.776
Двуупреломление	0.001	0.008
Дисперсия	0.032	0.018
Твердость по Моосу	8.5	9
Плотность, кг/м ³	4550—4600	3990—4100
Параметр элементарной ячейки, нм	$a_0=120.1$	$a=47.51$ $c=129.7$
Основные линии в спектре поглощения, нм	380, 560	380, 460, 580, 880

* Приведены характеристики по: Шуман В. Мир камня. Т. 2. М., 1986.

составляет в среднем 1200—1300 г при массе исходной шихты 1800 г (технолог Л. С. Новожилова). В процессе экспериментов мы также нашли, что Yb^{2+} окрашивает монокристаллы граната в замечательный изумрудно-зеленый цвет. Восстановление Yb^{3+} и Yb^{2+} происходит аналогично реакции (1) с заменой Eu на Yb.

Некоторые физические свойства (таблица) делают новый искусственный кристалл прекрасным сырьем для ювелирной промышленности.

Спектр синего граната, снятый в диапазоне 200—1400 нм, характеризуется высоким пропусканием в синей области и двумя полосами поглощения

при 380 и 560 нм значительной интенсивности⁵. Окраска природного сапфира обусловлена иными хромофорными центрами и в общем зависит от соотношения концентраций двух- и трехвалентного железа. В спектре синего сапфира отмечаются сравнительно узкая полоса поглощения в области 450—470 нм, широкие полосы при 580 и 750 нм (максимум последней лежит при 880 нм). Кроме того, в ближней ультрафиолетовой области, как и в спектре синего граната, наблюдается интенсивная полоса поглощения с максимумом при 380 нм.

Термографические исследования (инженер Т. Б. Соловьева) показали, что синий гранат устойчив до температуры 1200 °С, затем происходит окисление Eu^{2+} до Eu^{3+} . После двухчасового прокаливания в муфельной печи при этой же температуре кусочки синего граната по периферии обесцвечиваются, так как ион-краситель исчезает.

Следует добавить, что синтез крупных монокристаллов синего и зеленого граната защищен двумя авторскими свидетельствами⁶ и несколькими «know how». Независимо от нас аналогичный гранат получен в Армении⁷.

Работа выполнена при финансовой поддержке фонда «Культурная инициатива».

⁵ Ахметов С. Ф., Ахметова Г. Л., Колодиев Б. Н. Спектры оптического поглощения кристаллов ИАГ (Eu^{2+} , Eu^{3+}) и ИАГ (Yb^{2+} , Yb^{3+}) // Журн. прикладной спектроскопии. 1988. Т. 48. № 4. С. 681—683.

⁶ Ахметов С. Ф., Ахметова Г. Л., Иванов С. Н. и др. А. с. № 1066244, 1066245, 1981.

⁷ Петросян А. Г., Кузання А. С., Ованесян К. Л. и др. А. с. № 1228525, 1981.

Эволюция птичьих гнезд

В. В. Иваницкий



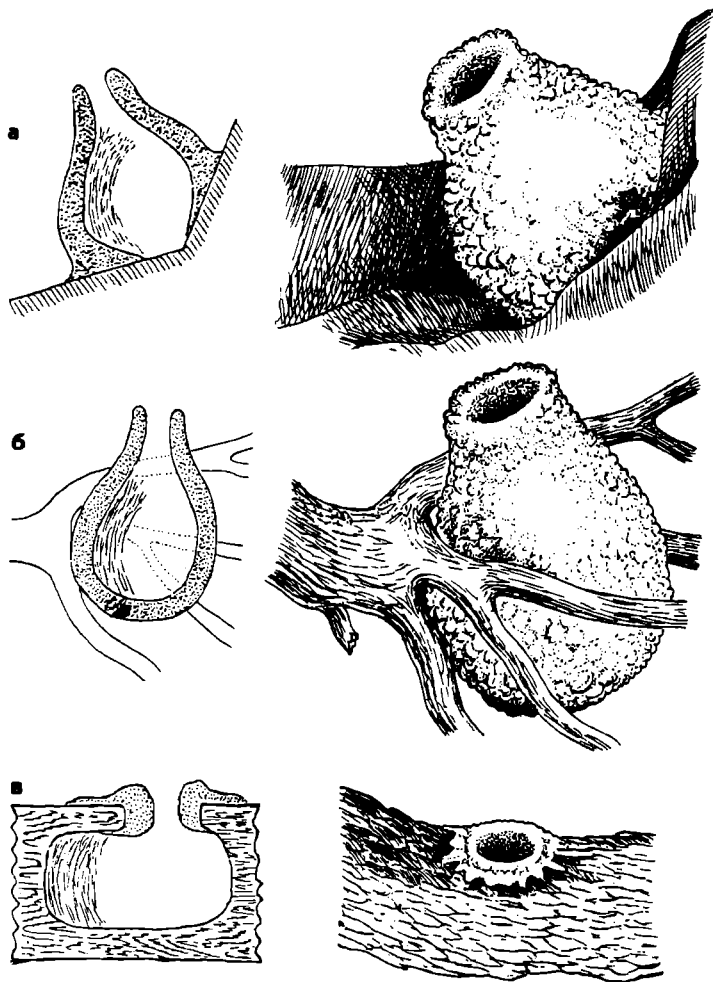
Владимир Викторович Иваницкий, кандидат биологических наук, научный сотрудник кафедры зоологии позвоночных животных и общей экологии биологического факультета Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова. Область научных интересов — орнитология, сравнительная этология, эволюционная экология.

Спору нет, в том мире, где живут птицы, их подстерегает множество опасностей и против них не мешает как следует вооружиться. Но означает ли это, что диктат среды обитания, воплощенный в погодных неурядицах, набегах хищников и прочих невзгодах, был главенствующей силой, проторившей магистральные пути эволюции птичьих гнезд? Не ограничиваем ли мы свой кругозор, сосредоточивая внимание лишь на механических, термостатических и криптических достоинствах построек? Не забываем ли мы о том, что всякое гнездо представляет собой запечатленное в природном материале поведение птиц, мотивы которого формируются под влиянием колоссального многообразия причин и обстоятельств? В поисках ответов мы предлагаем заглянуть в некоторые наименее исследованные уголки чарующего и таинственного мира птичьих гнезд.

ЗАЧЕМ СТРОИТЬ САМОМУ?

Многие птицы откладывают яйца прямо на землю или в убежище естественного происхождения: дупло, полость в скале. Известны богатые видами семейства и даже целые отряды пернатых, члены которых не признают архитектурных излишеств. Это козодои и попугаи, совы и соколы, кулики и чистиковые, пингвины и трубконосые. Они обитают в разном климате — от полярного до тропического, по-разному добывают пропитание, противостоят разным хищникам, имеют свою собственную эволюционную историю. Сближает их пренебрежение к строительной деятельности и полная зависимость от наличия подходящих убежищ. Особенно «страдают» от этой зависимости «любители» дупел,

САМЫЕ сокровенные тайны мира пернатых прячутся в птичьих гнездах. Разнообразие их размеров, конструкций и способов расположения бросает настоящий вызов сообществу орнитологов. По понятным причинам именно технологические, инженерные стороны строительной деятельности пернатых вызывают наибольший интерес. Кто усомнится в том, что всякое жилище должно надежно защищать своих обитателей?



Среди пернатых-клаустрофилов скальные поползны, населяющие горы Закавказья и Средней Азии, отличаются удивительным трудолюбием. Свои вылепленные из глины гнезда-кувшины птицы укрепляют обыкновенно под скальными карнизами (а). Гончарные работы идут иной раз до трех недель, по истечении которых толщина стенок камеры достигает иногда 7 см, а общий вес постройки приближается к 5 кг. В местах, где поползней много, а подходящие скальные поверхности в дефиците, птицы нередко лепят гнезда в густых сплетениях ветвей древесных крон (б). Их ближайший родич — европейский лесной поползень — устраивается в дуплах, однако тяга к гончарному искусству присуща ему в полной мере: вход в дупло он непременно обмазывает глиной (в).

вечный дефицит которых всегда порождал острое внутривидовое и межвидовое соперничество, в котором участвуют кроме птиц млекопитающие, рептилии и даже общественные насекомые. В конце концов пристрастие к готовым убежищам не могло не стать тормозом на пути роста численности и расширения области распространения какой-либо преуспевающей во всех других отношениях группы пернатых. Поэтому пункт о преодолении упомянутой зависимости рано или поздно должен был появиться в программе ее дальнейшей эволюции.

Проще всего поступили те, кто стал выкапывать полости в земле, выщипывать или выдалбливать их в

древесине. Это решение оказалось простым и скорым потому, что и раньше многим птицам, которые вынуждены были заниматься чересчур тесные убежища, приходилось расширять жилплощадь, приобретая мало-помалу навыки землекопов и плотников. Спустя миллионы лет их потомки превратились в умельцев-дятлов, уверенно справляющихся с любой древесиной, и трудяг-щурок, прокладывающих свои подземные галереи почти на полтора метра в глубину. Казалось, проблема исчерпана. Но почему биологический тип «птицы-экскаватора» встречается так редко и пользуется широкой популярностью только в отрядах дятло- и ракшеобразных? Похоже,

птицы в ходе эволюции не слишком охотно устремлялись по этому пути. Копать норы и долбить дупла — занятие не из легких, и чтобы преуспеть, приходилось обзаводиться специальными «инструментами», облегчающими гнездостроение, но ограничивающими для вида или группы спектр направлений дальнейшей эволюции. Иными словами, пернатые, выбравшие «стратегию экскаватора», вынуждены были эволюционировать по пути все более глубокой специализации, постоянно рискуя оказаться под угрозой вымирания при быстром изменении привычных жизненных условий.

К тому же «стратегия экскаватора» так и не решила главной задачи. Сохранилась зависимость от субстратов, пригодных для постройки нор и дупел. По-прежнему птицы не умели устраивать потомство в кронах деревьев и кустарников. Пожалуй, лишь обитающая на островах Индийского океана белая крачка обладает чудесной способностью без затей высиживать свое единственное яйцо прямо на горизонтальной ветке. Что же касается настоящего, массового переселения птиц на деревья, то оно началось лишь после того, как самые сообразительные догадались бросить несколько веточек крест-накрест в какую-нибудь развилку. Немало горлиц до сих пор прекрасно обходятся простейшими помостами. Таким образом, ведущей экологической функцией гнездостроительного поведения стало сооружение конструкций, расширяющих возможности пернатых по размещению своего потомства на разных субстратах и в разных убежищах.

Не менее важные функции гнездостроительного поведения проявляются в иной сфере жизни пернатых — социальных взаимоотношениях и лежащих в их основе процессах общения особей. Именно они обеспечивают надежный обмен информацией, координируют поведение и физиологическое состояние птиц во время размножения. Один из самых критических, но довольно короткий период проходит накануне кладки. К этому моменту

яйца должны быть сформированы и оплодотворены, гнездо построено, родители готовы к насиживанию. Это достигается лишь четкой синхронизацией поведенческих и физиологических ритмов брачных партнеров, их эффективной психологической настройкой «друг на друга». Общение птиц строится «не как у людей». У пернатых почти нет сигналов со строго определенным значением, аналогами которых можно было бы считать слова из человеческой речи. О намерении и состоянии своих сородичей и партнеров птицы судят прежде всего по изменениям в их поведении. Постоянное взаимное наблюдение лежит в основе коммуникации птиц, и, по существу, любые формы поведения могут нести биологически важную информацию. Неудивительно, что поведение птиц во время строительства гнезд (самого ответственного момента в жизни пернатых) отражается на информационном обеспечении процессов размножения.

Постройка гнезда составляет закономерную стадию не только в развитии чисто социальных, поведенческих взаимоотношений брачных партнеров, но и в динамике физиологического созревания организма самок накануне кладки. Еще в конце 30-х годов нашего столетия Е. Ф. Поликарпова экспериментально доказала, что самкам домового воробья для успешного развития яиц необходимо регулярно наблюдать за самцами, занятыми строительством гнезд, или — на худой конец — любоваться уже готовыми постройками. Если воробьев лишали такого зрелища, то формирование яиц под влиянием неуклонного удлинения светового дня вскоре приостанавливалось. Важно, что будущим мамам совсем не требовалось строить гнездо самостоятельно (и это не так уж хорошо).

Совсем недавно казахстанские орнитологи С. А. Брохович и Э. И. Гаврилов, проводившие массовое кольцевание испанских воробьев на весеннем пролете, с удивлением обнаружили на брюшке у многих мигрирующих самок полностью сформированные наседные пятна, а в яйцеводах —

совершенно готовые к снесению яйца. Незадачливые мамы, устремляясь поутру в путь-дорогу, вынуждены были освобождаться от бремени в самых неподходящих местах, устилая брошенными яйцами траву под деревьями на местах ночевки, разбрасывая их по чужим и недостроенным гнездам. Причина столь прискорбной расточительности состоит, вероятно, в мощной социо-сексуальной стимуляции, которая буквально обрушивается на путешествующих самок во встречаемых по пути колониях, где с усердием трудятся над гнездами десятки и сотни самцов.

А вот канарейки научились обходиться со своими яйцами куда более экономно. И все потому, что гнезда у них, как почти у всех представителей семейства вьюрковых, строят исключительно самки. В середине 50-х годов британский этолог Р. Хайнд в своих классических экспериментах обнаружил, что у самок канареек развитие яиц контролируется не только продолжительностью светового дня и социо-сексуальной активностью их брачных партнеров, но и «собственноручным» их участием в строительстве гнезд. В сложный механизм репродуктивного созревания самок канареек встроена дополнительная обратная связь, эффективно препятствующая преждевременному снесению яиц. Самка должна лично приступить к строительству и по мере готовности гнезда со все возрастающей интенсивностью получать от него тактильную стимуляцию, которая резко активизирует формирование яичек и наседного пятна. Если самок лишить возможности строить, то развитие и того и другого резко замедляется, несмотря на присутствие и высокую половую активность самцов.

Таким образом, биологическое предназначение гнездостроительного поведения отнюдь не ограничивается изготовлением гнезд, т. е. чисто вещественными, осязаемыми результатами, но с неменьшей очевидностью проявляется в информационной сфере, будучи неотъемлемой составной частью сложной системы поведенческих и

физиологических регуляторов, контролирующих процесс размножения птиц.

КЛАУСТРОФОБИЯ И КЛАУСТРОФИЛИЯ В МИРЕ ПЕРНАТЫХ

О клаустрофобии слышали, вероятно, многие. Так называют психическое состояние человека, испытывающего безотчетный страх в маленьких, замкнутых помещениях. В то же время, вслед за А. П. Чеховым, изобразившим «человека в футляре», можно утверждать, что существует и противоположный тип людей, питающих привязанность к помещениям малого объема и окружающим себя всевозможными оболочками.

Клаустрофобия и клаустрофилия есть и среди пернатых. Клаустрофобы устраивают свои гнезда так, чтобы из них открывался более или менее полный обзор окружающего пространства. Наиболее распространенная конструкция — открытая сверху часть полусферы в форме миски, чашки или бокала. Клаустрофилы, наоборот, предпочитают устраиваться в максимальной изоляции от внешнего мира и заселяют относительно небольшие помещения, куда можно попасть лишь через узкий вход. Многие птицы довольствуются теми убежищами, что предоставляет в их распоряжение сама природа. В лесах — это синицы, горихвостки, мухоловки, занимающие дупла, выдолбленные дятлами или образовавшиеся при естественном разрушении древесины; горные птицы гнездятся в трещинах скал, среди осыпей, под камнями; в степях пернатые квартируют глубоко под землей в норах сусликов, сурков и песчанок.

Подобный стиль гнездования мы назовем пассивной клаустрофилией и противопоставим его активной клаустрофилии, когда птицы сооружают гнездовые камеры самостоятельно. Одни практикуют «стратегию экскаватора», другие из подручных материалов возводят замкнутую камеру с узким входом сбоку, сверху или снизу. Сороки складывают настоящие терема из длинных и прочных веток, воробьи

свивают гнезда из травы, ремезы вяжут рукавички из тополиного пуха, ткачики ткут висячие реторты из специально настриженных полосок пальмовых листьев, ласточки и поползни лепят кувшинчик из глины. Хотя внешний облик перечисленных построек варьирует в широких пределах, если отбросить приводящие обстоятельства, все они в известной степени приближаются по форме к шару.

Эволюционные и этологические взаимоотношения между разными формами клаустрофилии удобно рассмотреть на примере отряда воробьинообразных птиц, за которыми в мире пернатых по справедливости утвердилось репутация самых умелых строителей. В этом отряде собраны преимущественно мелкие птицы, в ряду которых дрозд выглядит переростком, а ворона — настоящим Гулливером среди лилипутов. Отряд включает более 4 тыс. видов, и чтобы не заблудиться среди ошеломляющего разнообразия жаворонков, ласточек, славков, синиц, вьюрков и овсянок, орнитологи разделили бесчисленную воробьиную родню на 70 семейств и сгруппировали их в четыре подотряда.

Львиная доля семейств оказалась в подотряде певчих птиц, куда были допущены лишь те, кто имеет в дыхательных путях сложную систему перепонкок-мембран. Каждая из них при прохождении воздуха вибрирует на свой лад, внося свою лепту в чарующий поток звуков, называемый птичьим пением. В другие подотряды угодили птицы с более простым голосовым аппаратом и куда более скромными вокальными возможностями. Это подотряд тираннов, включающий 16 семейств, и два монотипичных отряда рогоклювов и лирохвостов.

Как полагают систематики, тиранны, рогоклювы и лирохвосты (наделенные, помимо указанных, еще и другими архаичными особенностями и обитающие почти исключительно в тропиках) представляют собой древнейшие эволюционные ветви воробьинообразных, тогда как заселившие весь Свет певчие птицы стали чем-то вроде

молодой и буйной поросли, уступающей по возрасту предковым группам, но явно превосходящей их числом и разнообразием форм, масштабами экологической и географической экспансии, общим значением в экономике природы. Именно певчие птицы полнее всего соответствуют представлениям о преуспевающих группах, идущих по пути биологического прогресса, учение о котором создано трудами выдающегося русского эволюциониста А. Н. Северцова.

Расставив точки опоры, вернемся к основной теме. Оказывается, в целом ряде семейств воробьиных, каждое из которых объединяет виды генеалогически достаточно близкие, склонность к клаустрофилии становится чем-то вроде семейной традиции и составляет поразительно устойчивый компонент гнездового поведения всех без исключения видов. При этом конкретные проявления клаустрофилии подчас резко отличаются: например, одни ласточки гнездятся в дуплах, другие — в трещинах скал, третьи роют норки в прибрежных обрывах, четвертые лепят камеры из глины.

Пожалуй, наиболее ярким образчиком филогенетической консервативности клаустрофилии служит семейство птиц-печников, обитающих в Южной Америке. Хотя по внешнему облику и манерам печники и в самом деле на удивление разнообразны, все 215 видов — непременно клаустрофилы со всем спектром возможных вариантов этого пристрастия. Среди печников есть настоящие дуплогнездники, любители трещин в скальных обрывах, обитатели крысиных нор. Более трудолюбивые члены семейства копают норы сами или строят шаровидные гнезда: одни складывают их из прочных веток, другие свивают из травы, третьи лепят массивные шары из глины, откуда и пошло название семейства. Эволюционную устойчивость клаустрофилии можно иллюстрировать на примере скворцов, синиц, ткачиков и целого ряда других семейств воробьиных.

Примечательно, что разные формы клаустрофилии иной раз легко



Скальный поползень у гнезда.
Здесь и далее фото А. В. Гражданкина.

обратимы даже у одного вида. Гнезда крапивников, свиваемые из мха и листьев, обыкновенно имеют правильную шаровидную форму. Однако эти крошечные птички любят располагать свои гнезда в разнообразных убежищах, стенки которых отчасти заменяют элементы оболочки гнездовой камеры. Все зависит от степени изоляции внутреннего помещения естественного убежища: иногда отпадает нужда в задней стенке, подчас есть готовый потолок, и остается лишь пристроить фасад; а некоторые птицы довольствуются найденным убежищем, считая его вполне соответствующим видовому стереотипу. Кстати, ближайший родственник нашего малютки — американский домовый крапивник — шаровидных гнезд вообще не строит, он полностью переселился в дупла.

Таким образом, с эволюционной точки зрения клаустрофилия оказывается устойчивым и целостным поведенческим феноменом, объединяющим казалось бы очень разные, а на поверку весьма сходные типы гнездования — использование готовых убежищ, самостоятельное их выкапывание или же постройку особых конструкций, повторяющих наиболее важные черты нор и дупел. В свою очередь, крапивники убеждают нас в том, как легко птицы могут менять типы гнездования, непременно сохраняя верность клаустрофилии. Иными словами, высокая эволюционная и этологическая устойчивость клаустрофилии сочетается с легкой обрабатываемостью ее основных форм.

Подсчеты показывают, что сочетание шаровидных гнезд у одних видов с разными формами пассивной клаустрофилии у других встречается в семействах воробьиных значительно чаще, чем



Чашевидные гнезда буланого аюрика открыты и дождю, и солнцу. В Каракумах, где выводит птенцов эта птица, редкие дожди беспокойства не доставляют. Зато солнце палит нещадно и угрозу для яиц и птенцов представляет серьезную. Поэтому крышу приходится изображать самке, а чтобы она лишний раз от гнезда не отлучалась, заботу о ее пропитании берет на себя самец.



Гнезда ремеза, сотканные из пуха ивы и аккуратно подвешенные к ее «плакучим» ветвям, принадлежат к числу самых виртуозных произведений пернатых клаустрофилов.

сочетание последней с открытыми, чашевидными гнездами. А значит, из шаровидных гнезд в дупла и обратно птицы переселялись в процессе эволюции намного чаще, чем по тому же адресу, но из чашевидных гнезд, в ряду приверженцев которых явно преобладали клаустрофобы. Удивляться нечему: ведь шаровидное гнездо с боковым входом в сущности и представляет собой своеобразное дупло. Различия между этими типами убежищ с точки зрения птиц не слишком важны, раз уж такие заядлые дуплогнездники, как синицы, время от времени поселяются в мышинных норах и с большой охотой занимают пустые гнезда крапивников. Возможно, это дань инстинкту предков, потому что многие родственники синиц Голарктики, включая ремезов и некоторые африканские формы, гнездятся в теплых мешочках, связанных из растительного пуха и подвешенных к «плакучим» ветвям ивы.

ТИПЫ ГНЕЗД В ЭВОЛЮЦИОННОЙ РЕТРОСПЕКТИВЕ

Палеонтологическая летопись не сохранила свидетельств о птичьих гнездах, и нам остается судить об их эволюционной истории по косвенным обстоятельствам. В качестве первого приближения полезно воспользоваться существующей классификацией пернатых, которая разработана весьма детально и с известной долей уверенности позволяет судить о степени эволюционной продвинутости одних таксонов и архаичности других. Вернемся к системе воробьинообразных птиц и посмотрим, какие типы гнезд преобладают в разных подразделениях этого обширного отряда.

Сразу же привлекает внимание тот факт, что самое яркое пристрастие к клаустрофилии вообще и к шаровидным гнездам в особенности питают представители самых древних и архаич-

ных подотрядов — рококлювы, лирохвосты и тиранны, тогда как у эволюционно более молодых певчих птиц отчетливо преобладают незамысловатые чашечки. Что же касается шаровидных гнезд, то их любители обосновались в тех семействах певчих птиц, которые и без того славятся экстравагантностью своих биологических особенностей. Ласточки виртуозно охотятся за летающими насекомыми. Оляпки крайне разборчивы по части мест обитания, превосходно плавают и ныряют. Поползни легко лазают по вертикальным поверхностям и пользуются весьма необычными способами фуражировки. Синицы и их родичи отличаются просто безудержной плодовитостью. Нельзя не отметить и того, что среди певчих птиц многие приверженцы клаустрофилии гнездятся многочисленными колониями — тут и ласточки, и скворцы, и ткачики. Таким образом, разные формы клаустрофилии у певчих птиц сосредоточены преимущественно в тех семействах, которым свойственны разнообразные проявления глубокой экологической и социальной специализации.

Теперь присмотримся к тем семействам, где встречаются и шаровидные гнезда, и чашечки. Вот, например, вьюрковые, составляющие одно из наиболее многочисленных и широко распространенных семейств певчих воробьиных, известное благодаря всеобщим любимцам — чижкам, щеглам, канарейкам. Большинство этих птиц строит открытые чашевидные гнезда, в горах многие виды прячут свои постройки среди камней, а гималайские вьюрки научились копать норки в дерновине горных склонов. Лишь знаменитые дарвиновы вьюрки, заброшенные волею судеб в центр Тихого океана на Галапагосские о-ва, всем на удивление строят шаровидные гнезда. Систематики выделяют этих птиц в особое подсемейство и полагают, что дарвиновы вьюрки представляют собой весьма архаичную, реликтовую группу древних вьюрковых, уцелевшую благодаря полной изоляции от бурных событий, протекающих в материковых

фаунах. Ближе всего к пернатым вдохновителям Ч. Дарвина примыкают некоторые формы выюрковых, обитающие на островах Вест-Индии. Они тоже входят в число поклонников шаровидных гнезд и, как нам удалось установить, отличаются почтенным возрастом, необычностью образа жизни и своеобразием области распространения.

А что же чашевидные гнезда? Признаемся, что группы, безраздельно приверженные этому стилю, выглядят куда более заурядно. Особыми талантами они по большей части похвалиться не могут: летают много хуже ласточек, плавать и нырять в отличие от оляпок не способны, компаний избегают, а по плодовитости почти вдвое уступают синицам. И вот что странно: именно эти члены клуба посредственностей с их девизом «Простота во всем!» составляют самые прогрессивные в биологическом отношении группы воробьиных птиц. В их ряду уже знакомые нам выюрки и их ближайшие родственники — овсянки, а также многочисленные жаворонки, сорокопуты, белоглазки, тимелии, дроздовые, буюль-буюли — словом, как раз те птицы, которые составляют главное видовое богатство и количественную основу населения пернатых во всех без исключения уголках земного шара. Незамысловатые чашечки оказались на удивление удачной конструкцией, равно пригодной для успешного выращивания птенцов и в холодной тундре, и в знойной пустыне, и в северной тайге, и в тропических джунглях. Льет ли с неба холодный дождь, печет ли жаркое солнце — родители, внося соответствующие коррективы в свое поведение, всегда найдут способ ограждать потомство от напасти.

Как ни уютны и комфортабельны шаровидные гнезда — не им досталось первое место на эволюционном конкурсе птичьих домиков. Те же слова можно адресовать и дуплогнездности. Изначальная, первичная клаустрофилия целела преимущественно в древних руппах или же в группах, эволюция которых давно свернула на путь глубокой специализации к специфичес-

ким условиям существования. Девиз универсальности и простоты, подхваченный клаустрофобами, вывел их на столбовую дорогу биологического прогресса, на долю клаустрофилов остались по преимуществу проселки и объездные пути. Правда, спустя время, некоторые из клаустрофобов круто изменили свои повадки и переметнулись в стан клаустрофилов. Но такая клаустрофилия носила уже производный, вторичный характер и утвердилась она после того, как изменники, обнаружившиеся среди мухоловок, дроздовых и выюрковых, обзавелись чашевидными гнездами, которых, вполне возможно, никогда не было у синиц, крапивников, ткачиков, скворцов и прочих настоящих клаустрофилов.

Какие же гнезда строили далекие предки воробьиных? Возможно, самые древние гнездовые стереотипы донесли до нас отряды, состоящие в наиболее близком родстве с воробьинообразными. Хотя родственные взаимоотношения между крупными подразделениями класса птиц (в том числе и между отрядами) пока далеки от полной определенности, большинство специалистов склоняется к мысли, что воробьиные берут начало от того же исторического корня, что и ракше- и дятлообразные — очень богатые видами отряды, представленные многими жизненными формами. В одном отряде со знакомыми всем дятлами числятся экзотические бородастики, пуховки, медоуказчики, туканы; ракшеобразные объединяют зимородков, щурок, сизоворонок и других пернатых щеголей. Поэтому так удивляет униформизм гнездостроительного поведения этих непохожих друг на друга птиц. Все они без исключения занимают под гнезда полости в грунте и древесине, причем большинство видов готовит себе жилище самостоятельно. Такое единодушие рождает известную уверенность в том, что и воробьиные стартовали некогда примерно с тех же позиций, т. е. пращуры их выводили птенцов в закрытых убежищах, найденных по воле случая или устроенных «собственноручно».

НА ЧТО СПОСОБНЫ МУЖЧИНЫ?

Итак, мы вплотную подошли к мысли о том, что происхождение и эволюционная судьба шаровидных гнезд составляют одну из главных страниц в истории гнездостроения воробьиных птиц. Закономерности распространения разных типов гнезд среди крупных и мелких подразделений воробьинообразных указывают на первичность этого стиля, пришедшего на смену пассивной или активной клаустрофилии («стратегии экскаватора»), сохранившихся у ракшеобразных и дятлов. Какие же обстоятельства могли способствовать такой смене?

В поисках ответа на этот вопрос нам придется обратиться к семейной жизни птиц, уделяя особое внимание способам разделения обязанностей брачных партнеров в сфере строительства. Большинство воробьиных привержены моногамии, однако, условия «брачных контрактов», регламентирующие участие супругов в заботе о совместном потомстве, у разных видов выглядят весьма неодинаково. Если в прокормлении потомства почти всегда обязуются участвовать оба партнера, то в отношении строительства и насиживания правила не столь однозначны. У одних видов строительством занимаются исключительно или преимущественно самцы, у других партнеры трудятся сообща, у третьих заботы о жилище берут на себя самки. Воспользуемся распространенными латинизмами и краткости ради условимся называть упомянутые варианты «брачных контрактов» андролатеральными, билатеральными и гинелатеральными.

Вооружившись новыми терминами, оглянемся вспять. Похоже, мы заговорили о разделении супружеских обязанностей не напрасно. Вновь оглядев пройденный материал, мы убеждаемся в том, что активная клаустрофилия — будь то раскопка нор или постройка шаровидных гнезд — теснейшим образом сопряжена с доминирующим или во всяком случае весьма деятельным участием самцов в строительстве, тогда как клаустрофобия столь же

определенно связана с гинелатеральным гнездостроением. Иными словами, шаровидные гнезда строят преимущественно самцы, чашевидные — главным образом самки. Как всегда, в этом деле есть исключения и нюансы: самцы сорокопутов и славков — будучи завязаны строителями — почему-то предпочитают чашечки; самки бесчисленных пеночек и двух соловьев-красношеек — видимо, назло теоретикам — свивают аккуратные шарики с боковыми входами. Кстати, соловьи-красношейки (один из них живет в сибирской тайге, другой среди непролазных арчовых стлаников высокогорий Тянь-Шаня) являются двойным исключением, потому что вся их многочисленная родня, включая дроздов, горихвосток, зарянок, каменок, да и наших соловьев, — пользуется исключительно чашевидными гнездами.

И все же, вопреки исключениям, зависимость формы гнезд от участия полов в их постройке у воробьиных проявляется отчетливо и требует объяснения. Признавая архаичность шаровидных построек, мы тем самым полагаем, что андролатеральное гнездостроение выступает как унаследованный от пращуров, древний признак, и отводим чашевидным гнездам и гинелатеральному гнездостроению роль производных или, как говорят, прогрессивных признаков. Отметим уместность последнего прилагательного именно в данном контексте, ибо свиваемые самками чашечки утвердились в качестве ключевого элемента репродуктивного поведения как раз в тех семействах воробьиных, которые — насколько об этом возможно судить — в самом деле эволюционируют по пути биологического прогресса.

Почему же именно самцы открыли эпоху строительства гнезд и отчего в дальнейшем их деятельность на этом поприще была свернута? Что воспрепятствовало широкому распространению билатерального гнездостроения — ведь, на первый взгляд, вдвоем строить быстрее и легче, чем в одиночку? Какие достоинства слабого пола определили его ключевое значение в

заботе о потомстве у наиболее прогрессивных групп певчих птиц?

Чтобы справиться с нахлынувшими вопросами, нам понадобятся зарисовки с натуры. Их легко получить в колониях хорошо знакомых автору испанских воробьев, развешивающих свитые из травы шаровидные гнезда в лесополосах вдоль дорог и полей Средней Азии. Это превосходный объект для изучения андролатерального гнездостроения. Вернувшись по весне к родным пенатам, самцы не мешкая подыскивают развилки, пригодные для укрепления гнезда, и приступают к строительству. День-деньской они хлопчут у гнезд, носят пучки травы, листья, растаскивают старые гнезда, воруют материал друг у друга. Запознанный фундамент в виде кучки травы, самец приостанавливает доставку и открывает рекламную кампанию по привлечению самки, оглашая окрестности истошным чириканьем и совершая время от времени разного рода вызывающие телодвижения, призванные произвести впечатление на невесту.

Церемония бракосочетания изысканностью не отличается. Молодожены не столько интересуются друг другом, сколько с величайшим упорством, и притом весьма нелюбезно, оспаривают право доступа к гнездовой развилке. Еще в угаре свадебной суматохи самец стремится незамедлительно продолжить строительство. Самку влечет в развилку праздное любопытство и навязчивое желание разместиться как можно ближе к тому месту, которое больше всего по душе партнеру. Неудивительно, что рождение семьи сопровождается поминутными стычками и драками, в которых самка сразу же утверждает свое главенствующее положение. Обосновавшись в развилке, она не позволяет самцу заняться любимым делом, принимая при его приближении угрожающие позы, а то и обрушивая на супруга полновесные удары клюва. Обуреваемый манией строительства, новобрачный ждет не дождется, когда самка отправится закусить и подарит ему несколько минут для осуществле-

ния творческих замыслов. Требуется время для того, чтобы невеста-узурпатор смирилась со строительными амбициями своего супруга и позволила ему воплощать их в своем присутствии.

Нарисованная картина показывает всю сложность коллизий, сопутствующих андролатеральному гнездостроению. И все потому, что строительная деятельность самцов сплетается в отменно запутанный конгломерат с их брачным и агрессивным поведением. Заботы о постройке гнезд и их охране совпадают по времени с формированием колоний, распределением участков, свадебным ажиотажем. Неразберихи при этом бывает немало. Между тем, как мы видели раньше, многие воробьи являются в колонию буквально «на сносях» с твердым намерением немедленно разрешиться от бремени. Не найдя готовых гнезд, самки часто кладут яички прямо на довольно эфемерные фундаменты в надежде стены и крышу получить в ближайшем будущем.

Иногда самцы ведут достройку гнезда аккуратно и умело и все кончается благополучно, но нередко все же яйца, отложенные в недостроенные гнезда, гибнут. Тем самым, к недостаткам андролатерального гнездостроения приходится добавить реальную опасность несогласованности в действиях партнеров в один из самых критических моментов репродуктивного цикла. По существу самки находятся в полной зависимости от усердия самцов, которые должны к строго определенному сроку представить готовое местоположение для кладки. Думается, что такую зависимость оправдать трудно. Что ни говори, но производство яиц составляет исключительную прерогативу самок, и, по справедливости, только им и надлежит решать, когда и куда их откладывать. В конце концов, самки взяли дело целиком «в свои руки», а гинелатеральное гнездостроение утвердилось в процессе эволюции как оптимальное решение, отвечающее самым высоким требованиям простоты и надежности.

Что касается строительной дея-

тельности самцов, то она как раз с необыкновенной щедростью порождает в процессе эволюции самые замысловатые варианты. Обычно самцы приступают к строительству задолго до появления первых кладок и продолжают строить после начала насиживания. Подчас гнездостроение носит в сущности перманентный характер и продолжается едва ли не круглогодично. А раз строительный зуд существует, то способ его удовлетворения подыскать несложно. Одни прилаживают к уже готовым камерам длинные входные трубки, достигающие у некоторых ткачиков метровой длины, другие устраивают сбоку дополнительные камеры, третьи принимают неподалеку за новое гнездо, покончив с которым, берутся за следующее.

Дополнительные гнезда могут занять новые самки, и сгорающие в огне строительного энтузиазма самцы становятся многоженцами. Это часто случается с нашими крапивниками и ремезами и в особенности характерно для африканских ткачиков, у которых самые резвые самцы успевают за сезон свить до десяти гнезд, где живут иной раз пять-шесть самок одновременно. Впрочем, размножение гнезд отнюдь не всегда ведет к полигинии. Так, обитающие в пампасах Южной Америки бурые качелоты привержены строгому единобрачию, что не мешает им каждые два месяца отстраивать себе новое гнездо — да какое! Будучи по размерам всего-то с небольшого дрозда, качелоты складывают из длинных и колючих веток шаровидные камеры почти метрового диаметра. Интересно, что в период размножения колоссальные постройки поначалу служат беседками для любовных свиданий и лишь потом мало-помалу превращаются в детские.

Если объединить повадки ткачиков и качелотов, то можно получить гипотетический прообраз одного из самых удивительных воплощений андролатерального гнездостроения. Это — сооружения беседковых птиц, или шалашников. Самцы, полностью отрешившись от забот о потомстве,

преуспели в строительстве несравненно больше всех прочих воробьиных птиц. Вот только строят они не гнезда. Единственное предназначение их построек, имеющих солидные размеры, причудливый облик и украшенных раковинами моллюсков, крыльями бабочек, яркими перьями и тому подобной бижутерией, состоит в том, чтобы служить помещением для ухаживания и спаривания. Поразительно, но в беседах некоторых видов со всей очевидностью угадываются характерные черты объемистых шаровидных гнезд, которые, возможно, и были ближайшими эволюционными предшественниками амурной архитектуры шалашников.

Таким образом, андролатеральное гнездостроение, неразрывно связанное с традицией шаровидных гнезд, наделено высочайшей пластичностью и подвержено самым причудливым эволюционным трансформациям. В то же время, обзревая группы с преобладанием гинелатерального гнездостроения и чашевидных гнезд, мы встречаемся здесь с удивительной «одинаковостью» видов, принадлежащих к совершенно разным семействам, и фактически не находим у них каких-либо необычных черт социальной организации и репродуктивного поведения, возникновения которых можно было бы приписать именно специфике гнездостроительного поведения. Самки работают экономно, аккуратно и, как правило, недолго, приурочивая строительство к относительно короткому промежутку времени накануне начала кладки. Скучное единообразие гнезд и репродуктивного поведения представителей самых прогрессивных групп воробьиных стало не слишком дорогой платой за гарантированное качество, высокую надежность и эффективность.

ВМЕСТЕ ТЕСНО...

По справедливости нужно сказать и о билатеральном гнездостроении. В эволюции воробьиных это был во всех отношениях переходный вариант, не отмеченный особыми функциональными достоинствами, зато на редкость бога-

тый всевозможными проблемами, конфликтами, противоречиями и потому несомненно интересный для изучения. Когда за одно дело берутся двое, их совместная деятельность, вопреки здравому смыслу, подчас строится не только на сотрудничестве и взаимном побуждении, но и на острой конкуренции, прямом и косвенном подавлении в борьбе за возможность наиболее полно реализовать собственную программу и устремления. Московский этолог М. Е. Гольцман подметил, что процесс любой совместной деятельности нескольких животных развивается в два этапа. Вначале все определяется взаимным побуждением, и участники, наращивая усилия, стараются перещеголять друг друга. Вскоре обнаруживается умелец, у которого получается явно лучше, чем у других, и открывается второй этап. Нарастающая активность лидера начинает тормозить такую же деятельность прочих, и они мало-помалу ее сворачивают.

Вот как строят гнезда индийские воробьи, заселяющие лесовые обрывы вдоль рек и каналов Средней Азии. Вначале птицы роют норки, а затем натаскивают в них свежей и сухой травы, сооружая из нее объемистую перину с неглубоким лоточком для кладки. Инициатива закладки норы принадлежит холостому самцу. Занятый раскопками, он привлекает внимание соседей и расходует много сил и времени, прогоняя любопытных со своей территории. Нетерпимость к присутствию посторонних, как ни странно, распространяется и на холостых самок, выражающаяся интерес к строительству и намерение обосноваться в новостройке. Готовая к образованию пары самка буквально осаждает своего избранника, поджидая момент, когда он освободит на время строительную площадку. Получив доступ к норе, новобрачная со рвением берется за раскопку и копает до тех пор, пока ее не прогонит жених, и она, присев поблизости, вновь терпеливо дожидается нового шанса включиться в работу.

Спустя время самец смиряется с присутствием самки, и она получает

относительно свободный доступ к норе, после чего происходит реверсия половых ролей. Самка быстро наращивает интенсивность работы, участие самца, наоборот, уменьшается. Одновременно самка становится хозяйкой положения, и теперь она не допускает к норе супруга, когда тот все еще сохраняет побуждение к земляным работам, удовлетворить которое он может лишь тайком. В конце концов самцы теряют интерес к раскопкам и, предоставив их неугомонным подругам, берутся за доставку гнездового материала. Это сразу же кладет конец семейным сценам. Как только самец избирает иной вид деятельности, он получает совершенно свободный доступ к норе и может трудиться в свое удовольствие. При наблюдениях за индийскими воробьями сразу же бросается в глаза, что брачные партнеры демонстрируют поразительное упорство в своем нежелании делать что-то вместе, но дружно трудятся бок о бок, если каждый из них занят своим делом.

В целом совместное гнездование, даже с участием всего лишь пары птиц, представляет собой весьма сложную, противоречивую и чрезвычайно лабильную систему отношений, функционирующую за счет разнообразных социальных регуляторов. Парадоксально, что ни эта сложность, ни эта лабильность, ни возможные энергетические выгоды в сущности не были востребованы в ходе эволюции певчих птиц, у которых в качестве доминирующего типа утвердилось исключительно или преимущественно гинелатеральное гнездование при фактически полном исключении самцов из соответствующей сферы. Вероятно, отказ от участия самцов в гнездовании в процессе эволюции был предопределен именно поведенческой сложностью, неопределенностью и конфликтностью ситуаций, возникающих, когда несколько индивидов в одном месте пытаются делать одно и то же.

РОБКИЙ ВЗГЛЯД В ПРОШЛОЕ

Мы пытались обозначить контуры филогенетического подхода к проблеме

эволюции построек пернатых, взяв за основу некоторые проявления этолого-эволюционной преемственности между разными типами гнезд, социально-коммуникативные функции гнездостроения и сложившуюся классификацию. Мы надеялись показать, что историческое развитие сложной системы репродуктивного поведения птиц, включающей и строительную деятельность, обуславливалось прежде всего присущими этой системе внутренними факторами, обстоятельствами и противоречиями.

Попробуем в завершение реконструировать перипетии эволюции гнездостроения воробьиных. Пусть это будет гипотетический сценарий, построенный из знакомых эпизодов. Его можно начать хотя бы с того, что, судя по отсутствию навыков сбора, транспортировки и укладки гнездового материала у ближайших родичей — ракше- и дятлообразных, — далекие предки воробьиных гнезд не строили и довольствовались готовыми убежищами. В условиях их вечного недостатка птицы могли немного расширить выбор, заселяя не слишком пригодные помещения, если к ним можно было на скорую руку из подручного материала пристроить крышу или стенки. Судя по всему, главную роль в переселении из дупел в шаровидные гнезда сыграли умельцы-самцы. На первых порах их манипуляции с гнездовым материалом могли утвердиться и как элемент брачных ритуалов. Украшение входов в естественные полости могло повышать их привлекательность для самок. Пример шалашников убеждает, что на этой почве складывались сложные и специализированные программы строительного поведения. На более позднем эволюционном этапе самцы приобрели способность самостоятельно строить гнезда-камеры, имитирующие естественные полости и полностью пригодные для гнездования.

Возникновение шаровидных гнезд расширило адаптивный потенциал воробьиных. Пропала зависимость от случайных убежищ и субстратов, необходимых для изготовления нор или дупел,

нахлынула бурная волна адаптивной радиации, остатки которой докатились до нас тираннами, котингами, печниками, рогоклювами и лирохвостами. Их главным пристанищем стала Южная Америка, сохранившая благодаря длительной изоляции множество древних и примитивных групп.

На остальной суше со временем установилось безраздельное господство певчих птиц. Возможно, что их впечатляющий успех в известной степени был предопределен отказом от шаровидных гнезд и участия самцов в гнездостроении, порождавших зависимость самок от строительной деятельности самцов и конкуренцию между партнерами. На смену пришла более экономичная система репродуктивного поведения, где самки без помех строят гнезда самостоятельно, сообразуясь с собственными физиологическими ритмами. Конструкция гнезд упростилась и стала почти универсальной, в чем легко убедиться, сравнивая чашечки овсянок, жаворонков, выюрковых, дроздовых и пр. Открытые чашевидные гнезда оказались универсальной и экономной конструкцией, которая могла быть укреплена практически на любом субстрате и расположена почти в любом убежище. Именно в открытых чашечках, а не в душных и темных камерах, птицы могли наиболее полно реализовать свои богатые возможности активной реакции на события в окружающем мире.

Судя по всему, вовсе не уютные камеры и дупла, как часто полагают орнитологи, а простые и подчас весьма эфемерные чашечки составили наиболее прогрессивную форму гнездования воробьиных птиц. Вся система репродуктивного поведения изменилась коренным образом, и это вполне могло стать ароморфозом, породившим новую волну адаптивной радиации воробьинообразных. Что же касается первичной клаустрофилии, то у певчих птиц она уцелела преимущественно в группах, вынужденных приспособливаться к специфическим условиям существования и, тем самым, оказавшихся вне досягаемости для конкурентов.

Российско-итальянские геологические исследования в Южной Атлантике

А. А. Пейве,

кандидат геолого-минералогических наук

Геологический институт РАН

Москва

Одни из наиболее ярких структур современных океанов — срединно-океанические хребты, представляющие собой области зарождения новой океанической коры, являются одновременно границами океанических плит. На Земле всего несколько районов, где имеет место сочленение сразу трех плит. Одно из них — тройное сочленение Африканской, Южно-Американской и Антарктической плит — получило название Буве, по имени острова, расположенного восточнее, на 56° ю. ш. Этот район труден для изучения из-за неблагоприятных погодных условий. Предыдущие геолого-геофизические исследования проводились здесь только в 1974 г.

В январе—июне 1994 г. в районе тройного сочленения Буве проходил 18-й рейс научно-исследовательского судна «Академик Николай Стрakov». Он осуществлялся по совместной

российско-итальянской программе геолого-геофизического изучения северной границы Антарктической плиты в Южной Атлантике, а также по заданиям проектов «Глубинные геосферы», «Рельеф, его происхождение и развитие», которые входят в российскую государственную комплексную программу «Мировой океан». Ответственными исполнителями были Геологический институт РАН (Москва) и Институт морской геологии (Болонья, Италия), а научными руководителями рейсов — Ю. М. Пушаровский и Э. Бонатти. Это — первое целенаправленное изучение области тройного сочленения, проводимое российскими учеными.

Комплекс использованных методов включал детальную батиметрическую (многолучевой эхолот), магнитометрическую, гравиметрическую полигонную съемку, непрерывное сейсмическое профилирование (НСП) с межгалсовым расстоянием 2 мили, а также драгировки.

В пределах рифтовой зоны Срединно-Атлантического хребта (САХ) были выделены три прогиба (Се-

верный, Центральный и Южный), заходящие своими концами друг за друга (так называемые перекрывающиеся сегменты). Северный прогиб, как бы «вложенный» в центральный, отделяется от него небольшой структурной перемычкой. Южный прогиб кулисообразно надставляет центральный рифт и отделяется от него четко выраженным в рельефе узким линейным поднятием с крутыми склонами. От Северного прогиба он отгорожен коробчатым изометрическим поднятием. В магнитном поле эта сегментация не проявлена. Базальты данных сегментов существенно различаются по минеральному составу.

Главным структурным элементом области южного обрамления САХ является глубокий линейный прогиб северо-восточного простирания (Граничный прогиб), расположенный в юго-западной части исследованного района. Он не может рассматриваться в качестве стандартного разлома, так как под косым углом соединяет рифтовые зоны САХ и Американско-Атлантического хребта (АМАХ). Непосредственно севернее

Граничного прогиба имеется комплекс оперяющих структур, среди которых распространены сложные S-образные крутые разломы, уступы северо-восточного простирания и дугообразные разломы, меняющие свою вертикальную амплитуду и направление от северо-восточного до юго-западного. Они образуют расходящиеся пучки, отдельные ветви которых проникают далеко на северо-запад в структуры САХ. Весь этот ансамбль имеет рисунок, характерный для оперяющей системы левостороннего сдвига.

Здесь распространены преимущественно изометрические отрицательные или близкие к нулевым магнитные аномалии. Граничному прогибу отвечает положительная магнитная аномалия средней интенсивности. Присутствие этой аномалии и находки небольшого количества свежих базальтов наряду с сильно измененными разностями может рассматриваться как проявление черт, характерных для рифтовых структур.

Южное обрамление САХ представляет собой зону взаимодействия Граничного новообразованного прогиба со структурами САХ. Севернее Граничного прогиба распространен широкий ареал, в котором, как нам представляется, развиваются процессы деструкции коры САХ.

Наиболее крупная структура области юго-восточного обрамления САХ (хребет Шпис) морфологически выглядит как крупное вулканическое поднятие. Структуры растяжения, характерные для рифтовых зон, в пределах его вершинной поверхности четко не проявлены. Хребет ориентирован под острым углом по отношению к структурам САХ. В магнитном поле он выражен узкой линейной положительной аномалией с очень высокими значениями интенсивности; эта современная аномалия срезает более ранние магнитные аномалии САХ. Видимо, это свидетельствует о том, что возраст хребта Шпис не древнее 2 млн. лет. Аномалии

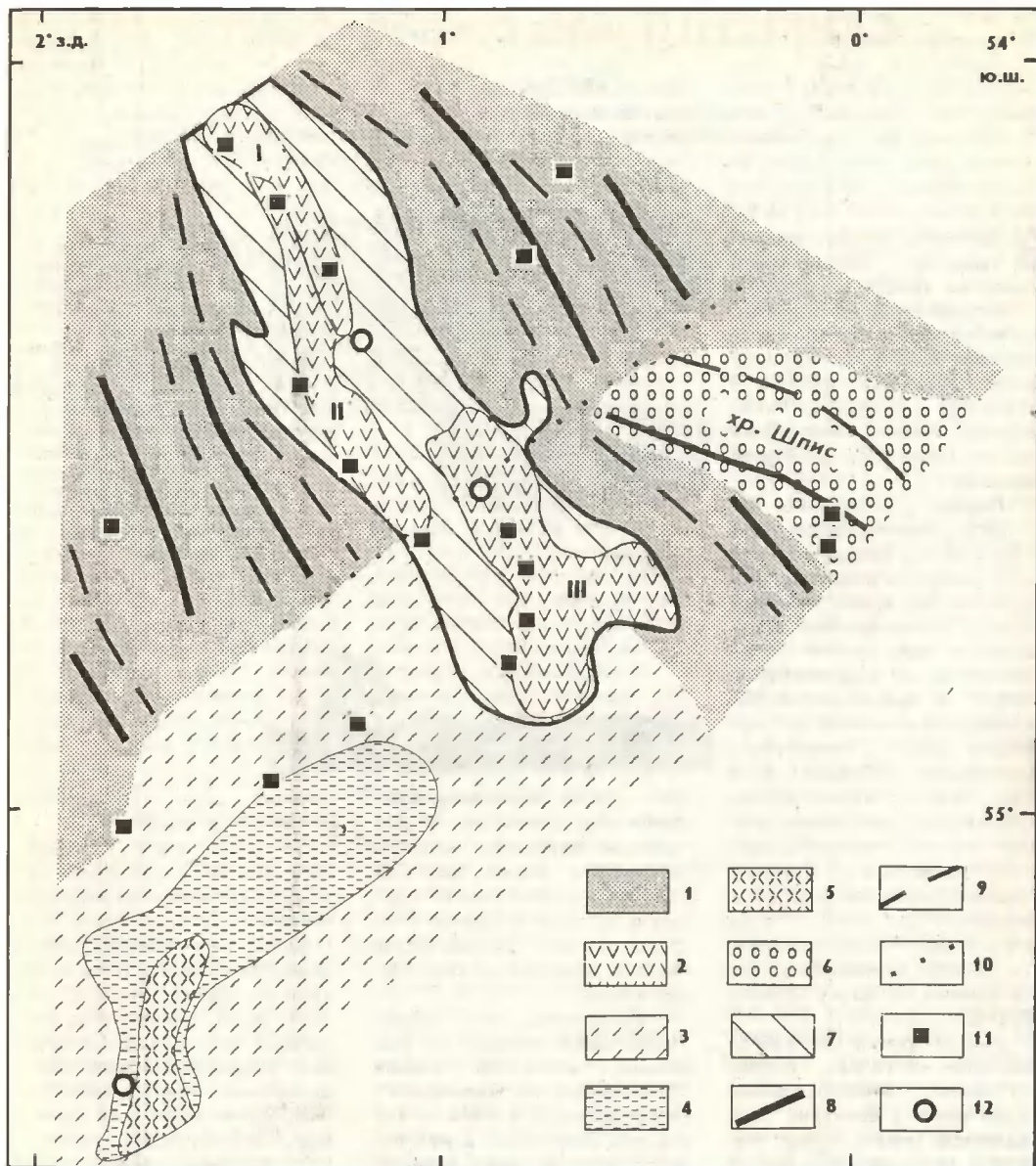
хребта Шпис резко выклиниваются на северо-западе рядом с узкой поперечной зоной отрицательных аномалий, которая отчетливо прослеживается через все структуры САХ вплоть до зоны спокойного магнитного поля на юго-западе полигона.

Таким образом, в юго-западном обрамлении САХ в настоящее время происходит переработка земной коры, сопровождаемая низкотемпературными преобразованиями вещества и разрушением линейных магнитных аномалий. Формируется новый ансамбль структур, отвечающий левостороннему сдвигу. К нему относится новообразованный изогнутый Граничный прогиб, сочетающий признаки трансформного разлома и рифта, причем значимость рифтовых признаков возрастает в юго-западном направлении. Образование этой структуры связано с продвижением АМАХ на северо-восток.

Хребет Шпис, видимо, фиксирует самые первые этапы формирования нового рифта: подъем мантийного



Район работ Российской-итальянской экспедиции в зоне тройного сочленения Буве и схема образующих его структур: флаги рифтовой зоны (1) и рифтовая зона (2) сегмента САХ; зона переработки морфологических структур Атлантики и разрушения линейности магнитного поля (3); Граничный прогиб (4) и рифт (5) АМАХ; структуры хребта Шпис (6); зона нулевой магнитной аномалии



(7); оси положительных магнитных аномалий (8); оси отрицательных магнитных аномалий (9); поперечная зона распространения мелких отрицательных магнитных аномалий (10); станции драгирования (11); ранее выполненные станции драгирования (12). Римскими цифрами на схеме показаны прогибы САХ: I — Северный, II — Центральный, III — Южный.

диапира и связанные с ним начальные вулканические извержения. Процесс нормального спрединга в его пределах, по-видимому, еще не наступил.

Экспедиция 18-го рейса «Академика Николая Стрехова» состоялась при финансовой поддержке Агентства по новым технологиям (Ente per le Nuove Tecnolo-

gie, L'energia e L'ambiente, ENEA, Италия). Обработка геолого-геофизических данных частично финансировалась Министерством науки и технической политики России (комплексная программа исследований Мирового океана, Арктики и Антарктики).

СЕРЕНДИП ищет братьев по разуму

В.Г.Сурдин,

кандидат физико-математических наук
Государственный астрономический институт им.П.К.Штернберга
Москва

В ОКТЯБРЕ 1992 г. американское космическое агентство НАСА приступило к осуществлению нового крупного проекта по поиску сигналов внеземных цивилизаций, названного СЕРЕНДИП (SERENDIP - Search for Extra-terrestrial Radio Emission from Nearby Developed Intelligent Populations).

Первый этап проекта СЕРЕНДИП был предпринят в 1976-1985 гг. Тогда попутное прослушивание космоса проводилось во время сеансов связи с космическими аппаратами и было начато обследование всего радионеба. С 1985 г. в Национальной радиоастрономической обсерватории США развернулась программа СЕРЕНДИП II, в ходе которой также использовался принцип параллельного анализа сигналов, принятых во время "рутинных" радиоастрономических наблюдений. Так что начавшуюся с 1992 г. часть программы поиска разумных сигналов можно по праву назвать СЕРЕНДИП III.

Новый проект СЕРЕНДИП рассчитан на 10 лет. Главная его часть - микроволновый обзор неба с высоким разрешением (HRMS - High Resolution Microwave Survey). В осуществлении проекта участвует несколько радиообсерваторий в различных странах. Основная работа выполняется с помощью параболической антенны диаметром 34 м в Голдстоуне (штат Калифорния, США). Она проводит сплошной просмотр неба - полоса за поло-

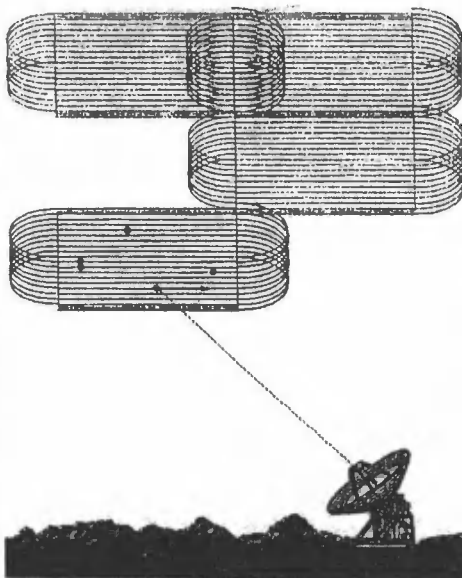


Схема сканирования неба в проекте HRMS. Так осуществляется сплошной скоростной обзор неба при помощи параболической антенны радиотелескопа в Голдстоуне. Смещение между последовательными овалами, описываемыми приемным устройством антенны при сканировании неба, достаточно мало, чтобы засечь сигнал от фиксированной точки.

сой. После выявления перспективных сигналов их детальным изучением должны заниматься более крупные телескопы, такие как 64-метровая антенна в Парксе (Австралия) или 300-метровая чаша в Аресибо на о-ве Пуэрто-Рико.

Напомним, что слово "СЕРЕНДИП" пришло из старинной восточной сказки "Три принца из Серендипа", пересказанной в 1754 г. Горацием Уолполом. В ней повествуется о трех знатных юношах, которые услышали о живущей где-то девушке исключительной красоты и решили отправиться на ее поиски. Они покинули свой остров Серендип (позже - Цейлон, а ныне - Шри Ланка) и долго путешествовали по свету, попадая в невероятные приключения. Странствуя, они обнаружили столько удивительного и неожиданного, что первона-

чальная цель путешествия отошла на второй план.

Сказка стала популярной, и в наши дни даже появился термин "serendipity", которым обозначают счастливую способность легко совершать неожиданные открытия. Давая проекту имя СЕРЕНДИП, ученые подразумевали, что оснащение крупных радиотелескопов принципиально новой аппаратурой, даже если и не приведет к обнаружению разумных сигналов, то все равно позволит зафиксировать ранее неизвестные космические явления.

У этого проекта несколько интересных особенностей по сравнению с уже проводившимися программами SETI (Search for ExtraTerrestrial Intelligents - Поиск внеземных цивилизаций). Во-первых, большинство наблюдений с большими антеннами, такими, как в Аресибо, будет

проводиться в совмещенном режиме, т.е. параллельно с научными наблюдениями и выполнением обычных технических заданий. Иными словами, откуда бы ни получал телескоп сигналы, СЕРЕНДИП постоянно анализирует их "на разумность". Это сильно удешевляет программу, поскольку время работы на больших антеннах стоит очень дорого.

Вторая особенность проекта - новая стратегия поиска. До сих пор для этих целей использовались два подхода: либо антенна поочередно направлялась на заранее выбранные объекты и прослушивала каждый из них (вопрос лишь в том, как выбрать эти объекты), либо принимала сигналы сразу со всех сторон, но при этом резко теряла в чувствительности (со всех сторон приходит много шума). Новая стратегия заключается в использовании нескольких различных антенн и комбинации нескольких методик наблюдения.

Сначала радиотелескоп среднего размера быстро просматривает полосу неба шириной 1.4° и длиной 30° , сканируя ее неоднократно взад и вперед. "Взгляд" антенны движется быстро, пересекая менее чем за 3 с диск полной Луны. Затем компьютер сортирует полученные данные и отбирает 20 наиболее интересных источников. С помощью той же антенны они изучаются уже более детально, по очереди. Телескоп фиксирует "взгляд" на каждом из них в течение 30 с, повышая этим свою чувствительность в пять раз. Разумеется, большинство источников оказывается ложным: помехи от радаров, собственные шумы приемника и т.п. Но излучению некоторых источников не находится простого объяснения, и они заносятся в каталог для детального изучения с по-

мощью самых крупных антенн.

Таким образом, кроме "стрельбы по площадям" в программе СЕРЕНДИП предусмотрена и дальнейшая "стрельба по целям", которая фактически началась даже раньше. Пока обзор неба еще только набирал обороты, 300-метровая чаша в Аресибо за 200 ч наблюдений успела прослушать 25 ближайших к нам звезд, а для австралийского 64-метрового телескопа уже подготовлена программа наблюдения 200 звезд на южном небе.

Третья особенность СЕРЕНДИПа - его удивительные многоканальные приемники и анализаторы сигналов. Например, в обзоре HRMS космического пространство прослушивается не на одной фиксированной частоте (какую выбрать?), а одновременно в 2 млн. частотных диапазонов шириной по 19 Гц каждый, перекрывающих область со второго по девятый ТВ-каналы. Эта область частот, которой соответствуют волны метровой длины, считается очень перспективной для космической связи, но, к сожалению, телевидение вторглось в нее, не спрашивая разрешения ученых.

В прежние годы поиск разумных сигналов велся на одной фиксированной частоте, выбранной на основе каких-то соображений, например, по частоте излучения атомов межзвездного водорода (длина волны 21 см) или группы ОН (18 см). Но насколько эти соображения выглядят обоснованными с точки зрения наших неведомых партнеров? Такая стратегия поиска напоминает охоту за рыбой в мутной воде с острогой. Охотник пытается угадать, где, по его мнению, должна быть рыба в данный момент, и бьет острогой. Много ли у него шансов на удачу?

Радиоприемники СЕРЕНДИПа в этом смысле похожи

на мелкаячеистую сеть, которая обладает широким захватом и не пропускает ни одну рыбку. Причем размер этого "невода" постоянно возрастает: на антенне в Аресибо уже монтируется спектральный анализатор СЕРЕНДИП III на 4 млн. каналов, в процессе изготовления находится СЕРЕНДИП IV - на 167 млн. каналов!

У больших радиотелескопов много разных задач, поэтому 34-метровая голдстоунская антенна смогла уделять проблеме SETI только 30 ч в неделю. С осени 1992 г. по осень 1993 г. она просмотрела 50 полосок неба. Осталось просматривать еще около тысячи... Но неожиданно проект СЕРЕНДИП был приостановлен. 12 млн. долл., которые были необходимы для продолжения работ в 1994 г., американский сенат не выделил, мотивируя тем, что "братья по разуму не помогут решить наши финансовые проблемы". Вероятно, отчасти это явилось следствием неудачи с Космическим телескопом им. Хаббла. Возможно, сейчас, после починки и начала эффективной работы этого очень дорогостоящего инструмента сенаторы благосклоннее относятся к запросам ученых.

А пока сенат раздумывает, для поддержки уникального проекта возникло общество "Друзья СЕРЕНДИПа", возглавляемое знаменитым А.Кларком (кстати, он уже много лет живет на Шри-Ланка, т.е. на о-ве Серендип!). Немногочисленная группа энтузиастов вместе с НАСА старается поддержать проект. Те, кто реально могут помочь СЕРЕНДИПу, могут связаться с профессором Стюартом Бойером:

Prof. Stuart Bowyer
Space Sciences Laboratory
University of California,
Berkeley, CA 94720, USA.

Электрофонные звуки

А. Ю. Ольховатов,

кандидат физико-математических наук
Москва

Эта статья несколько выпадает из общего ряда публикаций, обычно появляющихся на наших страницах. Она не является законченной исследовательской работой автора, а представляет собой попытку осмыслить давно наблюдаемые факты с иной точки зрения. Позиция автора в их трактовке не выглядит бесспорной, но систематизация и нетрадиционная оценка фактического материала, как нам кажется, заслуживает внимания и специалистов, и просто любознательных читателей.

ДАВНО замечено, что метеорные явления могут сопровождаться звуками: существование необычных звуков при полете ярких болидов привлекло внимание еще в конце XVIII в. Однако прогресс науки сыграл злую шутку с попытками разгадать их природу. Как только стало известно, что скорость звука в воздухе составляет около 330 м/с, а расстояние до болидов, как правило, — десятки километров, последовал категорический вывод, что любые звуки, связанные с полетом болида, могут быть слышны не ранее чем через несколько минут после его пролета, а поэтому все сообщения о звуках, одновременных с полетом, — беспочвенные фантазии, а то и просто выдумки. Повторный интерес к этим явлениям возник только в середине XX в., когда, во-первых, накопилось очень большое число свидетельств очевидцев, которые стало трудно игнорировать, а, во-вторых, с развитием радиотехники появились идеи о принципиально новых возможных механизмах появления таких звуков, одновременных с полетом болида. Тогда и было предложено называть эти звуки электрофонными, что явно подразумевает отсутствие сомнений в их электромагнитной природе.

Итак, электрофонные звуки — это ощущения звука, возникающие у наблюдателя уже в то время, когда

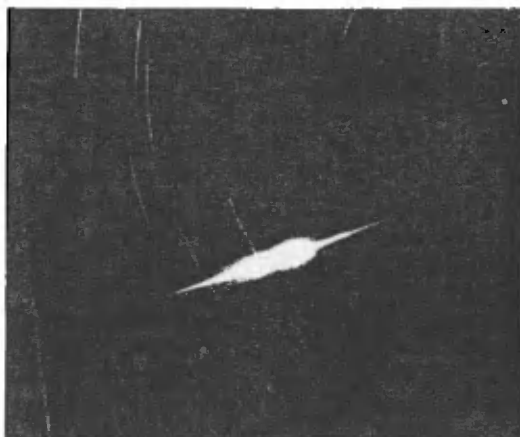
акустическое возмущение, порождаемое движением метеорного тела, еще не успевает его достичь. Заметим, что пока можно однозначно утверждать только об ощущении звука, которое, вообще говоря, может иметь и неакустическую природу. До сих пор не поступало достоверных сообщений о записи этих звуков на магнитную ленту через воздействие на микрофон, что могло бы однозначно свидетельствовать об их акустическом характере.

Дискуссии о природе этого явления не утихают вот уже в течение нескольких десятилетий. В представленной статье приводятся доводы в пользу интерпретации данного феномена как проявления активизации тектонических процессов, спровоцированной полетом метеорного тела и вызывающей различные звуковые ощущения, которые выступают в качестве электрофонных звуков¹. Во избежание недоразумений сразу оговоримся, что в данной работе, как и в вышеуказанных, понятие «тектонические» используется в широком смысле, т. е. в смысле «подземных», точная идентификация которых в настоящее время затруднительна.

¹ Ольховатов А. Ю. О вероятной взаимосвязи между метеорными и тектоническими явлениями // Изв. АН СССР. Физика Земли. 1990. № 12. С. 101—103; он же. О вероятной роли сеймотектонических процессов в Тунгусском феномене 1908 г. // Там же. 1991. № 7. С. 105—111; он же. Об электрофонных явлениях // Там же. 1993. № 12. С. 17—21.

ОСОБЕННОСТИ ЭЛЕКТРОФОННЫХ ЗВУКОВ

Обобщим, что известно к настоящему времени об электрофонных звуках². Наиболее часто слышатся звуки типа шипения, потрескивания свиста, жужжания, скрежета, гула. Громкость их обычно находится в пределах 20—60 дБ, редко больше. Их слышат далеко не все очевидцы (даже рядом стоящие) и, возможно, не во всех местах. Сообщения об электрофонных звуках могут поступать с расстояний в несколько сотен километров от болида, но в это же самое время многие очевидцы, наблюдавшие болид вблизи, могут ничего не слышать. Чем ярче болид, тем с большей вероятностью он будет сопровождаться электрофонными звуками. Считается, что они вызываются практически каждым болидом ярче $m = -18 \dots -20$ звездных величин. Тем не менее, в 11 % сообщений об электрофонных звуках метеоры имели яркость всего $m = -1 \dots -4$ звездной величины. Характер звуков, похоже, также связан с яркостью болида: имеется тенденция перехода звуков от шипения к гулу через скрежет и жужжание с ее увеличением. Отмечены случаи, когда электрофонные звуки на несколько секунд опережают появление (обнаружение?) болида или, наоборот, запаздывают. Иногда они продолжают уже после погасания болида или возникают только в момент погасания. Отмечены случаи колебаний земли, а также и других сейсмических явлений, одновременных с электрофонными звуками (подчеркнем, что речь идет о тех явлениях, которые не могут быть обусловлены баллистической волной или падением метеорного тела). В некоторых сообщениях отмечается возникновение ветра, ощущение тепла или появление запаха (серы, пороха,



Редкий снимок «шипящего и потрескивающего» болида (15 апреля 1993 г., Голландия). Его появление зафиксировано на высоте около 98 км, а исчезновение — на 75 км. В момент вспышки звездная величина болида достигала — 9,5. Никаких отличий этого электрофонного болида от «обычных» на снимке не видно.

озона). Очевидцы падения электрофонного Чувлымского болида 1984 г. отмечали «вибрацию воздуха».

По пространственной направленности можно выделить три типа звуков: исходящие из сектора полета болида; идущие от земли или окружающих предметов; раздающиеся отовсюду, т. е. не имеющие определенного направления относительно наблюдателя.

МОДЕЛИ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЭЛЕКТРОФОННЫХ ЗВУКОВ

Для объяснения сущности электрофонных звуков предложено с десятков гипотез. В последние 10—15 лет наиболее часто обсуждаются две. Согласно первой, метеорное тело в процессе высокоскоростного движения в атмосфере электрически заряжается, и под действием этого с поверхности Земли происходит стекание электрического заряда, сопровождающееся генерацией акустических колебаний. Напряженность электрического поля у поверхности Земли, необходимая для осуществления такого механизма, должна быть не менее нескольких кВ/м. Отсюда, по теореме Остроград-

² Астапович И. С. Метеорные явления в атмосфере Земли. М., 1958; Казнев В. Ю. Наблюдательные характеристики электрофонных болидов. Наблюдательный анализ // Астрон. вестник. 1994. Т. 28. № 1. С. 61—66.

ского — Гаусса, следует, что величина электрического заряда на метеорном теле размером порядка 1 м должна составлять несколько десятков кулонов, что в силу многих различных причин представляется совершенно нереальным.

Второй возможный механизм связан с излучением электромагнитных волн из следа болида, которое при достаточной интенсивности способно вызвать у человека ощущение звука. В ходе экспериментов находившихся в звукоизолированной камере добровольцев подвергали воздействию переменного электромагнитного поля звуковых частот³. При амплитуде напряженности электрического поля более 130 В/м многие из них «слышали» звуки. Порог слышимости варьировался у разных испытуемых; минимальным был у тех, кто носил очки в металлической оправе или имел длинные волосы. Эксперименты при облучении радиоволнами на частотах от сотен МГц до нескольких ГГц также продемонстрировали возможность возникновения звуковых ощущений, а требуемая амплитуда напряженности электрического поля составляла несколько десятков В/м.

В качестве вероятного механизма радиоизлучения в этом случае рассматривается развитие магнитогидродинамических неустойчивостей в метеорном следе⁴. Считая, что в плазме следа болида магнитное число Рейнольдса, определяющее степень «вмороженности» магнитного поля в плазму, $Rem \gg 1$, предполагают, что при турбулентных движениях плазмы следа в таких условиях происходит усиление геомагнитного поля, «вмороженного» в нее (так называемое гидромагнитное динамо), приводящее к ускорению электронов с последующим излучением

радиоволн килогерцового диапазона. Если этот механизм имеет место, то, как показывает анализ⁵, для генерации радиоволн требуемой мощности (не менее 10^{12} Вт) в этом диапазоне необходимо, чтобы электрические токи в следе болида достигали значения 10^9 А, что вряд ли реально. Мощность же энерговыделения из-за джоулева нагрева будет еще на несколько порядков больше, а это в действительности значительно превышает мощность торможения многих электрофонных болидов, не говоря уже о том, что такая мощность энерговыделения должна привести к появлению в следе высокотемпературной плазмы и, как показывают оценки, на расстоянии даже 100 км освещенность, создаваемая следом болида, будет в сотни раз превышать солнечную.

Кроме того, электрофонные звуки фиксировались наблюдателями и тогда, когда достоверно известно, что интенсивного радиоизлучения из следа болида не было. Так, они регистрировались на Земле в ходе спуска в атмосфере космолана «Спейс Шаттл» (полет STS-51A) над Техасом 16 ноября 1984 г. На этом участке траектории спуска космолан находился на высоте около 60 км и имел скорость около 5 км/с. В данном случае вышеупомянутый механизм радиоизлучения следа космолана неспособен вызвать появление электрофонных звуков в силу того, что в его следе $Rem < 1$, а мощность торможения космолана в атмосфере около 10^{10} Вт, т. е. намного меньше требуемой мощности радиоизлучения. К тому же на фотографии спуска космолана, сделанной примерно в это время⁶, нет никаких признаков существования сверхмощных токов в следе, да и аппаратура их не зарегистрировала, и хотя некоторой небольшой плазменной неустойчивости под дейст-

³ Keay C. S. L. Anomalous sounds from the entry of meteor fireballs // Science. 1980. V. 210. № 4465. P.11—16.

⁴ Бронштэн В. А. Магнитогидродинамический механизм генерации радиоволн ярких болидов // Астрон. вестник. 1983. Т. 17. № 2. С. 94—99.

⁵ Ольховатов А. Ю. Анализ механизмов генерации электрофонных звуков, сопровождающих болидные явления // Геомагнетизм и аэронавтика. 1993. № 2. С. 154—155.

⁶ Orbiter reentry causes chemical luminescence // Aviation Week & Space Technology. 1985. V. 122. № 3. P. 85.



Фотография космолана Спейс Шаттла во время спуска в атмосфере на высоте около 60 км. Полет сопровождался аномальными звуками — свистом, шипением.

вием ионосферных факторов исключить нельзя, ее величина значительно меньше требуемой для генерации электрофонных звуков.

Можно добавить, что во время входа в атмосферу и сгорания над Австралией 31 июля 1992 г. ступени ракетносителя ИСЗ «Космос-2204» также слышались электрофонные звуки, а масса ступени и, следовательно, мощность торможения в этом случае были в десятки раз меньше, чем у «Спейс Шаттл».

Итак, метеорный след не является источником сверхмощного радиоизлучения, которое могло бы вызвать электрофонные звуки. Возникает вопрос: а имеются ли доказательства того, что болидные явления сопровождаются каким-либо радиоизлучением? В подавляющем большинстве случаев этого не обнаружено. Известно несколько фактов регистрации радиоизлучения в мегагерцовом и звуковом диапазонах. Так, описан случай⁷ регистрации электромагнитного возмущения в килогерцовом диапазоне, которое примерно совпало с пролетом электрофонного болида яркостью $m = -6$ зв. вел., взорвавшегося с «треском» и «свистом». Однако амплитуда зарегистрированного на Земле возмущения составила всего около 10^{-2} В/м, что не менее чем на 4 порядка меньше требуемой для создания звуковых ощущений. Кроме того, при интерпретации этого события следует учитывать, что оно происходило в сейсмически активном районе, где уже спустя несколько часов произошло небольшое землетрясение. Поиски радиоизлучения в килогерцовом диапазоне при наблюдении за метеорами скорее дали отрицательный ответ на этот вопрос⁸. Таким образом, небольшой уровень радиоизлучения при метеорных явлениях, хотя и очень редко, но все-таки может иметь место.

Каковы возможные механизмы этого радиоизлучения? В качестве наиболее очевидного можно предложить механизм, связанный с тем, что пролет болида стимулирует высыпание частиц из радиационного пояса, а это, как известно, приводит к радиоизлучению в широком диапазоне частот. В наиболее отчетливой форме этот эффект проявляется в высоких широтах, где метеоры могут вызвать полярное сияние. Вместе с тем, не исключен и другой механизм радиоизлучения, обусловленный, предположительно, воздействием метеорных явлений на тектонические процессы, которые, как известно, могут приводить к возникновению электромагнитного излучения в широком диапазоне частот (об этом речь дальше).

АНОМАЛЬНЫЕ ЗВУКИ ПРИ ЗЕМЛЕ-ТЯСЕНИЯХ И ИХ ВОЗМОЖНОЕ ПРОИСХОЖДЕНИЕ

При землетрясениях слышатся самые разнообразные звуки. Они могут напоминать рокот волн, бульканье и клокотание воды, треск разрываемой ткани, артиллерийскую канонаду, гул реактивного самолета, грохот работающего трактора, скрежет, свист и завывание ветра, шум проходящего

⁷ Бронштэн В. А. Зарегистрировано собственное радиоизлучение ярких болидов // Земля и Вселенная. 1993. № 2. С. 58—59.

⁸ Drobnock G. J. Radio waves from meteor // Sky & Telescope. 1992. March. P. 329—331.

поезда, гром, рев, потрескивание, жужжание, шипение и др. (всего насчитывается более 30 различных типов звуков). При приближении к эпицентру землетрясения интенсивность звуков растет, переходя, например, от скрежета к подземному гулу и грому. Их можно слышать как на суше, так и над водной поверхностью. Во многих случаях удавалось установить примерное направление на источник, причем отмечено изменение этого направления — как бы «перемещение источника». Чем сильнее землетрясение, тем мощнее связанные с ним звуки и резче их тональность. Наиболее часто они появляются за несколько минут, часов или суток (хотя иногда и за несколько месяцев и даже за год) перед землетрясением или одновременно с ним, а изредка продолжают и после. Звуки легко прослушиваются перед землетрясением с гипоцентром на малых глубинах, особенно в районах выхода основных пород и вблизи водоемов. В таких случаях их можно слышать при землетрясениях интенсивностью всего 1 балл. В одном и том же месте при разных землетрясениях часто слышатся одинаковые звуки, нередко приводящие людей в состояние тревоги.

Как видно, звуки, сопровождающие активизацию тектонических процессов, похожи на электрофонные, а связанные с ними сейсмические колебания могут иметь столь малую амплитуду, что не ощущаются людьми.

Наиболее очевидным представляется предположение об акустическом характере звуков, связанных с землетрясениями. Звуки, непосредственно предшествующие землетрясению, неоднократно записывались с помощью магнитофона. На слух они обычно напоминают подземный гул или удары. К сожалению, однозначно нельзя утверждать, что зарегистрированные таким способом звуки тождественны электрофонным, так как существует множество связанных с землетрясениями механизмов, способных генерировать акустические возмущения.

Что может являться их источни-

ком? На первый взгляд — микросейсмические колебания грунта, однако некоторые соображения показывают, что, по-видимому, существуют и другие механизмы. Для генерации некоторых звуков требуются колебания грунта сложной формы с полосой частот не менее 1 кГц, причем колебания должны быть коррелированными на значительной площади и во времени, чтобы сохранился характер звука. Кроме того, эти звуки регистрируются и над водной поверхностью, что должно как-то изменять их, тогда как очевидцы не отмечают такого влияния. Если еще учесть эффект «перемещения источника» и то, что в одних и тех же местах при разных землетрясениях слышатся одинаковые звуки, то объяснить все звуковые явления исключительно сейсмическими колебаниями можно, только прибегнув к весьма сильным допущениям. Исходя из этого, автор склоняется к мысли о том, что тектонические процессы каким-то образом, помимо сейсмических колебаний, способны вызывать акустические возмущения в воздухе.

Не исключено, что какую-то роль в создании звуковых ощущений может играть и сопровождающее активизацию тектонических процессов психофизическое (неакустическое) воздействие непосредственно на мозг. В пользу этого свидетельствует сопровождающее аномальные звуки «чувство необъяснимой тревоги». Оно может, в частности, быть обусловлено появлением электромагнитных флуктуаций в достаточно широком диапазоне частот. Последние, как уже упоминалось, при достаточной интенсивности способны приводить к ощущениям звука.

Закономерно возникает вопрос: а нет ли других аналогий между феноменами, сопровождающими землетрясения, и метеорными явлениями?

ДРУГИЕ ЯВЛЕНИЯ, СОПУТСТВУЮЩИЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯМ И ПРОЛЕТУ БОЛИДОВ

Известно, что над тектонически активными областями, как и просто над границами геологически различающихся

структур, могут появляться радиолокационные отражения от атмосферы на разных уровнях — от приповерхностного до ионосферы включительно. Подобные отражения наблюдались перед землетрясением 1988 г. в Спитаке (Армения) и таншаньским (Китай) в 1976 г. В зонах сейсмической активности нередко возникают и светящиеся образования различного рода. Из этого следует, что тектонические процессы могут создавать над земной поверхностью какие-то заметные возмущения.

Похожие явления наблюдаются и при пролете метеоров. Еще в 1950-х годах американский исследователь Дж. Руми обнаружил на стратосферных высотах необычные радиолокационные отражения, которые возникали на очень короткое время (менее миллисекунды). По его мнению, эти отражения были обусловлены своеобразным пробоем между Землей и ионосферой. Наиболее примечателен, однако, тот факт, что зачастую они возникали под метеорным радиолокационным следом спустя 0,1 с после его появления.

При активизации тектонической деятельности возрастает уровень радиации в атмосфере. В ряде исследований в атмосфере обнаружены необычно интенсивные потоки высокоэнергетичных электронов и электромагнитного излучения в рентгеновской и видимой областях спектра, причем в некоторых случаях повышение уровня рентгеновского излучения в атмосфере связано с аномальными вариациями приземного электрического поля. Последние часто обусловлены действием тектонических процессов. Наиболее явным образом их воздействие на уровень высокоэнергетичной радиации в атмосфере зарегистрировано перед спитакским землетрясением. Запущенный в Ереване за 40 мин до его начала воздушный шар с датчиками космических лучей через 10 мин на высоте 2 км начал показывать аномальное увеличение радиации, которое на высоте 14,5 км, в момент катастрофы, достигло 100 % в вертикальной составляющей и 15 % в изотропной. Надо также отметить, что недавно было обнаружено существова-

ние в атмосфере загадочных источников γ -излучения с энергией 10—100 Дж., всплеск свечения и радиоизлучения⁹. В связи с этим интересно отметить, что Б. П. Константинов вместе с сотрудниками обнаружил, что даже при полете небольших метеорных тел под их траекторией на высотах 13—18 км происходит статистически значимое повышение интенсивности жесткого γ -излучения и потока нейтронов, составляющее примерно 2 % от фона¹⁰. По их мнению это свидетельствует о том, что микрометеоры состоят из антивещества. Эта точка зрения подверглась критике с самых разных сторон и в конце концов была отвергнута. В пылу полемики, однако, оказались забытыми сами результаты наблюдений, альтернативных объяснений которым так и не было предложено, хотя анализ энергетического баланса процессов торможения и возможного излучения метеорной плазмой показывает, что плазма не может быть источником наблюдаемых потоков жестких γ -квантов и нейтронов.

При землетрясениях, особенно сильных, часто возникают многочисленные световые образования, характеризующиеся разного рода разрядами атмосферного электричества. Эти и другие явления свидетельствуют об аномальных вариациях геоэлектрического поля.

При падении метеоров обнаруживаются похожие феномены. Так, во время метеорного дождя Леонид (ноябрь 1833 г.) наблюдалось свечение неба, искрение различных предметов. Пролет электрофонного болида Lugo 13 января 1993 г. над Италией сопровождался помехами в работе электроустройств, а спустя 22 мин после падения — возмущением в меридиональной компоненте геомагнитного поля.

⁹ Kerr R. A. Atmospheric scientists puzzle over high-altitude flashes // Science. 1994. V. 264. P. 1250—1251.

¹⁰ Константинов Б. П., Бредов М. М., Белявский А. И. и др. О возможной антивещественной природе микрометеоров // Космич. исслед. 1966. Т. 4. Вып. 1. С. 66—71.

АКТИВИЗАЦИЯ ТЕКТОНИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРИ МЕТЕОРНЫХ ЯВЛЕНИЯХ

Имеется ряд свидетельств очевидцев о том, что пролеты болидов могут сопровождаться колебаниями грунта. Пожалуй, наиболее отчетливо это проявилось во время пролета болида Allende 8 февраля 1969 г. над южными штатами США и Мексикой в 1 час ночи. Земля так содрогалась, что среди жителей близлежащих населенных пунктов началась паника. Во время уже упоминавшегося метеорного дождя Леонид в окрестностях г. Линчберг (США) ощущалась дрожание земли.

Существование подобного эффекта привело автора к предположению, что метеорные явления способны активизировать тектонические процессы, к числу наиболее ярких и экстремальных проявлений которых относится сейсмическая активность. Результаты анализа, проведенного Б. А. Яковлевым¹¹, можно рассматривать как подтверждение этого предположения. Им установлено наличие корреляционных связей между максимумами метеорных потоков и повышением сейсмичности отдельных областей Земли, а также некоторыми другими явлениями (например, началом извержения вулканов). Интересно, что подобная пространственно-неоднородная, «пятнистая», структура отклика со стороны сейсмичности различных регионов на внешнее воздействие проявляется и в случае, когда его оказывают подземные ядерные взрывы¹² и Луна¹³. Однако гло-

бальную сейсмичность Земли метеорные феномены, скорее всего, не усиливают. Проведенное автором исследование последствий встречи Земли с семью основными метеорными потоками (1904—1990) статистически значимого глобального повышения ее не выявило.

Возможность существования подобных эффектов можно обосновать следующим образом. Тектонические процессы могут приводить к возникновению над поверхностью Земли некоего интенсивного возмущения не выявленной пока однозначно природы. При полете болида порождается добавочное возмущение среды в области уже существующего в атмосфере и ионосфере, а это может привести к появлению и какого-то обратного воздействия на его источник — тектонических процессов. С этой точки зрения наибольшие возмущения в атмосфере должны создаваться болидами с полыми траекториями, которые действительно наиболее часто порождают электрофонные звуки.

Хотелось бы также обратить внимание на возможность существования еще одного механизма активизации тектонической деятельности, связанного с тем, что полет болида сопровождается интенсивными необратимыми процессами (переходом кинетической энергии в тепловую). Как установлено экспериментально, они способны воздействовать на окружающую среду, а, значит, могут сказаться и на свойствах грунта, причем на больших расстояниях¹⁴. Впрочем, не исключено, что эти два механизма — разные стороны одного и того же явления.

Далее, если принять, что пролет болида усиливает тектоническую активность, то и отмечаемое повышение уровня радиации при полете закономерно считать результатом такой активизации.

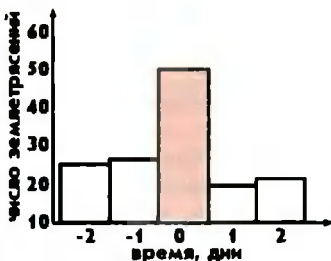
¹¹ Яковлев Б. А. Атмосферные осадки в связи с метеорными потоками и кометами // Изв. Всесоюз. географ. общества. 1991. Т. 123. Вып. 5. С. 419—423; он же. О связи землетрясений с метеорными потоками и осадками // Там же. 1993. Т. 125. Вып. 3. С. 61—64.

¹² Николаев А. В., Верещагина Г. М. Об инициировании землетрясений подземными ядерными взрывами // Докл. АН СССР. 1991. Т. 319. № 2. С. 333—337.

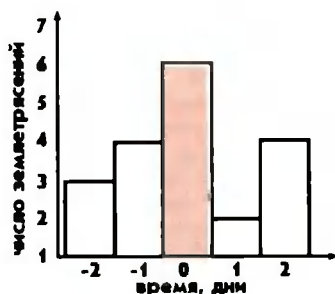
¹³ Николаев В. А. Пространственно-временные особенности связи сильных землетрясений с приливными фазами // Наведенная сейсмичность. М., 1994. С. 103—109.

¹⁴ Лаврентьев М. М., Еганова И. А., Луцет М. К. и др. О регистрации реакции вещества на внешний необратимый процесс // Докл. АН СССР. 1991. Т. 317. № 3. С. 635—639.

Число землетрясений N в 1966 г. на Кавказе (слева) и во всем мире, которые произошли в день максимума метеорных потоков ($D=0$), а также за 1–2 дня до ($D=-1, -2$) и после ($D=1, 2$) этого события (по Яковлеву Б. А., 1991). Из мировых учтены только землетрясения с магнитудой не менее 6 ед. Для выявления статистических закономерностей графики построены методом малозначимых эпох (т. е. наборы данных, относящиеся к по-



вторяющимся однопикным событиям, разнесенным во времени,— в нашем случае



максимальным потокам в различные дни,— просуммированы).

Ряд других явлений, сопутствующих падению метеорных тел,— такие, как изменение геоэлектрического поля и возникновение аномальных радиолокационных отражений, которые наблюдаются и при землетрясениях,— тоже подтверждает предположение об усилении тектонической активности под воздействием движения метеора.

Что касается конкретного механизма воздействия метеорных явлений на тектонические, то в настоящее время о его природе можно лишь строить предположения.

Следует заметить, что большинство корреляционных связей между сейсмичностью и метеорными феноменами установлено Яковлевым на примере 1966 г., когда отмечалась высокая активность метеорных потоков. В типичных случаях активизация тектонической деятельности, по-видимому, должна проявляться в иных, более слабых формах, чем сейсмические,— в изменении атмосферного электричества, возникновении радиолокационных отражений от атмосферы и т. д.

По-видимому, может иметь место и обратное воздействие тектонических процессов на метеорные, так что правильнее было бы говорить о взаимодействии между тектоническими и метеорными явлениями.

В настоящее время накоплено большое количество наблюдательного материала о том, что процессы в космическом пространстве (солнечная активность, смена знака межпланетного

магнитного поля и др.) влияют как на атмосферу Земли, так и на ее сейсмичность, поэтому в воздействии метеорных явлений на тектонические, с этой точки зрения, нет ничего неожиданного.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, можно предложить следующий сценарий возникновения электрофонных звуков. Полет болида в силу ряда до конца еще не выясненных факторов активизирует тектонические процессы. Это приводит к появлению звуковых ощущений и сейсмических колебаний, которые в большинстве случаев из-за малой амплитуды не воспринимаются (только иногда амплитуда колебаний может достигать заметных величин). Звуковые ощущения и играют роль электрофонных звуков. Их характер зависит и от расстояния до болида, и от геологического строения местности, и от времени воздействия.

Что касается непосредственного физического агента, приводящего к ощущению звука, то его выявление целесообразно проводить совместными усилиями геофизиков, астрономов, специалистов по шаровым молниям (поскольку шаровые молнии тоже могут сопровождаться различными звуками, весьма напоминающими электрофонные) и представителей медико-биологических наук.

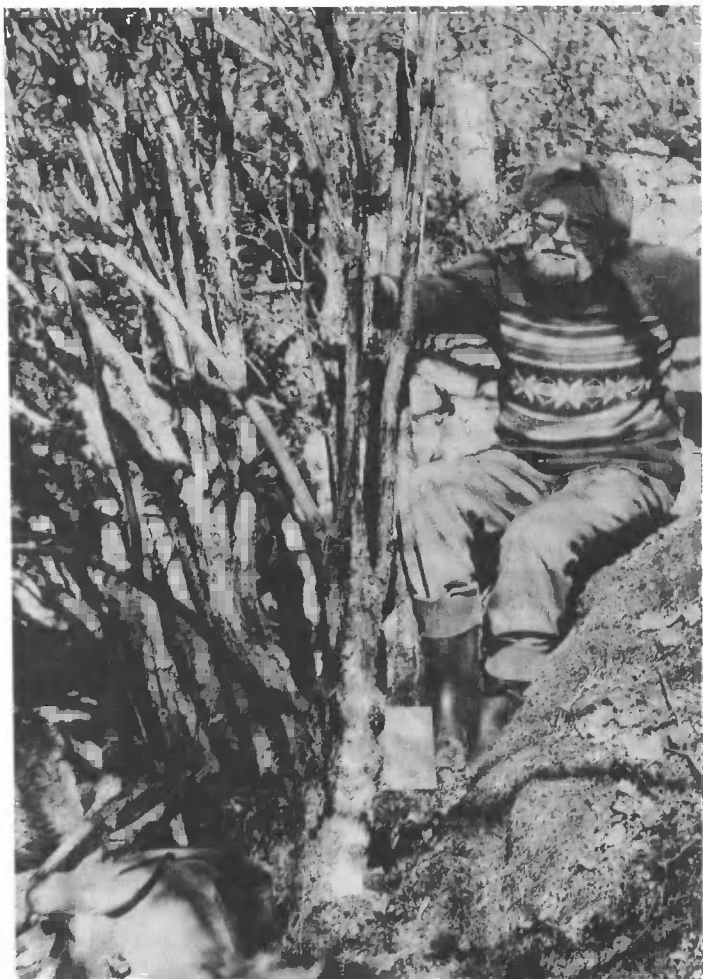
Таволга-гигант в Саяно-Шушенском заповеднике

П. М. Ермоленко,
кандидат сельскохозяйственных наук
Институт леса им. В. Н. Сукачева СО РАН

Красноярск

В ИЮНЕ 1993 г., проводя полевые исследования в лесах северо-западной части Саяно-Шушенского биосферного заповедника, я обнаружил кусты таволги (род *Spigaea*) необычно крупных размеров. Толщина ствола отдельных побегов у поверхности почвы достигала 7.5 см, их высота превышала 3 м. Кусты этой гигантской таволги (возраст — 35 лет и старше) росли в нижней части крутого каменистого склона западной экспозиции среди крупных обломков серого гранита. Склон образует правый борт долины р. Голая при ее впадении в Енисей; в настоящее время это правобережная часть Саяно-Шушенского водохранилища. Абсолютная высота местонахождения этой популяции — 560—700 м, а географические координаты — 52°30' с. ш. и 92°07' в. д.

За всю свою более чем 30-летнюю практику исследований горных лесов Сибири мне не приходилось встречать столь гигантских растений из рода спиреи. В специальной литературе ни



один из видов таволги не имеет таких характеристик. Из 77 видов, описанных в книге «Деревья и кустарники СССР»¹, лишь таволга сливовидная достигает высоты 3 м.

По своим ботаническим признакам обнаруженный кустарник ближе всего отвечает описанию таволги шелковистой (*Spiraea sericea*), приводимому в различных определителях². В аннотированном списке видов растений Саяно-Шушенского заповедника отмечено шесть видов спирей и в том числе таволга шелковистая, которая обычна в степях, в лиственных и сосновых лесах на южном склоне Саянского хребта³. Во всех

определителях указывается, что это кустарник высотой 70—180 см, а его листья с нижней стороны покрыты длинными волосками.

Морфометрическая характеристика необычных кустов таволги

№ куста	Кол-во побегов, шт.	Высота куста, м	Максим. толщина побега, см
1	10	3.5	3.8
2*	6	3.9	5.2
3	4	3.9	6.1
4	3	4.7	4.5
5	7	4.2	7.0
6	5	3.7	7.5

* Диаметр побегов в этом кусте у поверхности почвы (см): 3; 3.5; 3.7; 4.5; 4.7; 5.2.

дубовоколистная) и деревья (осина, береза, кедр сибирский, сосна обыкновенная) обычных размеров. Связывать же гигантизм таволги с появлением зеркала водохранилища и с вызванным этим фактом изменением микроклиматических условий ее роста нет оснований, так как сохранившиеся усохшие побеги были такими же крупными и до заполнения водохранилища. Можно предположить, что это гибридная форма таволги шелковистой с одним из видов спирей, растущих в данном регионе, но утверждать, что это новый вид таволги, пока нет оснований. Выяснение же принадлежности обнаруженного растения к гибриду или новому виду займет достаточно много времени.

Цель данного сообщения — привлечь внимание читателей и специалистов-ботаников к необычному факту, показывающему, что не все еще известно о растениях Сибири и что они заслуживают более глубоких и всесторонних исследований.

Необычно крупные размеры обнаруженной таволги вряд ли можно объяснить исключительными условиями мест произрастания, так как здесь же рядом растут другие кустарники (акация, черемуха, три вида смородины, крыжовник, таволга

¹ Деревья и кустарники СССР. Т. III. М.; Л., 1979.

² Определитель растений юга Красноярского края. Новосибирск, 1979; Коропачинский И. Ю. Древесные растения Сибири. Новосибирск, 1983; Качалов А. А. Деревья и кустарники. М., 1970.

³ Сонникова А. Е. Сосудистые растения Саяно-Шушенского заповедника (Аннотированный список видов) // Флора и фауна заповедников СССР. М., 1992.

НОВОСТИ НАУКИ

Охрана природы

Срочно требуются медведи!

Всего восемь бурых медведей (*Ursus arctos*) обитают ныне во французских Пиренеях. Зоологи полагают, что и они лет через 20 полностью вымрут, если к ним срочно не поступит «подкрепление».

Изучив генетические характеристики 60 медведей из 15 западноевропейских стран, биологи из университета в Гренобле обнаружили, что пиренейским мишкам лучше всего подошли бы их шведские сородичи.

Несмотря на мнение специалистов, Министерство охраны природной среды Франции, для которого экономические соображения оказались важнее, обрати-

лось к правительству Швеции с просьбой о продаже трех-четырех медведей. Эти звери обойдутся дешевле шведских, да и доставить их с Балкан на Пиренеи гораздо проще.

New Scientist. 1994. V. 143.
№ 1933. P. 13 (Великобритания).

Биологическая опасность продуктов ядерного деления

И. Я. Василенко



Иван Яковлевич Василенко, доктор медицинских наук, профессор, лауреат Государственной премии СССР, ведущий научный сотрудник Института биофизики Минздрава Российской Федерации. Область научных интересов — токсикология продуктов ядерного деления, радиационная гигиена.

НА ПРОТЯЖЕНИИ многих лет в нашей стране проводились исследования (в том числе и биологические) ионизирующих излучений, однако их результаты были известны лишь узкому кругу специалистов. Между тем биологическая опасность облучения зачастую преувеличивается — неосведомленность привела к возникновению так называемого «атомного синдрома», радиофобии. Но и преуменьшать эту опасность тоже нельзя, а вот восполнить пробел в понимании процессов, протекающих в организме человека под действием радиации, безусловно, необходимо.

Известно, что основные источники радиоактивного загрязнения — испытания ядерного оружия и выбросы

предприятий атомной энергетики. При ядерных взрывах образуется огромное количество продуктов деления. На долю различного рода ионизирующих излучений приходится около 15 % энергии деления урана и плутония (из них на начальное излучение первой минуты взрыва — 5 % и на остаточное, запаздывающее, — 10 %, а остальная часть суммарной энергии превращается в ударную волну — около 50 % — и световое излучение — 35 %).

При нормальной эксплуатации атомных электростанций выбросы радионуклидов (продуктов ядерного деления и трансурановых элементов) незначительны, однако ситуация резко меняется после крупной аварии. Риск аварии, к сожалению, — объективная реальность, и свести его к нулю нельзя. Абсолютно безопасных производств и технологий, очевидно, не существует. Пример тому — авария на Чернобыльской АЭС, когда из разрушенного реактора было выброшено около 50 МКи (без радиоактивных благородных газов) и продукты ядерного деления распространились по планете.

Поступившие во внешнюю среду радионуклиды становятся источником длительного внешнего и внутреннего облучения растительных и животных организмов (в том числе и человека). Биологическая опасность воздействия радиации на биосферу — сложная, многоаспектная и до сих пор еще недостаточно изученная проблема. Тем не менее, уже много известно о физико-химических свойствах радионуклидов, их миграции во внешней среде (включая пищевые цепочки, процессы метаболизма при поступлении в организм), токсичности, клинике поражений,

Таблица 1

Содержание биологически значимых радионуклидов в продуктах ядерного деления в зависимости от возраста (в % β -активности)

Радионук- лид	1 ч	1 сут	10 сут	1 мес	5 мес	1 год	5 лет	10 лет
⁸⁹ Sr	0.006	0.228	2.74	6.7	8.37	1.97	—	—
⁹⁰ Sr	3.1—5	0.001	0.02	0.11	0.68	3.0	27.44	47.08
⁹⁵ Zr	0.008	0.29	3.55	9.21	16.5	7.62	—	—
⁹⁵ Nb	1.5—5	0.006	0.67	3.75	26.9	15.86	—	—
⁹⁹ Mo	0.15	4.79	6.9	0.15	—	—	—	—
¹⁰³ Ru	0.007	2.27	3.19	7.3	5.85	0.66	—	—
¹³¹ I	0.01	0.90	6.43	3.71	—	—	—	—
¹³⁷ Cs	4.1—5	0.002	0.02	0.07	0.44	1.98	18.24	31.58
¹⁴⁰ Ba	0.019	1.2	10.1	10.95	0.1	—	—	—
¹⁴⁴ Ce	0.001	0.099	1.25	3.82	18.48	49.3	14.38	0.32
¹⁴⁷ Pr	0.01	0.03	0.06	0.35	2.45	9.48	33.02	16.96

об отдаленных последствиях облучения. Разработаны и меры защиты.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОДУКТОВ ЯДЕРНОГО ДЕЛЕНИЯ

Продукты ядерного деления урана и плутония — сложная смесь радионуклидов, в состав которой входит более 200 радиоизотопов 36 элементов средней части Периодической системы Д. И. Менделеева (от цинка до гадолиния). Основную часть активности составляют радионуклиды с массовыми числами 95—103 и 130—144. Выход каждого из них зависит от делящегося материала, энергии нейтронов, вызывающих деление, и меняется от изотопа к изотопу в очень широких пределах (от десятичных долей до нескольких процентов). Нередко β -распад радионуклидов сопровождается испусканием γ -квантов. Периоды полураспада варьируют от секунд до миллионов лет. Активность продуктов деления в начальный период определяют радиоизотопы со сроками жизни от нескольких минут до нескольких суток. Снижение радиоактивности в первые 100 суток после взрыва происходит по временной зависимости $t^{-1,2}$. Вследствие распада и образования дочерних нуклидов изменяется состав продуктов ядерного деления: повышается относительное содержание долгоживущих нуклидов (табл. 1). В результате конденса-

ции радиоактивных и стабильных продуктов взрыва образуются аэрозоли — основные носители активности — с размерами частиц от сотых долей микрометра до нескольких миллиметров (более крупные частицы образуются при наземных взрывах). В ближней зоне, где оседает от 30 до 70 % продуктов ядерного деления, в основном выпадают короткоживущие нуклиды (особую опасность представляют радиоизотопы йода), в отдаленных зонах — глобальные выпадения, содержащие главным образом ⁹⁰Sr и ¹³⁷Cs.

После запрещения ядерных взрывов в атмосфере, под водой и в космосе основным источником поступления радионуклидов во внешнюю среду стали предприятия ядерно-топливного цикла. По мере выгорания топлива в реакторах АЭС изменяется радионуклидный состав — повышается содержание долгоживущих β -, γ -активных продуктов ядерного деления и α -излучающих трансурановых элементов. Так, к концу трехлетней эксплуатации реактора ВВЭР-440 накапливается более 600 различных продуктов деления с массовыми числами 72—166 и около 60 трансурановых элементов с массовыми числами 231—257. В состав продуктов деления входят не только радионуклиды, образующиеся при непосредственном делении тяжелых ядер, но и актиноиды, т. е. радионуклиды, образующиеся в результате захвата

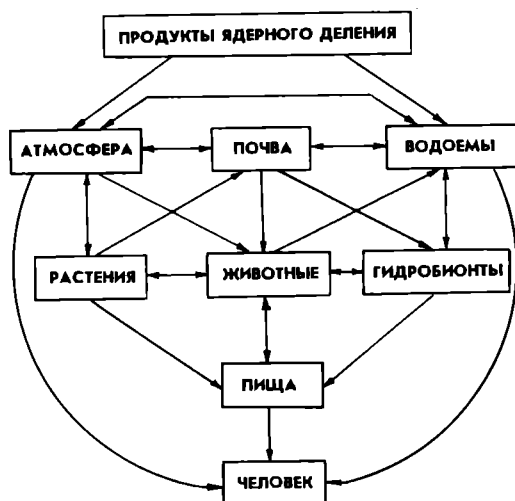
тепловых нейтронов радиоактивными и стабильными продуктами деления. Сразу после извлечения из реактора активность смеси продуктов деления и актиноидов равна примерно $5 \cdot 10^{18}$ Бк на 1 т топлива или $22 \cdot 10^{19}$ Бк на всю активную зону реактора.

МИГРАЦИЯ ВО ВНЕШНЕЙ СРЕДЕ

Попавшие во внешнюю среду радиоактивные продукты включаются в круговорот веществ в природе (в том числе в биоценозах). Различают три основных пути миграции: в воздухе, почве и воде. Интенсивность этих процессов определяется условиями внешней среды и физико-химическими свойствами радионуклидов, важнейшее из которых — их растворимость. Продукты наземных взрывов на силикатных почво-грунтах слабо растворяются, следовательно, биологически они малодоступны. Однако продукты воздушных, подводных и подземных взрывов (с выбросом), напротив, высокорастворимы и так же, как радионуклиды в выбросах АЭС, биологически доступны.

Детальное рассмотрение сложных процессов миграции продуктов ядерного деления выходит за рамки статьи, поэтому лишь кратко остановимся на их перемещении по пищевым цепочкам, поскольку продукты питания — основной источник поступления радиоактивных веществ в организм человека. Этот путь может быть достаточно сложным: растения — человек, растения — животное — человек, вода — гидробионты — человек и т. д.

Характер и уровень загрязнения продуктов питания радионуклидами зависит от интенсивности радиоактивных выпадений, физико-химических свойств нуклидов, климатических условий, анатомо-физиологических особенностей растений и животных и мер защиты. Накопление радионуклидов в растениях и животных нередко превышает их содержание в среде обитания. Способность растений и животных накапливать нуклиды, отмеченная еще В. И. Вернадским, оценивается коэффициен-



Пути миграции продуктов ядерного деления по биологическим цепочкам.

тами концентрации, выражающими отношение содержания радионуклида в организме к его содержанию в пище или среде обитания. Если коэффициент больше единицы, происходит накопление радионуклидов, если меньше — дискриминация. Величины коэффициентов зависят от вида растений и животных, их возраста, характера питания и особенностей среды обитания.

Загрязнение растений — начальное звено многих пищевых цепочек — может быть поверхностным и структурным. Нерастворимые радионуклиды оседают только на поверхности растений, а растворимые — поглощаются через листья, стебли и плоды и накапливаются в виде биоконплексов. Растения способны задерживать радионуклиды в форме аэрозолей, растворов и газов. В их тканях происходит биологическая сепарация радионуклидов. Стронций, например, в большей мере накапливается в листьях; цезий — в листьях, зерне, клубнях, корнеплодах; рутений, цирконий, церий — в основном в корнях. Усвоение радионуклидов из почвы почти не отличается от накопления стабильных изотопов этих элементов и зависит от вида почвы, наличия в ней стабильных аналогов, агротехнических приемов обработки

почвы, а также вида растений. Коэффициенты накопления активности (Бк в 1 кг растений) при плотности загрязнения (кБк на 1 м² почвы) находятся в пределах тысячных долей. Для разных видов растений и почв они отличаются в десятки и более раз. Наименьший разброс наблюдается в регионах, где преобладают черноземные почвы.

Больше всего радионуклидов в организм человека попадает с продуктами питания животного происхождения. Известно, что с молоком у животных выводятся практически все растворимые радионуклиды. По нашим экспериментальным данным, у коров с каждым литром молока выводилось: ¹³¹I — 0.4—1.1 %, ⁹⁰Sr — 0.2—0.3 % и ¹³⁷Cs — 0.2—1.1 % от поступившего количества; другие радионуклиды удаляются значительно меньше — сотые (Ba, U) и тысячные (Ru, Pu, Np) доли процента¹. Активность молока, обусловленная в начальный период на 70—80 % радиоизотопами йода, поступившего в организм коров со свежесквашенными радионуклидами, постепенно снижалась, за 12 дней с молоком вывелось около 13 % радиойода и 0.68 % ⁹⁰Mo, 0.71 % ⁹⁰Sr, 0.11 % ¹⁴⁰Ba². Если коровы получали продукты деления с низкой биологической доступностью, радиоактивность молока была меньше в 50 раз³.

Радионуклиды не только выводятся из организма, но и в значительных количествах накапливаются в органах и тканях животных. Так, в первый день после введения свежесквашенных радионуклидов у коров, овец и поросят в щитовидной железе содержалось 46—49 %, в печени — 26—30 %, мышцах — 7—11 %, скелете — 3—4 % от общей активности организма. В дальнейшем характер распределения активности менялся: на пятый день ее уровень снижался в щитовидной железе

до 30—38 %, в печени — до 15—18 %, но повысился в мышцах (17—18 %) и скелете (20—27 %). Следует отметить, что радиоактивность мышечной ткани на 98 % была обусловлена радиоизотопами йода. В печени содержались, в основном, радиоизотопы йода, теллура, молибдена, в скелете — стронция и бария⁴.

После распада радиоактивного йода через несколько месяцев основную опасность представляют изотопы цезия и стронция. Около 80 % цезия откладывается в мышцах. При длительном поступлении этого нуклида его равновесное состояние у коров наступает к концу месяца, у овец и свиней — через 10—20 дней при кратности накопления от 10 до 20. В это время в 1 кг мышц содержание цезия достигало у коров 4 %, у овец — 8, у коз — 20, а у свиней 26 % от суточного поступления⁵.

Стронций относится к типичным остеотропным нуклидам — в период равновесного состояния кратность его накопления в скелете крупного рогатого скота достигает 8.5—5.7; овец — 1690—937, свиней — 2720—220, а в мышцах — 3.2—2.8; 0.76—0.20 и 4.4—0.2 соответственно⁶.

В больших количествах радионуклиды накапливаются в куриных яйцах (изотопов йода в них бывает до 8 %, цезия — 2—3 %). Например, через девять дней после наземного ядерного взрыва радиоактивность скорлупы составляла 75—78 % от первоначальной, белка — 7—14 %, желтка — 5—9 %⁷.

Еще один источник внутреннего облучения человека — гидробионты (организмы, населяющие морские и материковые водоемы), которые могут быстро и в больших количествах накапливать радионуклиды из-за слабой минерализации воды. Коэффициенты

¹ Василенко И. Я. Продукты питания — источник поступления радионуклидов в организм людей // *Вопр. питания*. 1986. № 2. С. 3—8.

² Анненков Б. Н., Дибобес И. К., Алексахин Р. М. и др. Радиобиология сельскохозяйственных животных. М., 1973.

³ Василенко И. Я. Там же.

⁴ Василенко И. Я. Там же.

⁵ Корнеев Н. А., Сироткин А. Н. Основы радиэкологии сельскохозяйственных животных. М., 1987.

⁶ Колдаева К. А., Анненков Б. Н., Панченко И. Я. // В сб.: Радиоактивные изотопы в организме. М., 1969.

⁷ Василенко И. Я. Там же.

накопления радионуклидов очень колеблются в планктоне (от 200 до 8000), водорослях (от 100 до 30000) и рыбе (от 10 до 1000).

Основными источниками радионуклидов для населения Западной Европы и США считаются в большей мере молочные и мясные продукты и в меньшей мере — зерновые и овощи, а в странах СНГ ведущая роль принадлежит молочным и хлебопродуктам.

БИОЛОГИЧЕСКОЕ ДЕЙСТВИЕ

Жизнь на Земле возникла, эволюционировала и продолжает развиваться под влиянием естественной радиации (космического излучения, приходящего на Землю из мирового пространства, и радионуклидов, содержащихся в земной коре). Дозы такого облучения на протяжении последних миллионов лет практически не менялись. Техногенное загрязнение внешней среды привело к повышению внешнего и внутреннего облучения. В отличие от внешнего внутреннего облучение опаснее, поскольку радионуклиды, попав в организм человека при вдыхании, заглатывании или через повреждения кожного покрова, становятся источником длительного облучения. В зависимости от физико-химических свойств продуктов, путей поступления, физиологического состояния организма проявляются количественные и качественные особенности обмена нуклидов, что сказывается на формировании поглощенных доз и как следствие этого — на биологическом действии. При поступлении через желудочно-кишечный тракт радионуклидов с высокой биологической доступностью (продукты атомных воздушных и подводных взрывов) у собак максимальное содержание всосавшихся радиоактивных веществ, зарегистрированное через 12—18 час., достигало 25 % от поступившего количества. Примерно такая же картина наблюдается в отношении продуктов ядерного деления аварийных выбросов АЭС. Продукты термоядерных взрывов всасываются в 2—4 раза хуже из-за большого

содержания в их составе нептуния, характеризующегося низкой резорбцией.

Из всех возможных путей поступления радионуклидов в организм наиболее опасен ингаляционный, поскольку интенсивному контактному β -облучению подвергаются не только органы дыхания, но и пищеварительный тракт. Задержка радионуклидов в дыхательных путях происходит в результате касания, электростатического, а главное — инерционного осаждения, седиментации и диффузии. Обычно большая часть полидисперсных аэрозолей оседает в носоглотке, тракте и крупных бронхах. Дальнейшая судьба радиоактивных аэрозолей определяется цитотоксичностью и растворимостью: растворимые интенсивно всасываются (причем в легких быстрее, чем в кишечнике), а слабо- и нерастворимые быстро перемещаются в глотку и ротовую полость, откуда поступают в желудок.

В процессе метаболизма радионуклиды ведут себя как аналогичные стабильные изотопы. Уже в первые минуты после попадания в организм они обнаруживаются в крови; через 8—12 час. их концентрация достигает максимума, затем — постепенно снижается в результате отложения радионуклидов в органах и тканях, их выведения из организма и физического распада. Внешнее γ -облучение, как правило, приводит к замедлению резорбции радионуклидов. Накопление их в органах приходится на более поздние сроки и происходит по-разному. По способности накапливать всосавшиеся радионуклиды органы можно расположить в следующем порядке: щитовидная железа > печень > почки > кишечник > скелет > мышцы (табл. 2).

Надо учитывать, что органы человека подвергаются убывающему по интенсивности облучению. При облучении свежевыпавшими («молодыми») продуктами ядерного деления формирование доз протекает быстро, в основном в ближайшие дни, ибо основную часть активности таких продуктов составляют короткоживущие

Таблица 2

Содержание радионуклидов в органах и тканях собак (в %)

Органы и ткани	Возраст продуктов ядерного деления (ч)						
	2	4	5	6	8	72	144
Щитовидная железа	79.7	59.7	21.4	42.5	16.3	4.5	5.3
Печень	1.5	3.5	15.2	6.3	20.4	3.2	10.8
Почки	1.5	1.3	1.6	2.5	1.8	3.8	1.2
Легкие	1.3	1.3	1.0	1.3	0.7	0.1	0.9
Кости	5.5	7.2	10.1	6.3	18.4	22.7	13.2
Мышцы	6.7	24.3	46.3	27.5	26.5	65.4	3.9

нуклиды. У животных их содержание уже через несколько дней снижалось до единиц процентов от введенного количества, а через месяц — до долей процента. По скорости выведения радионуклидов из органов выстраивается следующий ряд: щитовидная железа > печень > почки > селезенка > кожа > мышцы > скелет. Существует прямая зависимость между скоростями накопления и выведения, что связано с интенсивностью процессов обмена.

Облучение организма носит крайне неравномерный характер из-за разной тропности радионуклидов, скорости их распада, энергии излучения и скорости обменных процессов, определяющих время нахождения радиоактивного вещества в отдельных органах и организме в целом. Различия в дозах облучения достигают трех-четырех порядков. Кроме того, в самих органах, как свидетельствуют радиографические исследования, нуклиды накапливаются также неравномерно, и это увеличивает различия еще больше. Наиболее интенсивному облучению при пероральном поступлении подвергаются органы пищеварения, а при ингаляционном — органы дыхания и пищеварения. При облучении «молодыми» продуктами ядерного деления больше всего страдает щитовидная железа. Иначе распределяются поглощенные дозы при поступлении в организм радионуклидов большего возраста; например, при повышенном содержании в продуктах ядерного деления долгоживущих радионуклидов ^{90}Sr и $^{134,137}\text{Cs}$ снижаются дозы облучения щитовидной железы и повышаются — костной и мышечной тканей.

Токсичность продуктов ядерного деления (т. е. способность оказывать вредное действие на организм, в основе которого лежит поглощение энергии при распаде нуклидов) очень различна, поскольку зависит от многих причин, а биологическое действие определяется всей суммой поступивших в организм радионуклидов. Определяющее значение имеет пространственно-временное распределение интегральных поглощенных доз. «Молодые» радионуклиды характеризуются сравнительно небольшой токсичностью. С увеличением возраста их токсичность повышается, причем при вдыхании биологическая эффективность радионуклидов в два-три раза выше, чем при заглатывании. В отличие от лучевой болезни при внешнем γ -облучении для поражений, вызванных радиоактивными продуктами, характерны: слабое проявление первичной реакции, раннее нарушение функции критических органов, медленное течение восстановительных процессов и специфическая отдаленная патология.

По данным исследований на собаках, облучение радиоактивными продуктами с высокой биологической доступностью вызывало развитие тяжелой болезни при следующих поглощенных дозах: в кишечнике — 50—100 Гр, щитовидной железе — 300—500 Гр, печени — 3—4 Гр (в других органах — на порядок ниже), а облучение с низкой биологической доступностью — соответственно 50—100, 15—25 и 0.1—0.3 Гр. Хотя в патологический процесс вовлекались все органы и системы, степень их повреждения была различна. В острый период тяжесть и

исход болезни определялись в основном повреждением кишечника при пероральном поступлении радиоактивных веществ, легких и кишечника — при ингаляционном. Большое значение в возникновении острых поражений, течении восстановительных процессов и формировании отдаленной патологии имеет щитовидная железа, повреждение которой приводит к нарушению эндокринного статуса организма. Одновременно появляются нарушения обменных процессов, иммунной реактивности организма, а также регулирующей функции нервной системы. Состояние непогибших животных улучшалось, однако клинического выздоровления не наступало. Болезнь переходила в хроническую форму, и спустя некоторое время животные погибали.

Радикационные поражения средней степени тяжести наблюдали при дозах облучения радионуклидами с высокой биологической доступностью: в кишечнике — около 20—30 Гр, щитовидной железе — около 200 Гр, печени — 1—2, а в случае облучения слабо-растворимыми нуклидами — 30, 10 и 0.1 Гр соответственно. Хотя течение болезни почти не отличалось от тяжелого радиационного поражения, степень и длительность нарушений были меньшими. Состояние животных обычно улучшалось на втором месяце, а клиническое выздоровление наступало на третьем месяце. Легкую степень радиационного поражения и лучевую реакцию отмечали при дозах облучения в 5 и 10 раз меньших.

Было бы странно, если бы за время существования живых организмов на Земле природа не выработала радиозащитных механизмов, — само существование жизни оказалось бы под вопросом. Благодаря открытиям, сделанным за последние десятилетия молекулярными биологами, биохимиками и генетиками, об этих механизмах известно немало.

Восстановительные процессы начинаются с момента поступления радионуклидов в организм и направлены на выведение радиоактивного вещества, предупреждение патологических про-

цессов, ограничение уже возникших повреждений и восстановление нарушенных функций. Протекают эти процессы в условиях длительного облучения инкорпорированными (отложившимися) радионуклидами. Исходом острого поражения в зависимости от тяжести могут быть либо смерть, либо переход болезни в хроническую форму, либо выздоровление с тем или иным дефектом, либо клиническое выздоровление. Однако даже в последнем случае в организме остаются повреждения — соматические и генетические дефекты, о наличии которых можно судить по различного рода функциональным нарушениям.

У животных со средней и легкой степенью поражения после клинического выздоровления выделяют два периода. Первый характеризуется относительным благополучием (результат достаточности компенсаторных механизмов). Возможный переход во второй определяется дозой облучения и условиями жизни. Недостаточность защитных механизмов приводит к проявлению скрытых до этого времени повреждений. Особую опасность представляет развитие злокачественных новообразований. Время появления опухолей в опытах зависело от количества введенных животным радионуклидов. У собак при тяжелой и средней степенях поражения через полтора-два года появлялись опухоли преимущественно в органах кроветворения и в соединительной ткани (саркомы, лимфогранулематоз, ретикулез); при легкой степени и лучевой реакции — через 4—12 лет, в основном в эндокринных железах и органах, имеющих с ними тесную функциональную связь (гонадах и молочных железах)⁸.

Если материалы экспериментальных исследований экстраполировать на человека, то можно предположить, что для развития острых радиационных поражений количество радиоактивных продуктов составит десятки-сотни милликури, а для лучевой реакции —

⁸ Василенко И. Я. Бластоогенное действие радиоактивных продуктов // *Вопр. онкологии*. 1982. Т. 28. № 1. С. 76—83.

Таблица 3

Токсичность продуктов ядерного деления в зависимости от их возраста

Тяжесть поражения	«Возраст», 10^{10} Бк				
	1 ч	5 ч	1 сут	10 сут	30 сут и более
Тяжелая	1.85—3.7	0.74—1.48	0.37—0.74	0.18—0.37	0.09—0.18
Средняя	1.1—1.85	0.44—0.47	0.22—0.37	0.11—0.18	0.05—0.09
Легкая	0.3—1.1	0.11—0.44	0.05—0.22	0.03—0.11	0.015—0.05
Лучевая реакция	десятки мБк				

сотни-единицы (табл. 3). В результате эпидемиологических наблюдений (в том числе в регионах радиоактивных выпадений после аварии на Чернобыльской АЭС) выяснилось, что дозы облучения населения в большинстве случаев можно отнести к категории малых, т. е. к дозам, которые превышают на один-два порядка естественный радиоактивный фон (около 0.1 бэр/год). Опасность облучения в таких дозах связывают с возможностью развития в отдельные сроки стохастических эффектов (бластомогенных и генетических).

Крайне опасным считается облучение беременной женщины. Содержащиеся в ее организме радионуклиды через плаценту попадают в плод, радиочувствительность которого в 3—10 раз выше, чем у взрослого человека. Большие дозы радиации могут вызвать внутриутробную гибель плода, выкидыш, преждевременные роды, разнообразные уродства или аномалии внутренних органов и т. п. С молоком матери радионуклиды попадают в организм ребенка, что может сказаться на его физическом и психическом развитии.

Большую опасность представляет облучение щитовидной железы радиоизотопами йода. При аварии на Чернобыльской АЭС дозы облучения железы у детей достигали сотен и даже тысяч бэр — пример длительного нарушения запретов на потребление загрязненного коровьего молока. Состояние здоровья этих детей — предмет особой заботы при ликвидации последствий аварии, поскольку при таких дозах вероятность развития опу-

холей значительно возрастает даже у взрослых людей.

ПРОФИЛАКТИКА, ЭКСТРЕННАЯ ПОМОЩЬ

Профилактика, оказание экстренной помощи и лечение радиационных поражений направлены на предотвращение детерминированных эффектов путем ограничения облучения ниже пороговых доз и обоснованных мер по снижению стохастических эффектов (онкологических, тератогенных и генетических), приемлемых для индивидуума и общества в целом. Мероприятия носят комплексный характер. В производственных условиях руководствуются «Нормами радиационной безопасности» (НРБ-76/87) и «Основными санитарными правилами работы с радиоактивными веществами и другими источниками ионизирующих излучений» (ОСП-72/87).

На случай аварий разрабатываются специальные нормативные документы, учитывающие характер аварии. В первую очередь необходимо добиться максимального снижения доз облучения с учетом медицинских, экономических и социальных факторов (оптимизация защитных мероприятий), эвакуации населения, ограничения хозяйственной деятельности на загрязненных территориях, дезактивации территорий, строений и других объектов. Необходимо своевременно оказать всевозможную медицинскую помощь пострадавшим (включая психологическую реабилитацию, мониторинг за состоянием здоровья, своевременное выявление больных и лиц с повышенным риском), ограничением вредного действия нерадиацион-

ных факторов производственного и бытового характера, повышением резистентности населения, формированием здорового образа жизни.

Важно, проводя дозиметрический контроль за внешней средой, продуктами питания и водой, всеми способами предотвратить поступление радионуклидов в организм (защита органов дыхания, кожных покровов). Если же облучение радионуклидами все же произошло, надо применять экстренные меры: обильное промывание носоглотки, полости рта, желудка; прием адсорбента или сернокислого бария, альгината натрия или кальция, полисурмина; назначение слабительных (сернокислый натрий или магний), рвотных средств (апоморфин), очистительных клизм и мочегонных препаратов (гипотиазид, фенурит). Чтобы блокировать накопление изотопов йода в щитовидной железе, применяют йодид калия или натрия; в крайнем случае, следует выпить несколько капель спиртовой настойки йода с молоком либо просто нанести йод на поверхность кожи. При ингаляционном поступлении радиоактивных веществ кроме перечисленных средств применяют отхаркивающие. Наиболее эффективное средство снизить всасывание в кишечнике радиоактивного цезия — ферроцианиды, а радиоактивного стронция — альгинат натрия, полисурмин и вокацит. Для дезактивации кожных покровов используют мыло, моющие порошки, слабые растворы лимонной или соляной кислоты либо специально разработанные препараты.

Проведение всех мероприятий нуждается в дозиметрическом и радиометрическом контроле. Ранняя дозиметрическая диагностика осуществляется по измерению γ -излучения от тела в целом, от области желудка, кишечника, легких, щитовидной железы и других органов. Диагностика чистых β -, α -излучателей проводится путем радиометрических исследований крови, рвотных масс, мочи, кала. Своевременная диагностика обеспечивает срочное проведение неотложной помощи. Отсутствие данных дозиметрических и радио-

метрических измерений не может быть причиной отсрочки первой помощи. Эффективность зависит от времени ее проведения.

Чтобы ускорить выведение всосавшихся радионуклидов, широко применяют комплексообразующие препараты. Целесообразно для этих целей протимулировать естественные процессы выведения радионуклидов (ускорение обмена веществ, соответствующие диеты, мочегонные средства, нагрузки нерадиоактивными элементами — аналогами поступивших в организм радионуклидов). Лечение возникающих нарушений проводится по общепринятым правилам терапии соответствующих синдромов. Особого внимания может потребовать корреляция функции щитовидной железы.

Надо помнить, что в условиях радиоактивного загрязнения население подвергается длительному комбинированному облучению. Проще всего, видимо, регулировать дозы внутреннего облучения путем уменьшения концентрации радионуклидов в продуктах питания, однако при этом жизнь населения должна быть организована с минимальным социальным ущербом.

На территории России в результате аварий образовались обширные регионы радиоактивного загрязнения. Аварии породили крупномасштабные экологические, медицинские, экономические и социальные проблемы, поскольку население этих регионов подвергается хроническому облучению. О биологической опасности малых доз существуют противоречивые мнения, что связано с недостаточным уровнем знаний в области радиобиологии и радиационной гигиены. При их оценке часто не учитывается вредное действие других агентов производственного и бытового характера.

XX век — век научно-технического прогресса, век атомной энергии. Он требует от людей высочайшего профессионализма, скрупулезного соблюдения норм и правил безопасности. Плата за пренебрежение этими требованиями весьма высока...

Как я стал овцеводом

Ю.Я.Керкис

В архиве Ю.Я.Керкиса (1907-1977) хранятся воспоминания, написанные им в конце жизни. Это яркий рассказ об истории отечественной генетики, современниках, причастных к знаменательным событиям, и о своей научной судьбе. Мы уже обращались к этим запискам в свете драматического периода господства лженаучного, антигенетического направления (Природа. 1988. №5. С.72-86).

Война оставила глубокий след в жизни автора не столько в житейском, сколько в профессиональном смысле. Керкис, талантливый генетик, ученик Ф.Г.Добжанского, Ю.А.Филиппченко и Н.И.Вавилова, еще в 1939 г. попал в список неудобных антильсенковцев. Через год после ареста Н.И.Вавилова он был вынужден уйти из Института генетики и уехал работать в Ленинград, в Зоологический институт, где и застала его война. О том, как сложилась дальнейшая судьба автора, читатель узнает из публикуемого ниже с небольшими сокращениями отрывка.



ЮЛИЙ ЯКОВЛЕВИЧ КЕРКИС (1907-1977)

ПОСЛЕ УХОДА из Института генетики 25 мая 1941 г. приехал вместе с дочерью в Ленинград (Татьяне было тогда почти 10 лет). В Москве я не выписывался и с военного учета не снимался, так как предстояла еще процедура обмена квартиры. Я начал работать в ЗИНе. Е.Н.Павловский¹ посоветовал мне заняться изменчивостью кровососущих клещей — переносчиков энцефалита <...>.

О начале войны я узнал только вечером 22 июня. Я сразу же запросил жену, надо ли мне явиться в Москву согласно имевшемуся у меня мобилизационному предписанию. Ответ пришел немедленно: "В Москву выезжать не надо. Стань на учет в Ленинграде". В военкомате в Ленинграде мне сказали: "Пока работайте, когда понадобятся, вызовем".

На третий день войны, т.е. 25 июня, меня вместе с другими сотрудниками Зоологического института, еще не призванными в действующую армию, направили в район Ораниенбаума — Кингиссепы копать противотанковые рвы. Последующие события показали, что дело это было совершенно бесполезным, так как вырытые нами рвы не стали препятствием для немецких танков. Стояла очень жаркая погода. Тысячи ленинградцев работали обнаженными. Немецкие истребители внезапно налетали и на бреющем полете сбрасывали над нами листовки с издевательским текстом, что-то вроде такого: "Милые русские дамочки, не копайте ваши ямочки, потому что наши таночки перепрыгнут через эти ямочки". В первые дни они не стреляли и не бомбили. Наши самолеты почему-то в небе не появлялись.

Потом меня направили в истребительный батальон, который действовал в этом же районе. Мы ловили забрасываемых парашютистов, которых было немало.

Полный текст (145 страниц машинописи) записок хранится в архиве Ю.Я.Керкиса.

¹ Евгений. Николаевич Павловский (1884-1965), зоолог и паразитолог, академик АН СССР (с 1939 г.); в годы войны работал во Всесоюзном институте экспериментальной медицины в Ленинграде и в Таджикском филиале АН СССР; с 1942 г. — директор Зоологического института АН СССР.

События на фронтах войны, на Ленинградском особенно, развивались с такой быстротой, что 29 июня всех сотрудников ЗИНа, еще не мобилизованных в армию, срочно отозвали в Ленинград для подготовки к эвакуации коллекций и материалов.

В Москве началась эвакуация семей сотрудников Академии наук, а в Ленинграде — принудительная эвакуация детей (в Москве это происходило позднее). 30 июня я с огромным трудом, пробившись сквозь оцепление вокзала, втиснул Татьяну в окно вагона поезда, уходящего в Москву. Билет для дочери и пропуск на выезд мне помог достать академик Л.А.Орбели². Даже площадка вагона была битком набита людьми. В платье Татьяны были зашиты необходимые адреса, которые я передал также трем пассажирам вагона, показавшимся мне симпатичными. Поезд этот шел до Москвы трое суток и, как выяснилось потом, был последним, так как железнодорожную магистраль Ленинград—Москва уже перерезали. Сообщить жене о времени приезда Татьяны в Москву я не мог: поезда шли без расписаний. Больше двух суток жена дежурила у вокзала, встречая все поезда из Ленинграда. В здание вокзала не пускали, но Татьяну она все-таки встретила!

Татьяна повезла с собой письмо директора ЗИНа академика Зернова³ в Президиум АН с просьбой включить мою семью в число семей московских сотрудников академии, эвакуируемых в организованном порядке.

Президиум уже работал в Казани. В Москве командовал всем О.Ю.Шмидт⁴. Он был единоначальником и решал все

² Леон Абгарович Орбели (1882-1958), физиолог, академик АН СССР (с 1935 г.); в 1925-1950 гг. возглавлял кафедру физиологии 1-го Ленинградского медицинского института и одновременно Военно-медицинскую академию (1943-1950); вице-президент АН СССР в 1942-1946 гг.

³ Сергей Алексеевич Зернов (1871-1945), зоолог и гидробиолог, академик АН СССР (с 1931 г.); в 1931-1942 гг. — директор Зоологического института АН СССР.

⁴ Отто Юльевич Шмидт (1891-1956), математик, астроном, геофизик, академик АН СССР (с 1935 г.); в 1939-1942 гг. — вице-президент АН СССР.

вопросы сам. Просьбу жены включить ее в списки для эвакуации с семьями московских биологов отклонили: "Будете эвакуироваться с семьями ленинградцев". Объяснить такое отношение к моей семье аппарата, которым руководил Шмидт, можно было только его личными ко мне "симпатиями". Понадобилось активное и очень настойчивое телеграфное и телефонное вмешательство (что в то время было делом нелегким) академиков Л.А.Орбели и Е.Н.Павловского для того, чтобы моя семья была включена в один из последних эшелонов АН, покидающих Москву.

В начале августа было получено распоряжение правительства об эвакуации ЗИНа в Иркутск. Сначала ее назначили на 23 августа, потом отсрочили до 29 августа, а потом еще на несколько дней. К тому времени станцию Мга уже заняли немцы и кольцо блокады сжималось. Эвакуация ЗИНа стала возможной только через Тихвин и Вологду. Мы почти круглые сутки укрывали крупные экспонаты музея мешками с песком, а мелкие коллекции упаковывали в ящики, которые сносили в подвалы и тоже закрывали мешками с песком.

Не имея с собой никакой теплой одежды, я попросил разрешения выехать в Москву и прибыть в Иркутск вместе с семьей, которая была уже эвакуирована в Казань. "Тройка" в составе академиков Л.А.Орбели, П.И.Степанова⁵ и И.И.Мещанинова⁶, командовавшая тогда в Ленинграде всеми академическими учреждениями, выдала мне все необходимые документы, и 1 сентября 1941 г. я выехал в Москву.

До Тихвина добирался через Шлиссельбург и дальше вдоль Ладожского канала на попутных машинах. Немецкие истребители в упор бомбили и расстреливали из пулеметов баржи с эвакуируемы-

ми из Ленинграда детьми и охотились за отдельными машинами и людьми. Берега Ладожского канала, усеянные детскими телами, игрушками, тапочками, являли ужасающую картину. Баржи были крытыми, и на крышах ясно виделись огромные красные кресты, но немцев это не останавливало.

До Москвы я добрался только 10 сентября. На руках у меня было письмо в Президиум АН от ленинградской "тройки" с просьбой оказать содействие для выезда моей семьи из Казани к месту эвакуации Зоологического института.

Мне никогда не хотелось работать в Зоологическом институте, а тем более в Иркутске. Поэтому я с радостью принял предложение академика Ивана Ивановича Шмальгаузена⁷ остаться работать в его лаборатории в Москве. Но для этого требовалось разрешение Президиума АН. В Москве Академию наук представлял хорошо знакомый мне по предшествовавшим событиям Шмидт. Он хорошо знал и меня, и Шмальгаузена как известных и "отъявленных" антилысенковцев. Естественно, что двукратные обращения Шмальгаузена к Шмидту не увенчались успехом. В Москве мне остаться не разрешили.

В конце сентября я узнал о тяжелой болезни жены в Казани и до отъезда в Иркутск решил съездить туда <...> 26 сентября получил на это разрешение от уполномоченного Президиума АН академика В.П.Никитина <...>.

Обстановка в Казани была трагичной. Город надо было разгружать от массы людей, эвакуированных организованно и прибывших самотеком. Всем сотрудникам биологических учреждений Академии наук и их семьям, находившимся в Казани, было объявлено о назначении правительством двух городов для дальнейшей эвакуации: Фрунзе и Сталинабада.

Мы выбрали Сталинабад, так как там работали наши однокурсники: Б.Е.Быховский, его жена и наша большая приятель-

⁵ Павел Иванович Степанов (1880-1947), геолог, академик АН СССР (с 1939 г.); в 1926-1947 гг. — директор Геологического музея им.Ф.Н.Чернышева; с 1939 г. — руководитель угольной группы Института геологических наук АН СССР.

⁶ Иван Иванович Мещанинов (1883-1967), языковед, археолог, академик АН СССР (с 1932 г.); академик-секретарь отделения литературы и языка АН СССР (1934-1950).

⁷ Иван Иванович Шмальгаузен (1884-1963), зоолог и морфолог, академик АН СССР (с 1935 г.); в 1936-1948 гг. — директор Института эволюционной морфологии АН СССР.

ница И.Е.Павловская. Кроме них в Сталинабаде были и хорошо знакомые нам по кафедре в ЛГУ Н.Н.Колесник и его жена Н.Я.Федорова. Быховский, будучи заместителем председателя Таджикского филиала АН СССР, фактически вершил там все дела (председатель филиала Павловский приезжал в Сталинабад не чаще одного-двух раз в год) <...>.

Впоследствии Быховского выбрали в академики и он долгое время занимал высокий пост академика-секретаря Биологического отделения АН СССР. Но в те годы он был не тем Быховским, каким он стал в конце 50-х годов, когда повеяло реабилитацией генетики, и тем более не тем, каким он стал после 1964 г., когда генетику действительно реабилитировали полностью. Быховский всегда держал "нос по ветру", что и обеспечило ему карьеру.

На телеграфный запрос старшего консультанта Комитета по филиалам АН С.А.Белоусова, может ли Таджикский филиал принять меня на работу, Быховский ответил телеграммой: "Можем предоставить Керкису рабочее место зпт койку общежития тчк Операционными средствами обеспечить не можем". Но несмотря на это, мы все же решили ехать в Сталинабад. Я надеялся на здравый смысл и совесть Быховского.

3 ноября 1941 г. я получил справку о том, что я с четырьмя членами семьи направляюсь в г.Сталинабад в Таджикский филиал АН. Внизу было приписано: "Справка выдана на предмет получения хлеба и продуктов в пути" <...>.

7 или 8 ноября мы выехали из Казани через Ташкент в Сталинабад. Директор филиала Института зоологии Быховский встретил меня более чем прохладно. Мне было сказано прямо, что штатных единиц нет, средств на операционные расходы тоже и что зарплату я должен получать из ЗИНа, который находился в уже блокированном Ленинграде. Мне предоставили только рабочее место, т.е. стол и стул. В качестве жилья выделили на территории обсерватории досчатую будку без окон для установки астрономических приборов, со сдвигающейся в

сторону совершенно дырявой крышей. Наш "дом" (6 м²) стоял на четырех высоких столбах, и попасть туда можно было по приставной железной лестнице.

В этой будке мы и разместились со всем своим немногочисленным скарбом. Нас было пятеро: жена, десятилетняя Татьяна, годовалый Алеша, моя няня, прожившая всю жизнь с нашей семьей, и я.

Иметь крышу над головой, хотя и сдвинутую и дырявую — это уже неплохо, но на дворе стояла осень. Кроме того, залезть в эту будку с маленьким ребенком и старушкой-няней было достаточно трудно. О размерах "жилплощади" и так называемых "удобствах" я уже не говорю. Ко всему этому надо добавить отсутствие зарплаты, инфекционную желтуху Татьяны и тяжелое воспаление легких у годовалого Алеши.

Положение наше было отчаянным. Предложение получать зарплату из Ленинграда было равносильно получению ее с Луны, и то не сейчас, а в те годы! Мы продали все, что только можно, — до моего обручального кольца включительно <...>.

Наше существование несколько облегчилось после того, как жене дали место ассистента на кафедре биологии Сталинабадского медицинского института, которой в то время заведовал В.Г.Остроумов (его мы знали по Москве). Там же на кафедре, в помещении вивария, жене и детям предоставили жилье — оставаться на зиму в астрономической будке было немыслимо.

У меня же работы не было. Материальное положение было ужасным. Суп из черепаш, оказавшихся в виварии кафедры, был для ребят лакомством и существенной добавкой к весьма скудному рациону, который выдавался по карточкам. Килограмм муки стоил на базаре в то время 100 рублей. Черепашами Наташа подкармливала детей и весной, когда их появляется в Таджикистане великое множество.

И вот в конце ноября 1941 г., совершенно отчаявшись, я пошел к одному из заместителей Совнаркома, тов. Дворникову, с просьбой либо дать мне работу,

либо отпустить в армию. Я никогда не забуду той внимательности, с которой ко мне отнесся этот совершенно чужой человек, обремененный по своей должности заботами поважнее моих дел. Первое, что он сделал, — это послал пространную правительственную телеграмму в Казань в Президиум АН СССР на имя Шмидта с изложением моего положения и требованием выслать мне зарплату. Ответа, как я и ожидал, не последовало. На вторую телеграмму ответа тоже не было. Тогда Дворников сказал мне примерно следующее: "Зачем вам Академия наук? Нам нужны грамотные кадры, вы кандидат наук. В какой практической области вы могли бы быть наиболее полезны для нас?" Подумав немного, я ответил, что, наверное, в животноводстве, так как еще будучи студентом, я трижды бывал в экспедициях КЕПСа по изучению животноводства Среднеазиатских республик (дважды в тогдашней Киргизии и один раз в Туркмении в Кара-Кумах). Дворников снял телефонную трубку, вызвал начальника Управления животноводством Наркомата земледелия И.С.Галича, и не прошло и 20 минут, как я был назначен зоотехником по племенному делу в Госплемрассадник гиссарских овец Наркомзема СССР, находившийся в пос.Шахринау, в 42 км от Сталинабада.

На следующий день я туда уехал, получил небольшую глинобитную кибитку с земляным полом, и у меня началась новая жизнь.

На всю жизнь мне запомнилась сильнейшая гроза с жутким теплым ливнем в новогоднюю ночь, когда я ждал на станции жену, приехавшую встретить со мной 1942-й. Жена моя тогда в первый раз в жизни села верхом на лошадь — от станции до племрассадника было около 8 км. Потом ей приходилось часто ездить верхом: с сентября 1942 г. по ноябрь 1943 г. она тоже работала в племрассаднике младшим зоотехником.

Потом мы купили козу, завели огород, и у нас началась хоть и очень своеобразная и непривычная для нас, но райская, по сравнению с предыдущими месяцами, жизнь.

Помню одну трагедию. Однажды, нащупав в кармане какие-то бумажки, я скомкал их и бросил в костер. На их лету я увидел, что это были хлебные и продуктовые карточки на всю семью, но было поздно — они сгорели. Это случилось в самом начале месяца. Потеря карточек была невозможной. Тогда это было в тысячу раз хуже, чем сейчас потеря паспорта. Весь месяц мы перебивались, и этот эпизод жена мне напоминает до сих пор!

Потом у нас пропала коза, и мы остались без молока. Это тоже было очень тяжело...

В период моей работы в Госплемрассаднике произошли два события, едва не стоившие мне жизни. Весной 1942 г., во время одного из моих выездов на зимне-весенние пастбища шахринауских колхозов, меня свалил какой-то клещевой тиф. Я был один и едва добрался до очень маленького предгорного кишлака в долине р.Кафирниган, где и слег в окружении ни слова не понимавших по-русски таджиков, ободренных и грязных до невозможности. В то время в таких заброшенных горных кишлачках скрывались таджики, укрывавшиеся от мобилизации в армию.

Не знаю, чем бы это все для меня кончилось, если бы однажды, будучи уже в полубессознательном состоянии, я не услышал за стеной русскую речь. У меня хватило сил дать знать о себе. Оказалось, что кишлак "прочесывает" конный отряд милиции, вылавливающий дезертиров. Меня подобрали, на бурдюках переправили через Кафирниган, вызвали машину и в таком же полубессознательном состоянии, покрытого вшами, привезли в Сталинабад в канун Первого мая в качестве праздничного подарка жене! Меня положили в больницу, но чем я болел, так и не узнали... Если бы не этот счастливый случай, меня давно бы уже не было.

Второе событие произошло зимой 1942/43 г. Я заболел тяжелой септической формой сыпного тифа, буйствовал, бил стекла, убегал из палаты, меня ловили... Спасли жизнь врач из Шахринауской

больницы, эвакуированная из Одессы, и, конечно, моя жена, неотлучно находившаяся около меня и неизвестно откуда изыскивавшая возможность подкормки, так как больничный паек был более чем голодный. После этого тифа у меня довольно долго была парализована правая половина тела и я не мог ходить без поддержки. Но опять-таки выходила жена.

В скотную кампанию 1943 г. я был в очень слабом состоянии, не мог самостоятельно садиться на лошадь, с трудом ходил. Но на окот надо было ехать хотя бы для того, чтобы хорошо питаться: мяса и овечьего молока там всегда было в избытке. И Наташа поехала со мной, помогала бирковать ягнят, а заодно лечила детей чабанов и жителей горных кишлачков, подобных тому, из которого подбирали меня год назад. С ее стороны это было проявлением большого мужества и любви ко мне, чего тогда я, может быть, и не заслуживал. Мой сыпняк прочно скрепил нашу семью на всю последующую совместную жизнь.

Так я стал овцеводом...

Почти на 17 лет...

• • •

Работа в племерассаднике была очень неблагодарной. Своего поголовья у этого учреждения не было. Все сводилось к агитации председателей колхозов вести среди гиссарских овец племенную работу и к оказанию помощи в организации ее. Все это нужно было колхозам "как рыбе зрентик", и пользы от нашей деятельности не было никакой. Наш же директор требовал, чтобы все показатели обязательно улучшались. И так как по предыдущему годовому отчету эффективность искусственного осеменения в районах работы племерассадника была 99 % (!), то при составлении отчета за 1942 г. он потребовал, чтобы этот показатель был не менее 104 % (!!), у меня же получалось не более 50 %. Когда я попытался объяснить т.Бакаеву абсурдность его требования, поскольку в идеальных

условиях окотов без яловости не бывает, у нас произошел крупный конфликт.

Летом 1943 г. из Москвы приехала комиссия с заданием организовать в Таджикистане племенной овцеводческий совхоз "Гиссар", в котором сосредоточить все лучшее поголовье гиссарских овец. Этот совхоз был создан первоначально в Куйбышевском районе, мне предложили должность главного зоотехника: сформировать племенное ядро и возглавить племенную работу с этой породой. Я с радостью согласился и осенью 1943 г. уехал из Шахринау в Куйбышевский район, где тогда находился этот совхоз. Через год совхоз перевели в пограничный Кировабадский (ныне Пянджский) район, а с весны 1950 г. — в Пархарский район Кулябской области. Совхозу выделили совершенно необжитую территорию для строительства центральной усадьбы. Я был назначен директором совхоза и начал его строить. Сначала я почти плакал, понимая свою непри приспособленность к такого рода деятельности, без кадров, в окружении жуткого пьянства, разврата и безобразий. Не пили только чабаны...

А потом дело пошло. В первый год строительства на территории, непосредственно прилегающей к будущей центральной усадьбе совхоза, поймали трех тигров, а фазанов и в последующие годы стреляли, не сходя с крыльца дома. Совхоз был построен. Его центральная усадьба была образцовой среди других животноводческих совхозов республики — ее показывали гостям. На пастбищах стояли кошары и водопой с механизированной подачей воды из пробуренных скважин. Красавцы племенные бараны с живым весом 170–180 кг ежегодно экспонировались в Москве на Всесоюзной сельскохозяйственной выставке.

Мне трудно передать свои чувства, когда я недавно (весной 1976 г.) увидел, что все это, начиная с первого построенного домика, существует и приносит пользу людям и по сей день.

Май 1976 г., Мозжинка

Космические исследования.
Техника

Бракованный винтик погубил метеоспутник

Национальное управление по изучению океана и атмосферы США (NOAA) запустило 9 августа 1993 г. метеоспутник «NOAA-13», предназначенный для сбора информации об облачном покрове Земли и температурах в околоземном пространстве. Кроме того, на его борту было установлено разработанное в Канаде и Франции оборудование системы поиска и спасения потерпевших бедствие судов, а также принадлежащие министерству обороны Великобритании приборы для измерения температуры в стратосфере.

Однако спустя всего 12 сут. поступление данных от метеоспутника прекратилось. Специальная комиссия установила, что один из винтов длиной 30 мм, прикрепляющий отсек солнечных батарей к теплоотдатчику, был на несколько миллиметров длиннее, чем следовало. Проколов слой изоляции, он соединился с заземлением теплоотдатчика, вызвав короткое замыкание. Солнечные батареи пришли в негодность, аппаратура переключилась на использование обычных химических батарей, которые быстро израсходовались и лишили бортовое оборудование источника питания. Так деталь стоимостью менее 10 центов привела к потере спутника, обошедшегося в 77 млн. долл.

Вину за это комиссия возлагает на Астрокосмическое отделение компании «Мартин Мариэтта», разработавшее конструкцию и построившее «NOAA-13». С 1993 г. неудача постигла еще три созданных ею спутника: «Mars Observer», поставленный НАСА; «Landsat-6», предназначенный для изучения поверхности нашей планеты, а также стоивший 200 млн. долл. телекоммуникационный спутник.

Национальное управление по изучению океана и атмосферы потребовало от компании принять строжайшие меры во избежание подобных аварий в будущем.

New Scientist. 1994. V. 143.
№ 1945. P. 7 (Великобритания).

Астрофизика

Квазары, прячущиеся в пыли

Согласно существующим представлениям, квазар — это ярко светящееся плотное ядро молодой галактики. До сих пор квазары обнаруживали главным образом среди объектов, обладающих повышенным излучением в синей части спектра.

Недавно австралийские астрономы, которые работают на одном из крупнейших в мире радиотелескопов Паркской обсерватории под руководством Р. Уэбстера (R. Webster; Мельбурнский университет), установили, что свечение квазаров намного краснее, чем пола-

гали ученые. По-видимому, это связано с рассеянием их света космической пылью (похоже на то, как закаты Солнца на Земле изменяют цвет под влиянием частиц, взвешенных в атмосфере нашей планеты). Пока остается неясным, вызвано ли такое покраснение пылью, содержащейся в самих квазарах или же находящейся в пространстве между наблюдателем и источником излучения.

Было обследовано около 300 квазаров, имеющих мощное радиоизлучение, из них примерно 250 оказались значительно более яркими в красной и близкой инфракрасной полосах спектра по сравнению с синей.

Нужно заметить, что всего около 5 % квазаров относятся к числу «радиогромких». Если выяснится, что у «радиотихих» квазаров излучение распределяется по частоте так же, как и у «громких», это будет означать, что многие подобные объекты (50—80 %) оставались до сих пор не замеченными астрономами именно потому, что поиски их осуществлялись оптическими средствами чаще всего в синей части спектра.

Обнаруженное ныне «покраснение» квазаров не следует смешивать с доплеровским красным смещением, которое вызвано расширением Вселенной и используется для определения их расстояния от наблюдателя.

Американский астрофизик Дж. Острайкер

(J. Ostriker; Принстонский университет, штат Нью-Джерси) еще несколько лет назад указывал: удаленные от нас квазары могут быть затенены или могут претерпевать «покраснение» под воздействием космической пыли, содержащейся в дисках и гало галактик, которые лежат «на пути» их излучения к нам. Впрочем, в таком случае эффект «покраснения» должен быть тем сильнее, чем более удален квазар. Подобный эффект, по мнению Острикера, становится особенно отчетливым у тех из них, чье доплеровское смещение спектра достигает 2.5.

Однако наблюдения, выполненные Уэбстер, такой корреляции не выявили: красные квазары обнаруживаются на самых различных расстояниях от нас. Вероятно, это объясняется наличием поглощающей пыли в самой галактике, которой принадлежит квазар.

Чтобы установить, происходит ли «покраснение» также и у «радиотихих» квазаров, Уэбстер приступила к поиску подобных объектов в инфракрасном диапазоне (2 мкм), используя для этого 3.9-метровый англо-австралийский телескоп обсерватории Сайдинг-Спрингс в штате Новый Южный Уэльс (Австралия).

Все это чрезвычайно важно для космологии. Удаленные квазары мы наблюдаем в том виде, какими они были миллиарды лет назад. Если большинство подобных объектов действительно остается еще неизвестным, то все статистические выкладки относительно эволюции Вселенной могут оказаться ошибочными или неполными.

Астрономия

Новый транснептунианский объект 1994 TG2

В октябре 1994 г. на Европейской Южной обсерватории в Чили с помощью 3.5-метрового Телескопа новой технологии (NTT) был обнаружен новый объект за орбитой Нептуна. Он получил обозначение 1994 TG2. Его диаметр около 100—200 км, а расстояние от Солнца 42 а. е. (напомним, что 1 астрономическая единица — это расстояние Земли от Солнца, равное 150 млн. км). Обнаружить объект 1994 TG2 было очень трудно: его блеск равен всего лишь 24-й звездной величине, т. е. в 16 млн. раз слабее, чем у самых слабых звезд, доступных невооруженному глазу.

До осени 1992 г. астрономы были знакомы только с одним объектом за орбитой Нептуна — это маленькая планета Плутон со своим относительно крупным спутником Хароном. В конце 1992 г. Д. Джюит и Дж. Луу (D. Jewitt, J. Luu; Гавайский университет в Гонолулу) обнаружили первый транснептунианский объект. Теперь их известно уже 17. Девять из них движутся на расстояниях 31—36 а. е. от Солнца, остальные — на расстояниях 40—45 а. е. Тот факт, что до сих пор в промежутке между этими группами не обнаружено ни одного объекта, объясняется, вероятно, гравитационным влиянием массивного Нептуна, попадающего с ними в резонанс и «выбивающего» их на другие орбиты.

Транснептунианские объекты пока трудно отнести к какому-либо классу малых

тел Солнечной системы, включающему астероиды и ядра комет. Возможно, у них окажется нечто общее с «двойной планетой» Плутон-Харон или со спутником Нептуна Тритоном. Правда, эти тела настолько массивны, что удерживают вокруг себя некое подобие атмосферы (у Плутона она временами замерзает и ложится снегом на поверхность). В отличие от них новооткрытые тела не могут удерживать газ у своей поверхности. В этом смысле они сродни астероидам и кометам. Но состав их поверхности до сих пор неизвестен, поскольку получить спектры таких далеких и маленьких объектов — задача очень сложная. Пока лишь обнаружено, что у некоторых из них поверхность необычайно красного цвета, что может указывать на ее древний состав и возможное присутствие органических соединений.

Поиск транснептунианских объектов считается сейчас очень перспективным, и для этих работ выделяется время на крупнейших телескопах мира. К сожалению, до сих пор систематически просмотрено лишь около трех квадратных градусов небесной сферы, т. е. всего лишь 0.01 % ее площади. Поэтому предполагается, что за орбитой Нептуна могут существовать десятки тысяч объектов, подобных найденным, и миллионы более мелких, подобных ядру кометы Галлея (т. е. диаметром в 5—10 км).

О существовании этого скопления занептуновых тел подозревали и ранее; оно даже получило название пояса Койпера — по имени известного американского исследователя планет. Судя по нынешним оценкам, это скопление малых тел в

сотни раз массивнее пояса астероидов, расположенного между орбитами Юпитера и Марса, но уступает по массе гигантскому кометному облаку Оорта, простирающемуся на тысячи астрономических единиц от Солнца. Изучение объектов из пояса Койпера, безусловно, прольет новый свет на происхождение Солнечной системы.

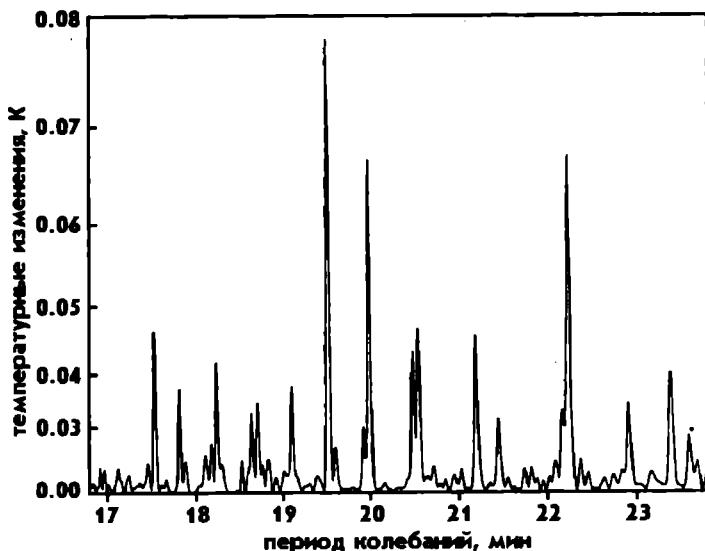
Eso Press Photo 02/94.

Астрономия

Колебания нормальной звезды

Группа астрономов из Орхусского университета (Дания) и Европейской южной обсерватории (ESO) с помощью 2.5-метрового телескопа международной обсерватории Рока де лос Мучачос, расположенного на о. Пальма (Канарские о-ва, Испания), впервые обнаружила колебания звезды, подобной Солнцу¹.

Двадцать лет назад аналогичные колебания с периодом около 5 мин были обнаружены у Солнца (эти упругие волны, распространяющиеся в теле звезд, напоминают сейсмические колебания в теле Земли, вызванные землетрясениями). Вероятно, на Солнце они возбуждаются всплывающими из его недр конвективными потоками и затем расходятся по поверхности звезды в виде волн высотой около 25 м. Поскольку возбуждаются несколько мод колебаний с близкими периодами, результирующая картина, представленная на-



Спектр колебаний температуры поверхности звезды η Волонаса.

ложением волн, очень сложна.

Нужно заметить, что у некоторых звезд на определенных этапах эволюции наблюдаются мощные колебания, сильно изменяющие их температуру и светимость. Таковы, например, известные переменные звезды — цефеиды («маяки Вселенной»), колебания яркости которых фиксируются даже глазом. Однако эти колебания возникают благодаря особому механизму усиления, который из всех возможных периодов выделяет лишь один — резонансный, что значительно снижает информативность этого «звездного звона». Более разнообразны солнечные колебания, демонстрирующие множество обертонов, мод и гармоник; они гораздо содержательнее для теории внутреннего строения звезд, но амплитуда их так мала, что до сих пор они регистрировались лишь у Солнца. Не было сомнения, что аналогичные колебания

должны быть и у других нормальных звезд, подобных Солнцу, но зарегистрировать их не позволяли до сих пор слишком большая удаленность и связанная с этим слабость блеска.

За последнее десятилетие астрономы неоднократно пытались измерить колебания нормальных звезд, используя эффект Доплера. Однако скорость движения звездной поверхности в процессе этих колебаний обычно не превосходит 1 м/с, что соответствует относительному смещению спектральной линии всего лишь на $3 \cdot 10^{-9}$. Зарегистрировать такое смещение в спектре звезды практически невозможно. Поэтому группа европейских астрономов решила испытать новый метод: поскольку колебания звездной поверхности есть не что иное, как волны сжатия и разрежения (фактически — звуковые волны), то можно попытаться зарегистрировать вызванные ими изменения температуры поверхности звезды. Правда, амплитуда колебаний температуры не превосходит 0.005 градуса, но все же

¹ ESO Press Release. PR 16/94. 23 November 1994.

это относительно больше, чем колебания лучевой скорости. Заметить изменение температуры можно, сравнивая интенсивность линий поглощения водорода в спектре звезды. Проверка этой идеи на 3,5-метровом Телескопе новой технологии (NTT), расположенном на Европейской южной обсерватории в Чили, показала, что метод работает. Для детальных наблюдений была выбрана яркая звезда η Волопаса, более старая и массивная, чем Солнце. В соответствии с теорией внутреннего строения звезд ее колебания должны быть заметнее солнечных.

Шесть апрельских ночей 1994 г. небо над о. Пальма было идеальным для астрономических наблюдений. Внимательный анализ записанных в эти ночи спектров звезды η Волопаса показал, что ее температура колеблется вблизи значения 6000 К. Среди этих колебаний удалось выделить не менее десяти гармоник, имеющих периоды около 20 мин. Это больше, чем характерный период колебаний у Солнца, что объясняется большим размером исследованной звезды. Выяснилось, что и амплитуды колебаний температуры у звезды в Волопасе не так уж малы: для разных гармоник они составляют от 0.03 до 0.08 К.

Особенно важным для астрономов было то, что периоды обнаруженных у звезды колебаний оказались в полном согласии с предсказаниями теории внутреннего строения звезд. Это вселяет уверенность в качество теории, хотя и не охлаждает стремления к ее дальнейшему улучшению. Но главное — теперь у астрономов появился новый мощный инструмент для «проникновения» в звездные

недра. Авторы этой замечательной работы — Х. Кьельдсен, М. Вискам, С. Франдсен и Й. Христенсен-Дальсгард (H. Kjeldsen, M. Viskum, S. Frandsen, J. Christensen-Dalsgaard; Опхусский университет), а также Т. Беддинг (T. Bedding; ESO).

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

Планетология

Юпитер «зализывает раны»

Изображения Юпитера показывают, что следы, оставленные при падении обломков кометы Шумейкеров — Леви-9 в июле 1994 г., месяц спустя все еще не исчезли с его лица.

Приборы, находящиеся на борту Космического телескопа им. Хаббла, зарегистрировали тот факт, что темные пятна, возникшие в верхних слоях атмосферы этой гигантской планеты при ее столкновении, состоявшемся 23 июля, были, вопреки всем прогнозам, отлично различимы и в самом конце августа.

Стало ясно, каким образом расплываются пятна: мощные ветры разносили оставленные фрагментами кометы следы в широтном направлении, часть из них дрейфовала на юг, где затем их подхватывали противоположные ветры — возникали воронки и следы «рассасывались».

По мнению Х. Хаммел (H. Hammel; Массачусетский технологический институт, Кембридж, штат Массачусетс, США), обрабатывающей эти космические

снимки, последние зримые следы падения обломков кометы на поверхность Юпитера будут существовать еще в течение примерно года или даже двух.

Science. 1994. V. 260. № 5182.
Р. 31 (США).

Охрана окружающей среды

Космос становится чище, но не везде

Известно, что любое, даже самое малое космическое тело, двигаясь со скоростью несколько километров в секунду, может серьезно повредить любой искусственный спутник или аппарат.

Еще в 80-х годах был выработан прогноз, согласно которому через 10 лет на высоте около 500 км над поверхностью Земли накопится такое количество космического мусора техногенного происхождения, что ежегодно в любом участке пространства площадью 100 тыс. м² будет в среднем находиться по одному обломку диаметром 1 см. Расчет был сделан на основании предполагаемой частоты запуска спутников и иных искусственных тел и скорости их выбывания из космоса (на малых высотах небольшие обломки довольно быстро исчезают под воздействием трения с молекулами газов внешних слоев атмосферы).

Однако завершившееся осенью 1994 г. исследование (которое проводилось по заказу НАСА) с помощью крупного радиолокатора Массачусетского технологического института (Кембридж, США) привело к неожиданным выводам.

По сообщению возглавлявшего группу исследовате-

лей Дж. Левина (G. Levin), количество антропогенных обломков и частиц в ближнем космосе ныне вдвое уступает спрогнозированному на это время. Очевидно, обусловлено это в основном двумя факторами: большим, чем полагали, "вымывающим" свойством атмосферы и снизившимся числом запусков. Кроме того, прежде отработавшие ступени ракет-носителей с тем или иным количеством неиспользованного горючего в баках обычно превращались в своего рода космические "бомбы": после нескольких месяцев пребывания на орбите баки разрушались, горючее взрывалось, превращая весь объект в тучу мелких обломков. Например, в 1987 г. французская ракета-носитель "Ариан" взорвалась, заполнив обломками большую область воздушного пространства на высотах между 450 и 1400 км. Именно это событие привело к организации международных мер борьбы с подобной опасностью.

С тех пор вошло в практику полное опорожнение ракетных баков путем либо их продувания, либо прожигания в космосе. Это, наряду с окончанием "холодной войны", сократившим запуски военных ИСЗ в США и России, способствовало очищению околоземного пространства. Если в 1984 г. количество запусков во всем мире достигало 129, то в 1993 г. их было всего 79. Кроме того, усовершенствования в технологии привели к удлинению активной "жизни" спутников, и потребности в выведении на орбиту новых сократилась.

Однако на более значительных высотах дело обстоит не столь хорошо. По тем же радиолокационным

наблюдениям, количество космического мусора в 800—1000 км над поверхностью планеты превышает то, что предсказывалось математическими моделями НАСА на нынешнее время. Причина этого неясна.

New Scientist. 1994. V. 143. № 1941. P. 7 (Великобритания).

Биология

Почему гибнут морские котики!

На побережье Намибии водами Атлантического океана было выброшено только за первое полугодие 1994 г. более 100 тыс. трупов молодых морских котиков (*Arctocephalus pusillus*). Согласно подсчетам специалистов, погибло более половины детенышей, появившихся на свет в данном году. Ученые полагают, что это явление вызвано массовым голоданием: обычно семимесячный котик такого вида весит около 15 кг, а погибшие едва достигали 8—10 кг.

Изучающий эту проблему специалист по морским млекопитающим Ж.-П. Ру (J.-P. Roux; Управление рыболовства Намибии, Людерик) установил, что с декабря 1993 г. косяки рыбы, которыми питается котик, ушли на глубину или дальше от берегов. В подобных случаях кормящие самки котиков затрачивают на добывание пищи так много энергии, что теряют молоко, и детеныши голодают.

Г. Питчер (G. Pitcher; Управление рыболовства Южной Африки, Кейптаун) связывает это с «красным приливом» — массовым развитием планктона в водах, омывающих Намибию. Подобное явление наблюда-

ется у юго-западного побережья Африки регулярно, но на этот раз ветры, течения и температуры сложились особенно благоприятно для размножения микроскопической планктонной водоросли вида *Prorocentrum micans*, и «цветение» вод продолжалось не как обычно — несколько суток, а месяцы. Это серьезно сократило количество растворенного в воде кислорода. Вероятно, кислородное голодание и заставило рыбу отойти от берегов, что в свою очередь обрекло на недоедание и морских котиков.

Иную причину высокой смертности этих животных предположил голландский вирусолог А. Остерхаус (A. Osterhaus), который проводит анализ образцов их тканей на присутствие болезнетворного вируса, погибшего в 1988 г. более 200 тыс. тюленей в Северном море.

Вместе с тем ученые не видят причин для особых опасений за будущее всей намибийской популяции морского котика, поскольку она достаточно многочисленна — около 800 тыс. особей. Опыт показывает, что численность популяции может быстро восстанавливаться, даже при значительном ее сокращении.

New Scientist. 1994. V. 142. № 1930. P. 5 (Великобритания).

Биология

Симбиоз клещей и муравьев

Взаимоотношения панцирных клещей с муравьями разнообразны, но чаще всего просты: муравьи нападают на клещей и поедают их. В гнездах муравьев

многие клещи исполняют роль мусорщиков, перерабатывая подстилку и грибы.

Об интересной находке нового клеща-мирмекофила на западе о. Ява (Индонезия) сообщила группа японских ученых под руководством Ф. Ито (F. Ito)¹.

Клещ, относящийся к новому семейству Aribatidae, обнаружен только в гнездах жалящих муравьев рода *Mutresina*. Во всех 30 обследованных гнездах содержались яйца, личинки и взрослые особи клеща. Вне гнезд *Mutresina*, а также в гнездах других муравьев клещи не были найдены. Поразительно, что муравьи заботятся о клеще на всех стадиях его развития и даже помогают при откладке яиц! Несмотря на нормально развитые ноги, взрослые клещи не способны передвигаться самостоятельно, и муравьи перетаскивают их на себе.

При этом муравьи поедает мертвых клещей и даже нападают на живых при отсутствии другой пищи (в полевом эксперименте).

По-видимому, такое сосуществование клеща и муравья взаимовыгодно. Особенности в строении этого вида клеща столь существенны, что японские

исследователи выделили описанный ими вид в отдельное семейство, родственные связи которого не очень ясны. Похоже, что клещ арибатес действительно является облигатным мирмекофилом. Для панцирных такое явление отмечается впервые. Чтобы установить родственные связи арибатеса, необходим поиск других видов мирмекофильных клещей, а также тератологические исследования близких не-мирмекофильных форм: возможно, удастся найти «переходные» состояния признаков.

© К. Г. Михайлов,
кандидат биологических наук
Москва

Биология

Про ядовитую лягушку

Как известно, в Южной и Центральной Америке встречаются лягушки, в кожных выделениях которых содержится очень сильный яд. Стоит только потревожить это маленькое ярко раскрашенное животное, как кожные железы сразу же выделяют токсин. Сотой доли капельки его достаточно, чтобы убить лошадь. Туземцы смазывают им наконечники своих стрел, чтобы сделать их смертоносными.

Ученые до сих пор полагают, что лягушачий токсин целиком вырабатывается в организме самих земноводных. Почему же тогда лягушка, живущая в неволе, постепенно теряет свою ядовитость?

Исследователи отловили в тропических лесах Панамы головастика красящего древолаза (*Dendrobates auratus*) — ядовитой лягушки — и вырастили их в неволе.

Взрослых животных разделили на две группы: одних стали кормить безвредной плодовой мушкой, а других — членистоногими, пойманными в родном для лягушек лесу.

Через семь месяцев биохимики под руководством Дж. Дейли (J. Daly; Национальный институт здравоохранения США, Бетесда, штат Мэриленд) исследовали состав кожных выделений подопытных животных и тех, что жили на воле. Оказалось, что железы последних вырабатывают целый набор токсинов, большинство из которых относятся к алкалоидам. У животных, которых кормили плодовой мушкой, алкалоиды кожей не выделялись, зато те, что питались насекомыми из леса, обладали смертоносным оружием: из 21 вида алкалоидов, обнаруженных на их коже, 18 были такими же, как у вольных лягушек. Многие из этих алкалоидов обнаружались и в теле насекомых, часто попадающих на обед этим земноводным: прекоцинеллин содержался в организме жуков — обитателей лесного перегноя, пирролизидин — у некоторых видов муравьев, а другие алкалоиды — у ядовитых многоножек. Дейли предположил, что лягушки поедают ядовитых насекомых именно для того, чтобы обезопасить от врагов и себя.

Некоторые алкалоиды из лягушачьего набора у насекомых отсутствуют; как оказалось, они присущи только лягушкам, поэтому специалисты предполагают, что часть токсинов эти животные синтезируют сами.

Journal of Chemical Ecology. 1994. V. 20. P. 943 (США); New Scientist. 1994. V. 143. № 1933. P. 16 (Великобритания).

¹ Ito F., Takaku G. Obligate myrmecophily in an oribatid mite: novel symbiont of ants in the oriental tropics // *Naturwissenschaften*. 1994. Bd. 81. P. 180—182; Aoki J.-I., Takaku G., Ito F. Aribatidae, a new myrmecophilous oribatid mite family from Java // *Intern. J. of Acarology*. 1994. V. 30. № 1. P. 3—10; Ito F., Takaku G. Obligate myrmecophily in the oribatid mite *Aribates javensis* // *Les insectes sociaux: 12 Congr. de l'Union Intern. pour l'Etude des Insectes Sociaux* (Paris, Sorbonne, 21—27 Août 1994). Paris. 1994. P. 344.

Медицина

В помощь врачу

С 1 января 1993 г. вступил в силу «Десятый пересмотр Международной классификации болезней» — «МКБ-10». Он представляет собой упрощенный и более четко составленный вариант справочника, в котором приведены карты-схемы с информацией о методах диагностики и ведения пациентов, что облегчает работу персонала служб первичной медико-санитарной помощи.

Недавно в рамках «МКБ-10» ВОЗ выпустила также «Классификацию психических и поведенческих расстройств» в помощь практическим врачам. Один том, где представлены клиническое описание и руководство по диагностике, вышел в 1992 г., а второй — с указанием диагностических критериев для научных исследований — в 1993-м. Материалы к ним подготовил Отдел по охране психического здоровья ВОЗ.

Здоровье мира. 1994. № 2. С. 27 (Швейцария).

Медицина

Возрождение туберкулеза в Восточной Европе

После почти 40-летнего неуклонного снижения кривая смертности от туберкулеза в Восточной Европе поползла вверх. В 1993 г. в странах этого региона, включая государства, образовавшиеся после распада СССР, от туберкулеза погибло около 29 тыс. человек. Наибольший ежегодный прирост смертности отмечен в Армении, Молдове,

Туркменистане, Латвии, Кыргызстане, Литве, а также Румынии.

Особенно неблагоприятна эпидемиологическая обстановка в больших городах России. Так, в Москве в 1992—1993 гг. число случаев заболевания туберкулезом за год почти удвоилось (с 27 до 50 случаев на 100 тыс. населения). Недавние исследования, проведенные в Томске, выявили 200 больных на 100 тыс. населения — такая частота характерна только для наиболее неблагоприятных районов Азии и Африки.

Специалисты ВОЗ считают, что рост уровня заболеваемости туберкулезом в восточноевропейском регионе обусловлен тремя причинами.

Во-первых, большинство стран применяют неправильную, с точки зрения экспертов ВОЗ, стратегию борьбы с этим заболеванием. Только пять стран (Чехия, Словакия, Словения, Венгрия и Польша) используют для лечения больных рекомендуемую ВОЗ кратковременную химиотерапию. Многие страны региона тратят большую часть бюджетных средств на ревакцинацию, хотя эффективность ее весьма сомнительна.

Во-вторых, во многих странах не хватает специальных лекарственных препаратов, что связано с развалом прежней системы медицинского обеспечения при переходе к рыночной экономике. А новые инвесторы здравоохранения предпочитают финансировать крупные центры с дорогим оборудованием в ущерб затратам на традиционное лечение и профилактику.

В-третьих, с ростом продолжительности жизни увеличивается потенциальное число людей, наиболее под-

верженных заражению (возраст от 20 до 59 лет).

Сходная ситуация угрожает уже всей Европе, но здесь туберкулез — «привозной»: почти 50 % больных в некоторых западноевропейских странах приходится на иностранных граждан, чаще всего приехавших из Восточной Европы (примерно 2 млн. жителей Восточной Европы заразилось туберкулезом за последние пять лет). Практических способов проведения скрининга всех иммигрантов и иностранных туристов для выявления больных и носителей пока нет.

Каждый год в мире умирает от туберкулеза 3 млн. человек, более трети населения земного шара инфицировано туберкулезной палочкой. Наконец, число штаммов возбудителя, устойчивых к одному или нескольким лекарственным препаратам, все увеличивается, и, следовательно, лечение становится все более дорогим, а для будущих поколений, вероятно, и вовсе окажется бесполезным.

Press Release. World Health Organization. 1994. № 48 (Швейцария).

Медицина

Ультрафиолет и лазер лечат воспаление легких

Среди заболеваний органов дыхания число острых пневмоний, или воспаления легких, продолжает расти (23.7 случая на 1000 населения), причем у 30—47 % больных острая форма перерастает в хроническую. Наиболее частая причина пневмоний — острые респираторные заболевания, особенно грипп (15—43 %).

Воспалительный процесс в легочной ткани вызывает изменение иммунной реактивности организма, особенно при тяжелом течении гриппа: снижается число Т-лимфоцитов, их специфическая активность, нарушается взаимодействие разных звеньев иммунитета. В легкие мигрирует большое количество нейтрофильных лейкоцитов крови, они активируются в очагах воспаления, и в результате накапливаются свободные радикалы (в том числе активные формы кислорода). А это усиливает перекисное окисление липидов, вызывает изменение клеточных мембран и разрушение легочной ткани.

Традиционные методы лечения воспаления легких не всегда дают хороший эффект, поэтому Е. Б. Чепик с группой врачей из Научно-исследовательского института гриппа РАМН (С.-Петербург) применили еще и фототерапию, благодаря чему сроки лечения сократились в 1,5—2 раза. При фототерапии больным переливали их же собственную кровь, облученную либо ультрафиолетом (облучатель «Изольда»), либо гелий-неоновым лазером (длина волны 638 нм).

Вскоре после начала облучения у больных улучшалось общее самочувствие, уменьшалась слабость и дыхательная недостаточность. После первой же процедуры увеличивалась насыщенность крови кислородом, устранялась тканевая гипоксия и снижалась метаболический ацидоз, нормализовался кровоток в легком. Все это приводило к уменьшению лихорадочных явлений и интоксикации организма.

Специалисты установили, что под влиянием ульт-

рафиолетового и лазерного облучения в крови активируются антиоксидантные ферменты и уменьшается интенсивность перекисного окисления липидов. В результате снижается проницаемость клеточных мембран и активность клеточного распада. Один из важнейших эффектов облучения крови как лазером, так и ультрафиолетом — стимуляция иммунной системы; например, после сеанса облучения ультрафиолетом число Т-лимфоцитов увеличилось на треть. Лазерное облучение также приводило к росту количества Т-лимфоцитов в крови, усиливалась их активность, повышалась концентрация иммуноглобулинов, бактерицидная и поглотительная функции макрофагов.

Авторы полагают, что столь разнообразное действие того и другого вида облучения связано с их способностью изменять физико-химические свойства клеточной мембраны. Именно это благотворно влияет на метаболизм клеток.

Вестник Российской академии медицинских наук. 1994. № 9. С. 48—51 (Россия).

Медицина

Подтвердились наблюдения древних людей

Еще 2000 лет назад врачи заметили связь между стрессом и развитием злокачественных новообразований. Информационный бюллетень «Stress», выпускаемый Американским институтом по изучению стресса, отмечает, что исследования, которые проводились на протяжении последних 50 лет, убедительно подтвердили наблюдения

древних: стресс ускоряет развитие и рост злокачественных опухолей разной локализации. В экспериментах на животных показано, что снятие стресса замедляет рост опухолей, а у раковых больных удлинняется срок жизни. Положительные эмоции, например сильная вера, а также социальная поддержка и другие факторы, ослабляющие стресс, могут замедлить или даже остановить рост раковой опухоли.

Здоровье мира. 1994. № 2. С. 5 (Швейцария).

Медицина

Темперамент предопределяет склонность к болезням

Поведение людей агрессивных, склонных к различного рода состязаниям и конкуренции, быстро и часто раздражающихся и конфликтующих с окружающими, постоянно спешащих, обозначается типом А. У таких людей в два раза чаще, чем у спокойных, развивается ишемическая болезнь сердца, которая приводит к инфаркту, — особенно у мужчин в возрасте до 60 лет.

При обследовании 400 диспетчеров американских авиакомпаний оказалось, что по сравнению с уравновешенными лицами у людей с характером типа А проблемы со здоровьем возникали на 38 % чаще, они в 3,5 раза сильнее страдали от травматизма, их выздоровление после сердечно-сосудистых операций протекало в 2 раза медленнее.

С. Д. Дженкинс (С. D. Jenkins; Техасский университет, Галвестон, США) под-

черкивает, что психологические методы лечения и изменение поведения могут содействовать сохранению и укреплению общего состояния здоровья человека.

Здоровье мира. 1994. № 2. С. 6—7
(Швейцария).

Медицина

Пыль действует исподтишка

Существует гипотеза, что постоянное вдыхание воздуха, содержащего неорганические пылевые частицы, может приводить к развитию воспалительного процесса в нижних дыхательных путях даже при отсутствии выраженного пневмокониоза (профессиональное заболевание шахтеров, при котором разрастается соединительная ткань в межальвеолярных перегородках, за счет чего ухудшается газообмен и снижается эластичность легкого).

Австрийские исследователи во главе с К. Приором (С. Prior; Университет Инсбрука) и их коллеги из Университета Килля (Великобритания) обследовали 34 рабочих, имеющих постоянный контакт с неорганической пылью (тяжелые металлы, кремний, железо), у которых клинические признаки профессиональных легочных заболеваний не выявлялись. Кроме них были обследованы для сравнения 24 больных с хроническими легочными заболеваниями (саркоидозом и фиброзирующим альвеолитом), 9 — с острой дыхательной недостаточностью и 31 здоровый человек. У всех обследуемых оценивали содержание в альвеолярных макрофагах интерлейкина-1 (вещества из группы цитокинов, участвующего в воспалительных и

иммунных реакциях).

Оказалось, что у рабочих пыльных производств легочные альвеолярные макрофаги, которые активно поглощают любую пыль, вырабатывают гораздо больше интерлейкина-1, чем макрофаги здоровых людей и больных острыми и хроническими заболеваниями легких (влияние курения на содержание этого цитокина в клетках не обнаружено). Примечательно, что повышался не только уровень интерлейкина-1, но и увеличивалось число легочных альвеолярных лимфоцитов (основных клеток в иммунном ответе).

Авторы считают, что профессиональный контакт с неорганической пылью запускает многоступенчатый процесс воспалительных реакций, которые начинаются на уровне клеточных взаимодействий и не сразу проявляются клинически.

The European Respiratory Journal.
1994. V. 7. Suppl. 18. P. 426S.

Охрана природы

Осторожней с Антарктидой!

Может показаться странным, но факт, что наибольший прирост международного туризма сегодня приходится на Антарктиду. Все больше отдыхающих отказываются от солнечных пляжей и теплого моря и направляются к водам, усеянным айсбергами, и к скалистым ледяным берегам. За один только 1993 г. число американских туристов, побывавших в Антарктике, возросло на треть: 64 рейса судов доставили сюда 8460 человек, тогда как в

1992 г. было 59 рейсов, а посетителей — 6400.

Пока еще шестой континент такую нагрузку выдерживает — главным образом потому, что существуют строгие ограничения для туристов. Например, запрещается подходить к пингвинам ближе чем на пять метров; строго ограничена и скорость передвижения наземного транспорта (обычно это снегоходы). Национальный научный фонд США, под чьим руководством ведутся полярные исследования, прикрепляет к каждой туристской группе своего наблюдателя, и за последнее время серьезных нарушений правил почти не было. Однако успокаиваться никак нельзя, считают представители Фонда защиты природной среды. По их мнению, требования Договора о сохранении антарктической природы от 1978 г. недостаточны, поскольку они запрещают лишь "изымать" представителей фауны и флоры. Кроме того, власть наблюдателя туристической группы распространяется лишь на граждан США, а ведь с рейсом может прибыть и подданный иной страны. Возможно, выход в том, чтобы создать специальный пост уполномоченного по контролю за соблюдением этого договора, он же будет обладать и полицейскими правами.

В конце 1993 г. Национальный научный фонд США приступил к изучению последствий пребывания туристов на о. Торгерсен, вблизи американской южнополярной станции Палмер на Антарктическом п-ове. Здесь находится очень крупное гнездовье пингинов. Специалисты в течение ряда лет намерены вести подсчет гнездящихся пар этих птиц, определить уровень

смертности среди птенцов, скорость их роста и т. п.

Так как до сих пор ученые располагают весьма ограниченными сведениями о южнополярной экологической системе, окончательные выводы о влиянии на нее человека можно будет сделать лишь через десятилетие или даже за больший срок.

New Scientist. 1993. V. 139. № 1882. P. 7 (Великобритания).

Экология. Метеорология

Смог окутал Юго-Восточную Азию

В сентябре — октябре 1994 г. гигантское облако дыма от лесных пожаров на о-вах Калимантан (Борнео) и Суматра покрыло тысячи километров Юго-Восточной Азии. Дым охватил не только почти всю территорию Индонезии, но и Малайзию, Сингапур и Бруней.

Прекращение пожаров можно было ожидать только с приходом сезона дождей, но до него оставался еще целый месяц. Тем временем у берегов Сингапура из-за плохой видимости столкнулись два судна; в Куала-Лумпуре (Малайзия) Солнце стало полностью неразличимым; власти определили состояние воздушного пространства как «опасное для здоровья». Министр лесного хозяйства Индонезии Б. Д. Сурьехадikusумо (B. D. Suryahadikusumo) сообщил, что огнем объято до 45 тыс. га, из которых 8 тыс. — естественные леса, а остальное — сельскохозяйственные плантации.

Причина бедствия состоит не только в том, что

сухой сезон в 1994 г. оказался необычно длительным, но и в том, что индонезийские крестьяне ради расширения посадок масличных пальм сжигают остатки вырубленного ими леса. А между тем плантации сильнее подвержены огню, поскольку от естественного леса отличаются меньшей увлажненностью.

В дальнейшем разрешение на порубку будет выдаваться лишь тем крестьянам, которые владеют техникой переработки лесных отходов в коммерческую щепу.

New Scientist. 1994. V. 144. № 1947. P. 10 (Великобритания).

Экология

Бобры влияют на состав атмосферы!

Среди причин, приведших к повышению концентрации в атмосфере газов, обладающих парниковым эффектом, до сих пор деятельность бобров не числилась. Представления меняются в связи с публикацией работы сотрудников Корнеллского университета (Итака, штат Нью-Йорк, США), возглавляемых Дж. Явиттом (J. Yavitt).

Эти ученые установили, что разлив рек и образование водоемов при строительстве бобровых плотин способствует подболачиванию прилегающих земель. «Бобровые пруды» постепенно заполняются осадками, и разложение захороненной в них растительности приводит к выделению в воздушное пространство главных парниковых газов — метана и диоксида углерода, причем в значительно

больших количествах, чем можно было предполагать.

Измерения, выполненные Явиттом совместно с его коллегой Т. Фэйем (T. Fahey), показали, что при равной площади поверхности бобровый пруд и окаймляющее его болото выделяют в 10 раз больше метана, чем обычная болотистая местность.

Считается, что переувлажненные территории отвечают за 20—40 % всего метана, присутствующего в земной атмосфере; это количество делится примерно поровну между естественными болотами и создаваемыми человеком рисовыми чеками. Северные леса, где обитают бобры, составляют от 7 до 10 % всей земной суши. В сельской местности штата Нью-Йорк, где проводились наблюдения, бобровые пруды покрывают около 3 % всей площади. (Заметим, что такие пруды гораздо более характерны для Канады.)

Хотя эффект эмиссии CO_2 , связанный с деятельностью бобров, тоже существует, выражен он несколько менее отчетливо.

Эти выводы могут привести к переоценке создаваемых климатологами моделей динамики физических параметров атмосферы.

Geophysical Research Letters. 1994. V. 21. P. 955 (США); New Scientist. 1994. V. 142. № 1931. P. 17 (Великобритания).

Океанология

«Суперпарниковый эффект» над тропическими водами

В 1993 г. во время проведения исследований по

программе CEPEX (Central Equatorial Pacific Experiment — Эксперимент в центральной части экваториальной области Тихого океана) были получены первые прямые доказательства того, что водяной пар над теплыми тропическими водами океана активно способствует формированию «суперпарникового эффекта».

В таком случае встает вопрос о механизме природного термостата, который сдерживает потепление климата. Участники программы CEPEX нашли, что в более холодных водах с 1 м^2 поверхности океана излучается в верхнюю атмосферу в условиях безоблачного неба около $80\text{—}90 \text{ Вт}$ тепловой энергии. Однако в тропических водах из-за высоких концентраций водяного пара (парникового газа) эти величины снижаются до $30\text{—}50 \text{ Вт с } 1 \text{ м}^2$. В результате теплосодержание поверхностных вод растет, несмотря на то, что их температура редко превышает 29.5°C .

Главный специалист программы CEPEX В. Раманатан (V. Ramanathan) объясняет существование такого предела температуры вод тем, что по мере их нагревания над океаном образуются перистые облака с высокой отражательной способностью, которые и экранируют поток солнечной радиации.

Д. Любин (D. Lubin; Калифорнийские центры по исследованию облачности, химии и климата) склонен полагать, что полученные данные подкрепляют идею о существовании в природе механизма саморегуляции климата.

Environmental Science and Technology. 1994. V. 28. N 9. P. 407A (США).

Океанология

«Черных курильщиков» в действительности намного больше

В октябре 1994 г. в Оксфорде (Великобритания) состоялась конференция, посвященная результатам проекта BRIDGE (British Mid-Atlantic Ridge — британские исследования Срединно-Атлантического хребта).

К. Джерман (C. German; Институт океанографических наук, Уормли, графство Суррей, Англия), излагая итоги проходившей под его руководством экспедиции, сообщил, что в полосе между 36 и 38° с. ш., на отрезке Срединно-Атлантического хребта длиной всего 240 км , обнаружено семь ранее неизвестных «черных курильщиков». Как оказалось, эти гидротермальные расселины распределены здесь в среднем примерно через каждые 30 км , что в 10 раз чаще ранее делавшихся предположений. В итоге, всего за три недели число прежде зафиксированных «черных курильщиков» удвоилось. Один из них, получивший наименование Рейнбоу (радуга), является крупнейшим в Атлантике и одним из самых больших в мире. Докладчик предположил, что общее количество «черных курильщиков» на дне Мирового океана может в 10 раз превосходить уже известное их число.

Успех экспедиции Джермана в значительной мере был связан с использованием нового прибора «BRIDGET»: снабженный химическими анализаторами и непрерывно буксируемый за судном, он постоянно определяет состав воды и немедленно обнаруживает присутствие в ней сульфидов

и металлов, характерных для выбросов «черных курильщиков». Глубина океана в районе исследований около 3 тыс. м ; температура гидротермальных растворов близка к 350°C ; интенсивность, с которой через эти расселины в дне поступают в воду соединения кадмия, свинца и других токсичных веществ, свидетельствует о намного большем их количестве по сравнению с тем, какое попадает в океан в результате деятельности человека. Это открытие говорит о том, что масса естественных загрязнителей подобного рода ранее существенно недооценивалась.

Еще один важный аспект нового открытия имеет для геофизики; оно помогает судить о процессе общего остывания Земли: гидротермальные расселины считаются основным каналом, по которому глубинные недра, вплоть до ядра планеты, отдают на поверхность свою тепловую энергию.

Биологам же открытие действительного распространения по дну океана «черных курильщиков» позволяет решить прежнюю загадку: как смогла оказаться столь сходной между собой фауна вокруг столь далеких друг от друга гидротермальных источников? На глубинах около 3 тыс. м морское дно населено обычно весьма негусто, поэтому «черные курильщики» представлялись своего рода оазисами в пустыне. Если, как полагали прежде, «курильщики» рассеяны на расстояниях в сотни километров, то неясно, каким образом одинаковым видам удалось заселить эти «оазисы». Если же дистанции не превышают $30\text{—}50 \text{ км}$, то они просто могли «дрейфовать» с течениями от одно-

го «черного курильщика» к другому.

Поиски все еще неизвестных науке гидротермальных источников на дне всех океанов теперь будут интенсифицированы.

New Scientist. 1994. V. 144. №1948. P. 20 (Великобритания)

Сейсмология

К чему привело бы мощное землетрясение?

Группа специалистов во главе с Х. Шахом (H. Shah; факультет гражданского строительства Станфордского университета, штат Калифорния, США) составила новую компьютерную программу, имеющую целью вычислить количество вероятных жертв и объем разрушений в случае наиболее сильного подземного толчка, возможного в таких сейсмоопасных и одновременно плотно заселенных районах, как Токио, Сан-Франциско и Лос-Анджелес. В работе были использованы крупные базы сейсмологических и иных данных, включая информацию о наличии поблизости разлома земной коры, о состоянии почвы, влияющей на распространение сейсмических волн, о времени возведения и соответствии правилам сейсмостойкого строительства большинства частных и служебных зданий и т. д. В качестве модели для района Сан-Франциско принималось землетрясение 1906 г. (магнитуда $M=8.3$ по шкале Рихтера), практически уничтожившее город; для Токио — катастрофическое землетрясение Канто ($M=7.9$), приведшее в 1923 г. к гибели 140 тыс. чел.; для Лос-Анджелеса — резкая активизация соседнего с

ним Ньюпорт-Инглвудского разлома земной коры, сопровождавшаяся толчком магнитудой 7.

На базе этого исследования составлен прогноз, согласно которому в самом Сан-Франциско при подобных обстоятельствах может погибнуть от 2 до 6 тыс. чел., в Лос-Анджелесе — от 2 до 5 тыс., а в японской столице — от 40 до 60 тыс.

Все это во много раз меньше, чем называли специалисты до сих пор. Например, согласно прогнозу, опубликованному в 1981 г. Геологической службой совместно с Федеральным управлением по чрезвычайным обстоятельствам США, количество жертв в Калифорнии при подобных событиях вдвое превышает эти числа. Зато размеры экономического ущерба при таких катастрофах выглядят в соответствии с новым прогнозом значительно менее оптимистично. Так, в Сан-Франциско и его пригородах ущерб может составить от 115 до 135 млрд. долл., в Лос-Анджелесе — от 125 до 145, а в Токио — от 800 млрд. до 1.2 трлн. долл. Подобные события (в особенности в Японии) могут существенно подорвать экономику страны и даже заметно сказаться на мировом хозяйстве.

Изменения в прогнозах Х. Шах объясняет тем, что «компьютерная революция» сделала возможной обработку гигантских массивов данных, включая, например, характеристику чуть ли не каждого здания в Калифорнии (в связи с этим широко применявшиеся ранее методы приблизительной экстраполяции стали просто ненужными). Улучшилась методика сейсмостойкого строительства; расширились представления о степени

опасности конкретных разломов земной коры и состоянии почвы, на которой возведены сооружения. Немалую полезную информацию предоставило изучение землетрясений Лома-Приета (1989 г.) в северной Калифорнии и в Нортридже (начало 1994 г.) вблизи Лос-Анджелеса.

Выводы, сделанные сотрудниками Станфордского университета, вызвали большой интерес как сейсмологов, так и ряда страховых компаний США и Японии.

New Scientist. 1994. V. 143. № 1940. P. 4 (Великобритания).

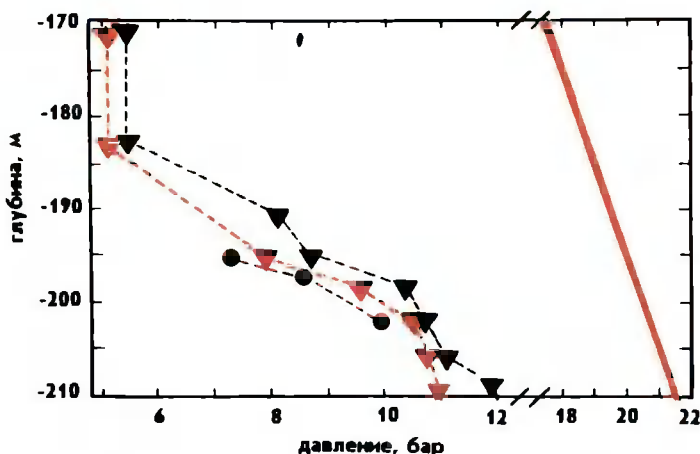
Вулканология

Озера Монун и Ниос снова угрожают

Эти два из многочисленных на территории Камеруна озер вулканического происхождения прослыли как озера-убийцы: в 1984 г. в облаке удушьящего газа, вырвавшегося из глубин Монун, задохнулись 37 чел.; в 1986 г. аналогичная катастрофа, но гораздо большего масштаба, произошла на оз. Ниос — в окрестных поселках погибли 1746 чел., весь домашний скот, птица и даже насекомые¹.

Изучавшие обстановку на этих озерах Дж. Клинг, У. Эванс, М. Таттл и Г. Тейнилик (G. W. Kling, W. C. Evans, M. L. Tuff, G. Tanyileke; Мичиганский университет, Анн-Арбор,

¹ Подробнее об этих событиях см.: Озеро-убийца в Камеруне // Природа. 1986. № 10. С. 119; Трагедия в Камеруне // Природа. 1987. № 4. С. 115—117; Озеро-убийца в Камеруне: расследование завершается // Природа. 1993. № 6. С. 116—117.



Давление газов (в основном CO_2), измеренное в оз. Ниос в декабре 1989 г. (черные кружки), в сентябре 1990 г. (цветные треугольники) и в марте 1992 г. (черные треугольники). Прямая линия показывает зависимость давления насыщенного газа от глубины.

США) сообщают о возобновлении подобной угрозы.

Установлено, что очень быстрым темпом идет накопление в водах озер CO_2 , бурно выделяющегося сквозь трещины на их дне. Измерения показывают: если скорость этого процесса сохранится на нынешнем уровне, донные воды в оз. Ниос окажутся насыщенными CO_2 менее чем за 20 лет, а в оз. Монун — менее чем за 10 лет.

Насыщение идет столь интенсивно потому, что водная толща в обоих озерах четко стратифицирована и до некоего момента — внешнего толчка — CO_2 остается в нижележащих слоях. Спусковым крючком для катастрофы может быть землетрясение, оползень или сильные дожди и ветер, которые способны нарушить границу между

слоями, — и тогда глубинные воды, поднявшись к поверхности, позволят растворенному в них CO_2 стремительно выделяться в виде пузырей — подобно тому, как это происходит в стакане газированной воды.

В обоих случаях — и в 1984-м, и в 1986 г. — катастрофы случались в августе, т. е. в наиболее холодное и дождливое для данных мест время. Кроме того, 80-е годы вообще были в Камеруне периодом наибольшей влажности и рекордно низких температур за все время метеорологических наблюдений; в результате поверхность водоемов охладилась, что и нарушило стратификацию.

В 1992 г. группа специалистов провела на оз. Монун эксперимент, в ходе которого на поверхность по трубе выкачивался «излишек» CO_2 . Было подсчитано, что тремя трубами диаметром по 14 см каждая можно откачать избыток CO_2 из водоема за три года.

На оз. Ниос ситуация более сложная: оно много глубже, содержит большее количество CO_2 и замыкается непрочной естественной плотиной, готовой рухнуть при первом же случае

(если это произойдет, верхний слой воды толщиной 40 м обрушится в долину, где проживает 10 тыс. чел.).

Техническая возможность избежать этого существует — надо откачивать глубинные воды, понижая уровень озера ниже плотины, однако средств на это ни власти Камеруна, ни кто-либо иной не предоставляет.

Nature. 1994. V. 368. № 6470. P. 405 (Великобритания).

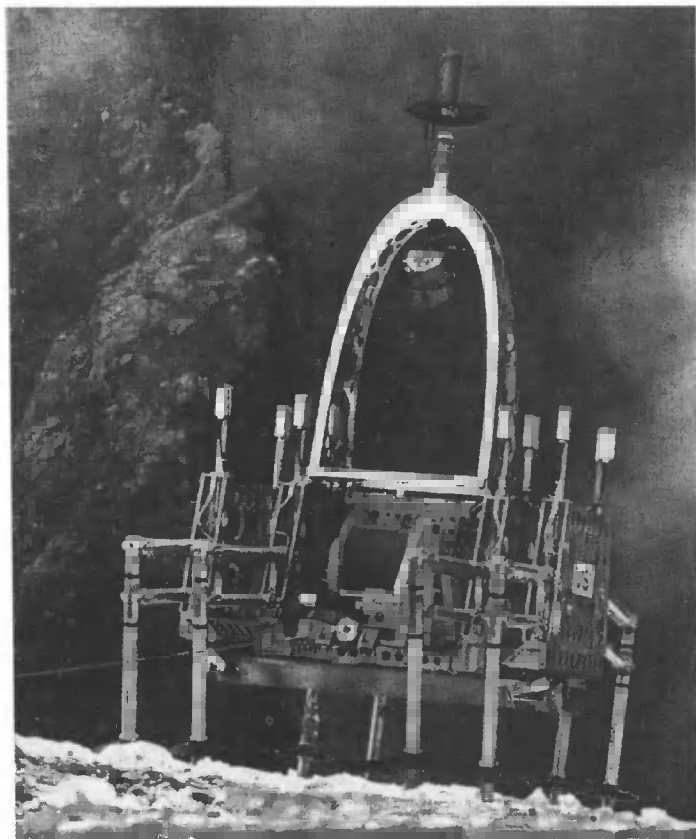
Вулканология

«Данте» не зря погрузился в бездну

В августе 1994 г. завершились испытания в действующем вулкане Спурр на Аляске американского автоматического вулканорода «Данте-2». Этот аппарат представляет собой усовершенствованную модель прежнего «Данте», потерпевшего неудачу в 1992 г. при первой же попытке спустить его в кратер вулкана Эребус в Антарктиде¹: он достиг всего 7-метровой глубины, когда соединявший его с командным пунктом кабель перекрутился, связь прервалась, и робот, практически не приступивший к работе, с большим трудом извлекли наружу.

На этот раз дела обстояли значительно лучше: «Данте-2» — восьминогий робот длиной и высотой по 3 м — провел в кратере вулкана Спурр 8 сут., достигнув глубины 220 м.

¹ Подробнее см.: Робот в жерле вулкана // Природа. 1993. № 4. С. 114; «Данте» потерпел неудачу // Природа. 1993. № 7. С. 119; «Данте» спасен из «ада» // Природа. 1995. № 1. С. 120.



Вид «Данте-2» до его падения в кратере.

Часть этого времени он действовал совершенно автономно, оценивая обстановку и выбирая, куда ступить следующей ногой. В остальное время его поведение определяли специалисты, находившиеся на командном пункте в Анкоридже (штат Аляска), в 130 км от вулкана Спурр, и в Исследовательском центре им. Эймса НАСА, расположенном за тысячи километров — в Маунтин-Вью (штат Калифорния). Энергопитание машина получала по кабелю от генератора, установленного на кромке кратера, там же размещалась пара-

болическая антенна космической связи.

Сначала робот опускался по заснеженным склонам крутизной 20—30°, затем вышел на обнаженные каменные породы, неподвижный грязевой язык и, наконец, в район крупных валунов, где ему пришлось преодолевать камни, превосходившие его по размерам.

Последнее мощное извержение Спурра произошло в 1992 г., меньшие по интенсивности отмечались в 1993 г. Но главную угрозу для «Данте-2» представляли не извержения, а падавшие со склонов камни. Когда аппарат приблизился ко дну кратера, его видеокамеры передали изображение казавшихся вниз валунов размером с холодильник. Один

булыжник диаметром около 30 см подшиб ногу робота, однако других существенных повреждений не было.

Приборы, установленные на борту вулканодохода, захватывали и тут же анализировали состав газов, вырывающихся из фумарол (что весьма важно для вулканологов, ибо со временем он может меняться). Отсутствие среди газов сероводорода и диоксида серы говорит о том, что в магматической камере под вулканом еще не скопилась готовая к извержению магма. Подобная информация существенна для вулканологического прогноза на ближайшее время.

На девятые сутки работы была дана команда вернуться. Пройдя около трети обратного пути и пересекая 35-градусный склон, «Данте-2» «поскользнулся», упал на бок и оказался не в состоянии самостоятельно подняться на ноги. Машину пришлось извлекать с помощью вертолета. Однако к этому времени она уже полностью оправдала все усилия инженеров и ученых, участвовавших в эксперименте.

Science. 1994. V. 265. № 5173. P. 731; Science News. 1994. V. 146. № 7. P. 101 (США).

Метеорология

Сеть автоматических метеостанций в Антарктиде

Несмотря на то, что Антарктида оказывает мощное воздействие на состояние погоды всей планеты, климат этого ледяного континента все еще остается слабо изученным. Особый недостаток метеорологи испытывают в информации по ее внутриматериковым

областям. Дело в том, что почти все постоянные научные станции, которые собирают и передают метеоданные, находятся (за исключением станции Амундсен-Скотт, расположенной на Южном полюсе) в районах, укрытых от сильнейших антарктических ветров, в том числе от стоковых, когда с ледникового купола материка воздух стекает к побережью со скоростью 65—90 м/с.

С 1980 г. сотрудники Висконсинского университета США Ч. Стирнс и Г. Уэйднер (Ch. Stearns, G. Weidner) приступили к установке во внутренних областях материка 50 автоматических метеостанций (АМС), работающих на солнечных батареях. Сеть этих АМС размещается в местах с наиболее сильным ветровым режимом. Сюда относятся Земля Адели, ледники Ривса, Бирдмора и др.

Накопленная автоматическими метеостанциями информация распространяется среди потребителей по новой сети связи Интернет (Internet). Метеоданные с АМС, установленных на шельфовом леднике Росса, используются для оперативного прогноза погоды на авиатрассе Антарктида — Новая Зеландия.

Antarctic Journal of the United States. 1994. V. XXIX. № 1. P. 19 (США).

Метеорология

Жестокая засуха в Австралии

Начавшееся в 1991 г. очередное катастрофическое смещение зоны пассатов и течений в центральной части Тихого океана — явление Эль-Ниньо — на

этот раз происходит намного продолжительнее, чем обычно. Как всегда, оно вызывает обильные осадки в засушливых областях Северной и Южной Америки (от Калифорнии до Перу) и интенсивную засуху — во влажных и умеренных регионах западной части Тихого океана. Метеорологи Австралии и США не пришли к единому мнению относительно того, что же наблюдается в действительности: «вырождение» еще «старого» Эль-Ниньо или же приход ему на смену сразу без перерыва нового.

В соответствии с прогнозом Метеослужбы Австралии, опубликованным в сентябре 1994 г., около 70 % территории страны должны испытывать недостаток влаги по сравнению с многолетней нормой. Прогноз подтвердился, и это означало, что с наступлением 1995 г. все основные сельскохозяйственные районы Австралии будут охвачены тяжелой засухой. По мнению Н. Николса (N. Nicholls), возглавляющего Климатологический отдел этой службы, осадки не вернутся к норме по крайней мере до марта 1995 г. (т. е. до того времени, когда обычно засухи уже заканчиваются), но, вероятнее всего, это случится еще позже.

Согласно оценке специалистов-аграриев, урожай пшеницы в Австралии, в среднем составляющий 15.5 млн. т, на сей раз не превысит 9 млн. т. В сентябре 1994 г. развернулась массовая эвакуация скота из охваченного засухой штата Квинсленд в штат Виктория, но и там почвы увлажнены слабо, поскольку минувшей зимой осадки были ниже средней многолетней нормы. В наибольшей мере от этого постра-

дали штаты Новый Южный Уэльс и Квинсленд: в первом более 80 % территории объявлено зоной засухи, во втором — около 40 %. В ряде водохранилищ запас влаги составляет здесь лишь 10 % нормы.

Климатолог Г. Майорс (G. Meyers; Отдел океанографии Управления по науке и технике Австралии) указывает, что интенсивность Эль-Ниньо будет зависеть от того, насколько высокой окажется температура вод в центральной акватории Тихого океана. В сентябре 1994 г. они были теплее нормы примерно на 0.5—1.0 °С. Специалисты из Национального управления по изучению океана и атмосферы США полагают, однако, что в скором будущем температура вод должна начать снижаться.

New Scientist. 1994. V. 143. № 1943. P. 9 (Великобритания).

Палеонтология

«Заповедник» ископаемых следов

Раскопки на юго-западе США, в горах штата Нью-Мексико, проведенные в 1994 г. группой сотрудников Музея естественной истории этого штата и Денверского университета (штат Колорадо) под руководством палеонтолога С. Льюкаса (S. Lucas), завершили интересный и важный откритием.

На берегах давно исчезнувшего горного озера было обнаружено огромное скопление окаменелых следов самых различных видов ископаемых животных — пресмыкающихся, земноводных и даже насекомых. Возраст находки — 285



След лапы одного из ископаемых ящеров с места находки.

млн. лет. Следы довольно плотно рассеяны на площади более 15 км², что делает этот палеонтологический «заповедник» крупнейшим среди известных во всем мире.

Палеонтологи еще не завершили изучение всего разнообразия следов, определив лишь их принадлежность 23 животным. В их числе — диметродон, пресмыкающееся длиной 3—4 м, жившее в конце каменноугольного — начале пермского периода.

Важность находки состоит еще и в том, что многие следы, очевидно, могут поведать о том, как взаимодействовали между собой эти давно исчезнувшие виды. Например, в одном месте следы ископаемого насекомого внезапно исчезают в точке их пересечения со следами некоего

пресмыкающегося. Так же внезапно пропадают следы мелких земноводных на месте встречи со следами более крупных. Палеонтолог П. Резер (P. Reser), занимающийся расчисткой этих свидетельств далекого прошлого, назвал пункты, где зафиксированы подобные исчезновения, «закусочными» древних ящеров.

New Scientist. 1994. V. 142.
№ 1929. P. 12 (Великобритания).

Археология

Рыболовство в пустыне

Археологи находили немало свидетельств того, что рыбной ловлей на берегах Нила, в его верхнем и среднем течении, и на побережьях Восточно-Африканских озер люди занимались еще в каменном веке. А возможно ли было рыболовство значительно южнее?

В 1991—1994 гг. американские археологи во главе с Л. Х. Роббинсом (L. H. Robbins; Университет штата Мичиган, Ист-Лансинг) проводили раскопки более чем на 2 тыс. км южнее места своих прежних находок — в пустыне Калахари (ЮАР), а также на территории Ботсваны, в урочище скального укрытия Уайт-Пейнтинг. В этом урочище было обнаружено 15 рыбных костей, заостренных с концов рукою человека. По-видимому, эти предметы использовались как накопители копий, дротиков и т. п. Характер обработки костей сходен с обработкой орудий, которые археологи ранее встречали в районе Восточно-Африканских озер. Радиоуглеродный анализ древесных углей и костей животных с места раскопок на территории Ботсваны показал, что большая часть ископаемых остатков рыб имеет возраст от 4 до 5 тыс. лет, а некоторые — даже около 20 тыс. В тех же слоях почвы, рядом с этими орудиями труда, находилось множество необработанных костей, главным образом окуня.

Аналогичные находки в пустыне Калахари сосредоточены вокруг большого давно исчезнувшего озера. Оно существовало примерно 25 тыс. лет назад и, вероятно, было «сезонным», возникая в особо дождливые периоды и затем пересыхая. Осадочные породы, явно озерного происхождения, содержат остатки пресноводных моллюсков и водорослей. Судя по радиоуглеродному датированию, влажные условия возникали здесь на какое-то время неоднократно: около 22 тыс. и 11 тыс. лет назад, в последний раз — примерно 7500 лет назад. Но некоторые костные ос-

татки рыб имеют возраст по меньшей мере 40 тыс. лет. Можно предполагать, что постоянно в этом районе люди не проживали, а

лишь приходили в периоды массового хода рыбы на нерест.

Таким образом, взаимодействие археологии с

палеометеорологией становится все более плодотворным.

Journal of Field Archeology. Summer, 1994; Science News. 1994. V. 146. № 5. P. 77 (США).

КОРОТКО

Ученые США и России разработали специально для развивающихся стран и даже отдельных населенных пунктов ядерный реактор типа MARR-1 (Американо-русский мини-реактор — Mini American-Russian Reactor). Его электрическая мощность — 60 МВт. Дешевый и безопасный проект разработан калифорнийской проектно-конструкторской фирмой Advanced Physics совместно с пятью российскими центрами атомной и космической промышленности. Изготовить реактор предполагается в России, так как это обойдется примерно вдвое дешевле, чем на Западе.

Проект основан на технологии высокотемпературного газоохлаждаемого реактора; в качестве теплоносителя предусматривается использовать гелий, который не становится радиоактивным. Важно также и то, что из этого топлива практически невозможно извлечь

делящиеся материалы для повторного использования в военных целях.

Бюллетень центра общественной информации по атомной энергии.

1994. № 5—6. С. 73 (Россия).

Чувство тревоги и состояние депрессии угнетает размножение лимфоцитов (основных клеток иммунной защиты организма) и снижает активность клеток-киллеров. Предполагается даже, что чем выше степень испытываемой человеком тревоги, тем меньше защитных антител вырабатывается в организме в ответ на чужеродный белковый материал. При стрессе активируются определенные звенья эндокринной и нервной системы, при этом в крови повышается уровень ряда гормонов (кортизона, катехоламинов), что в свою очередь ведет к снижению в крови общего числа лей-

коцитов и активности лимфоцитов (в частности, клеток-киллеров). Другие гормоны, такие как гормон роста, пролактин и эндогенные опиаты (β -эндорфин и энкефалин, вырабатываемые в структурах головного мозга и обладающие морфиноподобным действием), воздействуют непосредственно на рецепторы лимфоцитов, изменяя их функции.

Здоровье мира. 1994. № 2. С. 4—5 (Швейцария).

Чтобы определить, в какой мере возникновение бронхиальной астмы обусловлено генетическими факторами, финские медики из Хельсинкского университета провели обследование 1100 семей, имеющих близнецов в возрасте 16 лет,

среди которых 32 % пар были однойцевыми, а 68 % — двумяцевыми. В числе больных бронхиальной астмой оказались 3,3 % пар близнецов, 3,4 % — их матерей, 3,6 % — отцов. Оба близнеца больны в 27 % однойцевых и в 9 % двумяцевых пар. 13 % пар больных детей имели больных родителей. Корреляционный анализ показал, что заболевает только 30—50 % людей с генетической предрасположенностью к бронхиальной астме.

The European Respiratory Journal. 1994. V. 7. Suppl. 18. P. 275S.

Атомщики считают весьма проблематичным удержание на безопасном уровне реактора БН-350 Мангистауского энергокомбината. Хотя это единственная в Казахстане АЭС, здесь практически полностью свернуты ремонтные и профилактические работы. Авария на одном из блоков лишь по счастливой случайности не закончилась трагедией. По мнению республиканской прессы, причина такой ситуации — сокращение поставок из России

ядерного топлива, химических реагентов и запасных частей из-за растущих долгов Казахстана России.

Бюллетень центра общественной информации по атомной энергии. 1994. № 5—6. С. 74 (Россия).

Уже давно в подпочвенных отложениях ряда северных островов Северной Атлантики найдены убедительные свидетельства того, что последнее оледенение наступило 11 тыс. лет назад. Вместе с тем почти не рассматривался вопрос, было ли оно региональным или носило глобальный характер? Для его выяснения проведена датировка моренных отложений прибрежных пляжей архипелага Земля Франца-Иосифа и Южных Альп Новой Зеландии. Ее результаты показали, что оледенение началось 11050 лет назад. Это говорит о синхронном характере последнего похолодания на всей планете.

Science et vie. 1995. № 928. P. 15. (Франция).

Как сообщает в своем статистическом ежегоднике Институт всемирных наблю-

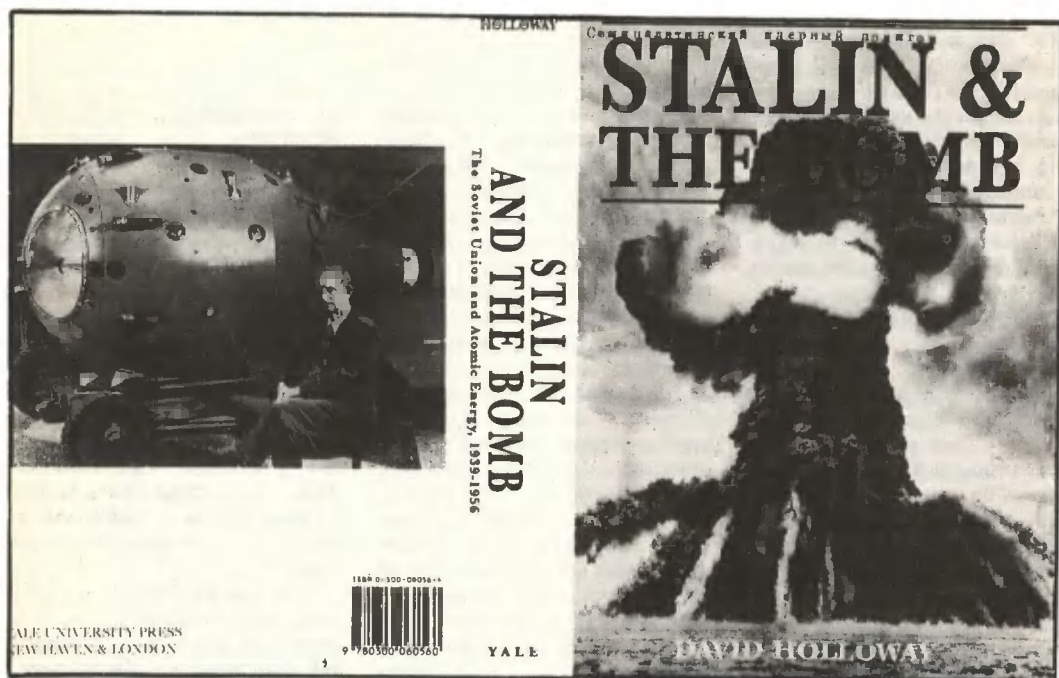
дений (Worldwatch Institute, США), Латвия и Эстония с начала 90-х годов стали лидировать по смертности в автокатастрофах на душу населения: в этих странах, а также в Португалии на 100 тыс. населения приходится более 30 смертей в год. Это в полтора раза выше, чем в следующей за ними группе стран — Саудовской Аравии, Польше, США.

Vital Signs. 1994. P. 132 (США).

Крупнейший в мире заповедник намечено открыть совместными усилиями Малайзии и Индонезии в 1995 г. в Сараваке на о. Калимантан. На территории площадью 1 млн. га будет организован научный центр и несколько полевых стационаров для мониторинга биоразнообразия и сохранения растительных и животных видов, многие из которых находятся под угрозой исчезновения.

Geographical Magazine. 1995 г. V. LXVII. № 2. P. 7 (Великобритания).

ЯДЕРНАЯ ЭПОПЕЯ ВО ВРЕМЯ И ПОСЛЕ ВТОРОЙ МИРОВОЙ ВОЙНЫ



David Holloway. STALIN AND THE BOMB: THE SOVIET UNION AND ATOMIC ENERGY, 1939—1956. Yale University Press, 1994. 464 p.

Дэвид Холлоуэй. СТАЛИН И БОМБА: СОВЕТСКИЙ СОЮЗ И АТОМНАЯ ЭНЕРГИЯ, 1939—1956. Изд-во Йельского университета, 1994. 464 с.

Быть может, самое удивительное в этой книге — ее необычайная своевременность. Она вышла в свет, когда вокруг атомной истории вновь запылали «шпионские страсти», которые разожгли небезызвестные сенсационные «разоблачения» экс-супершпиона П. Судоплатова.

И вот, в противовес этому скандально низкопробному бестселлеру, появляется книга Дэвида Холлоуэя «Сталин и бомба». Тем, кто хорошо знает автора, известно, что он безо всякого удовольствия принял предложенное издательством название. Ведь главный герой книги — отнюдь не Сталин, а история советской науки.

Даже далекая от наших перипетий американская аудитория оценила книгу — уважаемая «Нью-Йорк Таймс» назвала ее в числе десяти лучших за 1994 год. Столь высокий рейтинг подтверждают публикуемые ниже отклики выдающихся физиков, своими руками делавших ядерную историю, — Юлия Борисовича Харитона, Ханса Бете (США) и Рудольфа Пайерлса (Великобритания).

Познакомившись с Дэвидом Холлоуэем в Ленинграде в 1989 г., я имел удовольствие удивиться тому, что политолог по образованию, он смог стать по-настоящему компетентным историком науки, а еще более — тому, что американский профессор ирландского происхождения много преуспел, чтобы умом понять замысловатые аршины России.

© Г. Е. Горелик,
кандидат физико-математических наук
Бостон

За атомным занавесом

Х. А. Бете

В 1945-м нам казалось, что русским для создания атомной бомбы понадобится примерно пять лет. Испытание советской бомбы произошло как раз в августе 1949 г., но мы не знали, как им это удалось.

Дэвид Холлоуэй узнал. Он совершил много поездок в Россию, прочел доступные теперь отчеты о проекте, которые были составлены во время и после второй мировой войны, говорил со многими русскими учеными. Он создал монументальный труд, содержащий более двух тысяч ссылок и примечаний. Книга представляет собой увлекательное чтение, она на многие годы останется образцом для работ по данной тематике. Особенно интригующим обстоятельством служит то, что она проясняет большое число вопросов, на которые ранее ответов не было. Многие, например, хотели знать, можно ли было избежать гонки ядерных вооружений, если бы Америка или Великобритания, или обе страны вместе стали действовать соответствующим образом. Однако, принимая в расчет образ мыслей Сталина, Холлоуэй показывает, что избежать этого было невозможно.

В 1930-х годах центром физических исследований в России был Институт А. Ф.

Иоффе в Ленинграде. Игорь Курчатов, который позже возглавит советскую бомбовую программу, в начале 30-х годов занимался в этом институте ядерной физикой. В 1934 г. под впечатлением нейтронных исследований Энрико Ферми он стал работать в области нейтронной физики. Открытие ядерного деления в 1938 г. вызвало большое возбуждение среди русских ученых: Георгий Флеров, один из сотрудников Курчатова, был первым, кто наблюдал спонтанное деление урана, в это же время Юлий Харитон и Яков Зельдович развили теорию цепных реакций. Однако главная проблема для русских исследователей заключалась в том, что количество доступного им урана было крайне мало.

Германия вторглась в Советский Союз в июне 1941 г. Институт Иоффе был переведен в Казань, а большая часть его сотрудников стала работать на войну. Работы по делению были прекращены. Наиболее серьезно воспринимало исследования, связанные с цепной реакцией, британское правительство, для анализа ситуации оно создало комитет МАУД. В июле 1941 г. комитет, в который входили ведущие британские ядерщики, составил отчет, в котором рекомендовал направить усилия на использование цепной реакции в уране. Трудное разделение изотопов следовало провес-

ти тепловой диффузией. Примерно в сентябре 1941 г. шпионы сообщили в Россию заключения комитета МАУД. В марте 1942 г. Лаврентий Берия доложил об этом Сталину. Последовали долгие консультации со специалистами. Курчатова назначили ответственным за проект по исследованию цепной реакции, подчинив Михаилу Первухину. Команда действовать последовала от Сталина в январе 1943 г., когда битва под Сталинградом переломила ход войны в пользу Советов.

В марте 1943 г. Курчатов был показан секретный отчет из Британии; 7 марта он докладывает Первухину, что следует придерживаться стратегии, подобной британской. Англичане надеялись, что цепная реакция на медленных нейтронах может быть достигнута в природном уране с графитом; Ферми работал над этой проблемой в Чикаго. В отчете не было упоминания, что он уже добился успеха 2 декабря 1942 г., и Курчатов просит разведку срочно выяснить состояние работ Ферми. В британском отчете упоминалось об использовании плутония. В 1943 г. Клаус Фукс сообщил из Британии подробности о разделении изотопов. В декабре 1943 г. он переехал в США. Шпионаж в Британии был жизненно важен для советских ученых.

Курчатову не было позволено рассказывать своим

сотрудникам о британской информации. Однако он продолжал вместе с ними развивать программу по цепной реакции. Он стал ответственным за пуск экспериментального уранового котла. В нем предполагалось использовать графит, и понадобилось бы от 50 до 100 т урана, чтобы довести котел до критического режима. К январю 1944 г. был готов проект экспоненциального котла, из Ленинграда привезли и установили в сентябре 1944-го циклотрон. Облучением урана был получен первый плутоний. Курчатов запросил 100 кг оксида и металлического урана из Вашингтона по программе ленд-лиза. Запрос был одобрен генералом Лесли Гровсом, возглавлявшим Манхэттенский проект, и материалы были доставлены в 1943 г. Позднее Курчатов получил более 300 кг из оккупированной Германии. Хотя такая масса была ничтожна для строительства реактора, это имело жизненное значение для экспериментов.

Теоретические работы были начаты под руководством Харитона. Фукс, переехавший к тому времени в Лос-Аламос, сообщил основные данные о спонтанном делении плутония-240, о необходимости имплотации (сходящегося взрыва) для формирования плутониевой бомбы, а также о том, что нужны взрывные линзы. В июне 1945 г. он послал полное описание плутониевой бомбы, включая эскизы со всеми важными размерами. Фукс написал, что предполагаемая мощность взрыва составит 10 кило-тонн. Курчатов доложил начальству, что данные Фукса имеют колоссальное значение.

Когда Советская Армия продвинулась в Централь-

ную Европу, чешский президент Эдуард Бенеш подписал договор, позволивший Советам добывать уран в Чехословакии. К работам по русскому проекту присоединились несколько видных немецких ученых.

В июле 1945 г. на Потсдамской конференции президент Гарри Трумэн сказал Сталину, что Соединенные Штаты обладают оружием беспрецедентной мощи и собираются использовать его против Японии. 6 августа военно-воздушные силы США сбросили атомную бомбу на Хиросиму. 8 августа Советский Союз атаковал маньчжурскую армию Японии и легко ее победил. Сталин и ранее обещал начать войну с Японией примерно в это время, но теперь советское включение в войну озаботило Соединенные Штаты.

После Хиросимы Сталин немедленно приказал сосредоточить все доступные усилия для создания русской атомной бомбы. Он поставил Бериию во главе проекта и сказал Курчатову, что затраты не будут препятствием. Холлоуэй ясно показывает, что Сталин не изменил бы своих намерений в случае, если бы Соединенные Штаты последовали совету, который Нильс Бор дал в 1944 г., и заранее рассказали бы Советам о существовании британско-американского проекта.

Мышление Сталина также не изменилось под влиянием плана Ачесона — Липпенталя, целью которого было сделать все ядерные исследования доступными международным органам. Этот план был представлен Организации Объединенных Наций государственным секретарем США Барухом, который добавил в него некоторые особен-

ности, сделавшие его менее приемлемым для Советов. Но даже и без этих добавлений Советы отвергли бы план: Сталин просто хотел иметь собственную бомбу.

Сталин и Берия подозревали почти каждого. Они не доверяли своим ученым, разработчикам атомной бомбы, включая Курчатова, своей разведке и таким шпионам, как Фукс, не доверяли и официальному документу США по урановому проекту, отчету Смита. Почему, собственно, спрашивали они себя, такая страна, как Соединенные Штаты, должна раскрыть все шаги, приведшие к атомной бомбе?

Вследствие этих подозрений Берия послал Якова Терлецкого, физика и сотрудника НКВД, на встречу с Бором. Объявив об этой встрече и датскому, и британскому правительствам, Бор не сказал Терлецкому ничего сверх того, что было опубликовано в отчете Смита, и Терлецкий рассматривал свою поездку как провал. Но Берия считал ее успешной и в письме к Сталину (недавно опубликованном) перечислил некоторые технические подробности из отчета Смита, подав их так, будто они исходили от Бора.

Советский урановый проект — это замечательное техническое достижение. Промышленность европейской части России была большей частью разрушена во время второй мировой войны, но заводы для производства плутония удалось построить в рекордные сроки. Чистый графит был получен к концу 1945 г., металлический уран — к лету 1946-го. Критичность экспериментального реактора была достигнута 25 декабря 1946 г. под непо-

средственным руководством Курчатова, он сделал то же, что Ферми в 1942 г. Это не произвело впечатления на Берии, он все еще подозревал, что Курчатов его обманывает.

Сборка промышленного реактора началась в марте, а его критичность была достигнута в июне 1948 г. Для химического отделения плутония использовался метод осаждения. От 20 до 30 тыс. человек было занято в производстве, от 50 до 60 тыс. — в строительстве и около 350 тыс. — в горных работах. Для строительства и горнодобычи использовался большей частью труд заключенных. Для сборки самой бомбы была создана новая лаборатория в 60 км южнее Арзамаса, она была названа Арзамас-16, и возглавил ее Харитон.

Харитон и Зельдович повторили вычисления, сделанные в США. В лаборатории были повторены эксперименты по имплозии — трудная задача, поскольку советская электроника сильно отставала от американской. Были изготовлены взрывные заряды — Институт химической физики обладал большим опытом работы со взрывчатыми веществами. Трудная проблема одновременной детонации всех зарядов была решена с той же точностью, что и в Соединенных Штатах.

В Арзамасе соблюдалась высочайшая секретность. Отчеты часто писались от руки, при этом возник особый жаргон. Арзамас, естественно, превратился в Лос-Арзамас. Там существовал дух сотрудничества, подобный тому, который был в Лос-Аламосе. Все ученые верили, что русская бомба необходима.

Чтобы сделать бомбу, потребовалось четыре года, как раз столько же, сколько

и по американскому проекту. Но Соединенные Штаты имели преимущество полностью работоспособной страны, в то время как Россия лежала в разрухе. Однако Советы имели информацию Фукса, что позволило им обойти много трудностей. Фукс считал, что подарил Советам четыре или пять лет, но скорее всего — два или три года.

Необходимое количество плутония было получено прежде, чем урана-235, кроме того, от Фукса у русских был полный чертеж американского плутониевого взрывного устройства, поэтому плутоний и был выбран для первого испытания. Оно состоялось 29 августа 1949 г. вблизи Семипалатинска под руководством Курчатова. Это был полный успех. Курчатов написал рукописный отчет. Получив его, Сталин сказал: «Теперь войны не будет». Научные руководители были достойно награждены, те, кто внес важнейший вклад, получили высшую награду — Героя Социалистического Труда.

Был один очень важный побочный эффект советского уранового проекта. Трофим Лысенко разрушил советскую генетику. Затем он и другие захотели точно так же подчинить советской идеологии и физику. Теория относительности и квантовая теория должны были быть объявлены контрреволюционными. Для этого на 21 марта 1949 г. было назначено большое собрание. К счастью, спросили Курчатова, и он сказал: «Если отвергнуть квантовую механику и теорию относительности, то не будет и атомной бомбы». Сталин принял позицию Курчатова и отменил конференцию за пять дней до ее открытия. «Мы всегда успеем их

расстрелять», — сказал он.

Водородная бомба была разработана Советами полностью независимо, без шпионажа. Главное открытие принадлежало Андрею Сахарову. Его первой идеей был «слоеный пирог» — с перемежающимися слоями урана-235 и дейтерия. Виталий Гинзбург предложил вторую идею, а именно — взять дейтерий в виде твердого дейтерида лития. Устройство, в котором были реализованы эти две идеи, прошло испытание в августе 1953 г. и взорвалось с мощностью 400 килотонн. Затем Сахаров развил третью идею — взрывное сжатие излучением. Этот же принцип в США был придуман Теллером и Уламом. Советское испытание состоялось 22 ноября 1955 г., бомба была сброшена с самолета. Мощность взрыва составляла 1.6 мегатонн, она была сознательно занижена, чтобы самолет сумел уйти неповрежденным. По воспоминаниям Сахарова, это испытание «успешно решило проблему термоядерного оружия высокой эффективности».

Советское испытание прошло через 20 месяцев после того, как в США была испытана транспортируемая водородная бомба. Советы не извлекли пользы из испытания США в ноябре 1952 г., хотя им и удалось собрать выпавшие на снег осадки (по небрежности одного из химиков раствори были выпиты в раковину).

Генеральный комитет советников американской Комиссии по атомной энергии пытался в 1949 г. предотвратить создание водородной бомбы, предложив русским договор, обязывающий обе стороны воздержаться от ее разработки. И Сахаров, и Харитон убеждены, что Сталин ни в

коем случае не принял бы предложение.

После Хиросимы президент Трумэн и государственный секретарь Джеймс Бирнс пытались вести «атомную дипломатию», но попытка кончилась провалом. Сталин не поддавался давлению, по сути дела он сам проводил политику конфронтации. В конце концов его политика привела к плану Маршалла для послевоенного восстановления Европы.

После смерти Сталина в марте 1953 г. его последователи продолжали верить в действенность ядерного оружия. Например, они решили, что надводные корабли бесполезны в ядерной войне. Подобно Америке, Советы разработали тактическое ядерное оружие и обучали военных действиям в ядерной войне. Тем не менее последователи Сталина проводили политику «мирного

существования» с капиталистами. На XX съезде партии в феврале 1956 г. Хрущев объявил, что надо сделать выбор между мирным сосуществованием и войной, самой разрушительной в истории.

Наибольшее впечатление на Хрущева произвело испытание в 1955 г. усиленной водородной бомбы. И Запад, и Восток пришли к пониманию того, что ядерная война неприемлема, и каждый знал, что другая сторона также это понимает. Наконец реализовалась мечта Бора: государственные деятели осознают, что ядерное оружие представляет смертельную опасность для всего мира и что это оружие не годится для войны.

Я дал здесь только общее очертание книги Холлоуэя. В ней — много больше. Например, автор ярко и детально описывает советско-американское про-

тивостояние в атомной политике, рассказывает, как оно привело к плану Маршалла, образованию Федеративной Республики Германии, появлению ее валюты, к берлинской блокаде и воздушному мосту — и все это базируется на обширной документации. Холлоуэя также ярко описывает Корейскую войну и дискуссии того времени в Советском Союзе, рассказывает о судьбе хорошо известных советских ученых.

Эта книга — необходимое чтение для всех, кто интересуется развитием политики, связанной с атомным вооружением, холодной войной на ее ранней стадии или соперничеством в части технических разработок, а также для тех, кто просто любит увлекательные детективные истории.

Nature. 1994. V. 372. P. 281—283.

Перевод А. В. Бялко

Бомба коммунистов

Р. Э. Пайерлс

ЗАВЕСА официальной секретности, скрывавшая все, что относилось к бомбе, давала пищу самым нелепым домыслам. В 1945 г., когда было широко распространено мнение о научной и технологической отсталости Советов, немало военных и политиков на

Западе было убеждено, что на создание советской атомной бомбы потребуются долгие годы. Многие ученые были информированы лучше, потому что встречались со своими советскими коллегами, — во всяком случае до 1937 г., когда усилившаяся жесткость режима сделала практически невозможными личные международные контакты.

В 30-е годы физика подверглась ожесточенным нападениям философов-марксистов, которые заявляли, что только они и партия могут решать, что является научной истиной, а что нет. Аналогичная атака Трофима Лысенко на советскую генетику уничтожила ее и деморализовала биологов. Различия в судьбах советской физики и советской биологии объясняется, по моему

мнению, тем, что среди физиков нашлись мужественные и энергичные люди, такие как Яков Френкель, Абрам Иоффе и Игорь Тамм, и не оказалось амбициозных шарлатанов, подобных Лысенко. С 1937 г., однако, чистки затронули и ученых; во всех областях науки многие способные ученые были арестованы, а некоторые расстреляны или высланы. Несмотря на это, физика выжила.

Ядерная физика, тем не менее, была не слишком сильна. Сооружение циклотрона началось в начале 30-х годов, но Холлоуэй пишет, что «в нормальную эксплуатацию он не вступил до конца 1940 г.». На открытие деления ядер Отто Ганом и Фрицем Штрассманом в 1938 г. и на объяснение этого открытия Лизе Мейтнер и Отто Фришем в 1939 г., естественно, в СССР обратили внимание, но те, кто пытался заниматься этой проблемой, потерпели неудачу. Исключением были Георгий Флеров и его ученик Константин Петржак, в 1940 г. открывшие спонтанное деление ядер. Однако большинство экспертов считало, что до практического осуществления этих идей далеко. Во всяком случае, исследования по ядерной физике были в 1941 г. приостановлены.

Флерову не удавалось убедить ни своих коллег, ни правительственных чиновников, что необходимо снова заняться ядерными исследованиями. Он стал более решительным, пишет Холлоуэй, когда обнаружил, что в американских журналах перестали появляться статьи по ядерной тематике; он совершенно справедливо рассудил, что это означает появление секретного проекта. В апреле 1942 г. он написал письмо Сталину.

Трудно судить, сыграло ли это письмо решающую роль, поскольку параллельно разворачивались и другие события. Советская разведка получила копию отчета научного комитета МАУД британскому правительству, в котором говорилось, что создание атомной бомбы реально, а также комментарии к этому отчету специальной правительственной комиссии. Холлоуэй пишет, что «источником этой информации почти наверняка был Джон Кайрикросс, "пятый человек" из "кэмбриджской пятерки", завербованный в советскую разведку Гаем Берджесом». У Советов были также сведения о германском ядерном проекте. Это заставило Сталина серьезно задуматься о возобновлении ядерных исследований. В 1942 г. это было нелегким решением, потому что немцы продолжали наступать и страна находилась в отчаянном положении. Были проведены консультации с несколькими учеными, которым, однако, не сообщали данных разведки. Наконец, Сталин решился.

Берия, который нес общую ответственность за эти работы, относился с подозрением к ученым, не всегда думавшим так, как им было велено. Кроме того, он опасался, что полученные из Англии сведения — намеренная дезинформация.

Теперь было необходимо подобрать научного руководителя. Абрам Иоффе отказался, сославшись на возраст, и предложил кандидатуры Игоря Курчатова и Абрама Алиханова. Из этих двоих Алиханов был более известным физиком, но Курчатов произвел на Сталина и Берию более сильное впечатление. Последующая деятельность Курчатова

вполне оправдала их выбор. Эти события происходили в октябре 1942-го, и до конца года Курчатов строил планы и подбирал себе помощников. В их число попали Алиханов, Юлий Харитон, Исаак Кикоин и Яков Зельдович — все из Института Иоффе. Позже они возглавили подразделение проекта. Курчатову показали полученные разведкой из Британии отчеты, но запретили говорить о них другим ученым. Проекту ядерных исследований не был придан статус особо важного, и прогресс был медленным.

Положение резко изменилось летом 1945 г. Имеются некоторые сомнения в том, что Сталин всерьез воспринял информацию от Трумэна, когда он сообщил ему об успешном испытании атомной бомбы в Аламогордо, штат Нью-Мексико. Но в любом случае нет сомнений в том, что Сталин полностью оценил значение атомной бомбардировки Хиросимы. Он немедленно придал ядерной программе первостепенное значение.

Холлоуэй пишет, что «хотя Фукс добыл подробное описание плутониевой бомбы в июне 1945 г., заместителю Курчатова Юлию Харитону и его сотрудникам пришлось все проверять самим, потому что они не были полностью уверены в правильности описания Фукса». Первая советская атомная бомба была наконец испытана 29 августа 1949 г. вблизи Семипалатинска. Это был подарок Берии. Она выделила энергию, эквивалентную энергии 20 килограммов тринитротолуола, т. е. того же порядка, что и бомбы, сброшенные на Хиросиму и Нагасаки.

Это случилось через четыре года после утверж-

дения чрезвычайной ядерной программы СССР, т. е. прошло примерно столько же времени, сколько от начала Манхэттенского проекта до первого испытания в Аламогордо. Разумеется, руководившие советским проектом ученые знали, что бомба осуществима; это большое преимущество. Кроме того, они пользовались и секретными, и открытыми сведениями. Однако не следует забывать, что это происходило в опустошенной войной стране, в условиях нехватки всего и на индустриальной базе куда более скромной, чем промышленность США. Это было впечатляющее достижение.

После первого испытания работа продолжилась: делались новые бомбы, и их качество улучшалось. Однако был брошен новый вызов: требовалось создать термоядерное оружие, или «водородную бомбу». Курчатов начал работу над ней сразу же после испытания атомной бомбы. Теперь при конструировании бомбы у него не было шпаргалки в виде докладов разведки. Фукс перед своим отъездом из Лос-Аламоса присутствовал на одном совещании по проблеме водородной бомбы и написал об этом отчет. Из работы Холлоуэя видно, однако, что обсуждавшиеся на этом совещании идеи оказались ошибочными, а данных о дальнейшей утечке «водородных» секретов нет. Во всяком случае конструкция советской водородной бомбы базировалась на иных принципах, чем американской.

С самого начала над проектированием водородной бомбы работала теоретическая группа под руко-

водством Якова Зельдовича. Курчатов попросил Игоря Тамму, одного из самых уважаемых советских теоретиков, проверить вычисления этой группы. Тамм привлек к этой работе нескольких своих учеников, в числе которых были Андрей Сахаров и Виталий Гинзбург. Они пришли к заключению, что конструкция работать не будет.

Но тогда Сахаров выступил с новым предложением, которое было улучшено поправкой Гинзбурга. В результате группы Тамма и Зельдовича создали конструкцию, которая была испытана под Семипалатинском в августе 1953 г.

Дальнейшая работа теоретиков привела к новым модификациям бомбы, имевшим сходство с американской конструкцией, созданной Станиславом Уламом и Эдвардом Теллером. В ноябре 1955 г. бомба была готова к испытанию. Она дала мощность, почти в сто раз превышающую мощность бомбы, сброшенной на Хиросиму. Это было еще одно замечательное достижение. Оно не стало бы возможным без тяжелой и самоотверженной работы ученых и инженеров. Ни в коем случае нельзя сказать, что все они были фанатиками сталинского режима, но они считали, что стране необходимо ядерное оружие для сохранения баланса сил с Западом, особенно с Соединенными Штатами. Эту мысль мы находим в статье Сахарова, опубликованной в 1988 г.

Холлоуэй прилагает много усилий, чтобы показать отношение Сталина к атомной бомбе. После 1945 г. Сталин объявил, что она не имеет решающего военного значения и не

может выиграть войну. Тем не менее он считал, что для Советского Союза важно овладеть ядерным оружием как можно скорее. В 1945 г., пишет Холлоуэй, «Сталин не считал, что война возможна в ближайшее время; он также не верил, что советские дивизии утратили свое значение. Он боялся, как он объяснил Громыко, <...> что Соединенные Штаты попытаются использовать свою ядерную монополию для установления удобного им мирового порядка».

По тем же причинам, считает Холлоуэй, Сталин хотел иметь средства доставки этого оружия, способные нанести удар по Соединенным Штатам; здесь он отдавал приоритет авиации дальнего действия и ракетам.

Согласно Холлоуэю, советская программа задумывалась как оборона от внешнего нападения. В свою очередь западная политика в значительной мере строилась с учетом опасности советского вторжения в Западную Европу, однако ни в одном из советских документов, имевшихся в распоряжении Холлоуэя, не было ни одного намека на неспровоцированное вторжение. В западной литературе было много дискуссий о возможности вторжения Советского Союза в Западную Европу, но, разумеется, это никогда не стало политикой.

Сталин взял на вооружение ленинский тезис о том, что между капиталистическими странами возможны столкновения, в которые окажется вовлеченной и Страна Советов, но в конечном итоге социализм победит.

Сталин провел прямую аналогию между периодом от первой до второй мировой войны и послевоенной

ситуацией, когда в июле 1945 г. сказал Т. В. Сунгу, что Германия восстановила свою мощь спустя 15—20 лет после Версальского договора; Германия и Япония, сказал он, поднимутся снова. В своей речи в феврале 1946 г. он сказал, что потребуются по крайней мере три пятилетки, чтобы подготовиться «ко всяким случайностям».

Из всего этого следует, что он ждал новой мировой войны через промежуток времени примерно такой же, как между двумя мировыми войнами. Более того, новый мир должен был родиться, по мысли Сталина, в соперничестве империалистических держав, включая Германию и Японию, которые к тому времени оправятся от поражения. Он не предвидел доминирующего положения, которое США заняли в послевоенном капиталистическом мире.

Однако Сталин не ждал войны в ближайшем будущем. Это следует из его курса на демилитаризацию промышленности и демобилизацию армии, которая началась в мае — июне 1945 г. и устойчиво продолжалась в 1946 и 1947 гг.

Когда Соединенные Штаты предложили установить международный контроль над атомной энергией, Сталин заподозрил, что это — уловка для увековечения американской монополии на ядерное оружие. Даже если бы план Баруха не содержал положения о контрольной комиссии, члены которой не располагали правом вето, что было явно неприемлемо для СССР, Сталин все равно не согласился бы на него.

К концу жизни Сталин стал безмерно подозрителен, он подозревал даже

своих врачей в намерении убить его. В ноябре 1952 г. Сталин распорядился арестовать ведущих кремлевских врачей, включая своего личного врача Виноградова.

Поскольку большинство из них были евреями, всегда бытовавший в СССР антисемитизм расцвел пыльным цветом. Однако ученых, нужных для работы над атомной бомбой, пощадили. Лев Ландау горько пошутил, что впервые атомная бомба сыграла роль оборонительного оружия. Однако Сталин и Берия никогда не забывали о своих подозрениях относительно ученых. На случай неудачи испытаний был готов список научных руководителей работ над ядерной бомбой, которые подлежали аресту. Когда испытание успешно состоялось, на Курчатова и его коллег пролился дождь почестей и наград. В послевоенные годы была предпринята новая попытка марксистских философов атаковать современную физику, как это уже было в 30-е годы, однако с учетом важности работ над атомной бомбой эта кампания была свернута.

После смерти Сталина в марте 1953 г. внешняя политика СССР стала менее агрессивной. В 1955 г. Советский Союз принял участие в Женевской конференции, на которую Эйзенхауэр направил свои предложения, получившие название «Атом для мира» и предполагавшие учреждение Международного агентства по атомной энергии, которое получало бы от правительств и направляло на мирные цели расщепляющиеся материалы. Это не имело отношения к атомному оружию, но вело к сотрудничеству как в области использования атом-

ной энергии, так и в области применения термоядерной реакции для получения энергии, что до тех пор было для обеих сторон важным секретом. Я помню, как молодой советский физик говорил американцу: «Мы так рады, что нам велено быть дружелюбными с вами». Курчатов принимал активное участие в таких международных контактах и согласился прочесть в Англии лекцию о термоядерной энергии. Начиная с этого момента сотрудничество в области мирной науки продолжалось к общей выгоде.

Примерно половина книги Холлоуэя посвящена истории ядерных программ в Советском Союзе, а вторая часть — описанию сталинской внешней политики в свете развития событий. Холлоуэй много лет отдал собиранию информации и несколько раз ездил в Советский Союз. Сначала эта тема была окружена строгой секретностью, и можно только удивляться, как много он узнал и сколь многие советские ученые и чиновники согласились беседовать с ним. Разумеется, настоящая лавина информации обрушилась только недавно, после распада Советского Союза. Можно представить, как был загружен Холлоуэй, читая ранее секретные документы и выбирая из них места для цитирования. Наибольшее впечатление его книга производит тем, что почти каждое утверждение в ней подкреплено официальными документами или личными свидетельствами участников, особенно когда речь идет об истории ядерных проектов.

The New York Review of Books. 1995. February 16.

Перевод Ю. Ф. Орехова

Мы станем лучше понимать друг друга

Академик Ю. Б. Харитон

ПРОФЕССОР Дэвид Холлоуэй написал и опубликовал замечательную книгу. Она чрезвычайно интересна даже для меня — непосредственного участника событий, о которых она повествует. В этих немногих строках мне бы хотелось сказать о самой книге и об ее авторе.

Д. Холлоуэй был первым иностранным ученым, с которым мне довелось встретиться и беседовать после многих лет полной разобщенности с заграницей. Еще во время первых бесед я обратил внимание на точную и корректную постановку вопросов, глубокую эрудицию, поразительную для человека, не являющегося специалистом-физиком. Объективный и скупой подход автора к предмету исследования — истории создания ядерного оружия в СССР — четко прослеживается во всей книге. Мне довелось ознакомиться с отдельными главами книги Д. Холлоуэя еще в рукописи. Удивительно, что количество неточностей в этих фрагментах было очень невелико, и практически все замечания учтены автором.

Разумеется, мне очень многое известно о советском атомном проекте и существенно меньше об американском, Манхэттенском. Для участников последнего, вообще для аме-

риканских физиков, ситуация, естественно, противоположна. Книга Д. Холлоуэя побуждает меня считать, что никто из нас — по обе стороны океана — не сумел бы написать такую превосходную содержательную работу, сопоставить с такой достоверностью и объективностью оба проекта на фоне событий тех суровых времен.

В последние годы то и дело разгораются споры о приоритете, особенно в вопросе о создании водородной, термоядерной бомбы. Наверное, споры эти будут продолжаться и далее. Профессор Холлоуэй не уделяет им большого внимания — я думаю, потому, что в грандиозной проблеме создания ядерного оружия частные вопросы научного приоритета не имели решающего значения. Ясно, что обе стороны во времена холодной войны работали очень напряженно, в чем-то отставая, а где-то опережая друг друга. Насколько мне известно, один из виднейших участников Манхэттенского проекта д-р Э. Теллер придерживается сходной точки зрения.

В организации наших двух проектов было много общего. Вовлечение в них огромного числа первоклассных ученых и инженеров, колоссальные средства, предоставленные правительствами, обстановка строжайшей секретности. А то, что нас разделяло — прежде всего совершенно раз-

личные политические системы, — глубоко проанализировано Д. Холлоуэем и помогает нам сегодня лучше понимать друг друга, увереннее отказываться от традиционных стереотипов. Все мы были слишком близки к тому, чтобы, преступив шестую заповедь, стать соучастниками всемирной катастрофы.

Содержание книги «Сталин и бомба» весьма многогранно, политические перипетии времен второй мировой войны и послевоенного противостояния СССР и США занимают в ней важное место. И я не берусь судить об этой стороне книги профессионально. Однако «мой предмет» — физика и работы по созданию ядерного оружия — отражен автором с глубиной и эрудицией, поразительной для ученого-историка. Поэтому я готов без колебаний принять и все остальное.

Книга Д. Холлоуэя — серьезное научное исследование, и ее публикация, естественно, вызовет многочисленные отклики со стороны российских и западных физиков. Вероятно, по отдельным вопросам могут быть высказаны и какие-то критические замечания. Однако у меня нет никаких сомнений в том, что публикация этой прекрасной работы будет способствовать созданию атмосферы доброжелательного взаимопонимания между учеными-атомщиками России и США.

Москва — Казань — Москва

Начало Отечественной войны

Н. А. Фигуровский

Фрагмент из воспоминаний Н. А. Фигуровского (1901—1986) о первых драматических месяцах Великой Отечественной войны изобилует характерными для той поры бытовыми деталями тыловой жизни, но одновременно полон смятения духа и поисков своего места в который уже раз круто ломающейся судьбе.

К началу 40-х Николай Александрович после многотрудных скитаний по «морю житейскому», где было все — голод и страх, штудии в семинарии и армейская муштра, полевые лагеря, а учеба урывками — казалось, обрел свою прочную «гавань». Доктор химических наук, он был погружен в экспериментальные исследования, занимал посты заместителя директора Коллоидно-электрохимического института АН СССР и Университета им. Н. Д. Зелинского. Но чуть ли не в один миг все это осталось позади. В науку подполковник запаса Фигуровский вернулся уже после войны.

Тем не менее; автор нескольких сот научных трудов, он успел воспитать в МГУ и Институте истории естествознания и техники АН десятки первоклассных химиков и историков науки. Однако мало кто из них ведал, что на протяжении последних трех с лишним десятилетий своей жизни он почти каждодневно творил прошлое, трудясь над собственным жизнеописанием. Получилась массивная по объему рукопись с весьма ценной ретроспективной информацией, о чем и свидетельствует публикуемый ниже (с небольшими сокращениями) отрывок.

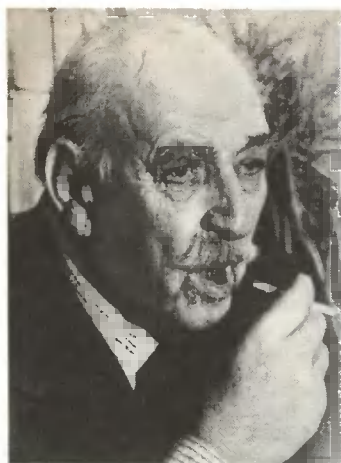
ПОМНЮ день 22 июня. Было, кажется, воскресенье. Мы позавтракали и вдруг неожиданно по радио услышали о начале войны. Ни я, да и, пожалуй, никто тогда не представлял себе, что это означало для каждого. Большинство людей, которых я видел, были даже более или менее спокойны, почти все полагали, что столкновения войск на границе чисто случайны и скоро закончатся.

В начале июля начались бомбежки Москвы. Каждый

вечер в затемненных помещениях мы ожидали появления немецких самолетов. Скоро мы как-то даже привыкли к режущим уши и сердце сигналам воздушной тревоги.

В нашем аспирантском общежитии на Малой Бронной наступили перемены. Часть жильцов бесследно исчезла после первых же бомбардировок. Остальные, более уравновешенные люди организовали группу для защиты общежития (и здания Пробирной палаты) от пожара. В первое время

немцы бросали много зажигательных бомб (термитных), причем совершенно бессистемно. Крупные бомбы они, несомненно, предназначали для более важных целей — для Кремля, Главного штаба и др. От Кремля самолеты врага успешно отгоняла защитная артиллерия. Отстрел зениток был настолько интенсивным, что часто к нам на крышу, где мы сидели, наблюдая за падением бомб, падало со звоном множество осколков, и мы не понимали, что и от них



*Н. А. Физуровский в 1985 г.
Фото А. Н. Кривомазова*

нам грозит опасность. Наша Малая Бронная недалеко от Арбата. Немцы, не имея возможности прицельно бомбить Наркомат обороны и Кремль, сбрасывали свой груз где придется, но поближе к важным объектам. Таким образом, опасность попадания в наше здание крупных бомб была вполне реальной.

Еще в середине июля моя семья, главным образом под влиянием тещи, с перепугу выехала в Горький, забрав лишь кое-какое барахло. Я жил в Москве один.

В обстановке частых ночных бомбежек скоро началась эвакуация из Москвы заводов, фабрик, различных учреждений, в том числе и институтов Академии наук СССР. Эвакуация проходила в тяжелых условиях. Видимо, не существовало никакого плана эвакуации. Приходилось решать в каждом случае, куда выезжать и что брать с собою. На восток из Москвы друг за другом уходили переполненные поезда с людьми и оборудованием. Москва стала пустеть.

В начале августа очередь эвакуироваться дошла и до нас. В институте началась сутолока. Оборудование непрерывно отвозилось машинами на Казанский вокзал. Помню, в последний день сборов я прибежал домой, чтобы срочно собрать все самые необходимые вещи. Закусив последний раз дома чем попало, я, наконец, отправился на Казанский вокзал. До отхода поезда оставалось еще два часа. Только я добрался до метро «Кропоткинская», как прозвучала воздушная тревога. Поезда остановились. Все бежали в метро — с узелками, с чемоданами, с детьми и т. д. Время шло. Тревога продолжалась, где-то взрывались бомбы. Все мои попытки добраться до Казанского вокзала оказались тщетными.

Только через неделю примерно мне удалось уехать в Казань с академическими учреждениями. На одной скамейке со мной оказался И. Е. Тамм — симпатичный человек, с которым мы спали по очереди на скамейке и вели разговоры в течение четырех дней, пока наш поезд не прибыл в Казань.

Наконец мы прибыли на место и попытались «устроиться». Сотрудники нашего института и других институтов в подавляющем большинстве не могли найти себе помещения, хотя бы угла в жилой комнате. Пришлось размещаться в здании университета, в знаменитом актовом зале. Откуда-то достали кровати, поставили их рядами в зале, и человек двести, в том числе и я, нашли себе пристанище. Жили здесь подряд и мужчины и женщины.

В такой обстановке жизнь проходила следую-

щим образом. Утром все вставали и прежде всего заботились о завтраке. Нам были выданы талоны на завтрак в столовой. Но это был, собственно, не завтрак — лишь чашка холодного жидкого чая с кусочком хлеба. После такого завтрака наступали заботы о том, чего бы поесть. Иногда мы отправлялись на базар в надежде сменить что-либо на картошку или хлеб. Но наплыв «хороших вещей» на базар был исключительно велик, и они, по существу, шли за бесценок. Наконец наступало обеденное время. Столовая всегда была переполнена. У каждого столика стояла очередь ожидавших: с кем только мне ни приходилось обедать вместе — с Л. К. Рамзиным, А. Ф. Иоффе и с другими знаменитостями такого рода. Но обед только разжигал аппетит. Он был совершенно безвкусным, порции — микроскопические, подавались с длительной выдержкой. Однако все съедалось и тщательно вылизывалось. Об ужине я даже вспомнить чего-либо сейчас не могу. Все дни мы ходили с ощущением острого голода, с единственным желанием — что-либо съесть.

Лаборатории было вернуть негде, и поэтому никто не работал. Все свободное (от завтраков и обедов) время мы скучали, бродили по городу или сидели где-либо на лавочке, беседуя о том о сем. Особенно скучными и длинными казались вечера. Обычно вечером все толкалось в актовом зале. В зависимости от характера каждого из нас, одни сидели на койках и вели тихие разговоры, другие бродили, громко разговаривая. Однако я не помню, чтобы разговоры выливались в вы-



Москва военная. 1941 г.





ражения недовольства или взаимных жалоб на болезни и т. д. Заболеваний также не было заметно. Напряженность обстановки снимала самую возможность заболеть.

По средам, после обеда, все мы, занимавшие административные должности, собирались в одной из больших аудиторий университета. Вице-президент АН СССР О. Ю. Шмидт, управлявший Казанской группой, появлялся, со своей знаменитой бородой, за столом президиума и выступал с информацией о текущих событиях и решениях Правительства, Президиума АН СССР (в Свердловске) и местных решениях. Такие информационные собрания посещались почти всеми академиками (все равно делать было нечего). Оратора слушали внимательно. Все явно ожидали чего-либо неожиданного приятного или сенсационного. Но вести с фронтов были

неутешительными, неутешительными — сведения о перспективах нашей жизни и работы. Постановления Президиума АН СССР также не вызывали энтузиазма. Работа ряда учреждений Академии практически остановилась. Правда, некоторые ученые пытались в крайне неблагоприятной обстановке продолжать прерванные в Москве исследования, упаковывали ящики со своим оборудованием и пристраивались где-нибудь на краешке стола. Но далее этого дело обычно не шло. В условиях толкотни, шума, тесноты и прочее делать какие-либо экспериментальные определения было фактически невозможно.

Я пробыл в Казани немногим более двух недель. Мои личные дела складывались весьма неблагоприятно, в Казани было оставаться нежелательно, научная работа была практически невозможна. Мне казалось, что на старом

пепелище, в Москве, я мог заниматься чем-либо полезным.

В Казани до моего отъезда произошло смешное по существу происшествие. Дело началось с разговоров о том, где сейчас находится И. А. Каблуков и чем он занимается. Среди академических химиков было немало людей, которые считали себя прямыми учениками Каблукова либо близко его знали. От безделья рассказывали друг другу «каблукские» анекдоты и истории. Итак, разговоры о Каблукове были довольно частыми. Кто-то выразил сомнение — жив ли он? Ему было в то время 83 или 84 года. Не знаю, как это получилось, но версия о смерти Каблукова была принята как вполне правдоподобная. Умер и умер!

В такой обстановке кто-то из близких учеников Каблукова — кажется, А. Ф. Капустинский — вы-

сказал идею организовать вечер памяти почетного академика И. А. Каблукова. Идея оказалась популярной и вполне осуществимой. Делать всем было, собственно, нечего, и такой вечер мог явиться не только развлечением для почти всех химиков, но и принес бы пользу его организаторам, скучавшим по работе.

Вспоминаю, как В. И. Спицын, А. Ф. Капустинский и другие ученики И. А. Каблукова захлопотали, уединяясь, что-то писали и т. д. И вот, наконец, появилось объявление о вечере, и в назначенное время собралось много народу. Докладчики — квалифицированные ученые — хорошо подготовились, и все слушали весьма внимательно около двух часов. Соскучилась ученая братия по работе, по непременно семинарам и ученым заседаниям. Вечер прошел блестяще. Он стал, несомненно, событием в жизни ученых Химического отделения АН СССР и даже привлек внимание многих нехимиков. На вечер прибыл какой-то корреспондент «Известий», и уже на другой день в газете была опубликована небольшая заметка о вечере памяти почетного академика И. А. Каблукова, который, по словам заметки, прошел тепло и т. д.

Однако следствия этого вечера оказались весьма неожиданными. На очередной информации в среду О. Ю. Шмидт, покончив с официальной информацией, ухмыльнулся в бороду и сказал: «Я должен прочитывать вам полученную мною телеграмму: "Прошу сообщить, когда я умер. Каблуков"». Телеграмма произвела большой эффект. Каблуков незадолго до этого был эвакуирован в Ташкент, но

в Казани об этом не знали. Он случайно прочел заметку в «Известиях» и прореагировал на нее телеграммой О. Ю. Шмидту. Он всегда был и сейчас оставался чудачком.

Не помню точно, когда я выехал из Казани в командировку.

И вот я снова в Москве. За три недели моего отсутствия Москва заметно изменилась. В метро почти не было народу, но поезда ходили. На улицах также очень мало пешеходов. Магазины открыты, но в них почти ничего нужного не было. Но в большинстве гастрономических магазинов продавалось в достаточном количестве кофе. Тогда его употребляли мало, и я также не имел еще привычки по утрам пить кофе, да и кофейной мельницы у меня не было. В общестии на Малой Бронной оставалось еще несколько человек, хотя большинство комнат пустовало.

Бомбежки Москвы продолжались, причем вместо сравнительно безобидных зажигательных бомб немцы стали применять мощные бомбы — торпеды — и мелкие брызганты бомбы, от которых вылетали по соседству с взрывом стекла. Большие бомбы очень неприятно визжали, и мне — любителю прогуляться по городу вечером — неоднократно приходилось, слышав свист, нырять куда-либо в подворотню и ложиться. При всем этом как-то притупилось чувство новизны бомбежек. Некоторые бомбы причиняли довольно значительные разрушения. Так, при мне взорвались бомбы во дворе университета, разрушив памятник Ломоносову и повредив Манеж. В главном здании университета со стороны

фасада были выбиты все стекла. Взорвалась бомба у Никитских ворот и в других местах. К сигналу тревоги я стал относиться куда спокойнее, и когда лежал на кровати, то просто не хотелось при сигнале подниматься.

В институтах Химического отделения АН оставалось несколько человек, которые по разным причинам не уехали из Москвы. Больше таких людей было в ИОНХе [Институте органической и неорганической химии] и в Институте горючих ископаемых. В целом же помещения институтов днем производили впечатление пустыни. В нашем институте оставался ученый секретарь А. А. Мухамедов — ижевский татарин, окончивший в свое время Институт красной профессуры.

Немцы, между тем, постепенно приближались к Москве. По улицам, особенно по вечерам, ходили военные патрули. Началось формирование ополчения. Однажды я был вызван в райком ВКП(б) и был даже зачислен в ополчение, но тут же изгнан, поскольку при проверке документов обнаружилось, что у меня как доктора наук имеется удостоверение об освобождении от мобилизации. Докторская степень в то время еще ценилась. Однако пришлось проводить в ополчение нескольких товарищей.

В октябре обстановка в Москве резко обострилась. Немцы были совершенно недалеко. Уже можно было слышать по утрам отдаленную артиллерийскую стрельбу. Я не знаю, как это получилось, но около 10—14 октября распространились слухи, что в ближайшие дни придется сдавать Москву немцам. Действительно, положение казалось безнадежным. Немцы и с

запада, и с севера были совсем рядом. Артиллерийская канонада по утрам слышалась все более и более отчетливо. В учреждениях по чьему-то приказанию начали сжигать архивные материалы и важные бумаги. Помню, несколько дней подряд по Москве в огромном количестве летали черные хлопья сгоревшей бумаги. Надо думать, что в эти дни безвозвратно погибло множество ценнейших для истории документов. Многие бумаги касались судеб людей или важнейших их интересов. Эта картина летающих черных хлопьев бумаги холодила сердце.

Числа 16-го октября начался массовый «исход» из Москвы еще остававшихся в ней учреждений и людей. Оставшиеся в учреждениях автомобили загружались до предела не только казенным имуществом, но и «драгоценными» личными вещами сотрудников. Все это отправлялось на восток, главным образом по направлению к Горькому. День ото дня поток машин, перегруженных людьми и поклажей, становился все гуще. 16 октября мы узнали, что есть приказ — всем должностным лицам, женщинам и детям покинуть Москву.

В этот день я был вызван в райком и получил поручение в качестве старшего переправить в Горький группу сотрудников химических институтов, преимущественно женщин, на автобусе Академии наук.

Утром 17 октября я отправился в институт, откуда должен был уехать автобус, но уже не застал его. Видно, очень торопились все скорее уехать из Москвы. Постояв на месте, я заметил работника Президиума АН И. В. Молодова. Мы погоревали, пожалели и

вот договорились — завтра с утра подготовить котомки с самым необходимым и отправиться пешком в Горький. Что будешь делать?

На другой день рано утром мы с Молодовым встретились и пошли. Вышли на Горьковское шоссе. Что там делалось! Множество машин, сильно перегруженных и переполненных, в несколько рядов медленно двигались на восток. Машины мешали друг другу, идя почти вплотную. Неисправность или остановка одной машины вызывали сразу затор. Нетерпеливые водители, не имея возможности объехать остановившуюся машину, сталкивали ее в кювет, и медленное движение колонны продолжалось некоторое время. Наблюдая эту картину, мы с Молодовым обменивались сентенциями. Что было бы, если бы всего лишь один немецкий самолет напал на совершенно беззащитную длиннейшую (наверное, до самого Горького) колонну, например, обстрелял ее из пулемета...

Мы прошли километров двадцать обочинами, немного отдохнули и вновь тронулись в путь. Наша первоначальная цель состояла в том, чтобы дойти до Ногинска. Мы прошли еще километров двадцать и, конечно, устали. Вдруг мы заметили знакомый академический автобус. Оказалось, что он двигался медленнее нас, и мы его догнали. Мы подошли ближе, и нас также заметили. На ходу нам открыли заднюю дверь, и вот мы втиснулись в совершенно переполненный автобус. Нам что-то объяснили: что в Москве перед отправкой шофер должен был куда-то заехать, поэтому автобус отправился раньше срока. Но ехать в нем оказалось настоящей

мукой. Автобус был низенький, стоять выпрямившись было нельзя. В полусогнутом положении, едва выбрав место, куда можно было поместить ноги, мы с Молодовым начали свой путь на механическом транспортном средстве. То и дело сильно трясло, казалось, можно было переломиться пополам от боли, стоя в такой позиции.

Я уже не помню всех обстоятельств этого путешествия. Мы проехали Ногинск, а поздно вечером (ехать с зажженными фарами было нельзя) остановились на ночь в какой-то деревне, в школе, переполненной множеством путешественников, и сразу же заснули мертвым сном. А когда стало рассветать, нас разбудили, и мы поехали дальше. Ехали мы таким образом до Горького почти двое суток. Даже после Владимира, когда на дороге стало несколько просторнее, нам казалось, что мы едем крайне медленно. Наконец, к вечеру мы добрались до Горького, и я поспешил к семье, которая жила у моего товарища по Костромской духовной семинарии, профессора М. И. Волского на Трудовой улице. Жили они ужасно плохо и голодно, так что смотреть на них было страшно.

Наутро я отправился в крайком партии, где в то время работали мои бывшие товарищи по Политехническому институту.

Прежде всего я спросил, что делается в Москве. После почти панического «исхода» и двухдневного путешествия в ужасных условиях мне казалось, что положение Москвы должно быть почти безнадежным, что нам предстоит скорое путешествие еще далее на восток — за Урал. Но

секретарь крайкома сказал мне, что ничего нового после моего отъезда из Москвы не произошло. Москву и не думают сдавать. Мы поговорили и о других делах, и я отправился в город повидаться с знакомыми и друзьями.

Пробыл я в Горьком три дня. За это время мои спутники по поездке в автобусе сели на пароход и отправились в Казань.

Мне сразу же захотелось немедленно вернуться обратно в Москву.

Обратная дорога была полной противоположностью вышеописанной поездке в Горький. Мы ехали в таком же автобусе втроем. Но самое главное, что поражаало, — дорога была совершенно пустой. Встречные машины, редко попадавшие на дороге, вызвали естественное любопытство. Но по бокам шоссе в кюветах попадались машины, которые из-за неисправности пришлось бросить. Доехали до Москвы мы очень быстро и без приключений. Пропуск в Москве не понадобился.

Налеты немцев на Москву продолжались почти каждую ночь. Москва производила впечатление вымершего города. <...>

По утрам была явственно слышна артиллерийская стрельба. Опасность захвата Москвы немцами существовала. В таких условиях я стал подумывать: что же я ничего не делаю, когда кругом идут сражения с врагом? Мысль о том, что надо идти в армию, все более укреплялась. Казалось, что сейчас это — единственное правильное решение, которое я мог принять в таких условиях.

Конечно, были и события, которые указывали, что Москву не сдадут врагу. 7 ноября состоялся парад

на Красной площади, это сильно подбадривало. Кроме того, я наблюдал ежедневно, что за Москву шла битва и немцы далеко не были так сильны, чтобы ее захватить «с ходу». Москва тщательно охранялась и с внешней стороны, и внутри. По улицам ходили патрули. Вечером на улицах было запрещено появляться без пропуска. С фронта шли разноречивые известия. Но были и известия, вызывавшие надежду и уверенность. Так, войска И. С. Конева разгромили немцев под Вязьмой. Я хорошо знал И. С. Конева, и он меня знал, поскольку много лет мы служили в 17 с[трелковой] д[ивизии] в Нижнем Новгороде и жили в здании в одном коридоре. Вот я и решил написать И. С. Коневу письмо с просьбой, чтобы он вызвал меня к себе в армию, которой он тогда командовал. Прождал 10 дней. Ответа не было. Видно, ему было не до меня.

Я, как и все в то время, жадно слушал сводки военных действий по радио, читал газеты. Отдельные успехи наших войск вселяли надежду, что вот-вот наступит перелом в ходе войны. Но до перелома было еще далеко. А в Москве происходили грустные события. Крымский мост был заминирован и т. д.

Около 20 ноября со мной произошел забавный случай. Однажды я пришел в институт, и Мухамедов сообщил мне, что открыл один из оставшихся в институте сейфов и обнаружил в нем бутылку объемом около 20 литров, наполненную раствором сулемы в спирте. Он спросил меня, как поступить с этим зельем, которое может быть опасным для случайно обна-



Николай Александрович Фигуровский. На рубеже 30-х — 40-х годов.

ружившего его пьяницы. Сам он думал, что лучше всего раствор уничтожить. Я же легкомысленно высказал убеждение, что спирт можно отогнать и использовать. Сулемы в спирте было, вероятно, около 3 % (это был реактив на иприт). Мухамедов согласился со мной, и таким образом у меня появилась задача — отогнать спирт от сулемы.

Немедленно я собрал обычный перегонный прибор с холодильником Либиха и приступил к перегонке. Отогнав с пол-литра, я проделал реакцию на ртуть. Монета сразу побелела. Значит, сулема летела так же, как и спирт. После второй перегонки этого пол-литра я обнаружил на дне колбы рыхлый белый осадок, но ртуть в отгоне также легко открывалась. Я пошел домой, раздумывая, как поступить, чтобы отделить сулему. Я почти не спал две ночи, все обдумывая разные варианты. Осаждение сероводородом мне казалось неприемлемым. Наконец мне пришла в



Снимок из «Вечерней Москвы» (от 24 ноября 1941 г.), сделанный Д. Смирновым

голову одна мысль. А что если я построю адсорбционный дефлегматор, т. е. просто буду вести перегонку через колонку, наполненную активным углем? Уголь достать было нетрудно. В институте всюду валялись старые противогазы, были даже целые барабаны с углем. Придя в институт, я собрал соответствующий прибор и начал перегонку пробы раствора. К моему удивлению, в отгоне ртути не открывалась. Я выпарил пол-литра отгона и попробовал в небольшом остатке открыть ртуть. Ее не было.

Теперь я считаю, что сделал изобретение. Но в то время я был поглощен идеей очистки спирта и больше ничем. Так что изобретение и до сих пор не зарегистрировано.

Я начал перегонять основную массу спиртового раствора.

В самый разгар работы, когда спирт перегонялся без дальнейших мер усовершенствования, я прохаживался около прибора в веселом настроении. Я никогда не был большим любителем выпивки. Просто

было приятно решить научно-техническую задачу. Вдруг в лабораторию вошел совершенно неизвестный человек с фотоаппаратом. Я удивленно спросил его, что ему надо. Он отрекомендовался фоторепортером «Вечерней Москвы» и сразу же спросил меня, кто я такой и как это я в такой сложной обстановке в Москве занимаюсь научной работой. На первый вопрос я ему ответил, он был вполне удовлетворен и затем спросил, над какой темой я работаю. Я как-то замялся с ответом, обдумывая, как лучше ему разъяснить вопрос. Но он, видя мое замешательство, истолковал его по-своему: «Впрочем, что я, чудака, спрашиваю у ученых в военное время, чем они занимаются». Таким образом, вопросы оказались законченными, и корреспондент попросил разрешения сфотографировать меня у аппарата (перегонной установки). Подошел Мухамедов, и мы оба были увековечены на фото на фоне перегонного аппарата. На следующий день (кажется, это был мой 40-й день рождения, 24 ноября) в

газете на первой странице появилась фотография, зафиксировавшая мое научное достижение.

Мой сосед по общежитию аспирантов Тищенко каждодневно при встрече неуклонно сетовал, что я как химик не могу приготовить для него хотя бы немного «выпивки». Вспомнив его, я налил четвертинку спиртом, полученным на своем приборе, и принес домой. Пока я готовился налить ему, он схватил всю четвертинку и побежал бегом домой. Через 10 минут он снова был у меня, сильно навеселе. Я с тревогой ждал целую неделю — что с ним будет. Но ничего не произошло. Он был совершенно здоров. Так подтвердилось высокая эффективность очистки моим способом.

Между тем обстановка все усложнялась. Артиллерийская стрельба по утрам будила меня. Перспектива «бегства» из Москвы далеко не радовала. Мучила мысль, что я ничего не делаю и не приношу никакой пользы, что будет стыдно когда-нибудь отвечать на вопросы товарищей,

где я был во время войны. И у меня созрело окончательное решение идти добровольно в армию.

Я пошел в штаб Московского военного округа и подал рапорт о своем желании поступить добровольно в ряды Красной Армии. Меня принял важный офицер с тремя шпалами в петлице. Ознакомившись с моими документами, он сказал, что не

имеет права удовлетворить мою просьбу, и посоветовал обратиться в Управление кадров Штаба РККА на Арбатской площади. Я отправился туда, вошел в знакомый двор со стороны памятника Гоголю и вспомнил свои юношеские годы. Здесь в 1920 г. я учился стрелять из винтовки, пистолета «Наган» и даже из пулемета. Но сейчас тир выглядел несколько иначе.

К тому же всюду часовые, которых в те времена не было.

Меня направили в штаб 6-й армии, формируемой в Москве, на улице Разина. Там я получил назначение на должность старшего помощника начальника Химического отдела армии.

© Вступление и публикация
С. С. Илизарова

Дорогие читатели!

Оформляя подписку на второе полугодие 1995 г., ТРЕБУЙТЕ на почтамте каталог издательства "Известия". Сведения о "ПРИРОДЕ" (наш индекс 70707) помещены на стр.29.

Над номером работали
Ответственный секретарь
Л. П. БЕЛЯНОВА

Научные редакторы
И. Н. АРУТЮНЯН
О. О. АСТАХОВА
М. Ю. ЗУБРЕВА
Г. В. КОРОТКЕВИЧ
Т. Ю. ЛИСОВСКАЯ
М. С. ПОКРОВСКАЯ
Н. А. ПОТАПОВА
К. Л. СОРОКИНА
Н. В. УЛЬЯНОВА
Н. В. УСПЕНСКАЯ
О. И. ШУТОВА

Литературный редактор
М. Я. ФИЛЬШТЕЙН

Художественные редакторы
Л. М. БОЯРСКАЯ, Е. В. СИНИЦИНА

Заведующая редакцией
И. Ф. АЛЕКСАНДРОВА

Младший редактор
Е. Е. БУШУЕВА

Компьютерный набор
А. Г. ЕВСТИГНЕЕВ

Корректоры
Т. Н. МОРОЗОВА
Р. С. ШАЙМАРДАНОВА

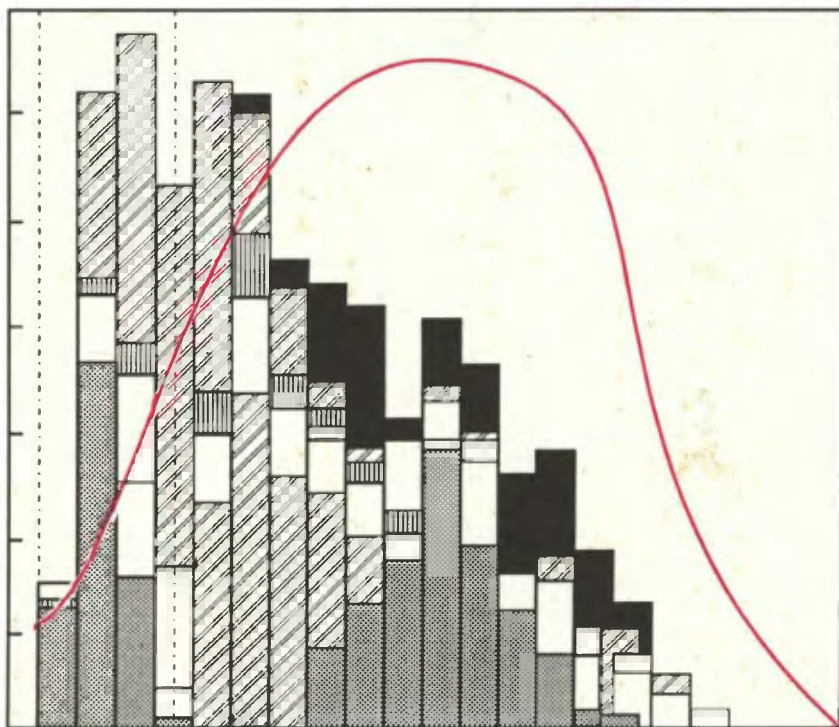
В художественном оформлении
номера принимали участие
В. И. ЕГУДИН
В. С. КРЫЛОВА
Д. В. СКОПИН

Издательство «Наука» РАН

Адрес редакции:
117810, Москва, ГСП-1
Мароновский пер., 26
Тел.: 238-24-56, 238-23-33

Сдано в набор 10.04.95
Подписано в печать 6.05.95
Формат 70×100 1/16
Бумага книжно-журнальная № 2
Офсетная печать
Усл. печ. л. 10,32
Усл. кр.-отт. 241,0 тыс.
Уч.-изд. л. 15,2
Тираж 9004 экз.
Зак. 460

Ордена Трудового Красного
Знамени
Чеховский полиграфический
комбинат
Комитета Российской Федерации
по печати
142300, г. Чехов
Московской области
тел. (272) 71-336
факс (272) 62-536



Россия

Изучение механизмов, обеспечивающих круговорот метана — газа, второго по значимости в парниковом эффекте, стимулировала принятая в 1992 г. Международная конвенция по климату. Начались интенсивные работы по количественной оценке эмиссии метана в атмосферу из различных источников, природных и антропогенных. Отмечающееся в последние годы увеличение атмосферного метана связывают в основном с деятельностью человека, а среди природных источников этого парникового газа первое место отводят болотам. В нашей стране таежные болота занимают обширные пространства — около 70 млн. км² — и могут оказаться главным поставщиком естественного метана. Так ли это?

КРУГОВОРОТ МЕТАНА В ЭКОСИСТЕМАХ

Заварзин Г. А. МЕТАНОВОЕ СООБЩЕСТВО БАКТЕРИЙ В ХОЛОДНЫХ УСЛОВИЯХ

Паников Н. С. ТАЕЖНЫЕ БОЛОТА — ГЛОБАЛЬНЫЙ ИСТОЧНИК АТМОСФЕРНОГО МЕТАНА?

Ножевникова А. Н. МУСОРНЫЕ ЗАЛЕЖИ — «МЕТАНОВАЯ БОМБА» ПЛАНЕТЫ

Гальченко В. Ф. БАКТЕРИАЛЬНЫЙ ЦИКЛ МЕТАНА В МОРСКИХ ЭКОСИСТЕМАХ

Индекс 70707

ISSN 0022-874X. Промыш. 1995. № 5. 1-120.