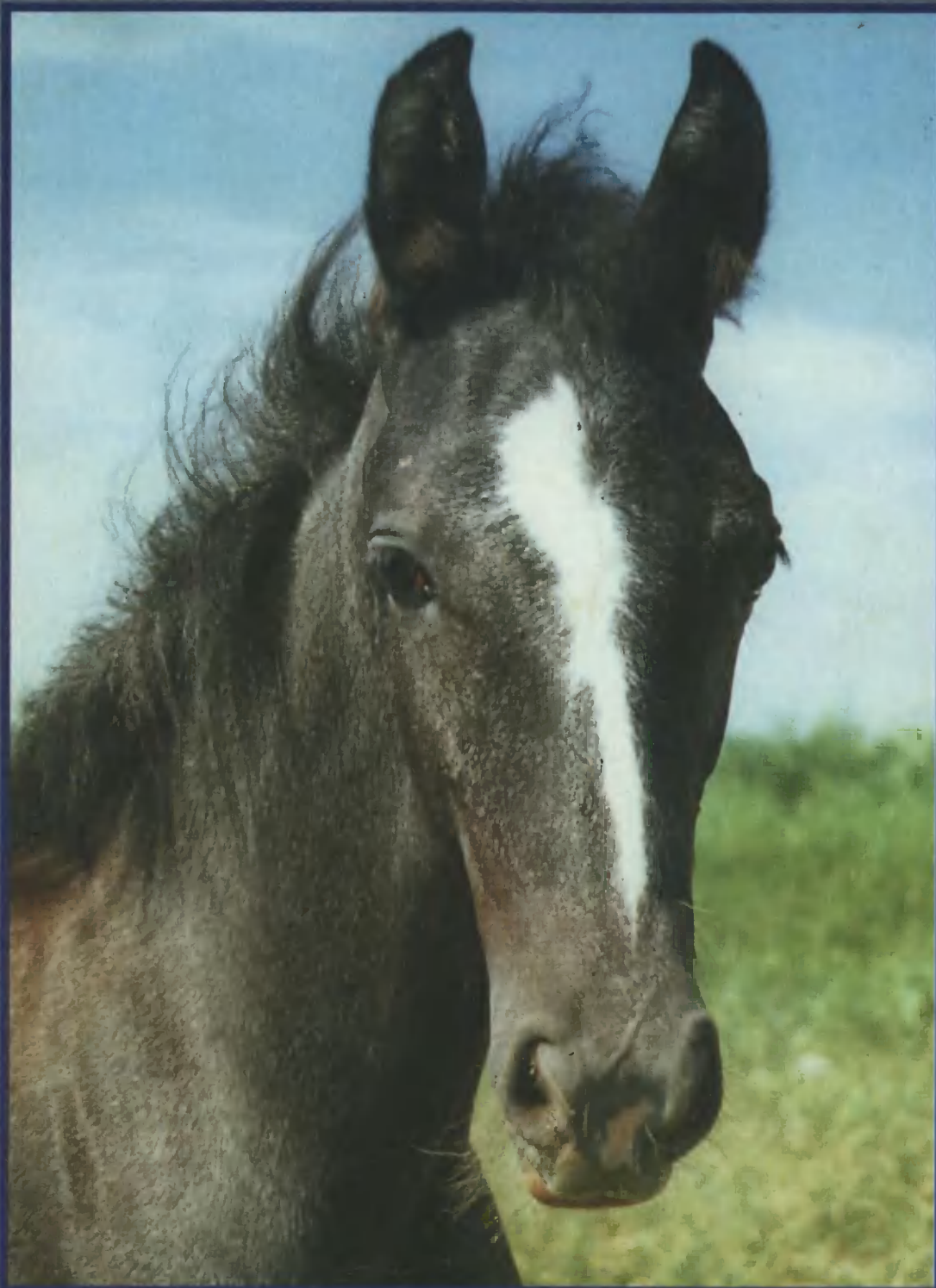


ПРИРОДА

2000 3



ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

Главный редактор академик **А.Ф.АНДРЕЕВ**

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

Заместители главного редактора:

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

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

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

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

НА ПЕРВОЙ СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ.

"Портрет" орловского рысака.

См. в номере: **Уханов С.В.**,

Столповский Ю.А. Орловский рысак:
история и современность

Фото Ю.А.Столповского

НА ЧЕТВЕРТОЙ СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ.

Золотоносный пирит месторождения
Сухой Лог (Иркутская обл.).

См. в номере: **Константинов М.М.**

Золоторудные гиганты мира.

Фото М.М.Константинова



Академиздатцентр «Наука» РАН

© Российская академия наук, журнал «Природа», 2000

В НОМЕРЕ:

3 Гинзбург В.Л.

Физика:
прошлое, настоящее, будущее

6 Чесунов А.В., Милютин Д.М., Евсеев А.В.

**Многоклеточные паразиты
простейших**

Открытие нематод в фораминиферах, первого примера паразитирования многоклеточных животных в простейших, стало неожиданностью даже для специалистов...

13 Косенков В.М., Воробьев С.А.

**Рентгеноструктурный анализ
высокорadioактивных материалов**

Получить рентгенограмму от радиоактивного образца мешает мощное собственное излучение. Но материаловеды научились делать невозможное...

22 Берштейн Л.М.

Гормональный канцерогенез

Оказывается, в генотоксичности гормонов скрыты резервы для профилактики некоторых онкологических заболеваний репродуктивных органов.

28 Уфимцев Г.Ф.

**Живые разломы
на улицах города Снать**

31 Демкин В.А., Демкина Т.С., Борисов А.В.

**Степные курганы
открывают новые тайны**

37 Каплин П.А., Павлидис Ю.А., Селиванов А.О.

Морские побережья в XXI веке

В связи с глобальным потеплением климата прогнозируемое разрушение берегов может оказаться значительным.

Заметки и наблюдения

47 Каабак Л.В.

**Бабочки морфиды
в джунглях Гайаны**

Никонов А.А.

Необитаемый остров Осмуссаар (48)

52 Константинов М.М.

Золоторудные гиганты мира

Месторождений с ресурсами более 100 т всего 10%, но в них сосредоточено 86% всех запасов золота. В чем причина такого феномена?

58 Сурдин В.Г.

Как рождаются звезды

60 Красная книга домашних животных Уханов С.В., Столповский Ю.А.

**Орловский рысак:
история и современность**

66 Наугольных С.В.

**Экваториальная колыбель
пермских напоротников Приуралья**

Возникнув в экваториальном поясе, эти древние высшие растения мигрировали на север и в конце перми уже появились в Приуралье.

73 Джикаев Ю.К.

Тихоходки — впереди

Новости науки

76

Nb Динозавры из Подмосквья. Алифанов В.Р. (76). — Астероид — "дитя" астероида (77). — Подготовка к экспедиции на Марс ведется в наземном кратере (78). — Шкала астероидной опасности (78). — Арктическая осцилляция — новый климатический фактор (79). — Трудный путь новорожденных ящериц из гнезда. Семенов Д.В. (80). — Какая ловчая сеть более экономична? Михайлов К.Г. (81). — Амфипода — стервятник из пещерных озер. Виноградов Г.М. (81). — Материнство развивает умственные способности (82). — Успех — за голодными и молодыми самками гуппи (82). — Европейская система предупреждения лесных пожаров (83). — Как после извержения Кракатау возрождалась природа (83). — Федеральная целевая программа "Мировой океан". Пушаровский Ю.М. (83). — Африканский материк раскалывается (84). — Сейсмические события марта—апреля 1999 г. (86). — Ураган спровоцировал вулканические выбросы (86). — Найден полный скелет горгонопа (87). — Мумии инкских детей (87). — Великая Африканская стена (87). Коротко (51,72, 75)

Рецензии

88 Борисов В.П.

Одна судьба из многих тысяч

Новые книги

90

Встречи с забытым

94 Кулакова И.П.

"Растение, кокеруза называемое..."

CONTENTS:

- 3** **Ginzburg V.L.**
**Physics:
The Past, Present, and Future**

- 6** **Tchesunov A.V., Milyutin D.M.,
and Evseev A.V.**
Metazoa Parasites of the Protozoa
The discovery of unusual Nematoda species in shells of foraminifers (marine Protozoa species) was a complete surprise.

- 13** **Kosenkov V.M. and Vorobyev S.A.**
**X-ray Structure Analysis
of High-Level Radioactive Materials**
It appears impossible to obtain an X-ray diffraction pattern of a radioactive sample owing to its intense intrinsic radiation. Yet materials scientists have learned to do the impossible.

- 22** **Berstein L.M.**
Hormonal Carcinogenesis
Hormone genotoxicity reveals its own reserves for cancer prevention.

- 28** **Ufimtsev G.F.**
Active Faults on the Streets of Xian

- 31** **Demkin V.A., Demkina T.S.,
and Borisov A.V.**
Steppe Mounds Disclose New Secrets

- 37** **Kaplin P.A., Pavlidis Yu.A.,
and Selivanov A.O.**
Marine Coasts in the 21st Century
The predicted destruction of coasts due to global warming can be significant.

Notes and observations

- 47** **Kaabak L.V.**
**Behavior of Some Butterfly Species
of the Morphidae Family**
Nikonov A.A.
The Desert Island of Osmussaar (48)

- 52** **Konstantinov M.M.**

Giant Gold Deposits of the World

Deposits whose ores exceed 100 tons account for only 10% of all deposits; yet they contain 86% of all gold reserves. What causes this irregularity?

- 58** **Surdin V.G.**

How Stars Are Born

Red data book of domestic animals

- 60** **Ukhanov S.V. and Stolpovsky Yu.A.**

Orel Trotter: History and the Present Day

- 66** **Naugolnykh S.V.**

The Equatorial Cradle of Permian Ural Ferns

After originating in the equatorial zone, these ancient higher plants migrated northward and, in the Late Permian, reached the Ural region.

- 73** **Dzhikaev Yu.K.**

Tardigrades Are Ahead

Science news

- 76**

Nb Dinosaurs from Moscow's Environs. Alifanov V.R. (76). — **An Asteroid Born of an Asteroid (77).** — **Mars Expedition Being Prepared in a Crater on Earth (78).** — **Scale of Asteroid Hazard (78).** — **Arctic Oscillation: A New Climatic Factor (79).** — **The Difficult Path of New-Born Lizards from Their Nest. Semenov D.V. (80).** — **Which Spider's Web Is More Economical? Mikhailov K.G. (81).** — **Amphipod: A Scavenger from Cavern Lakes. Vinogradov G.M. (81).** — **Maternity Boosts Intellect (82).** — **Success Belongs to Hungry and Young Guppy Females (82).** — **The European System for Forest Fire Prevention (83).** — **How Nature Revived after Krakatau's Eruption (83).** — **The World Ocean Federal Program. Pushcharovsky Yu.M. (83).** — **The African Continent Is Breaking up (84).** — **Seismic Events of March and April 1999 (86).** — **A Hurricane Provoked Volcanic Eruptions (86).** — **A Complete Gorgonopsis Skeleton Found (87).** — **Mummies of Inca Children (87).** — **Great Wall of Africa (87).**
In brief (51,72,75)

Book reviews

- 88** **Borisov V.P.**

One in Many Thousands

New books

- 90**

Encounters with the forgotten

- 94** **Kulakova I.P.**

"That Plant Called Corn..."

Физика: прошлое, настоящее, будущее

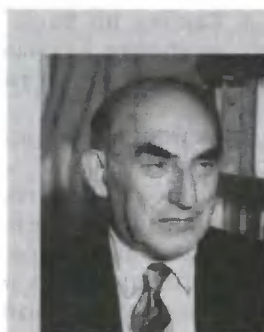
(Ответы на вопросы журнала "Physics World")

В.Л.Гинзбург

Окончание XX века и вступление в третье тысячелетие сопровождается, естественно, появлением в журналах и даже газетах различных публикаций, подводящих итоги развития науки. В частности, печатаются соответствующие опросы. Как мне кажется, они представляют известный интерес.

Один такой опрос под названием "Physics World Millennium Survey" ("Обзор мира физики за тысячелетие") провел научно-популярный журнал "Physics World", издающийся Институтом физики Великобритании. Журнал этот аналогичен американскому "Physics Today", а у нас по типу близок "Природе", с той лишь разницей, что посвящен только физике и смежным научным направлениям.

Физикам (включая сюда и астрофизиков) из различных стран были посланы семь вопросов, ответы на которые обработаны и кратко прокомментированы в "Physics World" (1999. №12). Редакция журнала разослала вопросы 250 адресатам и получила 130 ответов. Ответы не опубликованы, и лишь весьма немногое, содержащееся в них, приводится в упомянутых комментариях.



Виталий Лазаревич Гинзбург, академик, советник РАН. Научные работы посвящены электродинамике, физике элементарных частиц, оптике, теории конденсированных сред, физике плазмы, радиофизике, радиоастрономии, астрофизике. Лауреат Ленинской и Государственной премий СССР. Награжден Большой Золотой медалью РАН имени М.В.Ломоносова. Член ряда иностранных академий.

Не буду далее их касаться (за одним исключением), но приведу вопросы и мои ответы на них. Позволю себе надеяться, что подобная информация представит интерес для ряда читателей "Природы". Итак, вопросы и мои ответы.

Вопрос 1. Каковы, по Вашему мнению, три наиболее важных открытия в физике и почему?¹

Ответ. Простота вопроса кажущаяся. Что понимать под открытием? Можно понимать частное, конкретное. Например, открытие электрона, радиоактивности и т.п. Можно понимать открытие новых законов и принципов. Я склонен считать более важными не частные открытия, а общие концепции, взгляды и теории, обобщающие опыт. При таком подходе важнейшими являются:

- создание классической механики (Галилей, Ньютон);
- создание специальной и общей теории относительности (Эйнштейн);
- создание квантовой теории (Планк, Эйнштейн, Бор, Гейзенберг, Шредингер, Дирак).

Если же говорить о конкретных открытиях, я бы выделил открытие электрона, фотона и кварков. Но чем хуже открытие нейтрона и позитрона (в 1932 г.)?

Вопрос 2. Назовите пять физиков, вклад которых в науку наиболее важен.

Ответ. Безусловно, это Ньютон и Эйнштейн. А кого еще предпочесть: Аристотеля, Архимеда, Коперника, Галилея, Кеплера, Фарадея, Максвелла, Больцмана, Планка, Бора, Резерфорда, Гейзенберга, Шредингера, Дирака?.. Все же я бы остановился на Галилее и Боре. Но кто пятый?

Вопрос 3. Какова, по Вашему мнению, важнейшая нерешенная проблема в Вашей области?

Ответ. Я считаю физику все еще единой. Подробнее пишу об этом в статье, опубликованной в "Успехах физических наук" (1999. Вып.169. №4. С.419)². Поэтому, строго говоря, у меня нет "моей области". Но, несколько условно, мне все же ближе сверхпроводимость. В этой области важнейшей представляется проблема высокотемпературной и комнатнотемпературной сверхпроводимости (ВТСП и КТСП). Каков механизм сверхпроводимости в уже известных ВТСП (купратах)? Достижима ли КТСП?

Вопрос 4. Какова, по Вашему мнению, наиболее важная проблема в остальной части физики?

Ответ. Важнейшая нерешенная проблема в физике — конечно, создание единой теории всех взаимодействий, включая гравитационное. Можно это сформулировать и уже, как создание квантовой теории гравитации, включая квантовую космологию. Физики, по-видимому, еще очень далеки от цели. Называть теорию суперструн "теорией всего" ("theory of everything") было с самого начала плодом увлечения или рекламы. Подробнее об этом я пишу в упомянутой статье в "УФН".

Вопрос 5. Стали бы Вы изучать физику, если бы поступили в университет в этом году? Если не стали бы, то почему?

Ответ. Сейчас мне кажется, что я опять выбрал бы физику. Вместе с тем в настоящее время на первом месте в науке (пусть и условно) находится биология. Поэтому, будь я молодым, мог бы выбрать и биологию (опять же смотри мою статью в "УФН").

Вопрос 6. Если бы Вы начинали свои исследования в физике, какую область физики Вы бы выбрали и почему?

Ответ. Как ясно из ответа на вопрос 3, мне не нравится узкая специализация. Физик должен в первую очередь знать и любить физику вообще, чем шире — тем лучше. Конечно, приходится выбирать что-то более узкое, особенно экспериментатору. Но и он (экспериментатор), если сможет, не должен быть на всю жизнь привязан к какой-то узкой области. Физик же теоретик и может, и должен работать над разными вопросами (и уж заведомо интересоваться ими). Поэтому, начиная работать в физике, я выбрал бы теоретическую физику, хотя очень уважаю электрон и всегда плохо вычислял и плохо владел математическим аппаратом. Но не нужно все же путать теоретическую физику и математическую физику.

Вопрос 7. Как сказал Стивен Хокинг (Stephen Hawking), вероятность того, что мы найдем (создадим) полную единую теорию в течение ближайших 20 лет, составляет 50%. Согласны ли Вы, что конец теоретической физики уже виден?³

Ответ. Много раз в истории физики считали, что вот-вот некоторые глубокие проблемы будут решены. На деле же решение либо надолго откладывалось, либо вообще не было достигнуто. По моей оценке, "вероятность того, что мы создадим полную единую теорию в течение ближайших 20 лет", вряд ли превышает 1%.

Выше ответы приведены без всяких изменений. Сейчас мне хотелось бы уточнить ответ на вопрос 2. В качестве пятого я, подумав, называю безусловно Максвелла. Кроме того, в списке среди физиков XX в. я забыл упомянуть Фер-

ми, какую область физики Вы бы выбрали и почему?

См.: Хокинг С. Виден ли конец теоретической физики? // Природа. 1982. №5. С.48–56.

¹ Как разъяснила мне редакция "Physics World", здесь и ниже речь идет о всей истории физики, а не только, скажем, XX века.

² Эта статья, помещенная в "Physics-Uspekhi" (английский перевод "УФН"), доступна в Интернете (см. www.ufn.ru).

³ См.: Хокинг С. Виден ли конец теоретической физики? // Природа. 1982. №5. С.48–56.

ми, да и, пожалуй, Ландау, Паули и Фейнмана. Главное, я как-то сосредоточился на физиках XX в. Поэтому в общем списке незаслуженно отсутствуют многие, например Гиббс. Хочу также дополнить ответ на вопрос 7. В одной из своих статей (не стал сейчас ее искать) М.Планк (1858—1947) рассказал, что в молодости (т.е. примерно в 1880 г.) он обратился к одному уважаемому профессору физики за советом, чем заниматься. И вот профессор ответил примерно следующее: “Мне жалко вас, молодой человек, ибо вам осталось только стирать пыль с существующих физических приборов”. Другими словами, этот физик, как и немало других, считал, что главное в физике уже сделано. И это до открытия рентгеновских лучей, радиоактивности и электрона, до создания теории относительности и квантовой механики (!). Подобная слепота встречается и сегодня, между тем как перед физикой стоят еще гигантские нерешенные задачи.

В упомянутом комментарии редакции “Physics World” содержится один момент, который, вероятно, будет интересен читателям. Именно, были подсчитаны физики, упомянутые респондентами в ответах на вопрос 2. По крайней мере “один голос” получил 61 физик. Их список таков, в порядке уменьшения поданного “числа голосов” (подчеркнуты имена ныне живущих физиков): Эйнштейн (119 голосов),

Ньютон (96), Максвелл (67), Бор (47), Гейзенберг (30), Галилей (27), Фейнман (23), Дирак (22), Шредингер (22), Резерфорд (20). По 16 голосов (т.е. упоминаний) получили Больцман, Фарадей и Планк, 13 голосов получил Ферми, шесть голосов было отдано М.Кюри, четыре голоса получили Бардин и Ландау, по три голоса — Белл, Бете и Гиббс; по два голоса — Архимед, Коперник, П.Кюри, Г.Т.Хофт, Хаббл, Кеплер, Паули, Шокли, Дж.Томсон, Таунс, Вайнберг, Юкава; наконец, по одному голосу получили: К.Андерсон, Аристотель, Беннетт, Бинниг, Блох, Карно, Клаузиус, Демокрит, Доплер, Эдисон, Евклид, Эддингтон, Эйлер, Хокинг, Д.Гилберт, Ланжевэн, Лорентц, Майкельсон, Онзагер, Пайн-Гапошкина, Релей, М.Рис, Рорер, Рентген, Шавлов, Тьюринг, Уилер, К.Вильсон, Янг.О

Должен признаться, что не знаю, кто такие Bennett, Binnig и Rohrer. Но поскольку они получили лишь по одному голосу, мне не так уж и стыдно. Должен также заметить, что и ряд других физиков, включенных в список пяти, внесших наибольший вклад в физику всех времен и народов, вызывает удивление. Я даже подозреваю, что редакция считала и тех, кто в ответах просто упомянут (например, в списке имеются все имена, перечисленные мною в ответе на вопрос 2, хотя я отнюдь не всех из них включил в заветную пятерку). Кроме того, вероятно, не все респонденты

поняли, что речь идет не только о физиках XX в. Но это, конечно, маловажно. Первая десятка в списке великолепна, да и дальше следует немало блестящих имен.

Из физиков первой десятки я был знаком, да и то, как говорится, лишь шапочно, с Бором и Дираком, а более близко лишь с Фейнманом. И как раз только “место”, отведенное Фейнману, вызывает у меня сомнение. Ричард Фейнман был превосходным физиком и яркой личностью, о чем и мне случилось писать⁴. Однако, как подчеркивал в свое время Ландау, квалифицировать роль и класс физиков (если уж вообще квалифицировать) нужно “по достижениям”, а не по другим признакам, например объему знаний, ораторскому искусству, учебникам и т.п. С этой точки зрения реальные научные достижения Фейнмана, сколь они ни велики, представляются мне уступающими всем остальным физикам, упомянутым в числе первых десяти, да и некоторым, оцененным в списке более скромно. Впрочем, не следует придавать всем этим “местам” существенное значение, хотя подобные “списки” и любопытны.

Думаю, что и у нас в России уместно было бы провести на достаточном серьезном уровне опрос типа осуществленного журналом “Physics World”. ■

⁴ См.: Гинзбург В.Л. О Ричарде Фейнмане — замечательном физике и удивительном человеке // О физике и астрофизике. М., 1995. С.430.

Многоклеточные паразиты простейших

А.В.Чесунов, Д.М.Милютин, А.В.Евсеев

Нематоды, или собственно круглые черви, (*Nematoda*) удивительно разнообразны. Одни виды паразитируют только на взрослой стадии, другие — исключительно на личиночной, третьи — на всех стадиях; у одних нематод жизненный цикл протекает со сменой хозяев, у других — без; одни стремятся убить хозяина, другие, наоборот, стараются сохранить его живым как можно дольше; одни живут на поверхности тела, вторые — в кишечнике, третьи поражают внутренние органы.

Удивительна и непритязательность нематод в выборе хозяина. Конечно, большинство видов предпочитает жить в организмах позвоночных животных, но немало нематод облюбовало наземных членистоногих (которые могут стать как промежуточными, так и окончательными хозяевами), наземных малощетинковых червей (олигохет) и легочных улиток. Морские паразитические нематоды поражают и ракообразных, и иглокожих, и полихет, а также приапид, сипункулид и даже своих собственных сородичей. Но все же полной нежиз-



Алексей Валерьевич Чесунов (слева), доктор биологических наук, профессор кафедры зоологии беспозвоночных биологического факультета Московского государственного университета им.М.В.Ломоносова. Занимается изучением таксономии и биологии нематод, а также других групп морской интерстициальной фауны. Лауреат премии на лучшую научно-популярную статью, учрежденной РФФИ (1998).

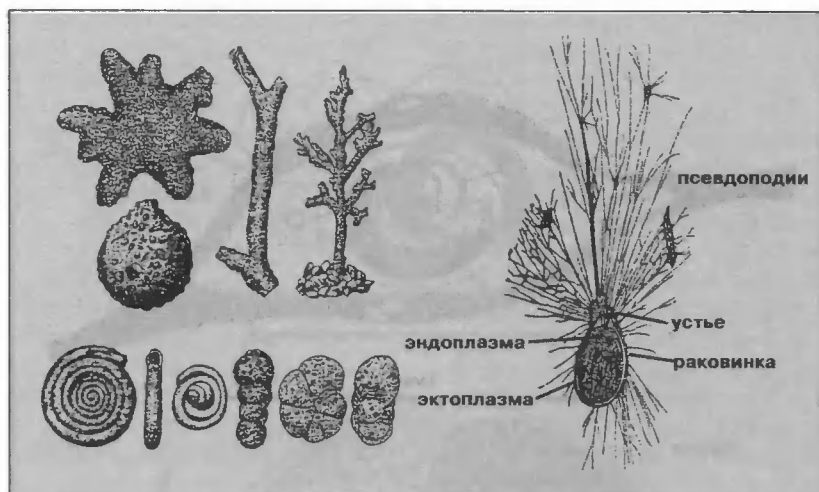
Дмитрий Михайлович Милютин (справа), научный сотрудник Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии Министерства сельского хозяйства РФ. Изучает систематику и морфологию нематод.

Антон Вячеславович Евсеев, аспирант Института паразитологии РАН. Область научных интересов — морфология нематод.

© А.В.Чесунов, Д.М.Милютин,
А.В.Евсеев

данностью оказалось открытие своеобразных видов нематод в одноклеточных простейших животных — фораминиферах.

Фораминиферы (*Foramini-ferida*) относятся вместе с голыми, лишенными внутренне-го скелета и наружной раковины амебами (*Lobosea*), радиоляриями (*Radiolaria*) и солнечниками (*Heliozoa*) к большой группе простейших — подтипу саркодовых (*Sar-codia*). Их общая особенность — передвижение с помощью временных выростов цитоплазмы — псевдоподий, или ложноножек. Фораминиферы довольно крупные существа для простейших: нередко их размер достигает одного миллиметра или даже более. Почти все фораминиферы облачены в раковинку, которая может быть чисто органической, кожистой, а чаще либо построенной из подручного материала — песчинок и других мелких частиц, склеенных известковым цементом (агглютинированная), либо чисто известковой (секреторной). В домике есть отверстие, откуда вытягиваются длинные нитевидные, ветвящиеся псевдоподии. У многих видов раковинка пронизана тонкими порами, откуда также растут ложноножки. Из-за тяжелой раковинки фораминиферы если и ползают, то очень медленно, а чаще — неподвижны и даже могут быть прикреплены к субстрату. Раскнутые во все стороны псевдоподии образуют ловчую сеть, в которую попадают бактерии, одноклеточные водоросли и другие живые организмы, даже мелкие многоклеточные животные. Для геологов не меньше, чем для биологов, фораминиферы — популярный объект исследования: их домики прекрасно сохраняются в ископаемом состоянии и с их помощью удобно датировать слои осадочных пород, в том числе нефте- и газоносных. Однако



Изображения агглютинированных раковинок разных видов фораминифер (слева) и живой особи *Allogromia ovoidea*.

и в современных морях на дне существует плотное и разнообразное население фораминифер. Вот в таких простейших и обнаружены нематоды.

Это произошло совершенно неожиданно летом 1995 г. в Смитсоновском музее естественной истории в Вашингтоне (США). Просматривая подобранную серию морских паразитических нематод, один из авторов этих строк наткнулся на готовый глицериновый препарат со странной, похожей на плоское веретено с двумя устьями на вытянутых противоположных концах, фораминиферой, внутри которой находились две хорошо окрашенные нематоды. Препарат аккуратно сделан безвестным лаборантом, разбиравшим пробы мейобентоса¹ из глубоководья у побережья Анголы. Фораминифера, которую впоследствии определила сотрудница кафедры зоологии беспозвоночных

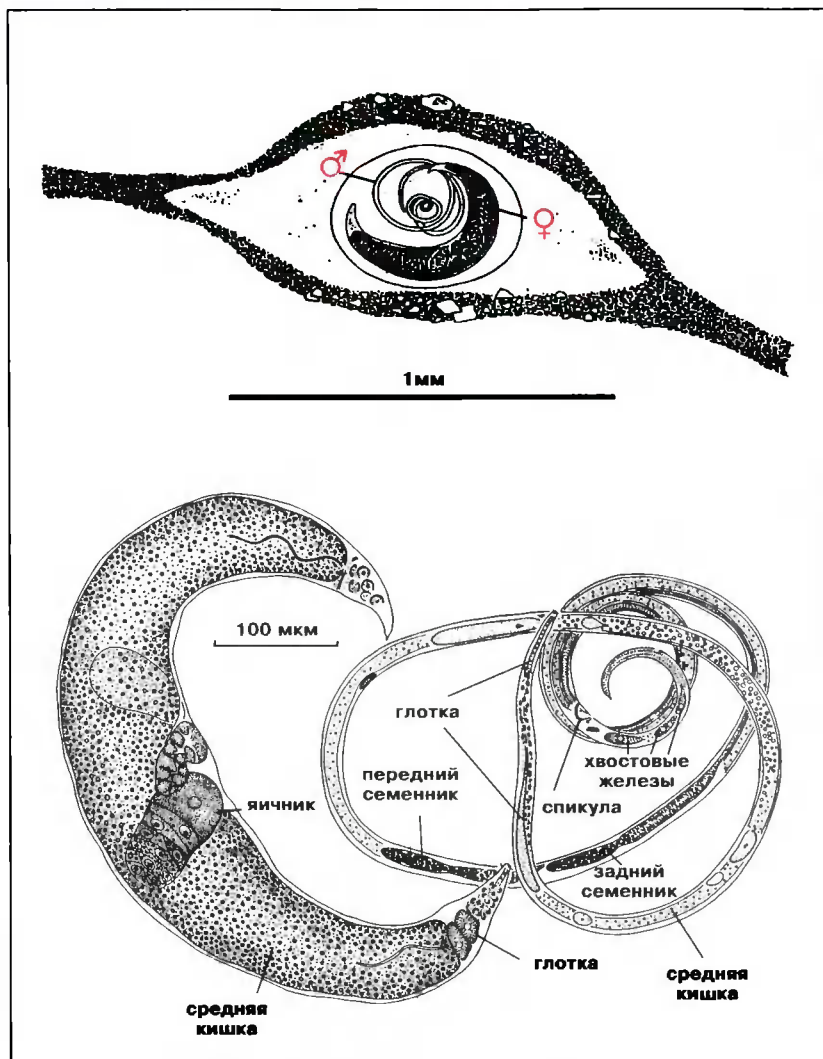
МГУ им. М.В.Ломоносова Е.М.Майер, оказалась довольно редкой формой — *Vanboeffenella* aff. *gaussi*. Боковые стенки ее агглютинированной раковинки затянуты кожистой прозрачной мембраной (характерный признак рода) — через эти своеобразные окна и были видны две нематоды (самец и самка). Они находились не просто в цитоплазме, а были заключены в большую шаровидную вакуоль, или камеру, с довольно плотными, хотя и мягкими, совершенно прозрачными кожистыми стенками.

Нематоды оказались не известны науке. Вместе с американским нематодологом Д.Хоппом мы исследовали их строение, описали новый вид и отнесли его к новому роду — *Smithsoninema inaequale*². Родовое название нематода получила в честь Смитсоновского института, видовое — отражает большое различие между самцом и самкой.

Нитевидно тонкий (в диаметре до 20 мкм) самец свер-

¹ Мейобентос — микроскопические многоклеточные животные морского дна (нематоды, гастротрихи, кионоринхи, остракоды, копеподы, а также карликовые турбеллярии, одиночные ползающие полипы и медузы, олигохеты, полихеты и миниатюрные представители других классов).

² Hope D.W., Tchesunov A.V. // Invertebrate Biol. 1999. V.118. №2. P.95—108.



Фораминифера *Vanhoeffenella* aff. *gaussi*. В ее внутренней кожистой камере поселилась семейная пара *Smithsonineta inaequale* — тонкий самец и толстая самка. Внизу они показаны “крупным планом”

нут в пузыре несколько раз, так как его длина (почти 3 мм) многократно превышает размеры раковинки фораминиферы. У самца присутствуют все признаки типичных свободноживущих нематод: головные щетинки, большие амфиды (органы химического чувства), нормальный кишечный тракт, хвостовые железы. По форме амфида (в виде запятой), наличию твердого палочковидного образования

(стилета) в ротовой полости, железистой глотке и особой форме копулятивных органов (спикул) самец этого вида несомненно принадлежит к семейству *Camacolaimidae* (группа морских свободноживущих нематод). Самка совсем другая — короткая (всего 0.8 мм длиной) и толстая (почти 100 мкм в середине тела). Амфидов у нее не видно, хотя головные щетинки есть. Стилета в ротовой полости нет, пище-

вод железистый, средняя кишка без видимого внутреннего просвета, хвостовые железы отсутствуют. Различия между самцом и самкой настолько велики, что, будь они встречены по отдельности, их вряд ли отнесли бы к одному роду, а то и семейству.

Естественно, открытие *Sinaequale* инициировало поиски подобных нематодно-фораминиферных ассоциаций в других морях. В Белом море самый массовый вид агглютинированных фораминифер — *Reophax curtus*. Домик реофакса состоит из линейно расположенных камер. Начальная камера самая маленькая. По мере роста часть объема цитоплазмы выдавливается из устья и возникает новая камера, больше предыдущей. Живая цитоплазма занимает в основном последнюю, самую крупную камеру. Именно здесь следовало искать необычных паразитов.

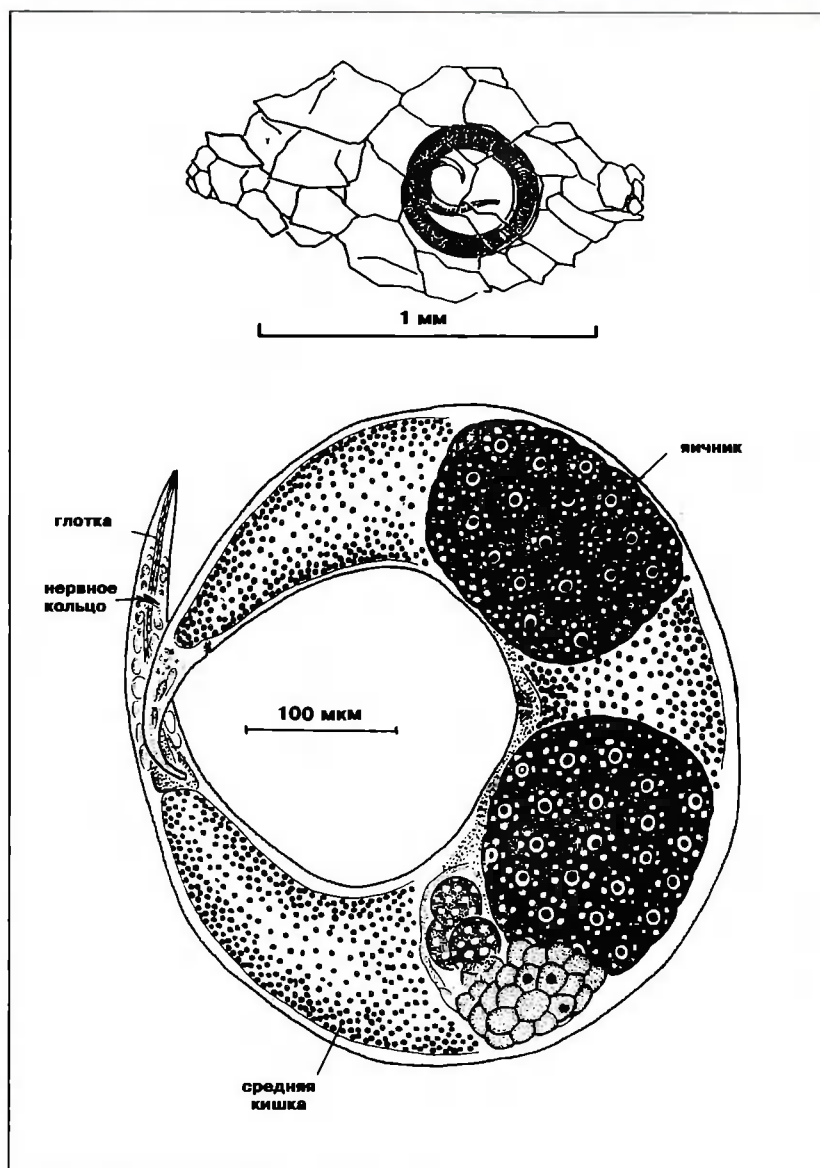
В реофаксах мы обнаружили девять видов нематод. Шесть из них известны как свободноживущие обитатели донного осадка, и нам попались, видимо, случайно. Три других обнаруженных в фораминиферах вида — похоже, действительно настоящие внутренние эндобионты простейших. Все три вида оказались новыми для науки, причем два из них — представители неизвестных родов из семейства *Camacolaimidae*. Пока формальные диагнозы этих нематод не будут опубликованы в академическом “Зоологическом журнале”, мы, согласно Международному кодексу зоологической номенклатуры, не имеем права упоминать их научные названия. Поэтому обозначим их условно: один как *Camacolaimus* sp. (что означает “вид из рода *Camacolaimus*”) и второй как *Camacolaimidae* gen. sp. (“вид и род из семейства *Camacolaimidae*”).

Camacolaimus sp. отличается от своих многочисленных

свободноживущих родственников в основном размерами: это самый маленький вид рода. И это не удивительно, ведь новый камаколаймус живет в очень тесном пространстве — внутри последней камеры реофакса. Кроме того, бросается в глаза размах изменчивости этого вида как по размерам, так и по морфологическим признакам.

Camacolaimidae gen. sp. 1 еще сильнее отличается от свободноживущих нематод и даже от других представителей камаколаймид: у него нет столь обычного для семейства дорсального зуба, или стилета, и развит половой диморфизм. Самцы — тонкие, стройные и в общем похожи на свободноживущих нематод, а взрослые самки — толстые, веретеновидные и не имеют ничего общего с сородичами.

Самым загадочным оказался третий вид: организация этой нематоды столь своеобразна, что ее трудно отнести к какому-нибудь из существующих семейств. Самцы пока неизвестны, мы нашли только самок и неполовозрелых особей (личинок). На голове не видно никаких органов чувств, ни щетинок, ни амфидов. Ротовая полость невооружена и упрощена. Глотка железистая в задней части. Кишка без клеточных границ и внутреннего просвета, очевидно, она представляет собой сплошной синцитиальный цилиндр. Задняя кишка — рудимент. Половая система самки представлена двумя гонадами, заполненными многочисленными небольшими ооцитами. Судя по строению кишечника, эта нематода не заглатывает пищу ртом, а если и питается во взрослом состоянии, то осмотически, поглощая растворенные органические вещества всей поверхностью тела. Другая особенность, также связанная с обитанием внутри другого живого существа, — чрезмерная плодови-

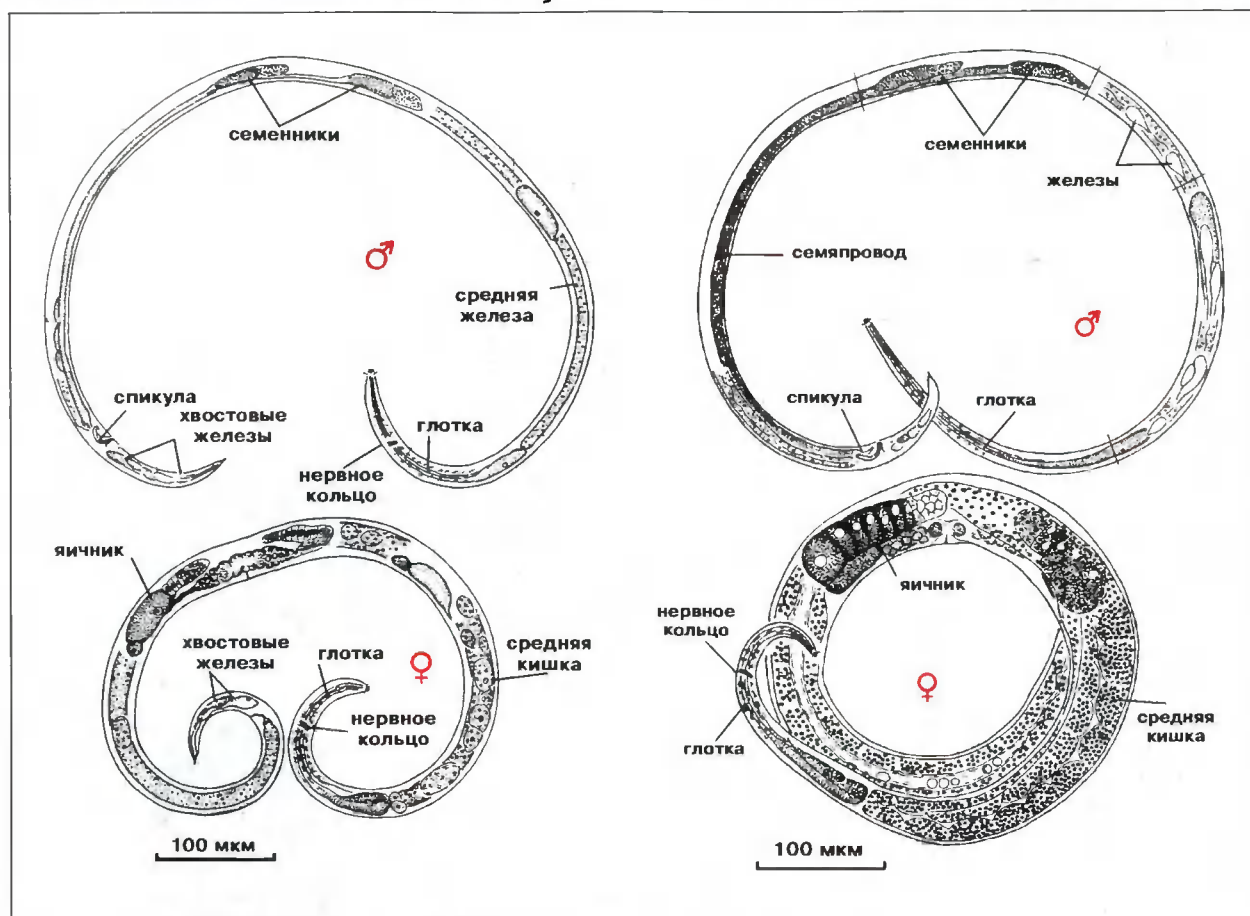


Самка *Camacolaimidae* gen. sp. 2 в раковинке реофакса и отдельно при большем увеличении.

тость. Однозначно определить, к какому семейству принадлежит эта форма, нет возможности, так как самцы не найдены (может быть, у этого вида самцы либо очень редки, либо вообще их нет), а у самок отсутствуют сенсиллы — важный диагностический признак. Однако наличия железистой глотки и многоклеточного яйцевода, а также общее сходство с самкой *Smithsonineta* позволяют предвари-

тельно отнести третий вид также к камаколаймидам и обозначить его как *Camacolaimidae* gen. sp. 2.

В Белом море примерно в 10% раковинок реофакса содержатся нематоды. Черви встречаются как в живых фораминиферах, так и в пустых раковинках. Живые легко распознаются по зернистой липкой цитоплазме, которая становится видна при разламывании домика. Внутри домика



Семейные пары нематод: *Catacolaimus* sp. (слева) и *Catacolaimidae* gen. sp. 1.

нематоды не просто плавают в цитоплазме, а локализованы либо внутри больших пузырей, или вакуолей, либо между внутренней поверхностью стенки раковинки и клеточной мембраной цитоплазмы. Видимо, фораминифера старается изолировать себя от чужого организма, окружая его тонкой кожистой оболочкой, подобной той, которая образуется в начале построения раковинки. Чаше всего в одной особи реофакса живут самец и самка нематоды, как бы семейная пара (если это виды *Catacolaimus* sp. или *Catacolaimidae* gen. sp. 1). Редко нематод бывает больше, а соотношение полов отличается от 1:1. И еще реже в одной

особи простейшего встречаются больше одного вида нематод.

Все три специфических вида проводят в фораминифере большую часть своей жизни. Здесь происходит спаривание, здесь же самка откладывает яйца внутри своего кожного пузыря, здесь же развиваются эмбрионы и вылупляется потомство. В одной фораминифере мы насчитали 15 синхронно развивающихся яиц одной кладки. Очевидно, нематоды могут покидать фораминиферу на разных стадиях своего жизненного цикла. Во всяком случае, и *Catacolaimus* sp., и *Catacolaimidae* gen. sp. изредка встречаются свободно в осадке и попада-

ются в пробах вместе с зараженными фораминиферами. Мы не знаем, при каких обстоятельствах нематоды покидают хозяина: при перенаселенности, из-за гибели хозяина, а может, выход во внешнюю среду и смена хозяина — обязательная фаза жизненного цикла? Проникают же нематоды в организм хозяина скорее всего активно — пролезают внутрь через устье или другие поры в раковинке.

Чем и как питаются нематоды? Ответ на этот вопрос позволил бы, в частности, определить, какой тип симбиотической связи для них характерен. Рассматривая нематод под микроскопом, мы никогда не видели в кишечнике како-

го-либо оформленного содержимого. Внутренний просвет кишки, если он вообще есть, всегда узкий, как бы сжатый. У самок же *Samacolaimidae* gen. sp. 2, как уже упоминалось, кишечник представляет собой сплошной синцитиальный цилиндр. На поперечном срезе самки видно, что этим синцитием (трофосомой) занята большая часть внутреннего объема тела. Трофосома плотно заполнена разными вакуолями, очевидно, хранящими запасной питательный материал. Судя по дегенерации кишечного тракта у самок *Sinaequale* и *Samacolaimidae* gen. sp. 2, они питаются осмотически. Подобным способом кормятся многие паразиты: и кишечные (цестоды и скребни), и полостные (например, паразитические нематоды — тилемиды и мермитиды в полости тела насекомых).

В литературе изредка сообщалось о находках неопределенных нематод в фораминиферах, а также в их причудливых и малоизвестных родственниках — ксенофиофорах и комокиацеях. Так, нематоды на разных стадиях жизненного цикла, включая яйца, обнаруживались в раковинках фораминифер *Elphidium crispum*. Неидентифицированных нематод нашли в большом количестве в живых фораминиферах *Rosalina globularis*, которых содержали в лабораторной культуре. Черви длиной 250—500 мкм были выделены из взрослых особей *R. globularis* с максимальным диаметром раковинки 560 мкм. Нематоды в занимаемой камере свернуты в плотные спирали. Цитоплазма в пораженной камере почти не было. Кроме того, подвижные нематоды обнаружены в телах сублитторальных комокиацей *Globipelorbiza sublittoralis*. Возможно, нематод привлекло бактериальное население на частицах детри-

та, собранных псевдоподиями гигантских простейших. Наконец, крупные (более одного сантиметра) нематоды-лептосоматиды *Syringonemus typicus* найдены в таких же длинных песчаных трубках гигантских фораминифер *Rhabdammina abyssorum*³. Нематода занимает все пространство раковинки, ее голова торчит из одного конца трубки, хвост — из другого. Очевидно, в данном случае речь не идет о каком-то специализированном паразитизме: все нематоды склонны путешествовать и обитать в тесных пространствах, где тело со всех сторон окружено субстратом.

Парное существование и половой диморфизм весьма часто наблюдаются у комменсалов и симбионтов. Примеров тому очень много. Крабьего рошинки семейства *Pinnotheridae* живут в мантийной полости устриц и иных двустворчатых моллюсков. Другие маленькие крабы из семейства *Naralocarcinidae* живут парами на склерактиниевых кораллах и вызывают болезненные разрастания коралла в виде желваков — галлов. Внутри галла — маленькая уютная камера с гладкими стенками, где живут самец и заметно более крупная бесформенная самка. Камера сообщается с внешней средой маленьким отверстием, через которое добровольные узники прокачивают внутрь воду и отфильтровывают из нее органические частицы для питания. На множестве видов кораллов, актиний, морских звезд, ежей и морских лилий, двустворчатых моллюсков обитают видоспецифичные формы очень мелких комменсальных креветок-понтонин. Они держатся тоже парами из непохожих друг на друга самца и самки. На кре-

ветках и других морских ракообразных парами живут паразитические равноногие ракообразные подотряда *Epicaridea*. Большая, раздутая, асимметричная, с редуцированными конечностями самка сидит неподвижно, прикрепившись к телу хозяина, и пьет его кровь. По самке бегают мелкий и подвижный самец; он полностью сохраняет типичное строение ракообразного из отряда равноногих.

Еще более поразителен облик комменсальных видов из тех групп, для которых такой образ жизни в целом не характерен. Так, карликовые двустворчатые моллюски *Pseudopythina subsinuata* живут парами на раках-богомолках *Oratosquilla oratoria*. Большая самка и очень маленький самец прикреплены к брюшной стороне груди рака. Этих моллюсков отличает нехарактерное для двустворок внутреннее оплодотворение. Офиуры *Nannophiura lagani* парами обитают на поверхности тела некоторых видов морских ежей, между иглами; при этом карликовый самец офиуры постоянно сидит на оральном диске самки, рот ко рту. Парное существование и связанный с этим сильный половой диморфизм характерны не только для симбионтов, но и для других животных, чей образ жизни затрудняет поиск полового партнера (классические примеры — сидящие в грунте эхиуриды семейства *Bonellidae* и глубоководные рыбы-удильщики).

Семейная жизнь и резкий половой диморфизм свойствен паразитическим гельминтам, в том числе и нематодам. В ткани пищевода и желудка некоторых водных холоднокровных позвоночных паразитируют самки нематод *Hedruris*, самец же спирально обернут вокруг тела самки. Самец поражающего трахеи птиц паразита *Syngamus trachea* находится в постоянно

³ Hope W.D., Murphy D.G. // Proceed. of Biol. Soc. of Washington. 1969. V82. P511—518.

спаренном состоянии с более крупной самкой, как бы прирастая к ней рядом с половым отверстием. Наконец, у *Trichosomoides crassicauda*, паразитов мочевого пузыря крыс, крошечные самцы живут непосредственно в половых путях самки.

По аналогии с приведенными примерами наших камаколаймидных нематод, также живущих попарно и отличающихся половым диморфизмом, можно считать специфическими симбионтами фораминифер. Из осторожности пока будем пользоваться нейтральным термином "симбиоз", который, по определению его автора, А. де Бари, предполагает любую форму взаимоотношений двух разных видов, будь то мутуализм (от лат. *mutuus* — взаимный), при котором оба вида получают взаимную пользу от сожительства, комменсализма (от фр. *commensal* — сотрапезник), когда сожитель делит стол и кров с хозяином, не вступая с ним в тесные отношения, или паразитизм (от греч. *παράσιτος* — нахлебник), при котором жизнь одного вида протекает за счет другого с принесением ему очевидного ущерба. Скорей всего, фораминиферные нематоды — грубые паразиты. Об этом говорит их тип питания (нематоды в принципе по своей локализации и по морфологии не могут питаться ничем, кроме органического вещества хозяина), деградация цитоплазмы в пораженной раковинке и, наконец, попытки простейшего защититься от червей путем окружения их кожистой капсулой.

Четыре вида фораминиферных нематод можно расположить в ряд, как бы имитирующий последовательность эволюционных преобразований в их строении. В начало ряда поставим самого примитивного представителя се-

мейства — *Camacolaimus* sp. Этот вид отличается от своих многочисленных свободноживущих родственников лишь относительно малыми размерами. Вторым членом ряда будет *Camacolaimidae* gen. sp. 1; у него уже упрощен ротовой аппарат и половой диморфизм сильнее выражен, однако самки, хотя и сильно утолщены, сохраняют типичные для камаколаймид черты в строении амфидов, пищевода и хвостовых желез. Третьим членом ряда будет *Sinaequale*, у которой нитевидный самец имеет структуры, свойственные нормальным свободноживущим камаколаймидам, а самка упрощена, утолщена и изменена по форме настолько, что по ней одной было бы трудно отнести этот вид к семейству *Camacolaimidae*. Четвертый член — *Camacolaimidae* gen. sp. 2 — самый продвинутый в этом эволюционном ряду. У этого вида, как у *Smithsoninema*, кишка превращена в трофосому, но головные органы чувств исчезли совсем, а половая система гипертрофирована.

Как сложилась необычная паразитическая связь нематод с простейшими? По-видимому, эволюционная схема здесь весьма проста. Уже упоминалось, что нематодам свойствен тигмотаксис — стремление залезать в любые тесные пространства, где можно прижаться к субстрату всей поверхностью тела. Нематоды устроены так, что могут двигаться только в толще каких-то зернистых субстратов: их кожно-мускульный мешок содержит лишь продольные мышцы, которые позволяют совершать однообразные змеевидные движения. Морские нематоды, конечно, в основном обитают в донных осадках, однако могут успешно заселять и другие биотопы — обрастания, нитчатки и даже морской лед. С наименьшим успехом нематоды

осваивают тела животных: их много в каналах водопроводной системы губок, на колониях мшанок, в мантийной полости двустворчатых моллюсков, между пароподиями полихет, у основания ротовых и ходильных конечностей, а также в жаберных полостях ракообразных и даже в цедильном аппарате во рту усатых китов⁴. Столь же охотно нематоды поселяются в раковинках фораминифер, и нет ничего удивительного в том, что именно камаколаймиды стали внутриклеточными паразитами фораминифер. У камаколаймид гипертрофирована дорсальная железа в пищеводе, а в ротовой полости есть стилетоподобный зуб. По аналогии с наземными фитопаразитами из отряда *Tylenchida*, у которых выдвижной стилет служит как для прокалывания клеточных стенок растений и впрыскивания содержащего ферменты секрета, так и для всасывания питательной жидкости в кишечник, можно предположить, что камаколаймиды питаются с помощью зуба, используя его в качестве шприца. Тем не менее обнаружение специфических камаколаймид в фораминиферах не имеет близких аналогий в паразитологии. Внутриклеточными паразитами можно назвать, например, кишечнополостных *Polypodium hydriforme*, живущих в икринках осетров, или трихограмм и некоторых других наездников, чьи личинки развиваются в яйцах насекомых. Однако эти организмы обитают в зиготах — специфических крупных клетках, заполненных пищевым материалом. Наш случай — первый пример паразитирования многоклеточных животных в клетке активных протистов. ■

⁴Чесунов А. В. Морские комменсальные нематоды. Разнообразие, экология, адаптация // Симбиоз у морских животных. М., 1989. С.20—59.

Рентгеноструктурный анализ высокорadioактивных материалов

В.М.Косенков, С.А.Воробьев

Со времени открытия рентгеновских лучей в 1895 г. и первых опытов М.Лауэ по дифракции в 1912 г. метод рентгенографии нашел применение в самых разных областях — от физики до медицины. Развитие техники предоставило исследователю надежное и легкоуправляемое оборудование: запаянные электронные рентгеновские трубки не требовали вакуумной системы; однократно отъюстированная аппаратура в дальнейшем (до года и более) не нуждалась в настройке. Наличие интенсивных характеристических спектров у металлов, используемых в качестве анодов рентгеновских трубок (Cr, Cu, Mo и др.), диапазон их длин волн ($\sim 1 \text{ \AA}$), что соизмеримо со средним межатомным расстоянием в твердых телах, малое поглощение “рабочих” излучений в воздухе, большой круг решаемых задач сделали в 50–60-х годах метод рентгеноструктурного анализа обязательным в любой материаловедческой лаборатории. На нашей памяти ежегодные всесоюзные конференции по применению рентгеновских лучей в науке и технике, нескончаемый поток монографий с



Владимир Михайлович Косенков, доктор технических наук, ведущий научный сотрудник ГИЦ “Научно-исследовательский институт атомных реакторов”. Область научных интересов — реакторное материаловедение, рентгеноструктурный анализ.



Сергей Александрович Воробьев, научный сотрудник того же института. Занимается радиационной физикой твердого тела, рентгеноструктурным анализом облученных материалов.

ключевым словом “рентгенография”. Углубленно развивались специальные разделы: изучение монокристаллов, текстур, исследования при низкой и высокой температурах, большом давлении и т.д. Одним из них стала рентгенография материалов с высокой радиоактивностью.

С развитием атомной промышленности возникла необходимость исследовать высокоактивные материалы после их работы в активной зоне атомных реакторов, чтобы изучить последствия нейтронного облучения, дать рекомендации по созданию и применению радиационно-стойких материалов. Во всех аспектах использования рентгенографии в реакторном материаловедении за 40 лет его существования роль советской, российской науки была значительной.

Как снять рентгенограмму в “горячей” лаборатории

Первоначально (начиная с Лауэ) картину рассеяния рентгеновских лучей от кристаллических тел регистрировали с помощью фотоэмульсии. Однако этот метод не подходил для радиоактивных материалов, интенсивность γ - или β -излучения от которых порой превышала интенсивность рентгеновского пучка, испускаемого рентгеновской трубкой. Исследуемый образец моментально засвечивал фотопленку, и дополнительное излучение, определявшее дифракционную картину, нельзя было выявить. Кроме того, фотографический метод регистрации предполагал (при стандартном оборудовании) непосредственный контакт исследователя с радиоактивным материалом, что недопустимо по правилам радиа-

ционной безопасности. Выходом стал другой метод регистрации рассеянного объектом излучения, широко применявшийся с конца 50-х годов, — с помощью ионизационных детекторов (газовых и сцинтилляционных камер). Он дает возможность “рассортировать” рентгеновские и γ -кванты по энергиям, что и позволяет различить дифракционную картину на фоне естественного излучения материала.

Для решения задач реакторного материаловедения в 50-х годах были построены “горячие” лаборатории в Институте атомной энергии (Москва) и Физико-энергетическом институте (Обнинск). Их “горячие” камеры (определение “горячая” — для лаборатории, камеры, зоны — прочно закрепилось среди сотрудников, работающих с радиоактивными материалами) специально оборудовались для изучения всего комплекса свойств облученных материалов, интересующих конструкторов атомных установок. Этот опыт пригодился при строительстве и оснащении крупнейшей в Европе “горячей” материаловедческой лаборатории в Научно-исследовательском институте атомных реакторов (НИИАР), открытой в 1964 г. в г.Мелекессе (ныне Димитровград). Лаборатория имела 36 “горячих” камер (сейчас их 40), рассчитанных на работу с образцами активностью¹ от 5 до 100 000 кюри. В трех из этих камер размещено оборудование для рентгеноструктурного анализа².

Аппаратура для рентгеноструктурного анализа радиоактивных материалов созда-

валась, когда начало развиваться дифрактометрическое направление в рентгенографии, решавшее задачу прецизионного измерения зависимости интенсивности излучения от угла рассеяния. Руководил проектированием оснащения “горячей” лаборатории член-корреспондент АН СССР С.Т.Конобеевский. Была выбрана схема двойного спектрометра, в котором регистратор излучения неподвижен, а на кронштейне гониометра укреплялся кожух рентгеновской трубки (рис.1). Дифрактометры были сконструированы и изготовлены в НПО “Буревестник” (Ленинград). В настоящее время в НИИАР работают дифрактометры уже четвертого поколения. А в начале были большие сомнения, как поведут себя различные электротехнические устройства под действием длительного сильного ионизирующего излучения.

Прежде всего регистратор — сцинтилляционный счетчик, — конечно же, “захлебнулся” бы от фонового излучения образца, и поэтому он защищен со всех сторон свинцовыми блоками, толщина которых на прямом пути образец—счетчик составляет 32 см.

Монохроматор должен иметь максимальную отражающую способность (поскольку интенсивность рассеяния для облученных материалов, как будет рассказано дальше, падает) и в то же время выдерживать мощный γ -поток и влажность от испарения дезактивирующих растворов. Первоначально применявшаяся для этой цели каменная соль (с двойной кривизной — для увеличения светосилы) разрушалась за год-полтора. В настоящее время дифрактометры эксплуатируются с монохроматорами из пиро-литического графита.

¹ Радиоактивность в 1 кюри означает, что в данном объекте происходит $3.7 \cdot 10^{10}$ актов радиоактивных распадов в секунду.

² Косенков В. М. Рентгенография в реакторном материаловедении. М., 1985.

Пришлось отказаться и от оптической системы отсчета углов из-за катастрофического помутнения зеркал перископической системы. А вот электродвигатели, шаговые двигатели, различные релейные системы работают без замены по 10—12 лет.

Держатель образцов в наибольшей степени подвергается радиоактивному загрязнению. Частицы радиоактивного материала (керамические вещества, окислы и осадки на металлах) осыпаются во время рентгено съемки. Не помогает и покрытие цапонлаком, поскольку последний лопаается под действием γ -излучения, а тем более при облучении осколками деления. Кроме того, вырабатываются подшипники механизма вращения образца в собственной плоскости. Этому способствует и система вентиляции "горячей" камеры: в ней осуществляется пятнадцатикратный обмен воздуха, в котором присутствуют пары влаги и дезактивирующих растворов. Поэтому держатель образцов приходится время от времени менять.

Максимальная радиоактивность образца, с которым способен работать дифрактометр, оценена нами в 15 кюри по Co^{60} . По крайней мере мы быстро убедились, что нет нужды предварительно измерять активность образцов. Даже от поверхности твэла с выгоранием $\geq 10\%$ длиной до 20 см можно получить рентгенограмму.

В целом экспериментальные возможности дистанционных дифрактометров практически не отличаются от возможностей дифрактометров общего назначения: с их помощью можно проводить качественный и количественный анализы, в том числе прецизионные измерения периодов кристаллических решеток.

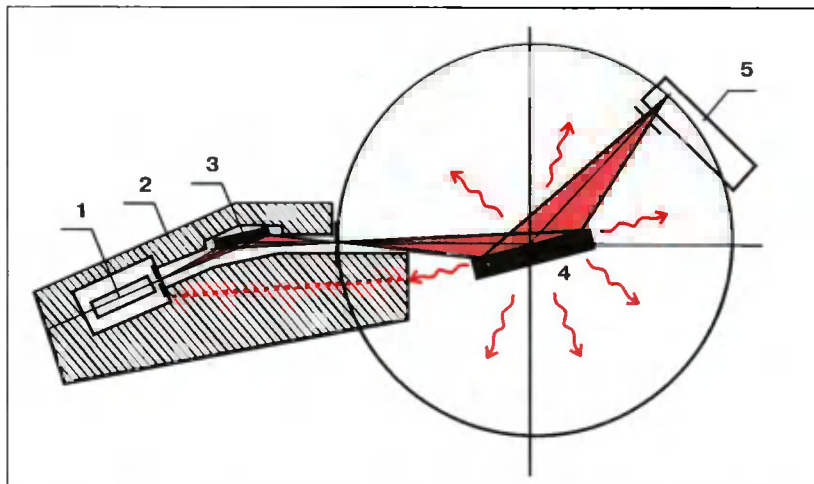


Рис.1. Схема дистанционного рентгеновского дифрактометра: 1 — счетчик, 2 — свинцовая защита, 3 — монохроматор, 4 — образец, 5 — рентгеновская трубка. На прямом пути образец — счетчик толщина свинца 320 мм (пунктир); от рассеянного излучения образца счетчик со всех сторон защищен свинцом толщиной не менее 20 мм.

Что представляет собой облученное состояние?

Итак, технические проблемы создания промышленных дистанционных дифрактометров были решены. За все время не было случая, чтобы величина радиоактивности образца послужила препятствием для получения рентгенограммы, т.е. сведений о положении и профиле дифракционных линий.

Однако на пути широкого применения рентгенографии для решения задач реакторного материаловедения стояли еще трудности интерпретации картины рассеяния рентгеновских лучей. Как известно, строгое пространственное расположение атомов кристаллического тела в виде кристаллической решетки имеет следствием дифракционную картину рассеяния рентгенов-

ских лучей³. Регистрирующий ее дифрактометр выдает набор максимумов интенсивности (брэгговских максимумов), фиксируемых счетчиком на определенных углах относительно направления первичного рентгеновского луча. Форма этих максимумов даже для неупорядоченных кристаллов (по теории, при низких температурах, — это δ -функция Дирака) в реальности имеет колоколообразный вид и обычно аппроксимируется гауссовской или лоренцевской кривыми. Различные дефекты — точечные (замещения, внедрения), линейные (дислокации), объемные (зоны разупорядочения, выделения второй фазы и т.д.) — изменяют форму (ширину) и угловое положение дифракци-

³ Подробно о принципах дифракционного исследования структуры см. подборку "Структурный анализ сегодня" // Природа. 1997. №7. С.31—78.

онных линий. Например, впечатляющее изменение дифракционных линий (уширение на 100—200%) наблюдалось после холодного деформирования металлов (речь идет о необлученных материалах), и оно есть следствие всех перечисленных типов дефектов⁴. Интерпретация изменений параметров дифракционной линии, связь их с наличием конкретных дефектов, определение и прогнозирование макросвойств (плотности, объема, прочности, пластичности и т.д.) — основная задача исследователя в нашем случае, когда мы имеем дело с материалом, изменившимся под действием облучения.

Для разных материалов и после различных воздействий тип, размеры, концентрация дефектов различны, дефекты встречаются в тех или иных сочетаниях. Казалось, что эти трудности можно преодолеть, если применить методику обработки рентгенограмм Б.Уоррена и Б.Авербаха, представляя кристалл разбитым на блоки мозаики. Используя в качестве инструмента Фурье-анализ формы дифракционных линий, можно найти распределение блоков по размерам, функцию распределения деформации в таких блоках, а также концентрацию дефектов упаковки.

Какие дефекты возникают в результате облучения, как они влияют на картину рассеяния, можно ли применять в этом случае известные методики обработки и интерпретации дифракционной картины? Чисто внешне в некоторых случаях изменения параметров дифракционных линий похожи на картину рассеяния после холодной деформации металлов (например, уширение линий на 100—200% у ВеО и нержавеющей стали). Но применение методики Уоррена—

Авербаха к исследованию облученных веществ не может дать результаты, имеющие адекватный физический смысл. Порой нельзя даже измерить величины периодов кристаллической решетки. Все дело в том, что наряду с уширением брэгговского максимума в общую картину изменения формы рентгеновских отражений вносит вклад и появляющийся рядом с ним максимум диффузного рассеяния.

К началу 60-х годов благодаря данным электронной микроскопии и других методик стало ясно, какие изменения в кристаллах возникает под действием нейтронного облучения. Первопричина изменений — смещение атомов потоком нейтронов и перемещение их в кристалле на сотни и тысячи межатомных расстояний. Число смещенных атомов может достигать $10^{15} \text{ см}^{-3} \cdot \text{с}^{-1}$. Во время нахождения материала в активной зоне атомного реактора каждый атом может быть смещен неоднократно (до 100 и более раз). Образовавшиеся внедренные атомы и вакансии диффундируют, аннигилируют, захватываются дислокациями и другими несовершенствами кристаллической решетки, объединяются в скопления. Облученное состояние характеризуется повышенной плотностью радиационных дефектов — точечных, их малых скоплений, крупных скоплений (преимущественно в виде дислокационных петель), а также конфигурационных изменений в кристаллической решетке (о чем будет речь ниже), атомов трансмутантов. В сплавах могут идти процессы выделения новых фаз и разупорядочения. Мы упомянули лишь те следствия облучения, которые влияют на дифракционную картину.

Таким образом, никаких принципиально новых дефектов нейтронное облучение не

создает (атомы трансмутантов действуют как примесные атомы), но концентрация радиационных дефектов (дислокационные петли малого диаметра, скопления дефектов с конфигурационными изменениями) достигает величин, на несколько порядков больших, чем при других воздействиях на материалы. Это и становится причиной качественных изменений в картине рассеяния.

Теория появилась вовремя

Г.Экштейн и К.Хуан первыми рассмотрели⁵ рассеяние рентгеновских лучей от кристаллов с дефектами, ограниченными по размерам и создающими вокруг себя статические поля атомных смещений, которые убывают по закону $U = c/r^2$. Теория предсказала, во-первых, ослабление брэгговского максимума за счет экспоненциального множителя — без изменения формы и ширины пика: $I_0 \sim \sim I_0 \exp(-2M)$. Кроме этого, появляется вторая компонента — диффузный максимум, расположенный рядом с брэгговским. Наиболее последовательно и полно, с детальным рассмотрением многих частных случаев, теория рассеяния рентгеновских лучей кристаллами с дефектами изложена в монографии М.А.Кривоглаза⁶, использовавшего при изучении статических искажений метод флуктуационных волн. Дефекты, для которых создаваемые ими смещения убывают как $1/r^2$ или быстрее, имеют размеры, ограниченные в трех измерениях: это точечные дефекты, флуктуационные неоднородности

⁴ Warren B.E., Averbach B.L. // Journ. of Appl. Phys. 1950. V.21. P.595—599.

⁵ Ekstein H. // Phys. Rev. 1945. №5, 6. P.120—124; Huang K. // Proc. Roy. Soc. 1947. VA190. P.102—117.

⁶ Кривоглаз М.А. Дифракция рентгеновских лучей и нейтронов в неидеальных кристаллах. Киев, 1983.

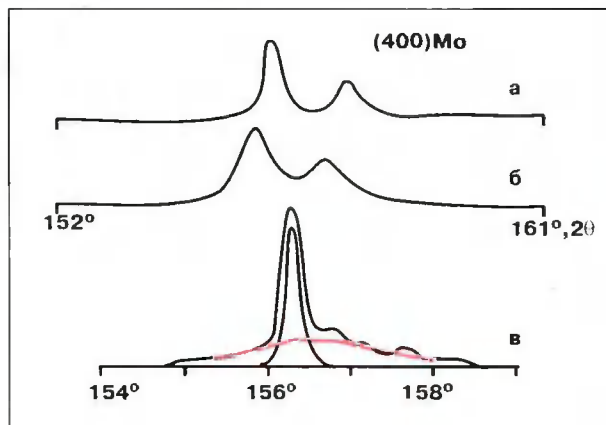


Рис.2. Дифракционные линии (400) образцов молибдена: а — необлученного, б — облученного нейтронами с флюенсом* $2.8 \cdot 10^{20} \text{ см}^{-2}$, в — физический профиль линии облученного образца, получающийся после выделения брэгговской и диффузной (показана цветом) компонент.

* Флюенс, или перенос ионизирующих частиц, — характеристика облучения ими среды в тех случаях, когда поток частиц не направленный, а рассеянный (диффузный). Обычно измеряется в см^{-2} , что по определению означает отношение числа проникших в элементарную сферу частиц к площади ее центрального сечения.

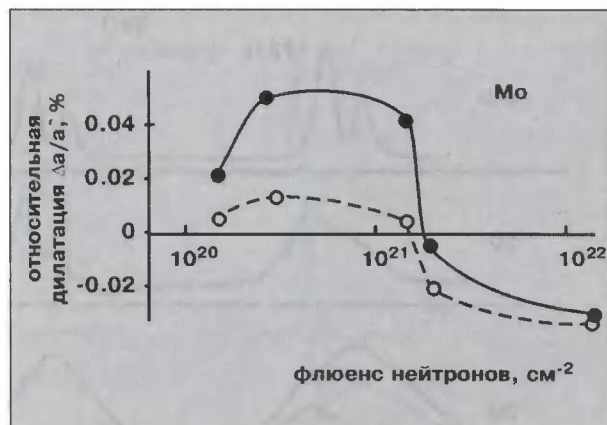


Рис.3. Изменение периода кристаллической решетки молибдена при облучении: сплошная кривая получена при расчете по максимуму брэгговской компоненты, штриховая — по центру тяжести дифракционной линии.

состава и порядка в растворах, зародыши частиц второй фазы, дислокационные петли малого диаметра. Такие дефекты вызывают ослабление брэгговских максимумов (без уширения), смещение их и появление диффузного рассеяния, т.е. из двух компонент рассеяния ($I = I_b + I_d$) брэгговская ослаблена по сравнению с идеальным кристаллом за счет диффузной. Кривоглаз представил результаты расчетов в виде формул, удобных для экспериментатора. Он связал параметры распределения интенсивности на дифрактограмме (угловое положение брэгговской и диффузной компонент, их относительные интенсивности, ширину и асимметрию диффузного максимума) с параметрами дефектов искаженной решетки (диаметрами и концентрациями дислокационных петель, размерами и концентрациями выделений вто-

рой фазы, дилатацией в них атомного объема).

Михаил Александрович Кривоглаз очень заинтересованно следил за экспериментами, ожидая подтверждения своей теории. Большую работу в этом направлении провел М.И.Гитгарц, изучая выделения второй фазы в стареющих сплавах типа нимоник⁷. Мы провели эксперименты на чистых металлах — никеле и молибдене, облучив их в условиях, когда, по данным электронной микроскопии, образуется такое количество (и таких размеров) дислокационных петель, что по теории диффузный максимум должен стать соизмеримым с брэгговским.

Применив известные приемы учета аппаратного уширения дифракционных линий, мы выделили диффузную и брэгговскую составляю-

щие (рис.2) и нашли численные значения их параметров. Далее по формулам Кривоглаза вычислили концентрацию и характерный размер дислокационных петель (порядка 10^{16} см^{-2} и 2—5 нм соответственно). Сравнение с результатами электронно-микроскопических исследований облученных никеля и молибдена показало достаточно хорошее совпадение.

Вид диффузного максимума позволяет сразу установить, какие дислокационные петли преимущественно искажают решетку. Дислокационные петли внедрения вызывают появление максимума диффузного рассеяния со стороны больших углов относительно положения брэгговского максимума, а дислокационные петли из вакансий — со стороны меньших углов. Кроме того, лишь после выделения диффузного максимума можно корректно измерить

⁷ Гитгарц Н. И. // Физика металлов и металловедение. 1971. Т.31. С.128—137.

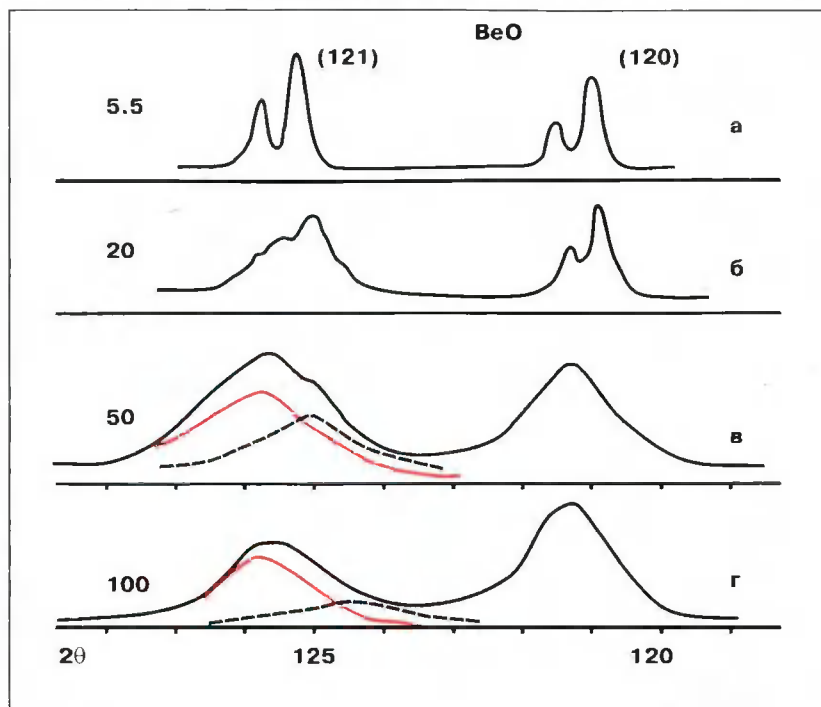


Рис.4. Дифракционные линии (121) и (120) оксида бериллия, облученного нейтронами. Флюенс частиц в ед. 10^{20}см^{-2} указан рядом с кривыми; изменение формы линий (120) обусловлено уширением брэгговского максимума, линии (121) — появлением диффузной компоненты (показана цветом) и постепенным ростом ее относительной интенсивности.

среднюю величину периода элементарной ячейки (сплошная линия на рис.3).

Брэгговские рефлексы исчезают

До какой степени дефекты в облученном кристалле могут ослабить брэгговский максимум? Иначе говоря, каковы значения фактора ослабления M ? Для различных дифракционных линий M варьирует, так как ослабление зависит от плотности и размера дефектов, "силы"

дефекта (т.е. искажающей способности одного дефекта) и еще от углового положения линии. Для никеля и молибдена при облучении нейтронами с флюенсами $2 \cdot 10^{21}$ и $1.4 \cdot 10^{22}\text{см}^{-2}$ при температуре 150°C на отражении (420) и (400) значения M не превышали 0.3–0.4. Гораздо больших величин достигают M в облученных керамических материалах — из-за того, что искажающее влияние на решетку одного дефекта там может быть гораздо сильнее, чем в металлах.

Согласно теории, когда искажения таковы, что $2M \sim 1$, на

дифрактограмме появляется дублет из брэгговского и диффузного максимумов. А при дальнейшем накоплении дефектов интенсивность брэгговской компоненты становится ничтожно малой по сравнению с диффузной. Такую ситуацию мы наблюдали на ряде материалов.

На рис.4 приведены фрагменты дифрактограмм облученного оксида бериллия⁸. Уширению подвергнуты как линии от базисных плоскостей, так и от перпендикулярных им. Расчет по положению центров тяжести линий (100), (110), (200) и (120) дает одну и ту же величину периода a : $2.701 \pm 0.005 \text{ \AA}$ для образца в) и г). В то же время период c , рассчитанный по линиям (002), (201), (102), (121) для образца г), меняется: 4.392; 4.479; 4.49; 4.63 $\text{\AA}$. И это понятно, ибо параметры брэгговской и диффузной компонент зависят от углового положения линий. Истинные величины для периода c удалось получить, используя лишь рефлекс (121), где можно было графически выделить диффузную компоненту. Оказалось, что период c , линейно увеличиваясь с флюенсом, для образца г) на 16% больше исходного значения и составляет $5.10 \pm 0.07 \text{ \AA}$.

Для линии (002) у образца а) фактор $2M$ оказался равным 1. Для образца б) мы оценили его величину как 6 по рентгенограмме качания монокристаллического зерна, на которой был четко виден брэгговский максимум, по интенсивности примерно в 300 раз меньший диффузного. Для остальных образцов определить величину $2M$ невозможно, но, согласно теории, она должна меняться линейно с изменением среднего периода решетки (т.е. со смещением брэгговского максимума).

⁸ Косенков В.М., Грабова Р.Б. // Вopr. атомной науки и техники. Сер. Атомное материаловедение. 1987. №1(24). С.52–55.

Для ВеО форма диффузного максимума (симметричная) в случаях, когда $M > 1$, не следует предсказаниям теории. Но это легко объяснить, так как расчеты Кривоглаза относятся к сферически изотропным кулоновским дефектам в упруго изотропных кристаллах. Кроме того, он указывал на возможное изменение картины дифракции при наложении полей смещений от различных дефектов.

Зато в облученном алмазе, где налицо большое изменение объема элементарной ячейки, все характеристики диффузных максимумов согласуются с теорией. На рис.5 показаны профили двух линий четырех образцов. Для первого ширины всех линий неотличимы от таковых у исходного материала, для третьего не удалось с допустимой погрешностью зафиксировать линию (311), а для четвертого — даже (220). Дальнейшее облучение привело к полной аморфизации. Теория дает также возможность рассчитывать положение брэгговского максимума, а следовательно, и средний размер периода элементарной ячейки, для случая $M \gg 1$ по положению диффузного. На третьем образце это положение теории полностью подтвердилось, так как по линии (111) можно было вычислить период решетки по положению брэгговского максимума. Поэтому мы считаем оправданным вычисление периода решетки образца IV из положения максимума диффузного. Оказалось, что объем средней элементарной ячейки в этом образце увеличился по сравнению с исходным на 11.4%. После облучения с флюенсом более $1.4 \cdot 10^{21} \text{ см}^{-2}$ полностью аморфный материал имел плотность на 47% меньше, чем исходный (пикнометрические измерения⁹).

⁹ Николаенко В.А., Гордеев В.Д., Бансева М.И. // Сверхтвердые материалы. 1983. №3. С.1—19.

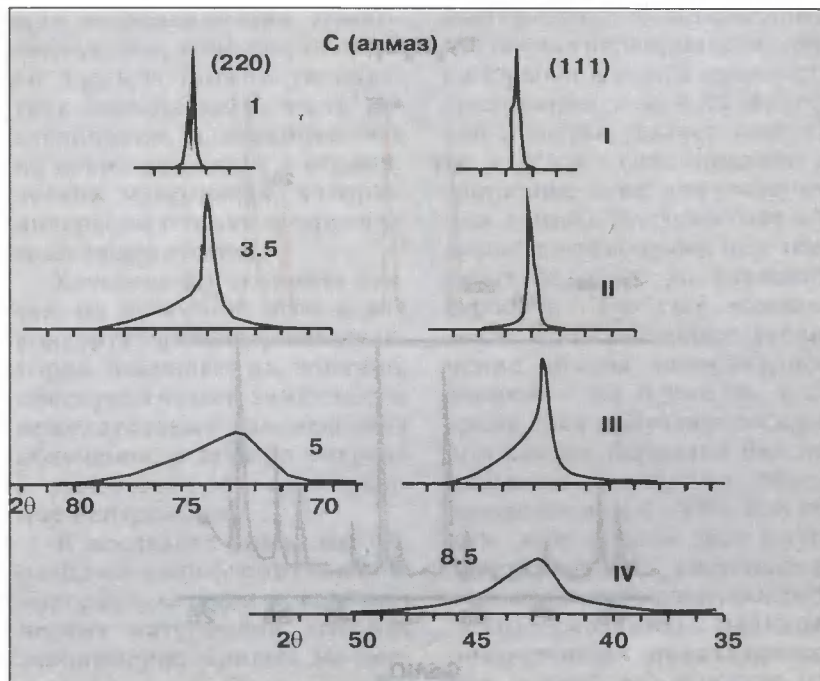


Рис.5. Дифракционные линии (220) и (111) образцов алмаза, облученных нейтронами, флюенс которых указан рядом с кривыми (в 10^{20} см^{-2}). Облучение приводит к ослаблению брэгговской компоненты линий вплоть до ее исчезновения. Линии (220) образца III и (111) образца IV состоят лишь из диффузных максимумов.

Облучение изменяет структуру

С начала эксплуатации дистанционных дифрактометров было изучено огромное количество материалов — от берилля до кюрита. Остановимся на одном эффекте облучения — структурных изменениях неметаллических материалов.

Еще Конобеевский говорил, что нельзя рассматривать внедренный атом как какое-то постороннее тело в решетке, а вакансию — просто как отсутствие одного атома. В месте точечного дефекта атомы могут перегруппировываться, образовывать новые связи других типов. В 1960 г. он предложил модель точечного дефекта в алмазе (рис.6). Образование в области дефекта мотива структуры графита с измене-

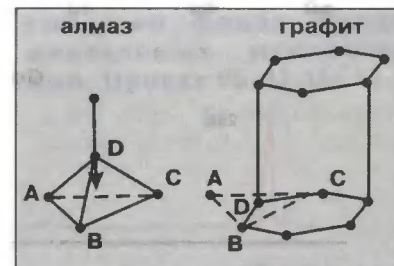


Рис.6. Схема перестройки ячейки кубической решетки алмаза в ячейку графита.

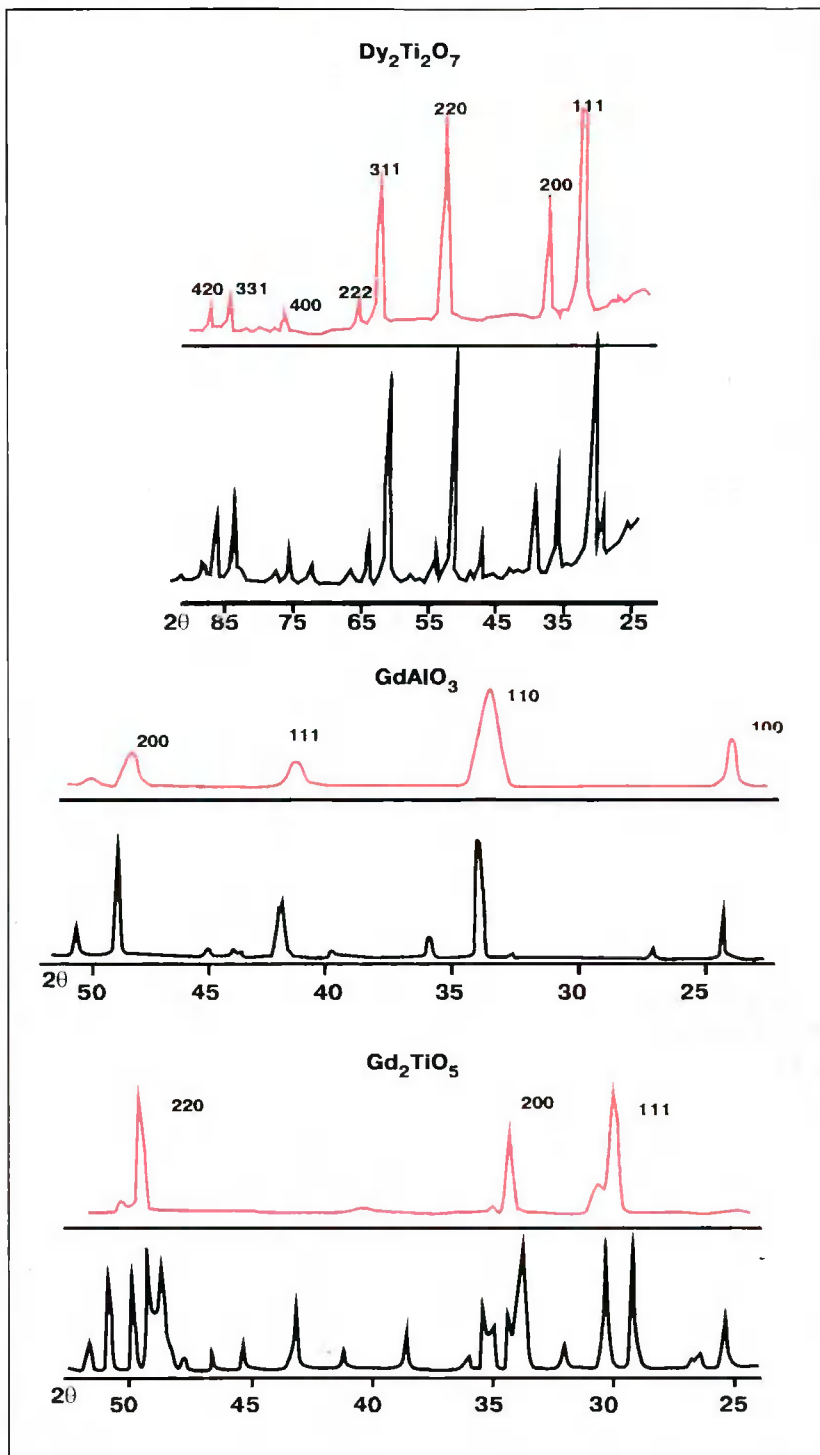


Рис.7. Рентгенограммы, полученные от необлученных и облученных (показаны цветом) образцов.

нием координационного числа с 4 до 3 объясняет большое изменение периода решетки и сильное ее искажение¹⁰.

Такую же модель преобразования в дефектном месте мы предложили и для облученных веществ со структурой вюрцита: BeO, AlN и ZnO. Все они значительно изменяют объем, причем наблюдается большая анизотропия увеличения периодов решетки:

$$\frac{\Delta c}{c} / \frac{\Delta a}{a} = 10$$

и более (у BeO — более 100 после значительных экспозиций), у всех есть диффузные максимумы на линиях с ненулевым последним индексом.

Обоснованность такой модели можно подкрепить тем, что атомы углерода, кислорода и азота могут изменять тип валентной конфигурации от тетраэдрической sp^3 до тригональной sp^2 . Последняя конфигурация формирует регулярную графитоподобную структуру типа нитрида бора (BN). Облученный нитрид бора с исходной вюрцитной структурой (синтезированный при высоком давлении) полностью переходит в графитоподобную структуру, т.е. имеет место радиационно-индуцированный фазовый переход. Можно сказать, что в трех выше рассмотренных вюрцитных кристаллах подобное преобразование осуществляется лишь локально. Причем дело тут не в структуре вюрцита, а в особенностях кристаллохимии: облучение вюрцитных кристаллов CdS и CdSe вызывает совсем другие эффекты — диффузные максимумы отсутствуют, анизотропия дилатации обратная

¹⁰ Конобеевский С.Т., Бутра Ф.П. Рентгенографические эффекты в облученных нейтронами кристаллах // Действие ядерных излучений на материалы / Под ред. С.Т.Конобеевского. М., 1962. С.251–256.

$$\frac{\Delta c}{c} \frac{\Delta a}{a} < 1.$$

При радиационно-индуцированных фазовых переходах образуется структура, близкая к высокотемпературной модификации¹¹. На рис.7 приведены примеры таких переходов. Титанат диспрозия с упорядоченной структурой пирохлора приобретает разупорядоченную структуру флюорита. В структуру, близкую к флюоритной, переходит и Gd_2TiO_5 . При этом происходит увеличение плотности на ~4%, что объясняется изменением координационного числа атомов гадолиния с 7 до 8. Перовскитоподобная структура алюмината гадолиния с ромбической элементарной ячейкой превращается в структуру, близкую к структуре беспараметрического кубического перовскита.

Таким образом, в отличие от радиационного повреждения металлов, в неметаллических материалах облучение может быть причиной большого изменения объема, приходящегося на один атом. Эти изменения могут затрагивать локальный объем (алмаз, BeO) или полностью весь кристалл (BN , титанаты, алюминаты редких земель). И величина дилатации может достигать десятков процентов.

С радиационным распуханием можно бороться

С помощью метода рентгенографии в нашем институте решалось и решается множество задач реакторного материаловедения для оболочек твэлов, корпусов реакторов,

ядерного топлива, поглощающих и отражающих компонентов. Мы, конечно, не имели здесь возможности охватить значительную часть исследований, а остановились на ярких эффектах в керамических материалах, которые интересны с точки зрения физики твердого тела.

Хотелось бы закончить статью на мажорной ноте и для конструкторов ядерных реакторов. Поскольку их, конечно, обескураживают заметные и нежелательные последствия облучения, в первую очередь — увеличение объема, вызванное нейтронами.

В последнее время мы обратились к проблеме создания малораспухающих неметаллических материалов, которая закономерно пришла на смену проблеме выбора радиационно-стойких материалов. Например, невозможно найти замену оксиду бериллия как материалу отражателя, поскольку он обладает гаммой прекрасных свойств, удовлетворяющих конструкторов: подходящими теплопроводностью, температурой плавления, химической инертностью. Если нельзя предотвратить первичный процесс взаимодействия нейтронного облучения с веществом — смещение атомов, то нельзя ли расставить на пути диффундирующих по кристаллической решетке радиационных дефектов ловушки, в которых прекращалось бы их разрушительное путешествие?

Такие ловушки в виде развитой дислокационной структуры были созданы путем воздействия на материалы взрывной волной¹² (работа продолжается совместно с Институтом химической физики РАН). Не обсуждая широко эту тему,

упомянем лишь замечательный результат, полученный для оксида бериллия. Действием взрывной волны плотность дислокаций в кристаллической решетке удалось довести до $\sim 10^{11} \text{ см}^{-2}$ (что привело к уширению всех дифракционных линий). Последующее облучение нейтронами при температуре 150°C до значений флюенса $7 \cdot 10^{21} \text{ см}^{-2}$ вызвало лишь незначительное увеличение объема элементарной ячейки — на 0.3—0.6%, в то время как у облучавшегося рядом оксида бериллия без насыщения ловушками объем возрастал на 4.4—4.8%. Как видим, этот способ дает почти десятикратное уменьшение радиационного распухания¹³!

По созданию радиационно-стойких неметаллических материалов сделано немало, и все же это только первые шаги. Успехи в применении к этой проблеме рентгеноструктурного анализа позволяют надеяться на значительный прогресс в ближайшем будущем.

Работа выполнена при частичном содействии Российского фонда фундаментальных исследований. Проект 96-02-16665. ■

¹¹ Колонцова Е. В. Радиационно-индуцированные структурные превращения в неметаллических кристаллах. (Дис. на соиск. учен. степ. д-ра физ.-мат. наук. М.: МГУ, 1982.)

¹² Косенков В. М., Воробьев С. А., Колесников А. В. Способ подготовки материалов, преимущественно неметаллических, к использованию в нейтронных полях. (Патент РФ 2105362, G21C 21/02. Изобретения. 1998. №5 (II). С.471.)

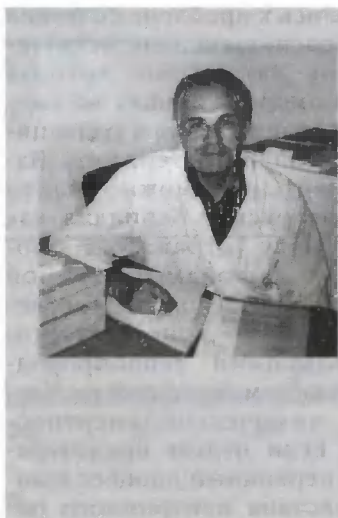
¹³ Kosenkov V. M., Vorobjew S. A., Kolesnikov A. V. // J. Nucl. Mater. 1998. V.258—263. P.1809—1811.

Гормональный канцерогенез

Л.М.Берштейн

С признанием “чистой эндокринологии” окончательно оформилось более или менее интуитивное представление о том, что в возникновении злокачественных опухолей далеко не последнюю роль могут играть факторы организма, не требующие привлечения “чего-то извне” и связанные, как долго казалось, преимущественно с репродуктивной системой.

Во многих работах по истории онкоэндокринологии, даже при попытках самого поверхностного анализа ее становления, можно встретить упоминание двух почти обязательных моментов: во-первых, что она по существу возникла еще до появления термина “гормон”, и, во-вторых, что ее “официальным” началом следует считать 1896 г., когда британский хирург Г.Т.Битсон, удалив яичники у больных раком молочной железы, добился регресса опухолей и тем самым показал зависимость последних от субстанций, продуцируемых этими половыми железами. Этот факт, впервые установленный в конце прошлого века, впоследствии не раз подтверждался многочисленными экспериментами (табл.1).



Лев Михайлович Берштейн, доктор медицинских наук, профессор. Руководитель лаборатории онкоэндокринологии Научно-исследовательского института онкологии им. проф. Н.Н.Петрова, ученик В.М.Дильмана. Основные научные интересы сосредоточены на проблеме гормоны и рак, включая механизмы гормонального канцерогенеза, а также вопросы метаболической профилактики и эндокринотерапии онкологических заболеваний. Автор пяти монографий. Публиковался в “Природе” в 1991 г.

Остановимся на классических работах Кузенов Бискинд, поскольку их результаты, как зеркало, одновременно отражают стройность, определенную предсказуемость и в то же время загадочность гормонального канцерогенеза. Модель, предложенная этими исследователями в 1939–1944 гг., достаточно хорошо известна. Один яичник мыши или крысы и часть другого удаляются, а оставшаяся небольшая доля пересаживается в селезенку. Возникший стероидный (в первую очередь, эстрогенный) дефицит подкрепляется тем, что стероиды, секретлируемые остатком яичника,

поступают теперь в общую циркуляцию и, проходя через печень, инактивируются. Последовательность событий такова: дефицит эстрогенов, соответственно снятие “узды” с гонадотропинов и усиление гонадотропной стимуляции. В результате, без всякого “вмешательства извне”, в 50–87% случаев регистрируются опухоли подсаженной в селезенку яичниковой ткани. При этом новообразование проходит стадию доброкачественного разрастания, а уже затем в нем появляются признаки злокачественности. Казалось бы, все объяснимо. В то же время остается ощущение недосказанно-

© Л.М.Берштейн

сти — особенно сейчас, когда выясняется, какая дистанция лежит между усиленным клеточным размножением (гиперпролиферацией) и неопластической трансформацией.

Примеры подобного рода дает не только эксперимент. Так, возрастное увеличение продукции гонадотропинов рассматривается как важный фактор риска развития рака яичников в женской популяции. Подтверждением этого считают снижение в 2—2.5 раза частоты возникновения данного заболевания у женщин, регулярно пользовавшихся стероидными противозачаточными средствами (оральными контрацептивами) с антигонадотропным действием. Эти примеры говорят о том, что, используя хорошо известные закономерности гормональной регуляции, можно и противодействовать опухолевому росту, и одновременно понять роль тех же закономерностей в возникновении самих опухолей.

Действительно, избыточная гормональная стимуляция и нарушения гормонального равновесия, которые еще в 20—50-х годах А.Липшютц рассматривал как “эндокринную подложку” некоторых онкологических заболеваний², во многом не утратили и скорей всего не утратят своего значения. Эти факторы достаточно хорошо, хотя и не без оговорок, сочетаются с принципами, разработанными в условиях эксперимента: для успешной индукции опухоли необходимы определенная длительность гормонального воздействия, его непрерывность и введение гормона в адекватной дозе. Перенос на человека последнего принципа оказался весьма непросто: с одной стороны, известно, какое количество (какую дозу) эстрогенов за определенное время должна принять женщина в менопаузе, чтобы у нее развился

Таблица 1
Ранние события в истории изучения гормонального канцерогенеза¹

Год	Что сделано ¹	Автор
1916	Предотвращение кастрацией спонтанных опухолей молочной железы у мышей	А.Латроп
1932	Индукция эстрогенами опухолей грудной железы у мышей-самцов	А.Лакассань
1938	Установление канцерогенного эффекта эстрогенов в шейке матки и влагалище мышей	У.Гарднер
1939	Установление эстрогенозависимости рака предстательной железы	Ч.Хаггинс
1948—1957	Развитие под влиянием эстрогенов рака молочной железы у мышей без фактора молока	О.Мюльбок
1958—1962	Установление эстрогенозависимости рака молочной железы, индуцированного диметилбензантраценом у грызунов	Ч.Хаггинс
1971	Выявление опухолей влагалища у дочерей женщин, получавших эстрогены (диэтилстильбэстрол) во время беременности	А.Хербст

¹ Lingeman C. H. Carcinogenic hormones. Berlin, N.-Y., 1979.

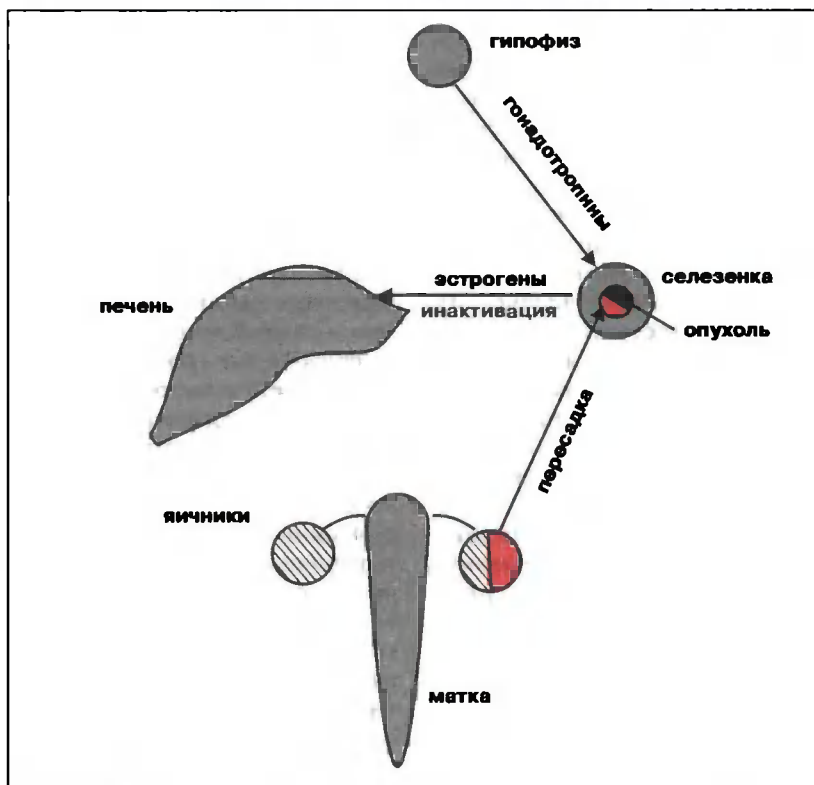


Схема индукции опухолей яичников (M.Biskind, J.Biskind, 1944). После полного удаления одного яичника и части другого у мыши или крысы, пересадки небольшой оставшейся доли в селезенку возникает дефицит эстрогенов. Он подкрепляется тем, что гормоны, продуцируемые остатком яичника, поступают в кровь и, проходя через печень, инактивируются. В результате снимается тормоз гипофизарных гонадотропинов и усиливается стимуляция пересаженного яичника, где со временем в 50—87% случаев образуются опухоли.

² Lipschutz A. Steroid hormones and tumor. Baltmor, 1950.



Предполагаемый механизм образования ДНК-повреждающих реактивных метаболитов в процессе обмена эстрогенов (J.Liebr, 1990). Благодаря ферментативным реакциям в тканях-мишенях (молочная железа, эндометрий и др.) из классических эстрогенов типа эстрадиола или эстрона образуются катехолэстрогены, в ходе метаболического восстановительного цикла возникают свободные радикалы, в частности семихиноны и их производные, которые в свою очередь индуцируют образование других свободных радикалов, включая супероксидный анион и перекиси липидов, которые могут повреждать белки и ДНК. 1 — реакции окисления P450-оксидазами, 2 — реакции восстановления P450- или b5-редуктазами.

рак матки, с другой — существует определенный порог концентрации эстрогенов в крови у менопаузальных женщин, при превышении которого дополнительная стимуляция эндометрия не происходит. Наконец, показано, что даже при нормальном уровне классических эстрогенов (эстрона и эстрадиола) в крови имеется повышенный риск возникновения рака молочной железы, если эти значения располагаются вблизи верхней границы общеизвестной нормы³.

Заслуживает упоминания еще один принцип: гормоны, “поощряющие” дифференцировку соответствующей ткани, препятствуют развитию в ней опухолей, а гормоны, стимулирующие в этой ткани клеточное деление (пролиферацию), способствуют ее неопластической трансформации⁴. Пожалуй, именно это, на первый взгляд невинное, положение оказалось более принципиально, чем можно было представить.

Далеко не каждый гормон способен вызвать развитие опухоли. Когда речь идет об экспериментальных исследованиях, очень важны вид, линия, возраст и пол животных. Но дело не только в этих обстоятельствах, которые в данном контексте можно назвать техническими. Речь о другом — существует ли гормональный канцерогенез вообще? Сомнения такого рода периодически возникали, не всегда проходили бесследно и даже сейчас представляют не только исторический интерес. Так, высказывались соображения, что для пробластомогенного действия гормона необходимо дополнительное влияние истинного канцерогенного агента. В противовес возможной индукции опухоли под влиянием гормонов, основанной на закономерностях их физиологического действия⁵, выдвигался тезис о беременности⁶ — как ситуации с многократно усиленной физиологической продукцией гормонов, не приводящей к нежелательным последствиям.

Известный экспериментатор и теоретик онкологии И.Беренблум предложил разграничивать гормональный канцерогенез и просто влияние гормонов, обеспечивающих условия, благоприятные для возникновения и роста опухоли, причем отдавал предпочтение последнему. Относительная справедливость такого представления подтверждается тем, что, когда говорят об эндокринных факторах онкологического риска, подчеркивается вероятностная природа опухолевого процесса, свидетельствующая против того, что гормоны можно считать полными канцерогенами.

Самостоятельное существование гормонального канцерогенеза у человека в течение длительного времени отрицал и Дильман⁶. Он полагал, что гормоны играют роль факторов, предрасполагающих к развитию ведущих неинфекционных заболеваний, включая злокачественные новообразования. В соответствии с его оригинальной онтогенетичес-

³ Toniolo P. et al. // J. Natl. Cancer Inst. 1995. V.87. P.190—195.

⁴ Лазарев Н. И. Теоретические основы профилактики и терапии дисгормональных опухолей. М., 1963.

⁵ Мюльбок Л., Боот О. // Механизмы канцерогенеза. М., 1961. С.113—127.

⁶ Дильман В. М. Четыре модели медицины. Л., 1987.

кой моделью, в основных системах гомеостатической эндокринной регуляции (репродуктивной, энергетической, адаптационной) по мере старения происходят достаточно закономерные сдвиги. С одной стороны, их можно регистрировать и использовать как маркеры риска (например, увеличение секреции гонадотропинов задолго до менопаузы, гиперинсулинемия, инсулинорезистентность, относительный гиперкортицизм и т.д.), с другой — они способствуют иммунодепрессии и изменениям в тканях-мишенях, в частности созданию в них очагов гиперпролиферации.

Как уже отмечалось, на протяжении нескольких десятилетий формировалась точка зрения, согласно которой проявлением избыточной гормональной стимуляции, приводящей к возникновению опухоли, служит усиленная пролиферация. До сих пор сторонники этой точки зрения (а их, пожалуй, большинство), привлекая, например, сведения об изменении экспрессии онкогенов при эстроген-индуцированном канцерогенезе, говорят об этом лишь с позиций обеспечения отдельных этапов клеточного деления⁷.

Тем не менее постепенно, и особенно отчетливо — с середины 80-х годов, положение стало меняться. Еще в 70-х годах в опытах *in vitro* начали изучать поведение ДНК в присутствии гормонов, а с появлением теста Эймса и иных тест-моделей гормоны стали нередко проверять на генотоксичность. Однако эти исследования не дали ответа на вопрос, повреждают ли гормоны ДНК. Более того, чаще результат бывал отрицательным ("не влияют"). В таком заключении решающую роль, как теперь становится понятно, могли сыграть условия эксперимента и



Два возможных и сочетающихся друг с другом варианта действия эстрогенов на печень крыс (M.Shimotsuma et al., 1992). Слева — эстрогены превращаются в катехолэстрогены и сопряженные с ними свободнорадикальные продукты, что способствует повреждению ДНК, образованию аддуктов и индукции мутации. Справа — эстрогены, связываясь со специфическими рецепторами и вызывая индукцию эстрогенчувствительных генов, стимулируют опухолевый рост и приводят к разрастанию очагов трансформации и образованию истинных гепатом.

другие моменты: например, частое отсутствие корреляции между гормональными свойствами эстрогенных производных и их канцерогенностью.

С развитием новых технологий (изучением так называемых аддуктов — комплексов ДНК с соответствующим соединением, в том числе гормональной природы) в опытах *in vivo* характер получаемых результатов, а соответственно и выводов, стал меняться. Существенную роль в признании способности некоторых гормонов (и стильбеновых — типа диэтилстильбэстрола, — и природных эстрогенов) вызывать повреждение ДНК сыграли исследования группы И.Лири совместно с Дж.Вейс — одной из ведущих специалистов в области изучения метаболитов классических эстрогенов — катехолэстрогенов, в частности 2- и 4-гидроксизестрона и 2-

и 4-гидроксизестрадиола. Результатом этой продолжительной работы стала оригинальная концепция⁸, суть которой такова: классические эстрогены могут в той или иной степени превращаться в катехолэстрогены, которые вовлекаются в реакции обменно-восстановительного цикла с образованием хинонов, семихинонов и других свободнорадикальных метаболитов, способных повреждать ДНК, формировать ее аддукты, приводить к мутациям, а значит, инициировать неопластическую трансформацию.

Основные возражения против этой концепции сводятся к тому, что катехолэстрогены весьма нестойки, их концентрация в крови и тканях отно-

⁷ Li J.J., Li S.A. // Endocrine Rev. 1990. V.11. P.524—531.

⁸ Yager J.D., Liehr J.G. // Annual Rev. Pharmacol. Toxicol. 1996. V.36. P.203—232.

Таблица 2

Эндокринные эффекты курения и его влияние на частоту и течение онкологических заболеваний: экстраполяция на механизмы гормонального канцерогенеза

Наблюдение	Авторы
Увеличение частоты заболеваемости раком легкого, шейки матки и уменьшение частоты рака эндометрия у курящих	Р.Долл, Дж.Барон и др.
Увеличение "запущенности" рака молочной железы, тела матки и ухудшение прогноза при опухолях молочной железы и меланобластоме при продолжительном курении	Х.Даниел
Более частое обнаружение рецептор-негативных новообразований молочной железы у курильщиц	Х.Даниел, Е.В.Цырлина и др.
Снижение под воздействием табачного дыма способности эстрогенов к индукции рецепторов прогестерона в матке, опережающее ее последующее повреждение (расплетение) ДНК	Л.М.Берштейн и др.
Уменьшение концентрации классических эстрогенов или активности ароматазы (эстрогенсинтазы) в ткани матки и молочной железы в результате длительного курения	Л.М.Берштейн и соавт.
Усиление 2-гидроксилирования эстрогенов (образования катехолэстрогенов) у курильщиков	Дж.Михнович
Увеличение экскреции 4-гидроксистероидов у курящих женщин, получающих заместительную эстрогенотерапию в менопаузе	Л.М.Берштейн, Х.Адлеркрейц

сительно низка и что в упомянутой модели никак не учитывается гормон-индуцированная усиленная пролиферация. Тем не менее прямые эксперименты показали, что из всех изученных эстрогенных производных наиболее канцерогенны 4-гидроксипроизводные, которые одновременно и самые генотоксичные. У 2-гидроксиметаболитов почти нет бластомогенного эффекта, но они могут подавлять активность катехол-О-метилтрансферазы (КОМТ) и соответственно — препятствовать инактивации 4-гидроксипроизводных, что имеет и важное практическое значение. По данным группы Х.Адлеркрейц, полученным методом газовой хроматографии и масс-спектрометрии, уровень катехолэстрогенов в крови и особенно их экскреция с мочой далеко не столь низки. Интересно, что на основании этих результатов установлены существенные различия между азиатскими и европеоидными популяциями, отличающимися и по частоте выявления онкологических заболеваний органов репродуктивной системы.

Есть все основания полагать, что возможны два основ-

ных типа гормонального канцерогенеза: промоторный или физиологический, когда действие гормонов сводится к роли своеобразных кофакторов, усиливающих клеточное деление (стадию промоции); и генотоксический, когда гормоны или их производные оказывают непосредственное действие на ДНК, способствуя индукции мутаций и инициации опухолевого роста. О реальности первого говорят и классические наблюдения, и представление о факторах риска и гормонально-метаболической предрасположенности к развитию опухолей, и многочисленные эпидемиологические и лабораторные данные. В пользу второго свидетельствует все большее число работ, в которых демонстрируется способность гормонов (пока — преимущественно эстрогенов) повреждать ДНК: образовывать аддукты, усиливать расплетение ее цепей, формировать разрывы и т.д., что может приводить к другим, более специфическим (пробластомогенным) изменениям на уровне клеточного генома. Среди этих исследований выделяются результаты Э.Кавалиери о влиянии 3,4-хинонов (производных 4-гидро-

ксиэстрогенов) на образование стабильных, лишенных пурина, аддуктов ДНК и материалы группы Л.Брэдли — о генотоксическом эффекте 16 α -гидроксистерона, характеризующегося выраженной трансформирующей активностью в эпителии молочных желез.

В течение последнего десятилетия все чаще обсуждается многообразное патогенное действие на организм экзогенных соединений, обладающих эстрогеноподобными свойствами. Нередко они попадают в окружающую среду в результате производственной деятельности человека, хотя имеются и другие источники их накопления в природе. К числу таких соединений относятся, в частности, диоксины. Интерес к ним связан со способностью индуцировать одну из форм цитохрома P450 — эстроген-4-гидроксилазу, катализирующую образование 4-гидроксистерона с выраженным генотоксическим и канцерогенным эффектом.

Почему же сторонников генотоксичности гормонов (в частности, эстрогенов) пока еще не так много? Наверное, прежде всего из-за методической сложности выявления сла-

бовыраженных (а то и латентных) генотоксических повреждений. Но главная причина, по нашему мнению, связана с тем, что частота гормон-индуцированных повреждений ДНК может возрасти лишь при определенных условиях. Они возникают, когда избыточная гормональная стимуляция ткани-мишени происходит в определенные этапы онтогенеза (перинатальный период, возможно, старение) или когда она сочетается с некоторыми факторами внешней среды, например с продолжительным курением⁹. По нашему мнению, курение, индуцируя изменения в обмене эстрогенов, способствует переводу промоторного типа гормонального канцерогенеза в генотоксический, что объясняет более жесткое (худшее в прогностическом отношении) клиническое течение злокачественных новообразований у курильщиков и изменение структуры онкологических заболеваний в сторону менее гормонозависимых опухолей.

Эти представления подтверждаются наблюдениями (табл.2), а также "тематическим" сходством влияния табачного дыма на механизмы старения регуляторных центров репродуктивной системы и гормонального канцерогенеза, базирующиеся (с одной стороны, в гипоталамусе и, с другой, в матке и молочных железах) в том и другом случае на определенных метаболических превращениях эстрогенов, образовании продуктов свободно-радикальных реакций, признаках повреждения ДНК и т.д.

Подобная постановка проблемы позволяет задать вопросы: насколько отличны другие виды канцерогенеза от гормонального и каковы реальные клинические эквиваленты его промоторного и генотоксического типов? Может ли гено-

токсический тип возникать *de novo* (термин К.М.Пожарисского) или обязательно следует за промоторной стадией? Обратим ли генотоксический тип гормонального канцерогенеза? Следует ли считать гормоны (какие из них и при каких обстоятельствах) полными канцерогенами? Наконец, насколько и в каких ситуациях оправдана гормонообязность? И еще один вопрос, относящийся непосредственно к эстрогенам: до какой степени необходимо ограничивать их стимулирующее влияние на пролиферацию?

Принимая во внимание хорошо известное благоприятное воздействие эстрогенов на состояние костной ткани (связанный с недостаточностью эстрогенов постменопаузальный остеопороз — не только медицинская, но и большая социальная проблема), центральной нервной системы и психической деятельности у пожилых людей и, главное, — на ослабление возрастного гнета нарушений липидного обмена и сердечно-сосудистых заболеваний (существенно ухудшающих показатели общей смертности), можно сказать, что прямолинейное и тотальное ограничение было бы по крайней мере нецелесообразно. Поэтому, говоря об усиленном клеточном размножении как о возможном факторе предрасположенности к развитию злокачественных опухолей, следует вспомнить, что и концентрации эстрогенов, близкой к верхней границе нормы, "хватает", чтобы повысить риск рака молочной железы. Значит, надо искать такие умеренные (а не сильные) средства воздействия, которые смогут низвести эту концентрацию лишь до нижней, а еще лучше только до средней границы нормы.

Хорошей иллюстрацией к вышесказанному служит отсроченный эффект двухсторонней овариэктомии (удале-

ния обоих яичников). Чем в более раннем возрасте по какому-либо медицинским показаниям выполняется эта операция, тем ниже риск появления рака молочной железы и тем выше летальность от ишемической болезни сердца и иных проявлений атеросклероза. С другой стороны, у этого оперативного вмешательства есть и определенная "тайна" — не связано ли его противоопухолевое действие не только с антипролиферативным эффектом, но и с возможным ограничением генотоксического действия эстрогенов?

Предупреждение гормон-индуцированных повреждений генома, очевидно, должно стать одним из существенных постулатов профилактики гормонального канцерогенеза. Подходы к его реализации могут, видимо, носить и общий, неспецифический характер (с привлечением уже известных средств антимуtagenеза), базироваться на представлении об особенностях образования, метаболизма и инактивации катехолэстрогенов и вовлекать внутренние резервы организма — его эндогенную антимуtagenную систему¹⁰, включающую в себя и некоторые гормональные компоненты. Существенно, что с практической точки зрения "опережающее развитие" той или иной стороны представлений о механизмах гормонального канцерогенеза и о способах его профилактики может лишь способствовать пониманию основных закономерностей этого важного раздела онкологии и эндокринологии.

Подготовка настоящей статьи осуществлялась при частичной финансовой поддержке РФФИ. Грант 97-04-48022. ■

⁹ Берштейн Л. М. Онкоэндокринология курения. СПб., 1995.

¹⁰ Засухина Г. Д. и др. // Журн. общ. биологии. 1986. №1. С.42—50.

Живые разломы на улицах города Сиань



Г.Ф.Уфимцев,

доктор геолого-минералогических наук
Институт земной коры СО РАН
Иркутск

Во время поездки в Китай весной 1998 г. мне удалось посмотреть несколько интересных геолого-геоморфологических объектов в полевых экскурсиях, организованных коллегами из Китайского геологического университета и Инженерного университета г.Сиань, центра провинции Шеньси. Самое запоминающееся — это живые разломы, рассекающие и деформирующие земную поверхность, асфальтовые покрытия и сооружения, в особенности столь любимые в Китае глухие кирпичные заборы. Такие разломы описаны преимущественно в литературе на китайском языке и потому еще мало известны, и любая информация о них интересна и полезна широкому кругу геологов и географов.

Город Сиань располагается на правом берегу долины р.Вейхэ, правого притока Хуанхэ. Долина занимает днище одноименного кайнозойского грабена, в пределах которого мощность четвертичных отложений достигает 1300 м. Грабен Вейхэ (юго-западное продолжение грабена Фэнвей) наряду с другими аналогичными впадинами составляет рифтовую систему Восточного и Центрального Китая. На севере он граничит с плато Ордос, а на юге с горами Цинлин, которые в сторону грабена обрываются крутым и высоким сбросовым уступом. Абсолютные высоты этих гор достигают более 3000 м. Западнее Сианя, в основании уступа, мы

наблюдали молодые сбросы, секущие сильно катаклазированные палеозойские граниты, и тектоническое прислонение к ним лессов и пролювиальных валунников (принесенных временными горными потоками). Амплитуда молодых перемещений по отдельным сместителям, видимо, превышала 50 м. В тыловой части лессовой ступени, у склона Цинлинских гор, на крутых бортах долин заметны раскрытые трещины в рыхлых отложениях, а у выходов долин из гор реки образуют водопады высотой до 20 м. Северный борт грабена Вейхэ также представляет собой разлом, оформляющий уступ лессового плато с многочисленными оползнями.

11 живых разломов, зафиксированных в пределах городской черты¹, пересекают рыхлые четвертичные отложения. Разломы прослежены до глубины 300 м. Все они имеют северо-восточное простирание и поднятые северные крылья.

Разрыв протяженностью 9 км возник на северо-восточной окраине Сианя после катастрофического Таншанского землетрясения 28.07.1976 г. (с $M=7.8$), эпицентр которого располагался северо-восточнее Пекина и более чем в 1000 км от Сианя. Перемещения по этому разлому продолжаются до настоящего времени. Сброс пересекает глухой переулок, образуя в асфальтовом покрытии уступ (скат) высотой около 50 см.

Сверху и снизу наклонная асфальтовая пластина разорвана двумя зияющими трещинами: верхняя создает уступ в 12 см, а нижняя раскрыта. Обе трещины деформируют и бордюр дорожного покрытия, и окружающие переулок сплошные кирпичные стенки. Восточнее, во дворе, разлом образует в асфальтовом покрытии уступ высотой 30 см. На нем наблюдается округлый провал (понор). Асфальт вокруг раздроблен мелкими перемещениями блоков. Разрыв уходит под кирпичную стенку с разрушенной кладкой. Стенка отошла и отошла более чем на 10 см от здания, стоящего на поднятом крыле, всего за два месяца до нашего посещения. В образовавшуюся щель хорошо виден крупный провал под асфальтовым покрытием и практически разрушенная еще одна кирпичная стена.

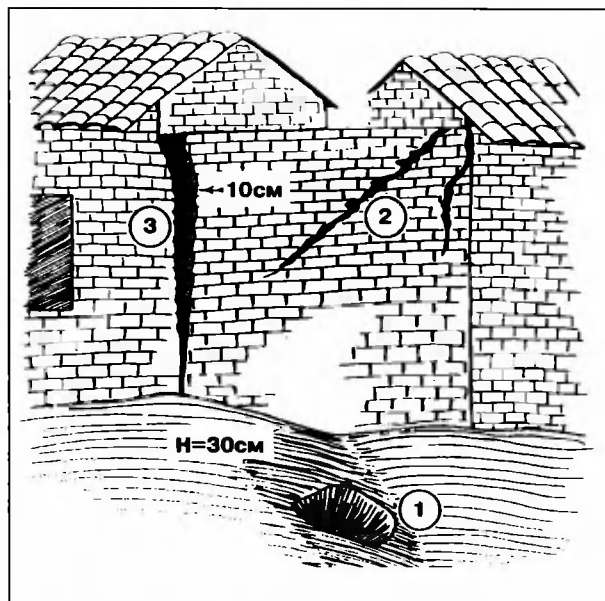
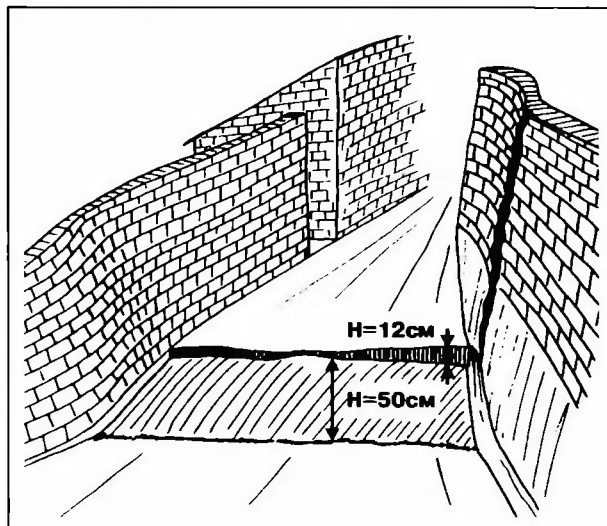
Такие нарушения по разлому могли бы появиться в связи с землетрясениями более 8 баллов². Поноры и провалы на уступе, например, очень похожи на деформации в эпицентральной зоне сильного Мондинского землетрясения 1950 г. в Тункинской рифтовой долине в Юго-Западном Прибайкалье³.

Один из уступов (высотой 60–70 см) в асфальтовом покрытии, образованный вторым живым сбросом протяженностью 11 км, “ныряет” под сарай, кирпичная кладка которого создает флексурообразный пере-

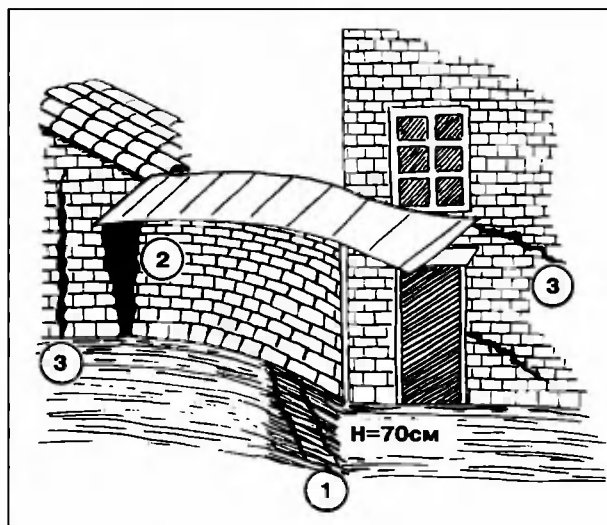
¹ Lithospheric Dynamic Atlas of China / Ed. Ma Xingyuan. Beijing, 1989. (На китайском языке.)

² Солоненко В.П. // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1962. №11. С.68–74.

³ Флоренсов Н.А. // Геология и геофизика. 1960. №1. С.74–90.



Уступ с разрывом в асфальтовом покрытии переулка и сопряженные с ним деформации кирпичных стенок (слева). Понор (1) осложняет уступ живого сброса, уходящего под разрушенную стенку (2), отошедшую более чем на 10 см от края дома (3).

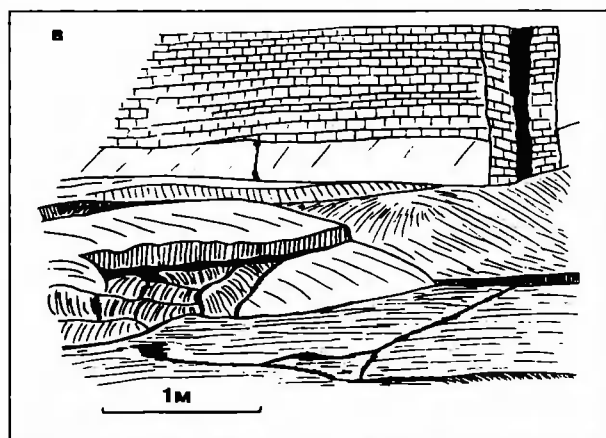
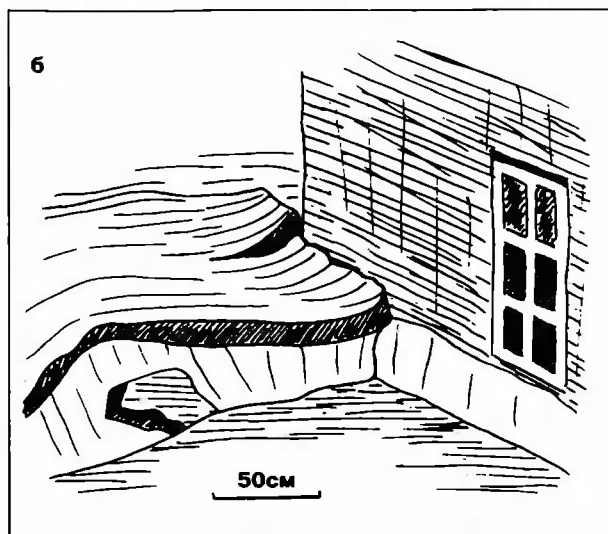
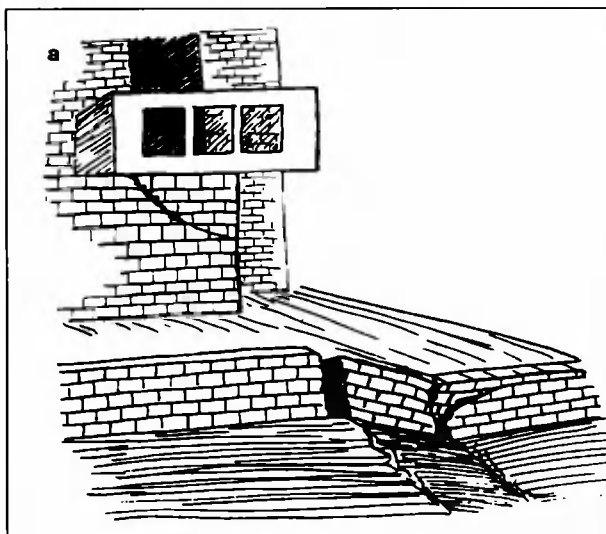


Уступ живого сброса с продольными раскрытыми трещинами (1) ныряет под деформированную стену сарая, оторванного от сопредельного строения (2). На стоящих вблизи здания видны трещины (3).

ку и образует уступ. Высокий кирпичный бордюр дорожки разорван, из него выбит наклонный блок. Кирпичная стена сопредельного дома разрушена многочисленными трещинами. Далее по сбросу разорван грунт и асфальт. Возникший уступ высотой до 50 см упирается в угол дома. Асфальтовое покрытие здесь волнообразно изогнуто, что говорит о горизонтальных правосторонних перемещениях. Разлом огибает угол дома и далее на восток вновь рассекает асфальт дороги и почву уступом высотой до 1 м. Общий флексуроподобный изгиб поверхности над зоной сброса осложнен многочисленными рваными уступами высотой 10–15 см, дробленным асфальтом и пустотами в грунте, вызванными, видимо, раскрытием трещин частных сместителей. Такая ситуация обычна в зонах сейсмодис-

гиб. Сарай отошел от небольшого строения в поднятом крыле сброса, образовав клиновидный зияющий разрыв. Кирпичная кладка первого этажа сопредельного трехэтажного дома расколота многочисленными трещинами, возникшими пять-шесть лет назад. Вертикальный разрыв рассекает и стенку сарая на поднятом крыле сброса. На уступе наблюдаются продольные раскрытые трещины.

Различные деформации в зоне третьего живого сброса протяженностью 13,3 км впервые были замечены в 1982 г.: перегибы и рваные уступы в почве и асфальте, зияющие трещины и пустоты в грунте, разрывы кладки кирпичных домов и наклонившиеся деревья. Деформации некоторых домов достигли угрожающих размеров, и жителей пришлось эвакуировать. Разлом пересекает асфальтовую дорож-



Уступ в асфальтовом покрытии и блок из кирпичного бордюра проезда (а). Разрыв почвы и асфальта упирается в край разрушенного жилого дома (б), огибает его и уходит на восток в виде сложно устроенного уступа с дробленным асфальтом и зияющими трещинами (в).

локаций Байкальской рифтовой зоны⁴.

На улицах Сианя мы видели живые сбросы, в зонах которых медленные перемещения создают деформации земной поверхности, аналогичные тем, что образуются в эпицентральных зонах сильных землетрясений. Такие сейсмодислокации нередко считаются геолого-геоморфологическими свидетельствами доисторических землетрясений. Следует заметить, что уровень сейсмичности грабена Вейхэ в эпоху инструментальных наблюдений (после 1900 г.) невысокий, хотя до этого времени в районе самого Сианя зафиксиро-

вано несколько достаточно сильных толчков с магнитудами 6—6.9. Но перемещения по живым сбросам с ними не связаны. Катастрофические землетрясения в этом районе произошли 19 января 1501 г. ($M=7$) вблизи устья р. Вейхэ и 28 января 1556 г. ($M=8$) в ее низовьях⁵.

Изучение живых разломов грабена Вейхэ дает исследователям новые факты. Во-первых, мы видим, что однотипные деформации земной поверхности возникают как при сравнительно медленных, так и практически мгновенных перемещениях. Мы имеем, следовательно, дело с так называемыми конвергент-

ными формами — морфологически одинаковыми, но разным образом возникшими — и должны это учитывать при оценке степени геологического риска. Во-вторых, сам геологический риск в обоих случаях остается весьма высоким, а реализация его происходит различным путем и в различные временные интервалы.

Эта ясно выраженная конвергентность форм — сейсмодислокаций и медленно растущих деформаций живых сбросов — заставляет обратить пристальное внимание и на чисто теоретический аспект проблемы. Если, основываясь на морфологической аналогии, мы выделяем палеосейсмодислокации как следы доисторических землетрясений, то должны ясно осознавать, что определение генезиса природных явлений, непосредственно наблюдаемых (или реконструируемых), опирается на существенно различные научные понятия, обозначаемые однако аналогичными или близкими терминами. ■

⁴ Сейсмическое районирование Восточной Сибири и его геолого-геофизические основы / Ред. В.П.Солоненко. Новосибирск, 1977.

⁵ Peng Jianbing, Zhang Jun, Su Shengzui, Mi Fengshou. Active Faults and Geological Hazard in Weihe Basin. Xian, 1992. (На китайском языке.)

Степные курганы открывают новые тайны

В.А.Демкин,

доктор биологических наук

Т.С.Демкина,

кандидат биологических наук

Институт фундаментальных проблем биологии РАН (Пущинский научный центр)

А.В.Борисов

Пущинский государственный университет

Уже много лет мы, по первой и основной специальности — почвоведы, работаем в археологической экспедиции Волгоградского университета. Достаточно хорошо известно, что естественнонаучные методы с успехом проникают в науку о древнем человеке и обществе. Появились добавления к слову “археология” — гео, петро, зоо и т.д. Что касается почвоведения, то оно, пожалуй, наиболее тесно связано с археологией, причем уже с начала нынешнего века. Это прежде всего связано с тем, что многие памятники древней и средневековой истории либо сами находятся в почвах или грунтах, либо включают их, как, например, курганные погребальные комплексы.

В степной зоне Евразии курганные насыпи над могилами ямами впервые появляются на рубеже 4-го и 3-го тысячелетий до н.э. Позже они становятся характерным признаком ландшафта этого региона. Насыпь как бы соединяла небо с подземным миром, создавая наиболее благоприятную возможность перехода от смерти (хаоса) к последующему возрождению и восстановлению мирового порядка.

Для большинства древних народов, населявших степную зону в эпохи бронзы и раннего железа (3-е тысячелетие до н.э. — первая половина 1-го тысяче-

летия н.э.), курганы — часто единственные дошедшие до нашего времени памятники истории и культуры, изучение которых позволяет получить представления о быте, хозяйственной деятельности и социальной структуре общества. Их число в бескрайних евразийских степях очень велико: недавно волгоградские археологи подсчитали, что только на территории их области подобных памятников более 200 тыс., т.е. в среднем два кургана на квадратный километр. Высота насыпей варьирует от нескольких десятков сантиметров до 10—20 м, диаметр — от пяти до нескольких сотен метров. Особенно крупные размеры у царских скифских курганов. Например, курган Чертомлык на юге Украины имел высоту 20 м, а диаметр 350 м.

Насыпная толща кургана перекрывает древние погребенные почвы (их называют подкурганными). Именно они, а также современные почвы, сформировавшиеся на курганах и рядом с ними, органические и минеральные образования из могильных ям стали основными предметами изучения почвоведов, приглашаемых археологами в экспедиции. При этом применялись морфологические, химико-аналитические, физические и другие методы, принятые в почвоведении¹.

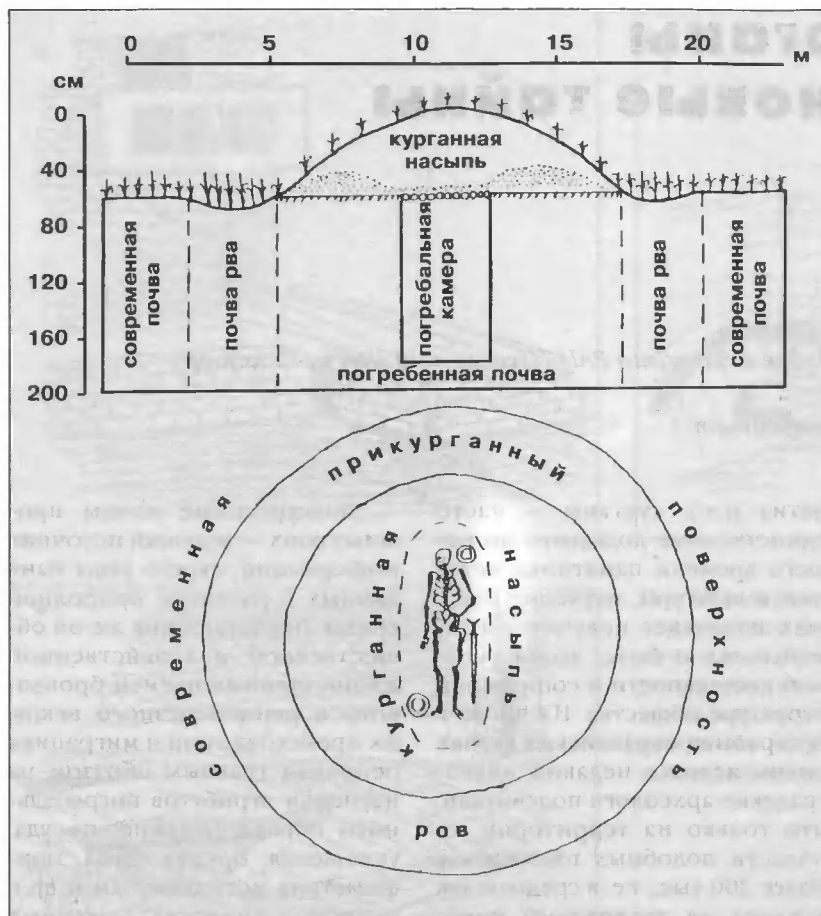
Подкурганные почвы прошлых эпох — ведущий источник информации, своего рода банк данных о развитии природной среды. Представления же об общественной и хозяйственной жизни степных племен бронзового и раннежелезного веков, их происхождении и миграциях основаны главным образом на изучении атрибутов погребального обряда (оружие, посуда, украшения, орудия труда, морфометрия могильных ям и др.), антропологических данных умерших, остеологического материала (кости животных).

Основная часть погребального инвентаря обычно сохраняется до наших дней. В той или иной степени это относится к изделиям из металлов, керамики, стекла, минералов, горных пород, раковин. Но все же ряд вещей, прежде всего органического происхождения, как правило, исчезает (например, одежда, изделия из кожи и т.п.). Однако оказалось, что вполне возможна реконструкция пищи, которая находилась в глиняных сосудах, с помощью фосфатного агрохимического метода, поскольку при попадании органического вещества растительного или животного происхождения на минеральный субстрат последний обогащается соединениями фосфора, формируя аномальные (повышенные) зоны или слои концентрации.

В 80-е годы при раскопках курганных сооружений в Ниж-

© В.А.Демкин, Т.С.Демкина, А.В.Борисов

¹ Демкин В.А. Палеопочвоведение и археология: интеграция в изучении истории природы и общества. Пущино, 1997.



Разрез и план типичного кургана.

нем Поволжье из грунта, содержащегося в придонной части сосудов, впервые нами были отобраны пробы, в которых количество фосфора оказалось различным. Этнографические источники давали основания предположить, что в глиняных горшках и кувшинах помещалась пища (растительная, мясная, молочная) или вода, видимо, предназначенные "в дорогу" умершему. Известно, что продукты содержат различное количество фосфора², которое наиболее высоко в семенах конопли и мака, в сое и сыре (табл.1). Для нас же особый интерес представляет количество фосфора в зерновых, мясе и молоке.

Оказывается, что в пшенице, ячмене, овсе и т.п. оно в 1.5–2 раза выше, чем в говядине и свинине, и в 4–5 раз больше, чем в молоке. В почве и воде соединений фосфора обычно содержится на порядок меньше, чем в продуктах. Следовательно, если в сосуде находилась органическая пища, то содержание фосфора в придонном грунте более высоко по сравнению с верхней его частью. В случае же одинаковой или близкой его концентрации в этих слоях содержимое сосудов считается водой.

К настоящему времени мы изучили содержимое более 200 глиняных сосудов из курганных захоронений на территории Предкавказья, Волго-Донского междуречья, Самарского и Волгоградского Заволжья, Северного и Западного Прикаспия,

Предуралья, Зауралья. Погребения относятся к различным степным культурам (или их историческим этапам) эпох бронзы и раннего железа. Первоначальные данные позволили нам выделить количественные градации содержания подвижных соединений фосфора для разделения пищи на органическую и минеральную, соответственно "каша" и "вода". В дальнейшем эта шкала была усовершенствована и детализирована. Находки сосудов с костями животных дали возможность с большой долей вероятности разделить понятие "каша" на собственно растительный продукт (кашу) и мясной бульон.

При исследовании позднесарматских кувшинов II–IV вв. на внутренних стенках были обнаружены пленки желто-белого цвета. Биохимический анализ показал, что в них значительное количество казеина, это дало основание считать исходное содержимое сосудов молочным продуктом. При раскопках курганов в Волго-Донском междуречье были обнаружены несколько позднесарматских кувшинов с грунтом, в котором содержание фосфора оказалось аномально высоким. Учитывая данные табл.1, можно высказать предположение что в сосудах содержался наркотический настой на семенах мака или конопли. Косвенным подтверждением этому служит находка в одном из раннесарматских горшков в Южном Приуралье, в нем были обнаружены коробочки дурмана молочно-восковой спелости, которые, как известно, обладают слабым наркотическим действием. При вдыхании летучей фракции (при горении) они расширяют сосуды и облегчают дыхание.

Таким образом, на сегодняшний день шкала реконструкции заупокойной пищи из глиняных сосудов по концентрации фосфатов имеет следующий вид: менее 2 мг/100 г — вода в горшках или кувшинах; 2–8 мг/100 г — молочный продукт в кувши-

² Сойер К. Фосфор и экология // Фосфор в окружающей среде. М., 1977. С. 688–705.

Таблица 1
Валовое содержание фосфора в различных продуктах*

Продукт	Содержание P_2O_5 , мг/100 г сухого продукта
пшеница, ячмень, овес, рожь (зерно)	850–920 ¹
рис (зерно)	810
просо (зерно)	650
чечевица	980
соя	1450
конопля (семена)	1690
мак (семена)	1620
виноград	140 ¹
говядина	450
свинина	600
рыба	510
молоко	200
сыр	1250

* по К.Сойеру, 1977.

нах, мясной бульон в горшках; 8–15 мг/100 г — каша в горшках; 15–25 мг/100 г — наркотическое вещество в кувшинах. Большая разница в концентрации фосфора между данными таблицы 1 и предлагаемой шкалы связана с тем, что для продуктов приведено валовое содержание, а для остаточных следов пищи из сосудов — доля подвижных форм в грунте. Тем не менее между реконструируемыми продуктами сохраняется то же соотношение, что и в исходных продуктах. Повышенное содержание фосфора в заупокойной молочной пище объясняется тем, что в кувшинах скорее всего находилось не чистое молоко, а продукты, полученные после его брожения (кумыс, простокваша и т.п.). Для них характерно довольно значительное возрастание концентрации фосфора, о чем, в частности, свидетельствует ее величина в сыре (1250 мг/100 г).

Обращает на себя внимание факт, что содержание фосфора в реконструированных продуктах примерно одинаково независимо от географического по-

ложения исследованных объектов (полупустыня Заволжья, сухие степи Поволжья, степи Предкавказья и Зауралья и др.). Практически одинакова частота встречаемости отдельных видов заупокойной пищи в погребениях катакомбной (XIX–XVII вв. до н.э.) и срубной (XVI–XIII вв. до н.э.) культур (табл.2). В то же время различия по этому атрибуту между раннесарматскими (IV–I вв. до н.э.) и позднесарматскими (II–IV вв.) захоронениями весьма существенные. В частности, в последних резко снижается доля воды, появляются молочный продукт и наркотические вещества. Это может быть связано со значительным среднеазиатским влиянием на формирование духовной и материальной культуры позднесарматских племен.

Растительная пища встречается в срубных и в раннесарматских захоронениях Нижнего Поволжья заметно чаще по сравнению с Южным Уралом (табл.3). Это свидетельствует о некоторой исторически сложившейся специфике в хозяйствовании и внешних экономиче-

ских контактах древнего населения этих регионов. Вероятно, племена Нижнего Поволжья имели достаточно тесные связи с крупными земледельческими центрами Северного Кавказа и Северного Причерноморья. Население же южноуральского региона в процессе жизнедеятельности в большей степени ориентировалось на продукты животноводства, контакты со среднеазиатскими земледельческими оазисами были более слабыми.

Любопытно, что в раннесарматских захоронениях среди сосудов, расположенных у головы умершего, в подавляющем большинстве случаев (почти 80%) была вода, а в ногах — каша либо бульон (90%). При наличии в погребении двух сосудов один из них, как правило с водой, располагается у головы, другой — с кашей или бульоном — в ногах. В позднесарматских погребениях у головы умершего находится горшок и кувшин с бульоном, и в ногах — с молочным продуктом. По-видимому, в процессе развития сарматской общности произошли заметные изменения в составе заупокойной пищи, помещаемой в глиняные сосуды, и изменилось их местоположение в погребениях в зависимости от содержимого.

Повысить достоверность проводимых пищевых реконструкций и расширить их спектр можно, используя методы почвенной микробиологии. Для этого в специально отобранных образцах с соблюдением условий стерильности проводится учет численности специфических групп микроорганизмов методом посева водной суспензии из придонного и контрольного грунтов на твердые питательные среды. Они готовятся соответственно из предполагаемого содержимого сосудов (свежий мясной бульон либо молоко, либо каша, либо растительный отвар и пр.) и агара как отвердителя. Всплеск численности микроорганизмов на той или иной среде по сравнению с контроль-



*Курган на первой
надпойменной террасе
р.Есауловский Аксай
(юг Волго-Донского
междуречья).*

*Здесь и далее фото
В.А.Демкина*

*Бульдозер вскрывает
курганную насыпь.*

*Раскопки курганных
захоронений.*

*Курганное захоронение
раннесарматского времени
(II—I вв. до н.э.). В ногах
умершего — глиняный сосуд.*



*Парное курганное
захоронение с глиняными
сосудами среднесарматского
времени (I в. н.э.).*



*Погребенный солонец под кур-
ганом золотоордынского вре-
мени.*



*Кувшин из среднесарматского
курганного захоронения (I в.
н.э.).*



*Античная амфора. Найдена в
савроматском курганном за-
хоронении (VI в. до н.э.).*

Таблица 2

Встречаемость пищи в погребениях различных археологических культур Волго-Уральских степей (в % от числа погребений)

Культура	Каша	Бульон	Вода	Молочный продукт	Наркотическое вещество
катакомбная (XIX—XVII вв. до н.э.)	12	35	53	0	0
срубная (XVI—XIII вв. до н.э.)	13	38	49	0	0
раннесарматская (IV—I вв. до н.э.)	23	41	35	0	1
позднесарматская (II—IV вв. н.э.)	12	46	8	19	15

Таблица 3

Региональные различия по составу и встречаемости пищи (в % от числа погребений)

Культура	Число сосудов	Каша	Бульон	Вода	Наркотическое вещество
срубная	15	0	60	Южный Урал	0
				40	
раннесарматская	34	24	35	Нижнее Поволжье	0
				41	
	62	11	42	Южный Урал	2
				45	
	31	45	39	Нижнее Поволжье	0
				16	

ным вариантом характеризует исходное содержимое исследуемого сосуда. Подобные работы нами уже начаты. Анализ их результатов — задача ближайшего будущего.

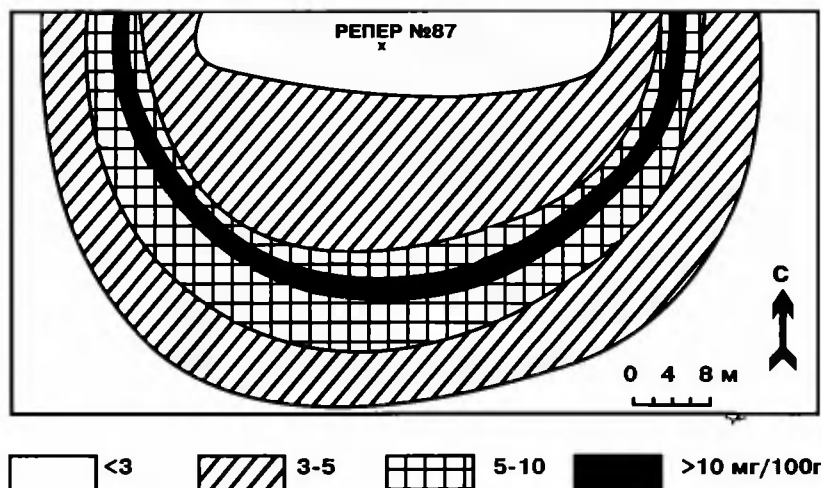
Фосфатный почвенно-агрохимический метод эффективен также при поиске древних поселений и определении их размеров, так как в процессе жизнедея-

тельности человека на поверхность почвы в таких местах поступало значительное количество органического вещества. Подобные работы проводились в США, Канаде, Мексике, Прибалтике, а также в России. В частности, нам удалось определить размеры поселения бронзового века в Волгоградской области. Последующие археологи-

ческие раскопки подтвердили наши выводы¹. Отметим, что именно с помощью этого метода в 1991 г. А.К. Станюкович² обнаружил захоронения членов экипажа пакетбота "Святой Петр" и капитана-командора В.Беринга.

В целом круг вопросов, решаемых археологами вместе с почвоведом, ныне достаточно широк. К настоящему времени почвенно-археологическими исследованиями охвачен огромный регион — от дунайских до забайкальских степей. Изучены многие сотни памятников, преимущественно курганы. Думается, что есть основание говорить о новом научном направлении, которое мы предлагаем называть археологическим почвоведением.

Работа выполнялась при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований. Гранты 99-06-80347, 98-04-48257. ■



Изменение содержания соединений фосфора (P_2O_5 , мг/100 г) в пределах поселения "Ерзовка-1" и на прилегающей территории (в слое 0—30 см).

¹ Демкин В.А., Дьяченко А.Н. // Рос. археология. 1994. №3. С.216—222.

² Станюкович А.К. // Естественно-научные методы в полевой археологии. М., 1997. Вып.1. С.19—42.



Морские побережья в XXI веке

П.А.Каплин, Ю.А.Павлидис, А.О.Селиванов

Побережье — наиболее динамично развивающийся объект в Мировом океане. За последние 125 тыс. лет современный шельф вместе с его прибрежной зоной претерпели неоднократные преобразования, связанные с изменениями климата, трансгрессиями и регрессиями. Современный этап развития прибрежно-шельфовых областей на рубеже XX и XXI вв., по-видимому, будет связан с очередным глобальным потеплением и некоторым повышением уровня Мирового океана.

Глобальное потепление и повышение уровня океана

В настоящее время климат Земли постепенно приближается к наиболее теплому периоду голоцена — “атлантическому оптимуму”, который существовал 5—7 тыс. лет назад, когда среднегодовая температура на планете превышала температуру XX в. на 1—2°C.

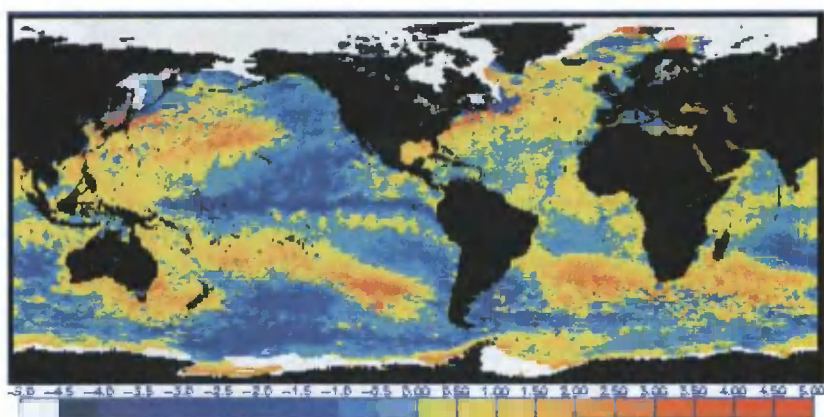
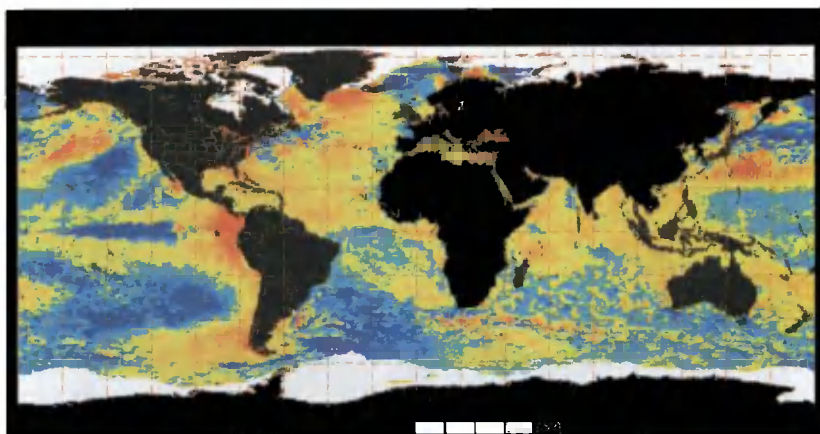
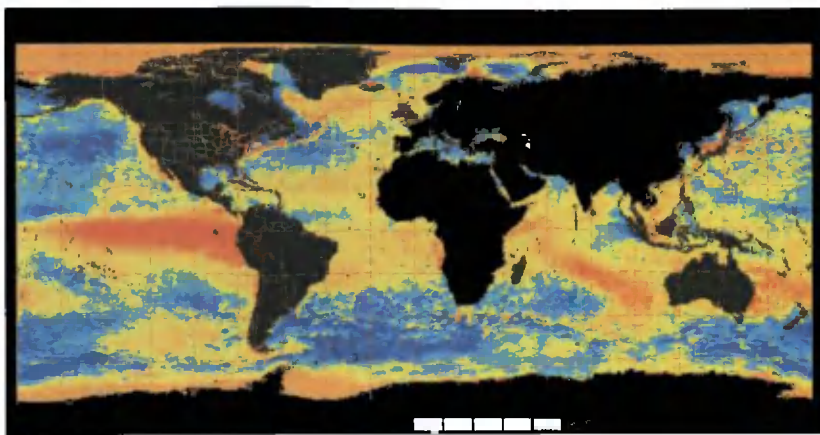
По данным Гидрометцентра РФ, в 1997 г. почти над всей территорией Северного полушария температура воздуха



Павел Алексеевич Каплин (справа), доктор географических наук, профессор, заведующий лабораторией новейших отложений и палеогеографии плейстоцена географического факультета Московского государственного университета им.М.В.Ломоносова. Область научных интересов — палеогеография, геоморфология морских берегов и шельфа. Награжден медалью принца Монакского Альберта I в области океанологии (1989).

Юрий Ангелевич Павлидис (в центре), доктор географических наук, главный научный сотрудник Института океанологии им.П.П.Ширшова РАН. Область научных интересов — геология, геоморфология, палеогеография шельфа и морских берегов. Лауреат премии им.О.Ю.Шмидта РАН (1996).

Андрей Олегович Селиванов, доктор географических наук, ведущий научный сотрудник географического факультета Московского государственного университета им.М.В.Ломоносова. Занимается историей развития и прогнозом изменения морских побережий.



Аномалии температуры поверхностных вод в Мировом океане: вверху — 23 декабря 1997 г., в середине — 13 июня 1998 г., внизу — 13 февраля 1999 г.

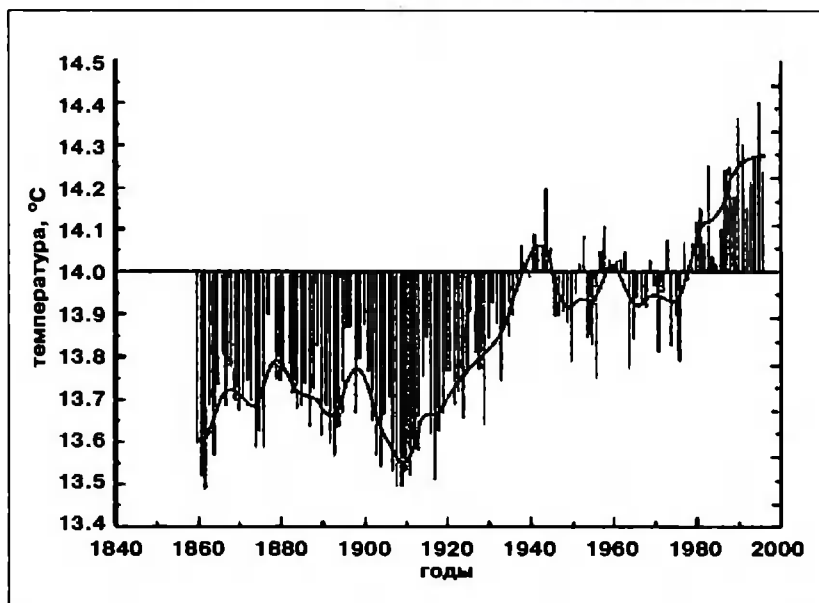
превышала среднюю многолетнюю на 1°C . Еще более значительные повышения температуры регистрируются в поверхностном слое вод Мирового океана с помощью искусственных спутников Земли. Так, три съемки, проведенные в декабре 1997 г., в период максимального развития Эль-Ниньо в Тихом океане, в июне 1998 г., во время его затухания, и в феврале 1999 г., когда Эль-Ниньо прекратил свое существование, показали устойчивые положительные температурные аномалии в северо-западной и южной экваториальной частях Тихого океана, в северной половине Атлантического океана, в Индийском океане. Таким образом, в последние годы отчетливо проявилась тенденция потепления поверхностных вод в обширных районах Мирового океана. Мы не будем останавливаться на причинах этого явления. Укажем лишь, что оно не может не сказаться на потеплении климата Земли и связанном с ним повышении уровня моря.

Эта проблема активно обсуждается мировой научной общественностью. Основная причина ожидаемого потепления — усиливающийся выброс в атмосферу углекислого и некоторых других газов, способствующих парниковому эффекту, т.е. обладающих способностью пропускать к поверхности Земли коротковолновое солнечное излучение, но задерживать тепловое излучение поверхности планеты. Основываясь на прогнозах глобального потепления и расчетах реакции на него различных частей гидросферы (термического расширения воды в верхних слоях океана, частичного разрушения ледников Антарктиды и Гренландии и т.д.), в начале 80-х годов ученые забили тревогу. По расчетам некоторых из них, к 2100 г. уровень океана может подняться на четыре с лиш-

ним метра, в результате чего под водой окажутся значительные части таких городов, как Санкт-Петербург, Амстердам, Шанхай, Новый Орлеан; практически исчезнут с лица земли не только небольшие островные государства Тихого и Индийского океанов, но и Бангладеш, Сенегал.

Для прогноза развития морских берегов воспользуемся данными Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК), которая разработала вероятные сценарии изменения климата и уровня Мирового океана к концу следующего столетия. Эта группа была учреждена в 1988 г. Всемирной метеорологической организацией и Программой ООН по окружающей среде. По оценке МГЭИК, к 2025 г. (или 2050 г.) в атмосфере может произойти удвоение концентрации CO_2 и других парниковых газов, что приведет к увеличению среднегодовой температуры в пределах от 1.5 до 4.5°C. Уровень океана, согласно этому сценарию, к концу будущего столетия должен подняться на 1 м. Параллельно с этим прогнозом был разработан и более "умеренный", согласно которому¹ только к концу XXI в. среднегодовая температура на Земле повысится на 1–3°C, а уровень Мирового океана поднимется на 0.65 м.

По данным Центра диагностики климата, начиная с 1900 г. на Земле наблюдается рост среднегодовой температуры. За период 1900–1985 гг. глобальное потепление составило 0.5°C, причем на этот общий тренд накладывались десятилетние и более кратковременные флуктуации со значительной амплитудой. Многие исследователи объясняют потепление антропоген-



Средняя температура воздуха на поверхности Земли за период 1840–1998 гг. (кривая — сглаженные величины) по отношению к средней температуре за 1961–1990 гг. (горизонтальная линия).

ными причинами, другие связывают его с естественными факторами, один из которых — увеличение температуры поверхностного слоя воды. Авторы этой статьи считают, что те и другие процессы дополняют друг друга.

Одновременно с потеплением происходит подъем уровня Мирового океана. По расчетам Р.К.Клиге, обобщив данные более 1000 измерительных станций, за последнее столетие средний уровень океана повышается² примерно на 1.5 мм/год. Этот подъем уровня можно связывать с перераспределением водных масс между ледниками и океаном при потеплении климата.

Прогноз подъема уровня Мирового океана в XXI в. на 1 м требует надежного обоснования. Прибавление воды в океанах в таком объеме может

произойти только при существенном таянии покровных ледников в центрах современного оледенения, а это процесс длительный. Даже таяние шельфовых ледников Антарктиды не даст заметного результата, так как они находятся "на плаву", в равновесии с современным уровнем океана. Повышение уровня может произойти при термическом расширении верхнего слоя воды (термоклина), но эта величина, как показали расчеты, не будет превышать 10 см при увеличении среднегодовой глобальной температуры на 2°C. Таяние всех малых ледников и ледниковых шапок на арктических островах (за исключением Гренландии) приведет к повышению уровня на 20–30 см. Эффекты от изменения скоростей таяния и аккумуляции ледниковых покровов Антарктиды и Гренландии, возможно, компенсируют друг друга. Однако можно предположить, что за

¹ Оценки экологических и социально-экономических последствий изменения климата. СПб, 1992.

² Клиге Р.К., Данилов И.Д., Конищев В.Н. История гидросферы. М., 1998.

счет более интенсивного таяния льда этих современных ледниковых покровов произойдет некоторое повышение уровня Мирового океана³, но не более чем на 10 см. Таким образом, мы полагаем, что суммарное повышение уровня Мирового океана к концу будущего века может составить 0,5 м. Однако в случае потепления на 3–4°C и изменения баланса между водами суши и океана уровень может подняться на большую величину — до 1 м. (Например, во время бурного таяния покровных ледников Европы и Северной Америки в конце последней ледниковой эпохи (от 18 до 8–7 тыс. лет назад) он поднялся на 120–130 м, т.е. поднимался более чем на 1 м за 100 лет.)

Изостатические и гравитационные процессы могут существенно изменить возможную величину подъема уровня моря на том или ином участке морского побережья. Так, многие участки речных дельт, находящиеся в областях интенсивного тектонического опускания, могут погрузиться на два с лишним метра при подъеме среднего уровня океана к концу XXI в. на 1 м, тогда как в районах, относящихся к зонам поднятия, например в наиболее отдаленной от моря части (вершине) Ботнического залива или на отдельных участках побережья Кольского п-ова, относительный уровень моря почти не изменится.

Методами палеоклиматологии установлено, что изменения климата Земли в наибольшей степени проявлялись в высоких широтах. Так было, например, в плиоцене, когда в этих районах температура воздуха превышала современную на величину до 14°C, а в низких широтах была даже немного меньше современной. Во время климатического оптимума предыдущего меж-

ледникового (125 тыс. лет назад), при среднегодовой глобальной температуре воздуха на 2°C выше современной, прирост температуры в пределах Российской Арктики составлял⁴ в Баренцевом море 5°C, в Карском море 6°C, на севере Таймыра 10°C, в Восточно-Сибирском море 6°C. Во время климатического оптимума голоцена (6.0–5.5 тыс. лет назад) среднеглобальная температура была на 1°C выше современной, а в Арктике она превышала современную, как показывают данные палеоклиматических исследований, на 3–4°C. Ожидаемое среднеглобальное потепление на 1°C к 2025 г. позволяет моделировать природную обстановку на арктическом побережье России по подобию климатического оптимума голоцена, а на 2°C к середине будущего века — по подобию климатического оптимума предыдущего межледникового.

Изменения на северных берегах

В соответствии со сценарием изменения климата преобразования в прибрежно-шельфовой зоне Арктики будут весьма существенными. Увеличение среднегодовой температуры воздуха на 3–8°C и более приведет к интенсивному протаиванию “вечной” мерзлоты на поверхности прибрежных низменностей. Некоторые специалисты считают, что многолетняя мерзлота полностью исчезнет с поверхности тундры к западу от низовьев Печоры⁵. В пределах прибрежных низменностей Западной и Восточной Сибири температура мерзлых грунтов повысится на 3–4°C по сравнению с современной.

Это вызовет значительное усиление термоабразии (разрушения берегов при тепловом и механическом воздействии морского волнения) и солифлюкции (стекаания вниз по склонам разжиженных при оттаивании грунтов). В настоящее время скорость отступления берегов при термоабразии в морях Восточно-Сибирском и Лаптевых, по оценкам Ф.Э.Арэ, в среднем составляет 3–9 м/год, иногда до 12 м/год, а в исключительных случаях⁶ до 40–60 м/год. При повышении температуры мерзлых грунтов, слагающих береговые обрывы, скорость отступления последних возрастет. Мы здесь не будем приводить сложные расчеты возрастания скоростей термоабразии, выполненные в свое время Арэ, Г.А.Сафьяновым, С.В.Томирдиаро. Укажем, что при повышении температуры поверхностного слоя мерзлых рыхлых отложений на 1°C скорость отступления береговых обрывов на краю низменностей Восточной Сибири возрастет в среднем на 30–50%, а при повышении этой температуры на 4°C — в 2–3 раза. Следует учитывать, что скорость отступления термоабразионного берега зависит и от того, с какой интенсивностью будет уноситься волнами и течениями рыхлый материал. Усиление солифлюкции увеличит количество этого материала, поставляемого в волноприбойную зону. Это, казалось бы, должно затормозить отступление термоабразионных берегов. Однако этого не произойдет.

Потепление в Северном полушарии, в первую очередь в Арктике неизбежно приведет к сокращению полей многолетних и сезонных льдов, увеличению пространств и времени существования открытой воды, особенно у берегов

⁴Величко А.А., Бараш М.С., Гричук В.П. и др. // Изв. АН СССР. Сер. геогр. 1984. №1. С.5–18.

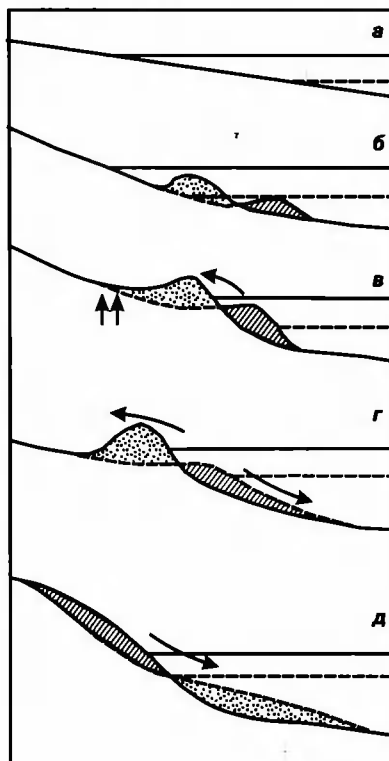
⁵Величко А.А., Нечаев В.П. // ДАН. 1992. Т. 324. №3. С.667–671.

⁶Арэ Ф.Э. Основы прогноза термоабразии морских берегов. Новосибирск, 1985.

³См. сноску 1.

арктических морей. За последние 20 лет инструментально зафиксировано уменьшение площадей паковых (многолетних) льдов в Северном Ледовитом океане на 3–5%. Предполагается, что во время теплого периода предыдущего межледникового эти льды сохранялись только в центральной части Северного Ледовитого океана, и такие моря, как Восточно-Сибирское и Лаптевых, от многолетних покровов были свободны⁷. По-видимому, при грядущем потеплении похожая обстановка может возобновиться к середине будущего столетия. Во всяком случае, если сейчас в Восточно-Сибирском море в летнее время южная кромка паковых льдов отходит от берега на несколько десятков километров (кстати, не везде), то еще большее потепление Арктики приведет, очевидно, к почти полному освобождению от многолетних льдов этого наиболее ледовитого в настоящее время моря. Следовательно, резко возрастет энергия воздействия волн на берег при увеличении длины их разгона. Это интенсифицирует размыв рыхлого материала, поступающего в волноприбойную зону при термоабразии и солифлюкции. При повышении уровня моря этот материал будет перемещаться вниз по подводному склону.

Нижняя граница береговой зоны, которая определяется величиной “волновой базы” (началом воздействия штормовых волн на дно при их подходе к откосу подводного склона), будет удаляться на большие глубины. Граница между прибрежными песками и илами, которая расположена сейчас в Восточно-Сибирском море на глубине 10–12



Реакция аккумулятивных песчаных берегов на подъем уровня моря при различной крутизне подводного берегового склона: а — крайне малый уклон, б, в — несколько больший, г — большой, д — наибольший.



м, опустится до 25–30 м. Подъем уровня моря и увеличение штормового воздействия волн приведет к изменениям в динамике и морфологии морских берегов⁸.

Размыв, аккумуляция и пассивное затопление

К сожалению, большинство исследователей ограничивается созданием карт простого затопления прибрежной суши в условиях ожидаемого подъема уровня моря, не учитывая рельефа береговой зоны. Мы изучали последствия уже произошедших изменений уровня моря на разных берегах и пришли к выводу, что изменения рельефа берегов за счет размыва и аккумуляции в несколько, иногда в

десятки, раз превосходят результаты пассивного затопления. Поскольку ожидаемый подъем уровня океана может происходить в несколько раз быстрее, чем до сих пор, очень важно использовать для прогнозирования развития морских берегов информацию, полученную на бессточных озерах, уровень которых в последние десятилетия менялся крайне быстро. Особенно ценны данные по Каспийскому морю, где изменения уровня происходят даже быстрее, чем можно ожидать от Мирового океана в ближайшее столетие⁹.

Наиболее значительные изменения происходят на аккумулятивных берегах, сложенных рыхлым (чаще всего песчаным) материалом. На основе изучения данных о развитии берегов различных морей мы совместно с другими

⁷ Павлидис Ю.А., Ионин А.С., Щербаков Ф.А., Дунаев Н.Н., Никифоров С.Л. Арктический шельф. Позднечетвертичная история как основа прогноза развития. М., 1998.

⁸ Развитие морских берегов России и их изменения при возможном подъеме уровня Мирового океана / Под ред. П.А.Каплина и А.О.Селиванова. М., 1997.

⁹ Свиточ А.А. Геоэкологическая катастрофа в приморских городах Дагестана // Природа. 1998. №5. С.16–27.



Морские террасы Новой Гвинеи.

Фото П.А.Каплина



Аккумулятивный берег (Куба).

Здесь и далее фото Ю.А.Павлидиса



Солифлюкционный берег Чукотского моря.

исследователями установили основные факторы, определяющие особенности их перестройки при изменениях уровня моря. Это — уклон подводного берегового склона, запасы наносов в береговой зоне и скорость изменения уровня моря.

В зависимости от уклона подводного берегового склона изменяется относительная интенсивность процессов выноса песчаного материала на берег волнами и миграции его вниз по подводному склону при обратном движении воды. При крайне малых уклонах (менее 0.0005), характерных для низменных берегов, происходит простое (пассивное) затопление прибрежной суши. При несколько больших уклонах аккумулятивная береговая форма (вал, бар, коса, пересыпь) смещается в сторону суши вслед за поднимающимся уровнем. Фронтальная часть аккумулятивной формы размывается, а тыловая надвигается на прибрежную полосу, например на лагуну. Чем круче подводный склон, тем интенсивнее при подъеме уровня моря происходит снос песчаного материала вниз и обусловленный этим размыв берега. На наиболее приглубых берегах (с уклоном более 0.01) весь осадочный материал выносится на подводный береговой склон и отлагается там.

Если какой-либо участок берега испытывает сильный недостаток или, наоборот, избыток осадочного материала, динамика уровня моря приобретает особую важную роль. При очень малых скоростях подъема уровня (до 1 мм/год) можно ожидать зарождения аккумулятивной формы и ее медленного смещения в сторону суши. Чем быстрее повышается уровень моря, тем более интенсивно происходит перестройка рельефа береговой зоны. Если при сравнительно низких скоростях подъема уровня моря (до 1—

2.5 мм/год) происходит смещение аккумулятивного тела вслед за поднимающимся уровнем без существенных изменений его формы, то при увеличении скоростей усиливается роль процессов заплеска и перехлестывания волн. Береговая аккумулятивная форма при избытке наносов увеличивается в размерах и сохраняется даже при их недостатке. Наконец, при экстремальном ускорении подъема уровня моря (более 5–7 мм/год для песчаных берегов) аккумулятивная форма не успевает реагировать на изменения гидродинамических условий в береговой зоне и происходит ее затопление в случае избытка наносов и разрушение при их недостатке. Переход от одного типа развития берегов к другому довольно хорошо изучен на примере морей России¹⁰.

Анализ этих данных позволил нам впервые в мировой практике разработать методику прогнозирования изменений берегового рельефа при возможном подъеме уровня моря в XXI в. Мы построили прогнозные карты берегов морей России и бывшего СССР для различных сценариев подъема уровня океана к концу следующего столетия. Эти карты свидетельствуют, что преобразование морских берегов при подъеме уровня океана по максимальному сценарию (на 1 м за 100 лет) может оказаться значительным. Около 40% берегов Европейской России отступят на 100 м и более. Будут разрушены жилые и промышленные сооружения в таких городах, как Находка, Санкт-Петербург, Архангельск и многих других. Участки с наибольшей ожидаемой величиной отступления береговой линии мы считаем зонами природного риска. Оказалось, что они охватыва-



Ледник, сползающий в Баренцево море в бухте Машигина (Новая Земля).

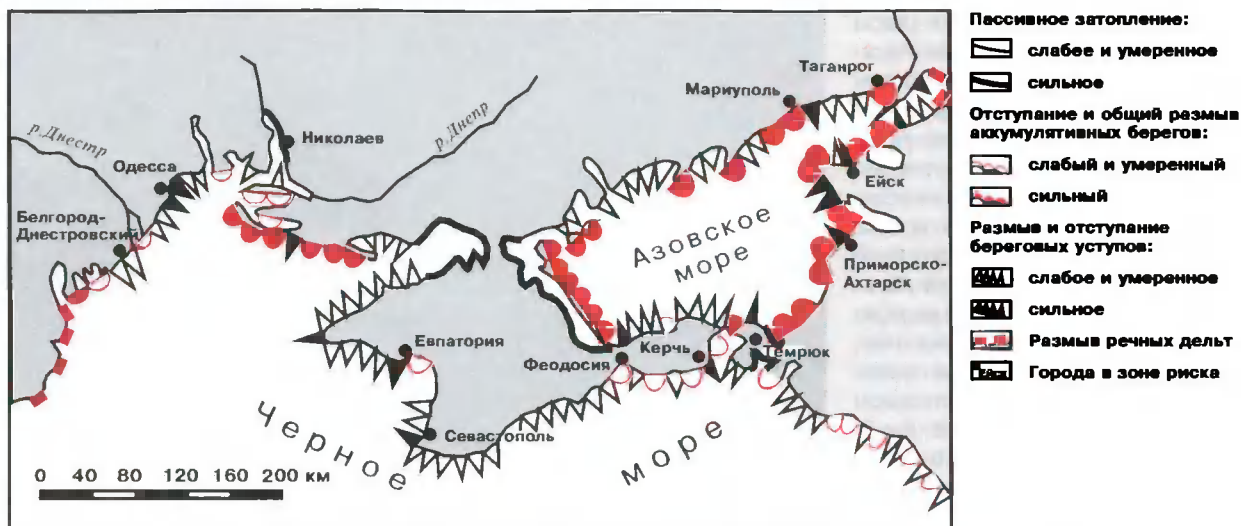


Абразионный берег (Берингов пролив).



Разрушение волнами берега (Куба).

¹⁰ Селиванов А. О. Изменения уровня Мирового океана в плейстоцене-голоцене и развитие морских берегов. М., 1996.



Возможные изменения берегов Северного Причерноморья и Азовского моря в условиях ожидаемого подъема уровня Мирового океана.

ют почти треть побережий России.

Крайне интенсивными могут быть изменения на хорошо освоенных берегах, например — Черного и Азовского морей, где естественное развитие будет сочетаться с интенсивным антропогенным воздействием, т.е. изъятием наносов с пляжей, строительством дамб и плотин на реках, созданием берегозащитных сооружений и т.д. Наиболее интенсивно будут разрушаться песчаные пересыпи, отчленившиеся лиманы в Северо-Западном Причерноморье и на Азовском море, а также косы Северного Приазовья. В дельте Кубани и на Перекопском перешейке ожидается затопление прибрежных низменностей. Быстрее станут отступать береговые склоны, сложенные непрочными лессами. В районе Одессы, Мариуполя, Приморско-Ахтарска помимо размыва уступов усилятся оползневые и обвальные процессы, и разрушение берегов может достичь катастрофических масштабов.

Наибольшие изменения претерпят термоабразионные

криогенные берега при повышении температуры прибрежных вод, усилении протаивания вечной мерзлоты, усилении штормового воздействия волн на береговые уступы, сложенные мерзлыми рыхлыми породами, при увеличении штормовых нагонов и т.п. Мы полагаем, что при реализации сценария МГЭИК скорость отступления термоабразионных берегов возрастет по сравнению с современной в 3–5 раз и на открытых берегах морей Лаптевых и Восточно-Сибирского в среднем достигнет 15–30 м/год, местами до 60 м/год, а в катастрофических случаях даже 250 м/год. Следовательно, береговая линия в местах развития активных термоабразионных берегов может отступить за столетие в сторону суши на 3–25 км.

Ледяные берега в условиях повышения температуры воздуха и поверхностных вод будут подвержены быстрому разрушению вследствие таяния льда и обрушения нависающих ледяных блоков. Не исключено, что в районах их распространения (Шпицберген, Земля Франца-Иосифа,

Новая Земля, Северная Земля), на акваториях морей Баренцева, Карского и Лаптевых увеличится количество айсбергов. В случае небольшой мощности покровных ледников их площадь в условиях потепления климата будет существенно сокращаться, и в конце концов они могут исчезнуть.

Потепление поверхностных вод Мирового океана и климата Земли в целом, по-видимому, приведет к перестройке атмосферных процессов и усилению штормовой активности в умеренных и тропических широтах. Зарождение и развитие тропических циклонов зависит от содержания тепла в верхнем слое океана¹¹. Анализ климата Северного полушария за 1997 г., проведенный Гидрометцентром РФ, показал, что потепление вод Тихого океана, в том числе и мощное Эль-Ниньо, сопровождается специфическими погодными явлениями, которые зачастую имеют катастрофический характер: сильнее-

¹¹ Пудов В. Д., Петриченко С. А. // Океанология. 1998. Т.38. №4. С.469–501.

шими ливнями и наводнениями в Перу и Чили, засухами в Индонезии и Малайзии, обильными снегопадами в Мексике, мощными штормами у берегов Калифорнии.

Наблюдения, проведенные по программе берегового мониторинга США, показали, что в конце января — начале февраля 1998 г. на Калифорнийское побережье обрушились сильные шторма, вызвавшие катастрофические размывы берегов, что нанесло ущерб в сотни миллионов долларов.

Угроза коралловым рифам

Потепление океанов — потенциальная угроза коралловым рифам, а следовательно, оказывает существенное воздействие на природную обстановку прибрежно-шельфовых областей экваториально-тропической зоны многих районов Мирового океана. Международный центр по мониторингу и защите природной среды (Кембридж, Великобритания) в 1997—1998 гг. провел широкомасштабные исследования коралловых рифов. Был выявлен целый ряд районов, где они находятся в угнетенном состоянии из-за потепления поверхностного слоя вод. Особенно неблагоприятно обстоит дело в Карибском регионе, на западе Индийского океана, в районе Большого Барьерного Рифа.

Большинство исследователей считают, что коралловые рифы наиболее хорошо развиваются в теплых тропических и субтропических водах. Однако многие не придают значения тому, что излишне теплая вода может стать угрозой для их экосистем. Повышение температуры воды выше определенного предела вызывает обесцвечивание кораллов, они гибнут, и на поверхности рифа остается бе-

лый скелет. В настоящее время обесцвечивание кораллов в Мировом океане — явление достаточно распространенное. В том случае, если температура воды поднимается слишком высоко, кораллы на рифах начинают замещаться водорослью зооксантеллой. Длительное повышение температуры воды может привести к деградации всей экосистемы кораллового рифа.

В 1982—1983 гг. в восточной части Тихого океана наблюдалось одно из наиболее сильных Эль-Ниньо. В этот период погибли 75—95% кораллов Коста-Рики, Панамы, Колумбии и Галапагосских островов, что было связано с обесцвечиванием из-за приноса течением слишком теплых вод.

В то же время в западной акватории местами отмечались значительные понижения уровня вод, что вызвало выход на поверхность вершин коралловых рифов и их отмирание на Гуаме, Вануату, во Французской Полинезии, на о-вах Токелау. Последствия Эль-Ниньо 1982—1983 гг. сказались на климате соседнего Карибского региона, где обесцвечивание кораллов и деградация коралловых рифов пришлось на период 1987—1990 гг. Американские исследователи с 1961 по 1998 г. проводили систематические наблюдения на коралловом рифе у берегов о. Барбадос и выполнили фотосъемку с одной и той же точки в разные периоды существования рифа.

В 1961 г. он был разрушен ураганом Донна. С 1965 г. этот коралловый риф рос со скоростью 10 см/год, достигнув в 1976 г. своего расцвета. Однако в период с 1978—1980 гг. началось отмирание рифа, которое оказалось необратимым. Фотосъемка 1998 г. показала, что риф окончательно погиб, на его поверхности сейчас находится сплошной покров водорослей.

Для прогноза развития прибрежных зон тропических

районов Мирового океана, важным элементом которых являются коралловые рифы, оценка их экологического состояния очень важна. Дело в том, что “живой” риф сравнительно хорошо противостоит морскому волнению, тогда как риф в начальной стадии деградации активно разрушается волнами, обломки кораллов переносятся в основном в сторону берега, где создаются аккумулятивные формы. По-видимому, потепление поверхностного слоя океанских вод, если оно будет продолжаться в следующем столетии, приведет к активизации аккумулятивного процесса на берегах тропических морей за счет выброса карбонатных обломков рифов. Такой процесс происходил примерно 5 тыс. лет назад, в конце наиболее теплого периода голоцена (Атлантического), когда по всему Мировому океану была сформирована низкая морская терраса, сложенная преимущественно коралловым обломочным материалом.

* * *

Прибрежно-шельфовая зона — наиболее населенная область Земли. Здесь переплетены экономические, экологические, социальные, геополитические интересы государств и народов. Поэтому любые, даже незначительные с глобальной точки зрения изменения природной среды этих районов имеют серьезные социально-экономические и геоэкологические последствия.

Экономически наиболее значимым окажется разрушение самых освоенных берегов Азовского, Черного, Балтийского, Японского морей. Мы подсчитали, что заблаговременно принятые защитные меры обойдутся значительно (иногда в 4—5 раз) дешевле, чем преодоление уже наступивших последствий подъема уровня океана. К таким по-

**1961 г.****1976 г.****1998 г.**

*Изменения на коралловом рифе у берега о. Барбадос за 37 лет.
1961 г. — риф после урагана Донна, 1976 г. — расцвет рифа,
1998 г. — полное отмирание кораллового рифа.*

следствиям относятся: затопление и разрушение (в результате размыва берегов) городов и промышленных объектов, сельскохозяйственных угодий и заповедных территорий, свалок промышленных и радиоактивных отходов, засоление воды в эстуариях рек и водоносных горизонтах и т.п. Однако решать, что выгоднее — дешево, но сегодня или дорого, но завтра, — нужно в зависимости от конкретной ситуации на том или ином участке морского побережья. Более того, от специфики природы и хозяйствования на отдельных участках побережья зависит и

выбор мер борьбы с ожидаемыми последствиями подъема уровня моря или мер приспособления к ним. Например, берега Черного моря в районе Сочи или Одессы представляют настолько большую ценность, что, видимо, придется защищать их всеми возможными способами. В противоположность этому укрепление современного края суши на сравнительно слабо обвоенных и малонаселенных низменных берегах Белого моря будет стоить слишком дорого. Предпочтительнее может оказаться перенос небольших поселений из зоны предполагае-

мого затопления и использование мелководий, например, для марикультуры. В реальных условиях того или иного побережья проблема выбора стратегии дальнейшего развития вовсе не так проста.

Потепление климата скажется на природе прибрежно-шельфовых зон весьма избирательно и неоднозначно. Как мы уже говорили, наибольшие изменения произойдут на берегах арктических морей. В июне 1997 г. в Норвегии состоялась конференция по выработке стратегии защиты окружающей среды Арктики, организованная по Программе арктического мониторинга. На этой конференции была принята Декларация, в которой говорится, что защита окружающей среды в Арктике является приоритетной областью и требует международной кооперации для выработки правильных и безошибочных действий. Среди приоритетов конференции отметила необходимость изучать влияние климатических изменений на экосистему и здоровье народонаселения арктических регионов.

Изменения в прибрежной зоне арктических морей, связанные со значительным потеплением климата, будут иметь не только негативный характер, как, например, срезание морем при термоабразии значительных блоков низменной прибрежной суши, — они приведут и к положительным социально-экономическим последствиям. Среди них — улучшение ледовой обстановки на трассе Северного морского пути, т.е. возможность более длительного в течение года плавания судов в арктических морях.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований. Гранты 96-05-64923, 97-05-64209, 98-05-64647, 99-05-65644. ■

Бабочки морфиды в джунглях Гайаны

Л.В.Каабак,
доктор химических наук
Москва

В “неотропиках” (область от Мексики до севера Аргентины) обитает более половины известных видов дневных бабочек. Самые красивые и яркие из них живут в сельве Амазонки и в джунглях Гвианской природной области (Гайана, Суринам, Французская Гвиана, части восточной Венесуэлы и северной Бразилии). Среди описаний путешествий по южноамериканским джунглям трудно найти такие, где авторы не восхищались бы бабочками морфиды (*Morphidae*)¹.

Желание изучить морфид разных видов в естественном биотопе было одной из причин, по которым в апреле 1999 г. я

¹ В последнее время в энтомологической литературе некоторые авторы рассматривают семейства *Morphidae*, *Amathusiidae*, *Satyridae*, *Heliconiidae*, *Ithomiidae* и *Danaidae* как подсемейства или роды семейства *Nymphalidae*. Такая классификация небезупречна и представляется дискуссионной. Подробнее о морфиде см.: Blandin P. The Genus Morpho. New York. 1988. Part.1; 1993. Part.2.

© Л.В.Каабак

оказался в лесах Гайаны. О бабочках этой страны вообще мало сведений, а энтомологи из России здесь еще не бывали. Благодаря низкой плотности населения (около 800 тыс. жителей на 215 км²) девственные джунгли Гайаны сохранились на значительной части территории.

Именно в таком лесу, километрах в шести от пос.Варапуты на берегу р.Ессекибо, мне удалось обнаружить место, где морфиды встречаются довольно часто. Здесь обитают бабочки, относящиеся к шести из семи известных в Гайане видов. Само это место — участок между перекрестком двух полузаброшенных лесных дорог и пересекающей их просекой, удаленной от перекрестка на 50 м. Просека заросла редким кустарником и была затенена сомкнувшимися кронами деревьев.

В течение недели без четверти восемь утра я приходил на пересечение просеки с заброшенной дорогой. Несмотря на начавшийся сезон дождей,

солнце лишь ненадолго скрывалось за облаками, а дожди, выпадавшие в периоды наблюдений (до 14.00), продолжались не более 10—15 мин (см. табл.).

Оказалось, что бабочки каждого вида морфид летают в определенное время дня, причем продолжительность их лёта в разные дни изменяется незначительно.

Раньше всех вылетают бабочки *M.adonis*, ежедневно я наблюдал 6—8 бабочек. Минут через 15—20 над дорогами появляются бабочки *M.menelaus* — самого многочисленного вида. Посчитать их было трудно, особенно около 9 ч, когда в поле зрения одновременно находилось до трех бабочек.

До 10.30 ч летящую морфиду можно видеть крайне редко. Затем появляются *M.deidamia*. Они летают над дорогой на высоте примерно 1.5—2 м, как и *M.menelaus*, а по численности близки к *M.adonis*.

После 11 ч, когда солнце достаточно прогревает дороги и



Обитатели гайанских лесов. Слева направо — *M.menelaus*, *M.becuba*, *M.rbetenor*.

Фото А.В.Сочивко, Л.В.Каабака

Заметки и наблюдения

Время лёта морфид (26 апреля – 3 мая 1999 г.)

Морфиды, вид ¹	Время лёта бабочек							
	26.04	27.04	28.04	29.04	30.04	1.05	2.05	3.05
<i>M.adonis</i>	—	8.00–9.40	8.10–9.30	8.05–9.40	8.10–9.40	8.15–9.40	8.08–9.35	8.10–9.40
<i>M.menelaus</i> ²	8.30–9.10, 10.00–10.30	8.30–10.15	8.25–10.20	8.30–10.15	8.25–10.20	8.30–10.20	8.25–10.25	8.25–10.20
<i>M.deidamia</i>	11.05–13.00	10.50–12.50	11.05–13.00	11.10–12.55	11.00–12.45	11.05–13.00	11.00–13.00	11.05–12.50
<i>M.achillaena</i>	—	—	—	—	12.30	—	—	12.20
<i>M.rhetenor</i>	—	11.05–12.00	11.00–12.30	11.20–12.50	11.20–12.30	11.25–12.45	11.00–12.40	11.20–12.30
<i>M.hecuba</i>	—	11.10–12.30	11.00–12.20	11.20–12.30	11.00–12.30	11.15–12.30	11.10–12.40	11.10–12.40

¹ Наблюдались только самцы, летевшие, вероятно, в поисках самок.² Сильный дождь с 9.10 до 9.50 прервал наблюдения.

возникают устойчивые восходящие потоки воздуха, появляются *M.rhetenor* и *M.hecuba* (по 2–3 бабочки в день). Они летают над дорогой на высоте 6–8 м. Лёт этих бабочек продолжается полтора часа.

Определить период лёта *M.achillaena* я не смог, так как наблюдал всего две бабочки между 12 и 13 ч. По характеру

полета они похожи на *M.deidamia*. Возможно, в какой-то степени совпадают и часы их лёта.

Из таблицы следует, что период лёта морфид каждого вида не превышает 2 ч. Интересно было бы сравнить эти данные со сроками активности бабочек других семейств. К сожалению, почти все они встречались значительно ре-

же морфид. Удалось определить продолжительность лёта только фоновой белянки *Apbrissa statira*, летавшей от 11 до 15 ч.

Относительно кратковременный дневной лёт морфид — специфическая особенность этих бабочек, возможно, связанная с их строением — маленьким телом и огромными крыльями. ■

Необитаемый остров Осмуссаар

А.А.Никонов,

доктор геолого-минералогических наук,

Объединенный институт физики Земли им.О.Ю.Шмидта РАН
Москва

Летом 1999 г. мне удалось, наконец, увидеть давно привлекавший меня клочок земли. Этот любопытный остров в Балтийском море, площадью около 8 км², расположенный в 7.5 км от крайней северо-западной части Эстонии, практически не известен, поскольку долгое время принадлежал военным и сведения о нем не публиковались. Между тем о.Осмуссаар примечателен и историческими эпизодами, и природными явлениями.

Географическое положение острова определило его стратегическое значение. Находясь в юго-западной части Финского залива, он замыкает вход в него с юга, так же как финский п-ов Ханко прикрывает залив с севера. (Недаром именно на этом полуострове долгое время располагалась советская военно-морская база.)

Известен остров, сначала под названием Хохенсхольм, с середины XIII в., когда побережье начали осваивать шведы, господствовавшие в то время на Балтике. Хотя и с весьма ус-

ловными очертаниями, он распознается, например, на шведской карте второй половины XV в., хранящейся в музее г.Упсала. В начале XVIII в. Осмуссаар вместе со всей территорией Эстонии попал под управление Российской империи, в 1765 г. на нем был построен первый маяк и начаты систематические гидрометеорологические наблюдения.

Особую страницу истории Осмуссаара связывают с войной 1941–1945 гг. В отличие от материковой Эстонии, захваченной немцами в первые



Южная часть острова.



Северо-восточный обрывистый берег острова (глинт).



Низменный южный берег с серией молодых береговых валов.

Фото А.А.Никонова

так и остается сильнейшим из известных в этом районе.

В то время на самом острове находилось только небольшое подразделение военных моряков (около 10 человек) и трое метеорологов. Обследовать последствия толчка на острове специалистам тогда не удалось. Пришлось довольствоваться расспросами на побережье материка. У людей “из-под ног уходила земля”, все они ощутили толчок. С наклонной поверхности берега сполз дерн. На обрывистом северо-восточном берегу на протяжении 1,5 км отмечено падение нависавших известняковых глыб размером до 5 м. О повреждении строений не сообщалось.

В ближайших приморских поселках на материке интенсивность толчка достигала 6 баллов — падала посуда с полок, но повреждений в домах не было. 5-балльные сотрясения возникли на небольших участках южного и северного берегов Финского залива.

Так впервые обнаружилось, что и в Финском заливе, и в Эстонии, а не только на территории соседних Финляндии и Швеции, могут возникать, хотя и редко, вполне ощутимые землетрясения. Позднее обнаружилось, что Осмуссаарское землетрясение породило небольшую, высотой не более 1 м, волну цунами, по крайней мере к востоку от эпицентра, где ее отметили в открытом море местные рыбаки. В Балтике это очень редкое событие.

Землетрясение 1976 г., во все не единственная природная “достопримечательность” Осмуссаара. Остров, точнее его северо-восточный берег, представляет самую западную оконечность глинта — протяженного, высотой от нескольких метров до нескольких десятков метров, уступа вдоль южного побережья Финского залива. Этот уступ особенно примечателен на фоне равнинной эстонской земли и

дна Финского залива, и по поводу его возникновения специалисты давно дискутируют. Для объяснения его происхождения привлекают такие природные процессы, как морская абразия, ледниковое выпаживание и тектоническая предопределенность (точнее заложение по разломам). Каждый фактор имеет доводы "за" и "против", но полностью не объясняет все наблюдаемые особенности.

На немецкой карте рубежа XVIII и XIX вв. остров имеет неправильные очертания, он почти не вытянут. На самом деле он простирается на северо-запад на несколько километров. Другая его особенность — асимметрия противоположных берегов. Ровный северо-восточный образует скальный уступ высотой в несколько метров (глинт), юго-западный и южный — совсем низменные, с озерами, обширными пляжами и береговыми валами. Но еще явственнее асимметрия проявляется под водой. Юго-западный берег уходит под нее на большое расстояние столь же полого, как и на суше. Напротив, у северо-восточного берега под водой происходит быстрое увеличение глубин до 80 м. Это означает, что фактически высота глинта достигает здесь почти 100 м, чего на других его участках не наблюдается. Да и протяженность подводного уступа едва ли не 80 км на этом участке. Тут уж ни абразией, ни действием материкового льда (тем более, что уступ вытянут в направлении его движения) такую форму рельефа не объяснишь. И без решающего воздействия новейшей тектоники не обойтись. Наверное, не случайно и самое сильное из известных на Балтике землетрясений возникло в непосредственной близости от осмуссаарского участка глинта. Этот необычный элемент рельефа Балтики еще ждет специальных исследований, главным образом подводных.

Другой вопрос будущих подробных исследований — это современное поднятие острова. Как и вся северо-западная часть Эстонии, остров относится к юго-восточной окраине Фенноскандии. Вся она, как известно, в последние 10 тыс. лет испытывает общее сводобразное поднятие из-за освобождения от ледниковой нагрузки. В центре бывшего ледникового покрова, на севере Ботнического залива, скорость поднятия в настоящее время составляет около 1 см/год, а на периферии снижается до нескольких миллиметров в год. Берега северо-западной части Эстонии, как доказано путем повторного нивелирования и равномерных наблюдений, поднимаются слабее, чем противоположные берега Финского залива в соседней Финляндии, со скоростью 1—3 мм/год. Остров Осмуссаар располагается в области, где поднятие должно составлять около 3 мм/год или несколько более, т.е. максимально для южных берегов Балтики. Это означает, что со времени первого письменного упоминания об острове в 1250 г. он должен был подняться над уровнем моря на 2.25 м, а со времени постройки на нем маяка в 1765 г. — на 0.7 м.

Однако никаких конкретных наблюдений и измерений в этом отношении до сих пор здесь не проведено. Подобные исследования и подсчеты можно осуществить, например, путем изучения высоты и возраста молодых береговых валов. Особенно интересно сравнить скорость поднятия юго-западного и северо-восточного берегов. Если раньше подобные исследования практически были неосуществимы, то теперь препятствий к этому нет.

В настоящее время остров безлюден. Маяк на его северном конце действует в автоматическом режиме. Но можно не сомневаться, что необитаемым и неизученным остров долго не останется. ■

Отделом изучения атмосферы Управления научно-технических исследований Австралии составлен по заказу правительства штата Новый Южный Уэльс долгосрочный прогноз погоды для юго-восточной части континента.

К 2050 г. в этом регионе потеплеет на 0.5—2.7°C. Летних дней с температурами выше 35°C станет больше на 10—50%, а зимние морозные — сократятся на 20—100%. Ожидается, что летние и осенние осадки усилятся, а зимние и весенние ослабнут. Частота весенних засух может удвоиться по всему Новому Южному Уэльсу, за исключением юго-запада. Экстремальное выпадение дождей станет, вероятно, более частым, а сами осадки — более интенсивными. Atmosphere. Newsletter of CSIRO. 1999. №5. P.5 (Австралия).

Вот уже столетие полностью исчезнувшей считается *Mellissia begonifolia* — растение из семейства пасленовых, встречавшееся только на о.Св.Елены, где им любовался еще Наполеон Бонапарт. Однако в начале 1999 г. некий турист обнаружил единственный экземпляр этого эндемичного вида, уцеливший корнями на склоне горы у самого моря.

Срочно прибывшие на остров специалисты из Королевского ботанического сада в Эдинбурге (Шотландия) подтвердили открытие. К сожалению, оптимизма они не высказали: растение может не пережить нападения множества облепивших его насекомых — мучнистого червеца (*Pseudococcus adonidum*) и личинок различных жуков. Единственная надежда — если удастся прорастить семена и получить жизнеспособное растение.

New Scientist. 1999. V.161. №2169. P.5 (Великобритания).

Королю

Золоторудные гиганты мира

М.М.Константинов,

доктор геолого-минералогических наук

Центральный научно-исследовательский институт цветных и благородных металлов
Москва

Феномены живой и неживой природы бывают удивительно созвучны.

Однажды вечером в сопровождении группы американских геологов мы, русские специалисты-«золотари», пересекали с севера на юг пустынную трассу штата Невада. Неожиданно слева открылось море огней. Американцы с гордостью объяснили, что это — город электронщиков, который построил Билл Гейтс — самый молодой миллиардер в мире.

Так вот, возникает вопрос: почему молодой, толковый и энергичный парень Билл Гейтс создал миллиардный капитал, а тысячи его современников-американцев, такие же молодые, толковые и энергичные, миллиардерами не стали? Или, ближе к нашему сюжету: почему образуется одно крупное месторождение золота, а рядом, похожие, как близнецы, рассеяны его мелкие, а то и вовсе никудышные собраты? На эти рассуждения меня навела диаграмма американского геолога-статистика (бывают и такие) Д.Сингера, который собрал информацию по рудным месторождениям всего

мира, включая золотые. Оказалось, что ресурсы свыше 100 т золота имеют только около 10% месторождений, но зато на их долю приходится 86% всех мировых запасов этого металла. А по данным ЮНЕСКО, 10% жителей нашей планеты владеют около 90% всех ее богатств. Случайное совпадение? Однако если прав академик В.И.Вернадский, считавший человечество активной геологической силой (а для это-

го появляется все больше оснований), то, следовательно, и геологические закономерности должны иметь как бы продолжение в активной деятельности человеческого сообщества.

Конечно, деятельность одного человека трудно оценить, не соотнеся его с определенным классом или социальной группой, и в анализе причин формирования какого-либо индивидуального объекта также помогает рас-

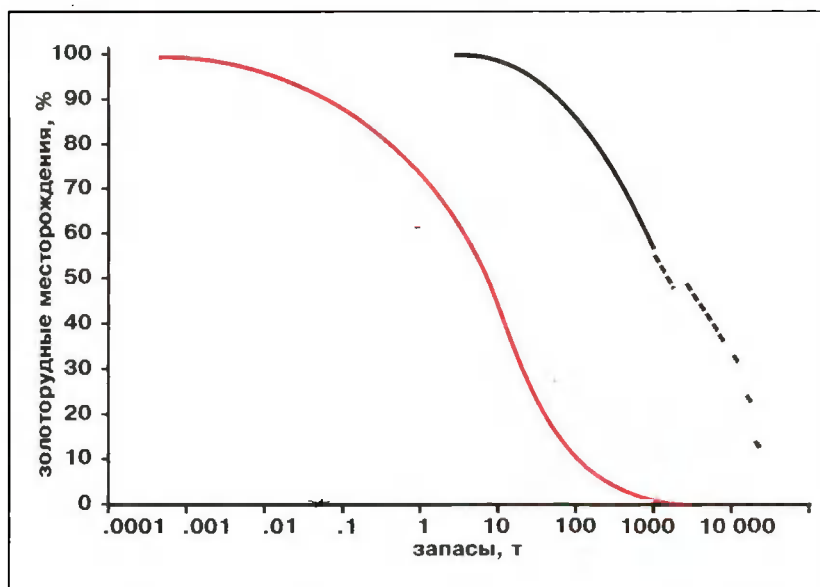


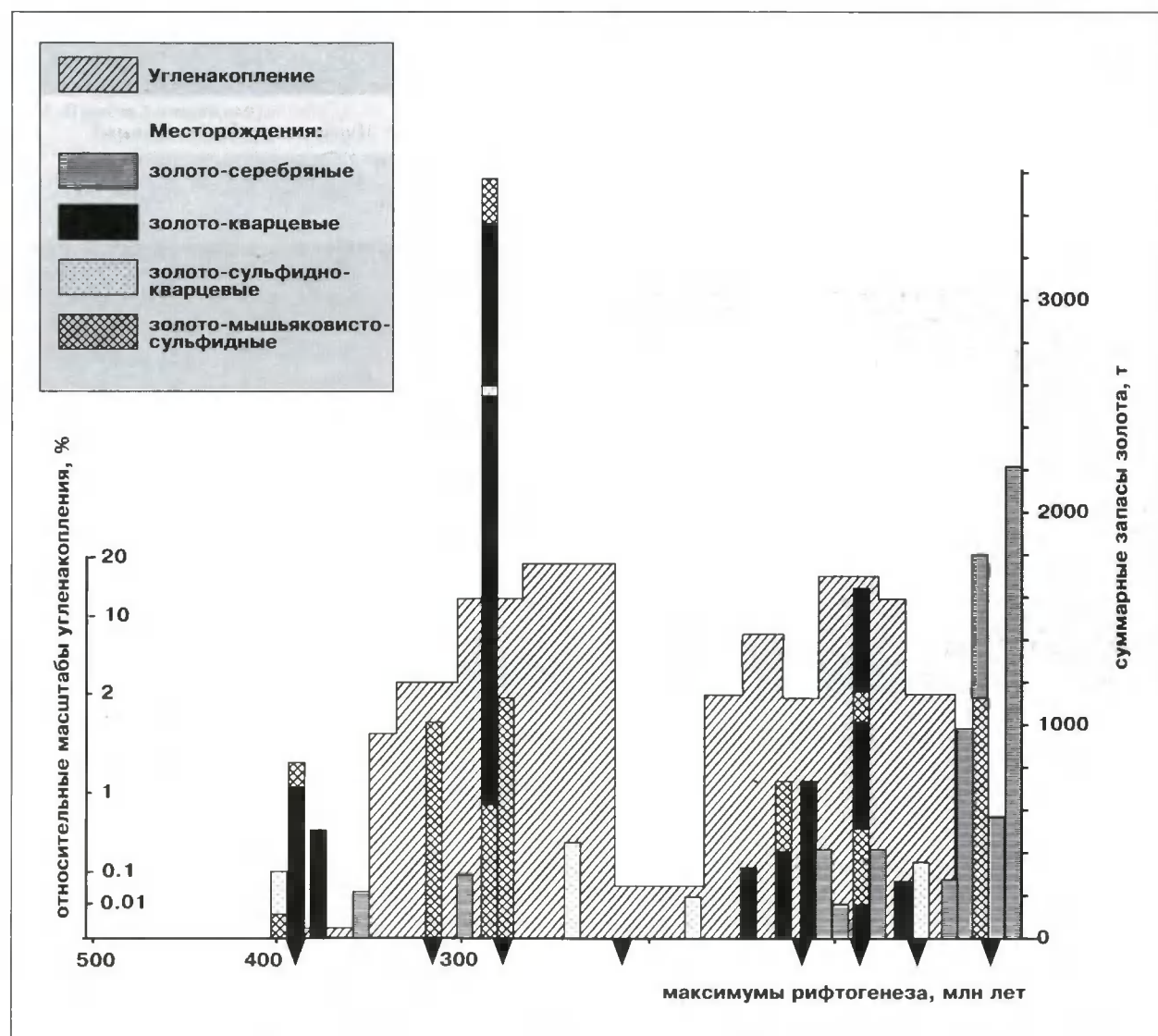
Диаграмма Д.Сингера. 10% крупных месторождений заключают 86% всех ресурсов золота. Цветная кривая показывает распределение месторождений, черная — запасов.

смотрение совокупности в целом. Для группы крупных (с запасами свыше 100 т) и сверхкрупных (с запасами свыше 500 т) мировых месторождений золота удалось собрать данные по ресурсам металла и геологическому возрасту¹. Оказалось, что распределение месторождений в геологическом време-

ни имеет резко выраженный дискретный характер. Мощный пик в архейское время (около 2600 млн лет назад) характеризует древние зеленокаменные пояса — своеобразные линейные структуры, выполненные глубоко преобразованными (метаморфизованными) лавами базальтов в обрамлении гранитов и гнейсов. В это время сформировались многие, уже в основном отработанные, очень крупные месторождения: Керкленд-Лейк, Иеллоунайф и Поркьюпайн в

Канаде, Колар в Индии, Калгурли в Австралии. Месторождения этой эпохи очень своеобразны и во многом не похожи на более молодые. Так, месторождение Иеллоунайф (в переводе с английского — Желтый нож) представлено свитой рудных жил протяженностью до 4 км, с выдержанными высокими содержаниями металла. А наиболее крупная, непрерывно отрабатывавшаяся жила месторождения Керкленд-Лейк прослежена на 2 км. Но, пожалуй, наиболее характерно

¹ Константинов М.М., Аристов В.В., Вакин М.Е. и др. Условия формирования и основы прогноза крупных золоторудных месторождений. М., 1998.



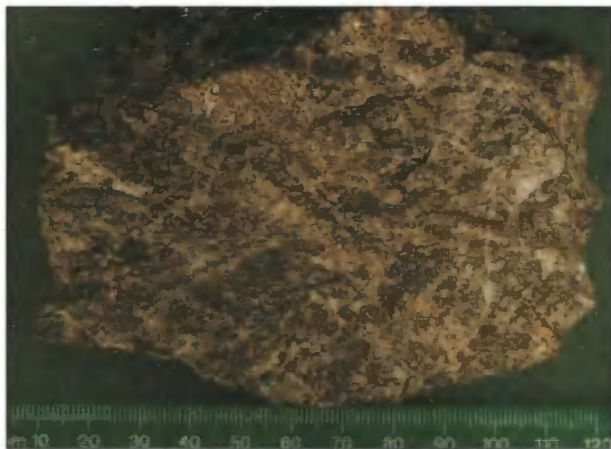
Сопоставление циклов угленакопления и периодов концентрации золоторудных гигантов с максимумами рифтогенеза.



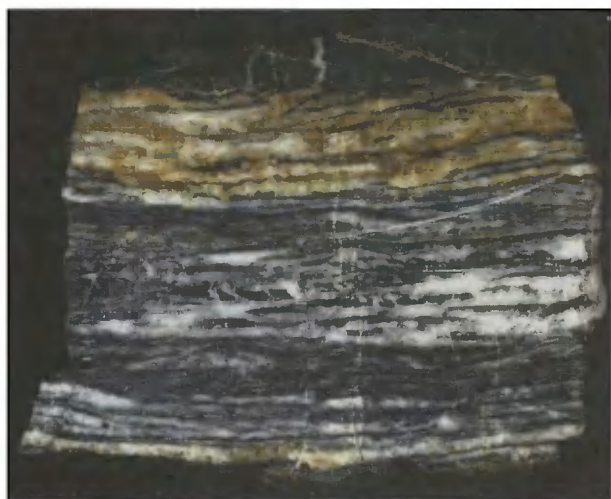
Месторождение Витватерсранд (ЮАР). Золотоносный конгломерат (богатая золотая руда). Музей Всесоюзного геологического института (ВСЕГЕИ), Санкт-Петербург. Здесь и далее фото М.М.Константинова



Месторождение Мурунтау (Узбекистан). Массивная кварц- (белое) полевошпатовая (розовое) руда (коллекция Ч.Х.Ариффулова).



Месторождение Хемло (Канада). Пирит-кварцевая золотая руда (коллекция М.М.Константинова).

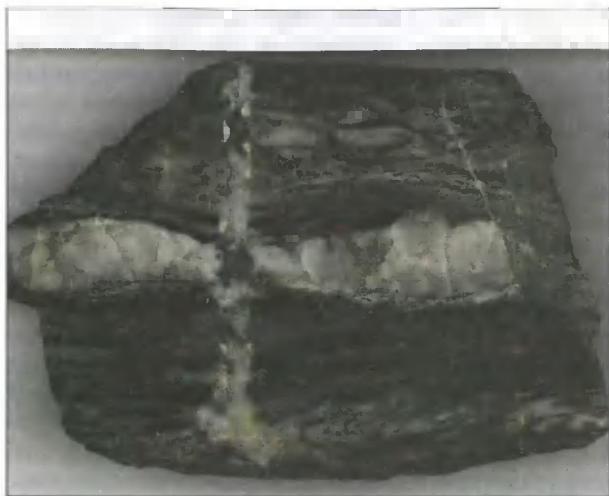


Месторождение Мурунтау. Тонкослоистая биотит-кварц-полевошпатовая руда (коллекция Ю.И.Новожилова).

устойчивое высокое содержание золота по вертикали, из-за чего глубина отработки многих месторождений превысила 2000 м, а на уникальном месторождении Витватерсранд в Южной Африке достигла 3.5 км. На самом деле, Витватерсранд не месторождение, как это при-

нято говорить, а крупнейшая золотоносная провинция, где действует около 40 шахтных полей, каждое из которых может рассматриваться как самостоятельное месторождение. Открытая в 1886 г., эта провинция резко изменила весь баланс мировой добычи золота и на протяже-

нии десятилетий давала свыше половины всей мировой добычи металла, а в настоящее время — около одной трети. Всего было получено около 45 тыс. т золота. По сложившимся представлениям, в архейское время там существовала огромная межгорная котловина, заполня-



Месторождение Мурунтау. Деформированный, горизонтальный, кварцевый прожилок пересекается золотоносным кварц-арсенопиритовым (коллекция М.М. Константинова).



Месторождение Нежданинское (Якутия). Золотоносная кварц-полиметаллическая жила (коллекция М.М.Константинова).



Месторождение Кумтор (Киргизия). Бурый карбонатный агрегат с просечками золотоносного пирита (коллекция М.М.Константинова).

шаяся речными осадками, которые переносили золото с окружающих территорий и отлагали его в русловых фациях. Такие горизонты золотоносных конгломератов, сильно уплотнившиеся за прошедшие миллионы лет и получившие название рифов, и являются объектами отработки. Гипотеза формирования Витватерсранда, названная палеорусловой, в течение десятилетий была господствующей и лишь в последние годы стала под-



Месторождение Олимпиада (Красноярский край). Золотоносный пирит-арсенопиритовый агрегат в кристаллическом сланце (коллекция М.М.Константинова).

вергаться некоторым сомнениям. А сомнения возникли, в частности, из-за того, что в золоте этого месторождения очень много ртути (до 4%), что совершенно невероятно для хорошо проработанных кор выветривания, из которых предположительно выносилось золото речными потоками.

Ртуть, как и серебро, экстрагируется из золота в первую очередь — и в период окисления, и при транспортировке в русловом потоке. Палеорусловой гипотезой трудно также объяснить очень высокий фон общей золотоносности всего разреза пород и некоторые другие моменты. “Смена парадигмы” — процесс, который в большей мере захватывает наиболее крупные месторождения, поскольку именно на них апробируются новейшие, более глубокие и точные методы познания и соответственно появляются новые факты, не укладывающиеся в традиционные представления.

Далее, огромный период жизни Земли — около двух миллиардов лет — в целом неблагоприятен для формирования золотых гигантов. Были только редкие исключения — например, месторождение Хоумстейк (1700 млн лет) на севере Америки. Из этого “вкусного” месторождения (Хоумстейк звучит примерно как “домашний бифштекс”) за сто лет эксплуатации добыто около 1300 т золота! Но сейчас оно уже далеко не такое “вкусное”: добыча идет на глубине 2500 м, добираться приходится двумя шахтными стволами, руды извлекаются сравнительно бедные, с содержаниями около 4 г золота на тонну, и, как и на других, глубоко вскрытых объектах, явно ощущается “жар близкой преисподней” — температура около 50°C.

После длительного перерыва, начиная примерно с позднего девона, как грибы после дождя, появляются многочисленные крупные месторождения.

В пределах новых временных максимумов, с которыми связано образование крупных месторождений, нет такого однообразия типов, как в зеленокаменных поясах, и если уж подошло время формироваться крупным объектам, то образуются самые разные: и в осадочных породах, и в вулканитах, и в интрузивных массивах.

Оказалось, что максимумы рифтогенеза в истории развития Земли соответствуют пикам концентрирования крупных золоторудных месторождений. Выяснилась и другая интересная закономерность. Очень давно, еще в 60-е годы, академик Н.М.Страхов в своем классическом труде “Основы теории литогенеза” отмечал совпадение угольных бассейнов с зонами глубинных разломов. Неожиданно эта идея получила подтверждение с позиций геологии золота. Таким образом, в природе существует триада: золоторудные гиганты—рифтообразование—угленакопление. Это открывает совершенно новые горизонты в прогнозе золоторудных гигантов: если два члена коллектива в наличии, то нет сомнений, что скоро появится и третий.

Удалось подметить и другое очень интересное явление: оказывается, природа, образно говоря, вынашивает крупное месторождение гораздо дольше, чем мелкое. И это не мистика, а вполне конкретные геологические данные: наличие длительно формировавшихся полихронных рудоносных интрузивов, вулканических построек нескольких временных циклов, высокотемператур-

ных зон метаморфизма, древних депрессионных просядок, возникших, вероятно, за счет плавления коры субстрата. Иными словами, образование крупных месторождений обязано длительно (в течение нескольких геологических эпох) функционировавшим глубинным тепловым потокам. Анализ региональных гравиметрических полей, с помощью которых геологи пытаются понять процессы, происходящие в глубинах Земли, показывает, что эти поля в длительном рудоподготовительном этапе существенно трансформировались, и скорее всего происходил распад единого однородного поля на ряд областей пониженной и повышенной плотности, сменяющих друг друга по латерали и вертикали, особенно на верхних уровнях (мощностью 10—20 км) земной коры.

Однако, пожалуй, самое неожиданное и приятное в рассматриваемой проблеме состоит в том, что в последние десятилетия произошел целый фейерверк крупнейших открытий, в значительной степени приходившихся на территорию бывшего Советского Союза. К таким открытиям прежде всего следует отнести месторождение Мурунтау в пустыне Кызылкум — гиганта мирового масштаба. Месторождение представлено свитой послойных и крутопадающих золотокварцевых жил и многочисленных прожилков в песчано-глинистых толщах, в целом образующих огромный штокверк (рудное тело, пронизанное густой сетью металлоносных прожилков). Общая его форма представляет собой цилиндр, в диаметре около 1 км, круто погружающийся к юго-востоку.

В Мурунтау добыто свыше тысячи тонн золота, и конца

ему не видно, или, говоря профессиональным языком, “месторождение не оконтурено на глубину”. Карьер, в котором разрабатывается руда, достиг глубины 300 м.

Если Мурунтау нашли в труднодоступной пустынной области, то другое крупное месторождение — Хемло, в процветающей и освоенной Канаде, имеющей высококлассную геологическую службу, — обнаружено рядом с “хайвеем”, соединяющим Торонто с Монреалем. Это — крупные, крутопадающие золотоколчеданные тела в архейских метаморфических толщах, с высокими содержаниями золота (около 8 г/т) и запасами около 500 т. Месторождение, естественно, активно разрабатывается канадцами. Наверно, ответ на вопрос, почему Хемло, обнаруженное вблизи дорог, не было открыто раньше, — никто всерьез не искал.

Еще одно гигантское золоторудное месторождение, которое давно “на слуху”, — Сухой Лог в Иркутской области — находится в знаменитом ленском районе древней добычи россыпей. Оно приурочено к глинисто-сланцевой толще и представлено золотопиритными прожилково-вкрапленными рудами в мощной зоне смятия, осложняющей сжатую антиклинальную складку. На месторождении установлено свыше 1000 т золота, но содержание металла в рудах сравнительно небольшое — около 2,5 г/т. Это-то и настоятельно всех, интересующихся добычей золота. Район мало освоенный, руды бедные, придется вложить изначально большие капиталы, которые окупятся не очень быстро.

А кто может сказать, что будет в России лет, скажем, через пять?

Больше повезло месторождению Олимпиада в

Красноярском крае. Оно представлено прожилково-вкрапленными арсенопиритовыми рудами (FeAsS), включающими тонкодисперсные (микронных размеров) выделения золота и находящимися в кристаллических сланцах и мраморах протерозойского возраста. Такие руды относятся к классу упорных, труднообогащаемых. Но верхняя часть месторождения — мощная кора выветривания, в которой сульфиды окисляются, золото высвобождается, частично при этом укрупняясь, и можно сравнительно просто его извлекать.

В Киргизии, на высоте 4000 м над оз. Иссык-Куль, открыто еще одно крупнейшее месторождение — Кумтор. Знакомство с ним оставило два ярких впечатления: первое — руды крайне необычны: они образуют крупные линзы желтоватого или красновато-бурого железистого карбоната с вкрапленными в нем кубиками, агрегатами и просечками золотоносного пирита; второе — по ночам я чувствовал сильнейшее сердцебиение, так организм с непривычки реагировал на большую высоту.

На юге Якутии, в сланцевой толще, находится еще одно крупное и богатое месторождение — Нежданнское, представленное мощными плитными телами золотоарсенопирит-кварцевых руд, в широком ареале золотоносной сульфидной вкрапленности и в сопровождении обильных выделений минералов серебра.

Завершая наш, далеко не полный, обзор, заметим, что, во-первых, золоторудные гиганты — это яркие индивидуальности, каждая имеет свои неповторимые черты. Геологи-руйники уже довольно давно подметили, что на крупном месторождении как бы собираются вме-

сте признаки, присущие в отдельности многим мелким — так Агафья Тихоновна, персонаж комедии Н.В. Гоголя “Женитьба”, мечтала собрать в одном женихе все хорошее, что было в отдельности у каждого из претендентов. Во-вторых, крупные объекты выявляются в самых разнообразных геологических, географических и экономических ситуациях, в том числе и в старых золоторудных районах.

Возвращаясь к высказанной в начале мысли о некотором сходстве природы и человека, заметим, что человечество создало по крайней мере два гигантских месторождения золота, но уже в слитках — это подвалы швейцарских банков и знаменитый Форт Нокс, в котором хранятся золотые запасы США. Запасы швейцарских банков, по оценкам экспертов, составляют гигантскую величину — 25 000 т золота, запасы США тоже впечатляют — около 8000 т. Напомним, что золотой запас Российской Федерации составляет примерно 400 т.

Существует ли перспектива открытия новых крупных месторождений в природе? Геологи, как правило, оптимисты по профессии, но в данном случае для этого есть все объективные основания — ведь на протяжении жизнедеятельности лишь одного поколения геологов открыта группа крупнейших месторождений, значительно изменивших карту мировой добычи. Так что слова популярной песни “кто ищет, тот всегда найдет” — это и о поисках золоторудных гигантов! ■

Как рождаются звезды?

В.Г.Сурдин,

кандидат физико-математических наук
Москва

Звезды рождаются редко. В нашей весьма крупной Галактике за год формируется всего около дюжины новых светил. Как правило, небольшие группы возникших звезд прячутся в глубине непрозрачных газо-пылевых облаков, скрывая от астрономов первые, возможно самые интересные, этапы своего развития. К счастью, звезды гибнут поодиночке, а рождаются вместе. Изредка появление звезд “в одном месте и в одно время” происходит столь интенсивно, что напоминает взрыв, разрушающий темное родительское облако и обнажающий начальный момент формирования звезд.

Однако области взрывного звездообразования тоже встречаются не часто. Астрономам известны лишь две, расположенные в относительной близости от Солнца: звездно-газовый комплекс NGC 3603 в нашей Галактике и комплекс Тарантул — в соседней, Большом Магеллановом Облаке. Их детальным исследованием астрономы Европейской южной обсерватории занялись сразу после того, как Очень большой телескоп (VLT) открыл свой первый 8-метровый “глаз”¹. Новый проект имел целью разрешить давно мучившую астрономов загадку. Дело в том, что звезды весьма значительно различаются по своей массе; у одних она в десятки раз больше, чем у Солнца, у других — во много раз меньше. Между тем от массы зависит мощность излучения, его спектральный

состав, срок жизни звезды и сила ее влияния на окружающее вещество.

К сожалению, до сих пор астрономы не понимают, от чего зависит масса рождающейся звезды. Известно только, что маленькие появляются гораздо чаще больших. Биолога такой факт ничуть бы не удивил: если больших будет больше, чем маленьких, нарушатся пищевые цепи. Однако звезды (за редкими исключениями) не “питаются” друг другом. Чтобы понять их распределение по массе, астрономы проверяют некоторые теоретические идеи. Одна, довольно популярная, заключается в том, что масса звезды зависит от условий формирования, прежде всего — от плотности и температуры исходного газа. А это значит, что в разных облаках должны формироваться звезды разной массы. Возможна и другая гипотеза: по мере изменения условий в облаке будет меняться и характерная масса формирующихся в нем звезд; следовательно, звезды разной массы в пределах одного очага звездообразования должны иметь разный возраст.

Проверить эти предположения оказалось нелегко: близкие области звездообразования не содержат столь редко рождающихся массивных объектов, а те немногочисленные крупные очаги, где они появляются, находятся так далеко от Солнца, что нормальному телескопу не рассмотреть в них блеклые маломассивные звезды. Именно поэтому гигантский телескоп VLT Анту было решено ис-

пользовать для поиска слабых объектов в крупнейших очагах звездообразования.

Комплекс NGC 3603 — один из крупнейших в Галактике. Суммарная масса его наиболее массивных звезд спектральных классов О и В превышает 2 тыс. солнечных масс. Пятьдесят его самых ярких О-звезд дают ионизирующий поток в 100 раз более мощный, чем хорошо известное скопление массивных звезд Трапедия в созвездии Ориона. Не исключено, что NGC 3603 — самое массивное скопление молодых звезд в нашей Галактике. Сравнимое с ним пока найдено только в соседней звездной системе — туманности Тарантул. Находящееся в ее центре звездное скопление NGC 2070 удалено от нас в 8 раз дальше, чем комплекс NGC 3603. Но во многом эти области схожи между собой.

До сих пор изучение звездного скопления NGC 3603 было чрезвычайно затруднено сильным поглощением света межзвездной пылью: на огромном расстоянии от объекта до Земли пыль ослабляет излучение в оптическом диапазоне в 80 раз. Появление телескопа Анту с его “прибором ночного видения” — инфракрасной камерой-спектрометром ISAAC², — сделало проблему разрешимой: в этом диапазоне поглощение пылью ослабляет излучение всего в 2 раза.

Чтобы иметь возможность измерить по отдельности яркость каждой звезды в этом

¹ ESO Press Release 16/99, 13 October 1999.

© В.Г.Сурдин

² Подробнее см.: Сурдин В. Г. ISAAC исследует Вселенную // Природа. 1999. №9. С.43—44.



сверхплотном конгломерате, необходимо было получить предельно четкое изображение скопления. Чилийское небо и европейская техника дали такую возможность: диаметр изображений звезд составил 0.4 угл. сек (для астронома это звучит как песня!). Чтобы "вытянуть" слабые звезды и не получить "передержки" у ярких звезд, был использован хитрый прием многократной короткой экспозиции с последующим сложением отдельных кадров в памяти компьютера. В результате этой работы удалось надежно измерить яркость и цвет около 7 тыс. звезд скопления NGC 3603. Впервые

Звездное скопление и окружающие его горячие газовые облака комплекса NGC 3603. Изображение получено с использованием трех фильтров в ближнем инфракрасном диапазоне. Размер поля 3.4 угл. мин × 3.4 угл. мин, чему на расстоянии до этого скопления соответствует его линейный размер в 20 световых лет.

ESO PR Foto 38a/99, 13 October 1999.

подсчитаны и измерены все звезды в активном очаге их формирования вплоть до карликов с массой в 1/10 солнечной. Для сравнения: в туманности Тарантул нижняя граница массы изученных звезд составляет 1 массу Солнца. Все это очень молодые звезды с возрастом от 300 тыс. до 1 млн лет; некоторые из них еще в про-

цессе формирования. При этом большинство звезд имеет малую массу.

Важнейший вывод работы международной команды астрономов таков: вопреки теоретическим прогнозам маломассивные звезды формируются вместе с массивными в едином эпизоде звездообразования. ■

Орловский рысак: история и современность

С.В.Уханов,
кандидат биологических наук
Ю.А.Столповский,
кандидат биологических наук
Институт общей генетики им. Н.И.Вавилова РАН

*Слово гуинггм на языке
туземцев означает лошадь,
а по своей этимологии —
совершенство природы.*

Джонатан Свифт

Интересная и богатая история у друзей и верных помощников человека — лошадей. Во все века, с глубокой древности и до наших дней, люди воспевают их красоту. Сколько в мире создано литературных шедевров, скульптурных изваяний, художественных полотен, посвященных лошади! Первые рисунки лошадей, а вернее их предков, были сделаны древними художниками несколько тысяч лет до нашей эры и встречаются во всех частях света. В России наиболее богатая коллекция скульптурных работ и картин (более 3 тыс.!), изображающих лошадей, собрана в Музее коневодства Московской сельскохозяйственной академии им. К.А.Тимирязева. Здесь представлены картины М.А.Врубеля, М.Б.Грекова, В.Д.Поленова, К.А.Савицкого, В.И.Сурикова и др.

Лошади, как и все другие домашние животные, произошли от диких прародителей. Научные изыскания установили существование предка современных лошадей — разные подвиды тарпана (полностью исчез в прошлом веке).

Более 6 тыс. лет лошади верой и правдой служат людям.

Их место, значение для истории, культуры человечества переоценить трудно. “Лошадь человеку — крылья”, — гласит народная русская пословица. Даже в нашем урбанизированном мире смысл таких слов до сих пор актуален для многих поклонников этих животных. Впрочем, спектр отношений человека к лошади всегда был широким: от поэтического обожания до обыденного использования в сельском хозяйстве. Отсюда и такие выражения, как “лошади не люди, они все красивы” и “рабочая лошадка”. В древности лошадей обожествляли и признавали себе равными. Царь Кипра 3.5 тыс. лет назад, обращаясь к египетскому фараону Аменхотепу, написал: “Желаю здоровья Вам, Вашей семье и Вашим коням”. В Древней Руси, расхваливая город и его достопримечательности, говорили: “А еще у нас в граде матери есть не меньшая слава гордая, испоконная, дар великого божества: то коней краса, жеребят краса”.

Колоссальная потребность в лошадях сначала для передвижения, охоты, военных нужд, работы в сельском хозяйстве, а затем в промышленности и на транспорте привела к тому, что люди, ис-

пользуя искусственный отбор, создали множество пород. В настоящее время во всех странах мира насчитывается около 250 пород лошадей, из них 50 разводились в России и на других территориях бывшего Союза.

В этой статье речь пойдет о самой знаменитой русской породе лошадей — орловском рысаке, — которая выведена более 200 лет назад и имеет интереснейшую историю. Большинство отечественных иппологов (специалистов по лошадям) подчеркивают, что значение орловской рысистой породы для нашего коневодства велико и многосторонне.

По утверждению М.Н.Придорогина (1929), собственно рысистых пород только три: орловский, американский, норфолькский рысаки, но последний при “малой любви англичан к рысистому спорту захирел и в Англии почти совсем исчез”. О трагическом соперничестве американских и орловских рысаков мы расскажем чуть позже, а пока немного интересных исторических фактов и легенд, связанных с выведением орловского рысака.

В XVIII в. на Руси разводили в основном массивных лошадей европейских кровей да

многочисленных неказистых местных лошадей, резвость и выносливость которых составляла желать лучшего.

Кто знает, что подвигло графа Алексея Орлова — блестящего военачальника, государственного деятеля — заняться коневодством. Огромный капитал, государственный интерес, выгода, любовь к лошадям? А может быть, Алексей Григорьевич дал себе зарок вывести быстрых, красивых, выносливых лошадей после известного случая, произошедшего с ним и будущей императрицей Екатериной II 28 июня 1762 г.? В тот день царица вместе со своим фаворитом ехали из Петергофа в Петербург в карете, запряженной парадными неаполитанскими длинногривыми и длиннохвостыми конями (кстати, до XVII в. лошадь ценилась за хвост и гриву, хвост даже убирала в специальный кошель). Не доезжая несколько верст до заставы, кони перешли на шаг, а затем и вовсе стали. Положение было отчаянным, потому что на заставе к нашим героям должны были присоединиться... заговорщики. Не на прогулку выехала Екатерина, а всего лишь совершить государственный переворот и утвердить себя на царствование. Каждая минута промедления грозила поражением, а холеные неаполитанские кони не могли сделать и шагу от усталости. «Бедолаги» бросились искать в окрестных деревушках лошадей, привели, запрягли, каких нашли, и с грехом пополам Орлов с Екатериной добрались до заставы. Вряд ли в своей жизни граф Орлов мог забыть эти несколько часов, когда судьба и жизнь были поставлены на карту оттого, что заграничные кони оказались недостаточно резвы и выносливы.

Как ни покажется кому-то странным, но и великая победа русского флота над турец-

ким под командованием графа Орлова при Чесме также внесла свою лепту в развитие отечественного коневодства и появление на свет новой российской породы лошадей. И вот почему. После победы под Чесмой, а затем и общей победы России над Турцией большой любитель и знаток лошадей Алексей Орлов вывез из Турции и Аравии много ценных племенных лошадей арабской породы. После заключения мира сам турецкий султан «подарил» Орлову первоклассных жеребцов. Существуют две версии покупки и знаменитого светло-серого арабского жеребца Сметанки. Первая — за рыцарское отношение к пленным Орлову предоставили возможность купить понравившихся ему лошадей. Вторая — прямо противоположная. Турецкий султан наотрез отказывался уступить Сметанку. Лишь после того как граф Орлов-Чесменский пригрозил войной в течение еще трех лет, султан согласился продать русскому военачальнику понравившегося арабского жеребца. И продал... за 50 тыс. руб. серебром. Баснословная сумма! Для сравнения: в те времена зарплата конюха была 3 руб. в год. Сметанку под охраной вели в Россию в течение двух лет.

Орлов закупил в Египте, Аравии и Турции 30 жеребцов, часть которых отправили на Подмосковный завод в с.Остров (ныне Люберцы). На этом заводе были собраны ценные лошади лучших пород того времени — арабская, голландская, датская и др. Они-то и послужили материалом для работы по созданию новой рысистой породы лошадей.

Россия остро нуждалась в собственных породах лошадей. Это понимали многие, но граф Орлов не только осознал такую необходимость, но и очень точно подобрал исходные формы для будущей



Лошади не люди, они все красивы.

Здесь и далее фото Ю.А.Столповского

породы. С одной стороны — массивных тяжелых европейских лошадей, с другой — арабских скакунов с неповторимой красотой движения и экстерьером. Что получилось при их скрещивании? Как закрепили в потомстве рысистый аллюр, уникальную статью задуманной лошади, сделали ее красивой, нарядной и неприхотливой?

Важная заслуга Орлова состоит в том, что он реализовал свои селекционные идеи на практике. Попытки вывести новые породы предпринимали и другие конезаводчики. Например, граф Шереметев, используя практически те же породные сочетания, что и Орлов, так и не смог создать новую породу.

Многое в жизни зависит от случая. В селекции часто — это удачное сочетание выдающихся производителя и самки, вернее, получение от них уникального потомства. Порой всего лишь один производитель может радикально повлиять на становление будущей породы. В орловской рысистой породе таким жи-



И под воду и воеводу.



На пастбище в излучине Москвы-реки.

вотным и стал знаменитый жеребец Сметанка, которого случили с датской буланой кобылой и получили очень небольшую ставку жеребят (четыре жеребчиков и одну кобылку). Впрочем, Сметанка и прожил-то всего один год. Среди его сыновей выделялся серый Полкан. Скрещивание Полкана с европейскими упряжными кобылами (мекленбургской и голландской пород) дало Барса — признанного родоначальника рысистый орловской породы.

В 1772 г. все конское поголовье было переведено в имение Хреновское Воронежской губернии, подаренное Екатериной II своему фавориту. Здесь на привольных целинных степях и продолжали заниматься совершенствованием орловского рысака. 33 года (1775—1808) работал Орлов над созданием рысака. Его помощником заслуженно считают крепостного Василия Ивановича Шишкина, который после смерти графа Орлова (1808) успешно завершил работу с породой.

Орлов очень ревностно относился к своему заводу в Хреновском, и как при нем, так при его дочери Анне Орловой существовал запрет на выпуск из завода хотя бы одного некастрированного жеребца. Причем это правило было настолько жестким, что когда царь Александр I пожелал иметь для выезда Хреновских жеребцов, то и ему представили ко двору не жеребцов, а меринов.

В свое время орловские рысаки были чрезвычайно популярны. Современники наградили этих лошадей самыми разнообразными эпитетами. Вот как описывает С.П.Жихарев (1805) орловского рысака: "...нельзя было не налюбоваться на красоту этих коней: прямой, длинный, крутореберный стан на толстых и сухих ногах, шея, как тонкая лента, приподни-



Памятник знаменитому Квадрату на территории Московского конного завода.



Есть ли у них будущее?

малась высокой дугой и оканчивалась прекрасной головой, с огненными глазами навывкате и с пышными ноздрями. Движение этих громадных коней было таким правильным, что топот их копыт представлял слуху какой-то размеренный такт, а на крестце рысака можно было поставить стакан воды, и она не расплескалась бы: так спокойна была поза летящего рысака, и одни только ноги быстро и правильно размеренным махом уносили рысака вперед”.

Длительное время селекция орловского рысака велась по крупнорослости, поэтому в наши дни это одна из самых крупных среди упряжных пород в мире. Современный орловский рысак — гармонично сложенная добродушная лошадь с очень выразительными глазами, средних размеров сухой и широкой во лбу головой, высоко поставленной лебединой шеей, достаточно высокой холкой (162 см), длинным туловищем (164 см) и прямой спиной. Орловские рысаки послушны, привязаны к человеку, уравновешенны, но в то же время достаточно темпераментны. Преобладающая масть этих лошадей — снежно-белая или серая в яблоках с темными или белыми хвостом и гривой.

С 30-х годов XIX в. орловскую рысистую породу начинают широко разводить на других конных заводах, а к середине столетия она распространяется во многих районах страны. Во всем мире не было и нет другой такой крупной, нарядной, выносливой легко-упряжной лошади, которая могла бы на устойчивой рыси везти тяжелую повозку, легко переносить жару и холод. В народе про орловского рысака говорили, что он “и под воду и воеводу” и “пахать и щеголять”. Замечательные акклиматизацион-

ные способности, сравнительная нетребовательность в разведении, универсальность, высокие качества превосходной упряжной и разгонной лошади способствовали широкому признанию этой породы в Российской империи.

О значении орловского рысака для России можно судить из резолюции Первого всероссийского съезда коннозаводчиков (1910), где он единодушно признается “основным улучшателем” в русском конезаводстве. В своем докладе на съезде классик отечественной зоотехнической науки Н.Н.Кулешов указывает: “Никто не может отрицать того, что почти все упряжные лошади в наших городах и селениях произошли от улучшения местных лошадей кровью рысистых пород, которая одна сделала больше для коневодства России, чем все культурные породы вместе взятые”.

В любой породе есть свои знаменитости, отличающиеся от своих сородичей выдающимися показателями продуктивности или чем-то другим необычным, например мастью, поведением т.д. Это животные, как правило, рекордисты, чемпионы, основатели пород, линий, семейств. Впоследствии очень часто про них складывают легенды. От одного поколения селекционеров к другому передаются интересные факты из биографии таких животных: о их достижениях, привычках, капризах, экстерьерных достоинствах и недостатках. Кстати, все выдающиеся лошади, как правило, имели порой незначительный, но какой-нибудь недостаток (порок).

Среди чемпионов-орловцев, безусловно, выделяется жеребец Крепыш, рекордами которого гордилась вся Россия. В начале XX в. в нашей стране, как утверждают современники, гремело два имени: одно — великого певца Федо-

ра Шаляпина, другое — великой лошади Крепыша, которого не случайно называют лошадью столетия. Это был жеребец с характерными для орловских рысаков признаками: крупным ростом, красивой серой мастью в яблоках, лебединой шеей, длинным светлым хвостом. Полюбоваться совершенством форм и пластичностью движений Крепыша из многих городов России и других стран специально приезжали люди, никогда ранее не посещавшие бега. За свою беговую карьеру Крепыш выступал около 80 раз, из них 55 раз был на первом месте. Невероятно, но в детстве эту лошадь обзывали “комаром на длинных ногах”. Тогда мало кто мог предположить, что из слабого неуклюжего “гадкого утенка” получится столь великолепный ипподромный боец.

Оставили свой след и другие чемпионы орловской породы — Барвиха, Бронная, Бокал, Бравый, Улов, Пион и, конечно же, Квадрат. Трехкратный чемпион орловской породы гнедой жеребец Квадрат родился в 1946 г. от Пролита и Керамики. Удивительно, но появление выдающегося потомка от этой пары лошадей предсказал советский ученый-коневод профессор В.О.Витт. Квадрат не отличался выдающейся резвостью, но тем не менее был поразительным ипподромным бойцом. Этот жеребец выиграл все традиционные возрастные призы, как закрытые, так и открытые, в том числе и “Дерби-50”. Квадрат закончил свою беговую карьеру с рекордами 2.08 мин (1600 м) и 4.23 мин (3200 м). От него было получено 620 потомков, в числе которых много новых чемпионов и рекордсменов породы, оказавшихся резвей своего отца.

Заслуги Квадрата были настолько велики, что ему еще при жизни поставили два бронзовых памятника — один

на ВДНХ (ныне ВВЦ), другой на территории Московского конного завода. Есть еще один памятник орловскому рысаку — на Хреновском конном заводе. Этот монумент установлен в честь жеребца Улова, также оставившего после себя прекрасное потомство.

Увы, но доблестные победы, триумф, всеобщее признание и любовь к орловской рысистой породе канули в лету (это уже история). Может быть, в будущем кто-то и воздвигнет памятник знаменитой летящей русской тройке, запряженной красавцами — орловскими рысаками. Кто знает? Как известно, красота должна спасти мир. Но есть и другая народная мудрость: “не родись красивой, а родись счастливой”. Для пород домашних животных, наверное, можно перефразировать это крылатое выражение. Не родись красивой, а родись востребованной человеком. Как мы уже писали, среди рысаков трудно найти соперника орловцам по выносливости, способности приспосабливаться к различным условиям, красоте форм и движений (нарядный ход). Но все эти качества были принесены в жертву лишь одному признаку — ее величеству резвости.

Еще в конце XIX в. на ипподромах России появились рысаки из Америки: угловатые, низкорослые, плотно сложенные. Среди американских рысаков 75% — иноходцы (при беге выносят одновременно обе правые ноги, а затем обе левые). Их бег, а вернее, быстрая и частая перестановка ног чем-то напоминает работу швейной машинки.

В отличие от американских рысаков, которых разводили главным образом как спортивных, орловские и боролись на беговых дорожках, и сохраняли свою универсальность как упряжные-выездные и рабочие лошади. Русские конезаводчики, при-

зная красоту их форм и выносливость орловских рысаков, стали обращать внимание и на показатели резвости американских рысаков. Кто резвее — орловские или американские рысаки? Ответ на этот вопрос определял будущее двух пород, по крайней мере в России.

Венцом соперничества между двумя породами, вероятно, стал забег, прошедший в 1910 г. — тогда в Москве разыгрывался Интернациональный приз. На беговой дорожке сошлись король русских рысаков Крепыш и американский рысак по кличке Джерал-Эйч. Несколько странных историй связано с этим забегом. Начнем с того, что на Крепыше почему-то был американец Уильям Кейтон, а не наш наездник Константинов. Кейтон принадлежал к знаменитому наездническому клану Кейтонов, который, собственно, и начал русско-американскую торговлю лошадьми. Иными словами, американец был кровно заинтересован в результате этого заезда. Ведь победа Крепыша означала бы резкое снижение цен и спроса на американских рысаков. Очевидцы заезда рассказывали, что на последнем повороте Кейтон спустил Крепыша с вожжей, и лошадь, не чувствуя привычного посыла, естественно сбавила ход. Наш серый великан проиграл американцу одну секунду. Эта ли секунда или другие проигранные забеги привели к тому, что на ипподромах России стали доминировать американские рысаки.

Появились машины, и необходимость в упряжной лошади практически исчезла. Над орловскими рысаками нависла угроза исчезновения. Сегодня всего 800 племенных кобыл чистокровной рысистой орловской породы осталось на 12 конезаводах России. По хорошо известным селекционным стандартам породе, в

которой насчитывается менее 1000 маток, имеет статус “вызывающий опасения”. Действительно, дальнейшая судьба великой породы вызывает опасения.

В конце XIX — начале XX в. российским конезаводчикам уже приходилось спасать орловского рысака. Тогда сумели добиться разграничения езды между американскими рысаками, метисами и орловскими рысаками. Помогло государство. Орловский рысак — это национальное достояние и символ России, тогда это понимали.

В нынешних условиях сохранить в чистоте орловскую породу и сделать ее экономически рентабельной без дотаций трудно. Комплекс сложнейшей работы по сохранению того наследия, которое нам досталось, требует элементарного финансирования — селекционно-племенная работа, уход и содержание, кормление, тренинг и масса других мероприятий, благодаря которым и воспитывается, сохраняется и улучшается порода лошадей. Можно предоставить орловской лошади самой подзаработать себе на жизнь. Организовать тотализатор, бега на ведущих ипподромах России только среди орловских рысаков или соревнования между тройками. Сделать такую “птицу-тройку” неотъемлемым участником государственных праздников федерального, регионального и локального масштаба, действительно официальным символом России.

“Спина лошади — основа государства”, — так говорили в древнем Китае. Пусть спина нашей лошади никогда уже не будет основой Государства Российского, но стать орловскому рысаку символом, если хотите, талисманом возрождения новой России вполне по силам. А талисман (символ) надобно хранить как зеницу ока. ■

Экваториальная колыбель пермских папоротников Приуралья

С.В.Наугольных

Папоротники, известные без всякого сомнения буквально всем, — одни из наиболее древних высших растений, доживших без существенных эволюционных инноваций до современности. Некоторые из них настолько близки своим ископаемым сородичам, что относятся к тем же родам. По сути — это настоящие “живые ископаемые”.

Доминирующим элементом растительных сообществ папоротники никогда не были. Однако их разнообразие в геологическом прошлом было исключительно высоким и остается таковым доныне. По количеству видов они уступают только покрытосеменным.

Остатки папоротников хорошей сохранности встречаются довольно редко, особенно — со спороношениями. А если они и попадают, то требуют довольно сложной и трудоемкой обработки, как правило, связанной со специальными методами, например перенесением углефицированных растительных остатков на полимерную пленку, подготовкой ориентированных прозрачных шлифов для пе-



Сergey Владимирович Наугольных, кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник Геологического института РАН. Научные интересы связаны с изучением высших растений позднего палеозоя, палеофитогеографией и палеоэкологией, а также с исследованием дочетвертичных палеопочв. Монография — “Флора кунгурского яруса Среднего Приуралья” (М., 1998). В “Природе” опубликовал статьи: “Экологическая катастрофа в пермском периоде?” (1992. №4) и “Птеридоспермы — растения с первыми настоящими семенами” (1998. №10).

трифицированных остатков и т.д. Понятно поэтому, что папоротники реже привлекают пристальное внимание палеоботаников, чем остальные группы высших растений. Мне, как и большинству моих коллег, долгое время приходилось проявлять разумный скептицизм в отношении возможностей этой группы растений для каких-нибудь общих построений. Было очень мало надежд получить действительно интересные данные о растительности и климате минувших эпох, опираясь на остатки ископаемых папоротников. Однако, по мере того как их все больше появлялось в мо-

ей коллекции среди других пермских растений (в основном из Приуралья), скепсис постепенно уступил место оптимизму.

Что же удалось выяснить по отпечаткам папоротников, произраставших на нашей планете двести с лишним миллионов лет назад?

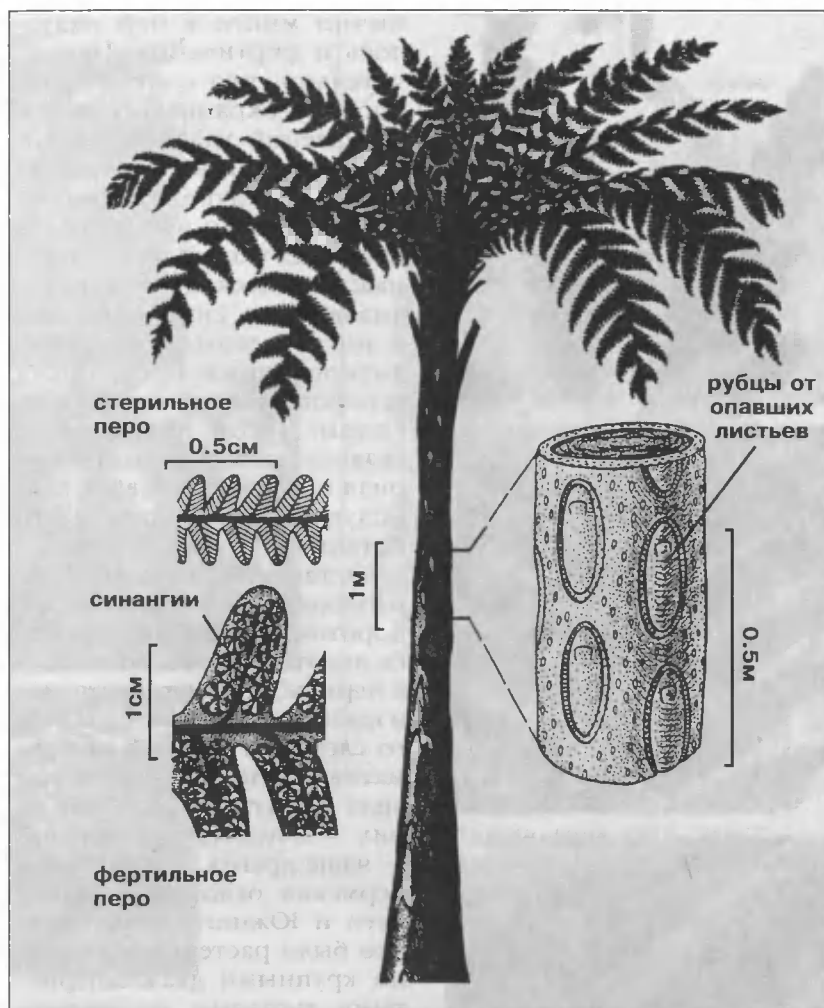
Житель нашей средней полосы при упоминании слова “папоротник” скорее всего представит себе какой-нибудь знакомый с детства

Пермские папоротники Приуралья

Житель нашей средней полосы при упоминании слова “папоротник” скорее всего представит себе какой-нибудь знакомый с детства

орляк либо кочедыжник из уральского или подмосковного леса. Это невысокое многолетнее травянистое растение многие сотни лет разочаровывало охотников за легкими деньгами, бродивших по лесам в поисках вожаденного "цветка" в ночь на Ивана Купалу. Но для большинства ископаемых форм, как и для многих современных тропических и экваториальных видов, в целом характерны иные формы роста. Архетипический, т.е. предковый, папоротник был все же древовидным, а не травянистым, хотя его ствол и не имел вторичной древесины. Формировался он из осевого проводящего пучка и толстой обкладки из вторичных (воздушных) корней. Верхушку ствола венчали крупные сложноперистые листья, на которых в генеративный сезон появлялись спороношения. Когда листья опадали, на стволе оставались рубцы или основания листовых черешков. Ювенильные листья, как правило, скручивались в спираль, как и у современных папоротников, для защиты зон роста.

Строение спороношений у их древних родичей очень разнообразно и лежит в основе систематики. По всему комплексу признаков спороношений эти высшие растения делятся на две группы — лептоспорангиатные и эвспорангиатные. В пермских флорах Приуралья присутствуют и те и другие, но особенно многочисленны и разнообразны эвспорангиатные папоротники порядка *Marattiales*. У мараттиевых спорангии (вместилища спор) срастаются друг с другом, образуя линейные или звездообразные конструкции, именуемые синангиями. В наиболее хорошо организованных синангиях отдельные спорангии могут угадываться уже с трудом.

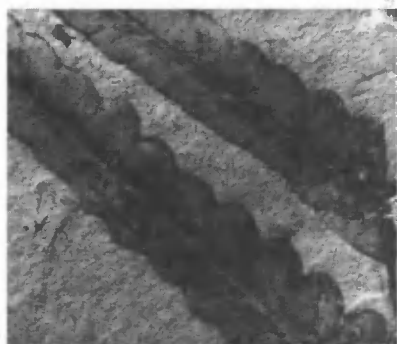


Древовидный мараттиевый папоротник Psaronius, произраставший в пределах экваториального пояса в конце каменноугольного и начале пермского периода. Колоннообразный ствол, увенчанный плюмажем из сложноперистых листьев (самые молодые, ювенильные, свернуты в спираль); спороношения, представляющие собой спорангии, собранные в звездообразные структуры — синангии; перистое жилкование сегментов последнего порядка (перышек) — такое строение характерно для большинства ископаемых и многих современных тропических папоротников. Общий план псарониуса дает хорошее представление об архетипе папоротников в целом.

На морфологических признаках стерильных листьев строятся формальные, искусственные таксоны. Для создания естественной таксономии такие листья используются лишь в некоторых, довольно редких случаях. Если их строение достаточно специфично и, кроме

того, позволяет уверенно сопоставить их с хорошо изученными фертильными листьями, и те и другие могут послужить для отнесения к естественным порядкам или даже семействам.

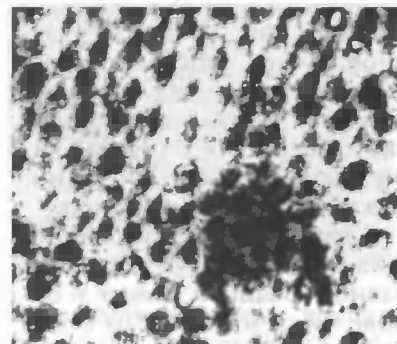
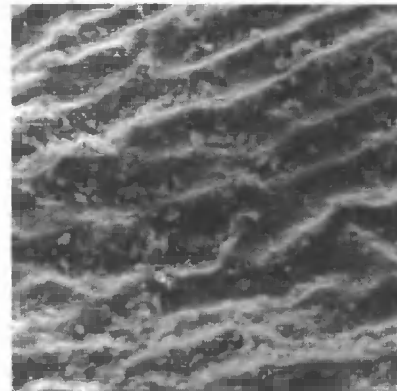
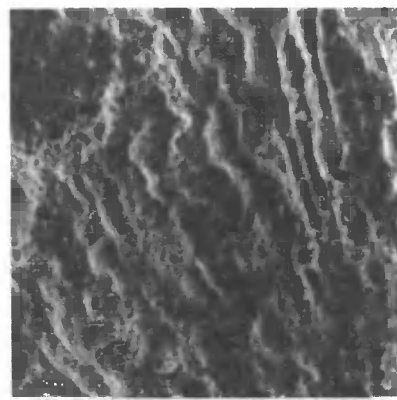
Хотя большая часть моей коллекции представлена стерильными листьями, нео-



Остатки листьев папоротников из пермских отложений Приуралья и Русской платформы: верхушка пера последнего порядка (вверху слева) и средняя часть вайи (вверху справа; увел. 2) *Pectopteris ex gr. leptophylla*; такой же фрагмент дваждыперистой вайи *P. tchekardensis* (в середине; натур. вел.) и вайи еще одного папоротника — *Lobatopteris* sp., у которого перышки срастались краями (увел. 2). Примечательно, что эти папоротники относятся к таксонам, характерным для ранней перми экваториального пояса.

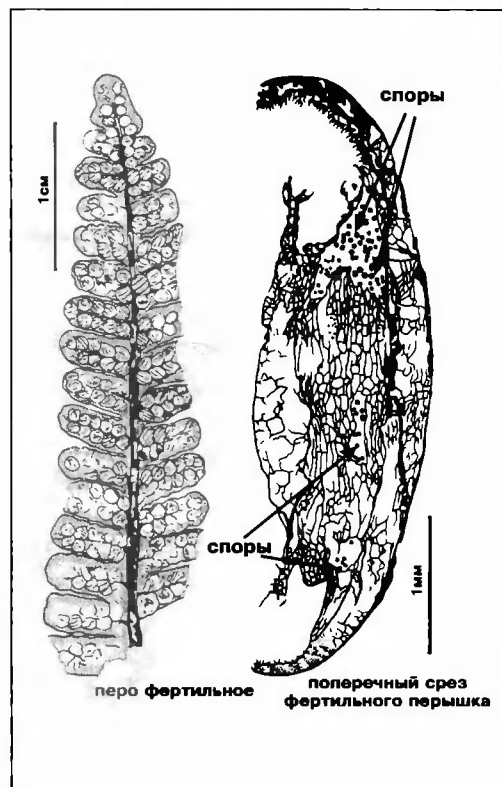
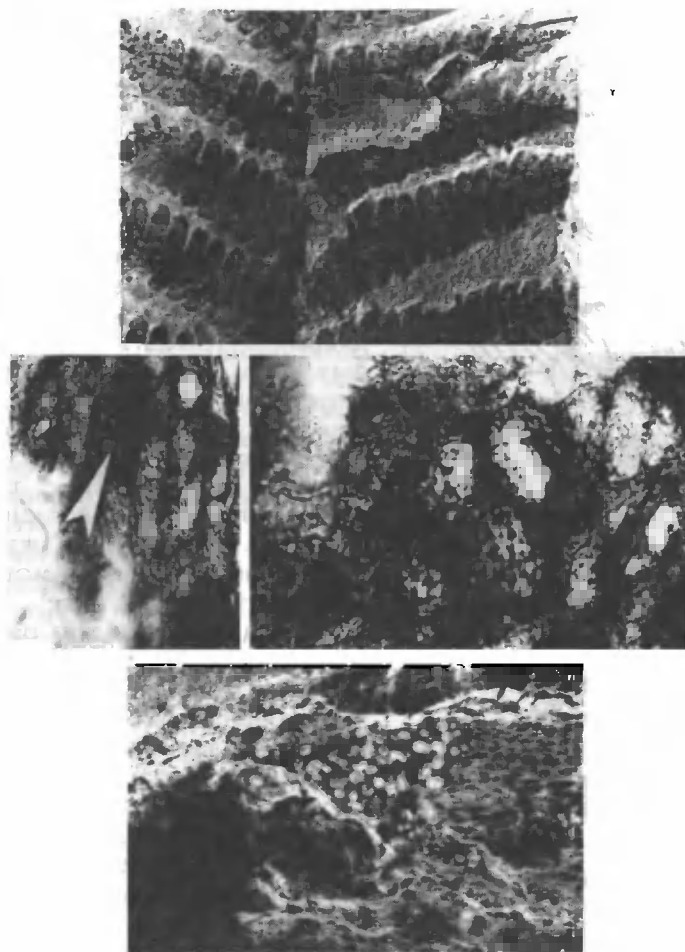
бычно много в ней оказалось и фертильных. Примечательно, что с некоторых хорошо сохранившихся спороношений удалось изготовить препараты кутикулы (а этой процедуре с папоротниками далеко не всегда сопутствует успех). Более того, нашлось несколько минерализованных спороношений, и после изготовления ориентированных прозрачных шлифов в них обнаружили споры! Такой обильный, а главное, качественный материал не может оставить равнодушным ни одного палеоботаника.

Остановимся подробнее на некоторых изученных папоротниках, чтобы попытаться понять, как они появились в пермской флоре Приуралья и какие выводы можно из этого сделать. Наиболее информативны для этих целей три вида мараттиевых. Один из них — *Ptychocarpus distichus* — чаще других встречается в пермских отложениях Среднего и Южного Приуралья¹. Это было растение с довольно крупными дваждыперистыми листьями, их ширина составляла около 10–15 см, а длина могла превышать 30–40 см, но, судя по наиболее представительным фрагментам листьев, некоторые из них достигали значительно больших размеров. Перья последнего порядка сидели на мощном рахисе (осевой части листа, вайи) с продольным желобком на верхней стороне, придававшим оси почти треугольные очертания в поперечном сечении. Такая форма рахиса безусловно увеличивала его механическую прочность. Кроме того, по желобку к основанию листьев могла стекать вода, запас которой был необходим в засушливые сезоны.



Строение эпидермы. У *Pectopteris ex gr. leptophylla* эпидерма состоит из двух типов клеток: в виде продолговатых прямоугольников (вверху; увел. 150) и удлиненных с волнистой клеточной стенкой (в середине; увел. 300). У другого вида — *P. uralica* — клетки эпидермы округлые.

¹ Naugolnykh S. V. // Paleontol. Journ. 1995. V.29. P.44–62.

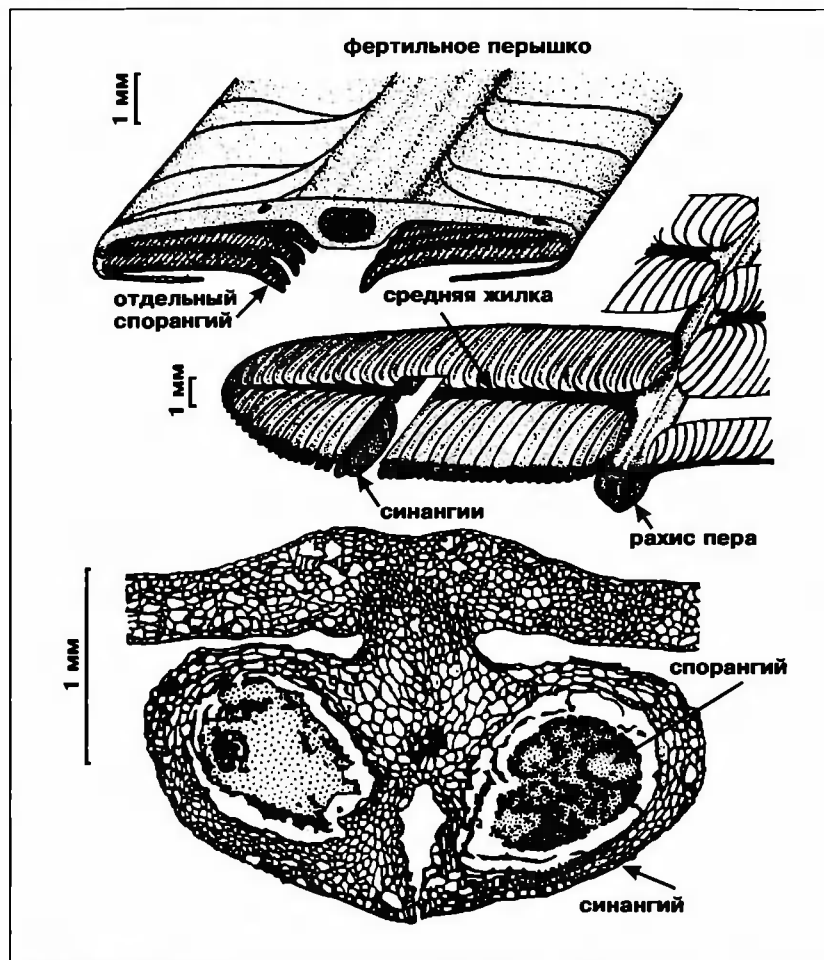


Фертильная вайя (левая колонка, сверху; натур. вел.), кутикула и фертильное перышко (в поперечном сечении) мараттиевского папоротника *Ptychocarpus distichus* (ранняя пермь, кунгурский век). Видно, что кутикула листа состоит из продольно вытянутых клеток, среди которых хорошо заметны два устьица (одно отмечено стрелкой; в середине слева; увел.200); кутикула стенки спорангия (в середине справа) построена более округлыми клетками; в центре снимка виден след от опавшей споровой тетрады (увел.500). На прорисовках морфологические и анатомические детали нагляднее, чем на снимках. На каждом из перышек фертильного пера хорошо видны синангии в виде округлых фигур вдоль жилки, а на поперечном срезе отдельного перышка — многочисленные споры.

На нижней стороне фертильных листьев вдоль средних жилок перышек в два ряда располагались эллиптической формы синангии, состоявшие, как правило, из пяти-шести уплощенных спорангиев, последовательно сросшихся боковыми стенками. Находку в коллекционном материале нескольких отдельных фертильных перышек, которые сохранились в конкрециях, можно считать большой удачей, поскольку после изготовления шлифов удалось изучить внутреннее строение этих листьев. Стенка располагавшихся на них спорангиев оказалась многослойной, т.е. состояла из нескольких рядов клеток. Сами же перышки имели

дифференцированную поверхность: верхняя сторона листа была гладкой, а нижняя покрыта многочисленными трихомами — волосками. Это явно свидетельствует о том, что папоротник *P.distichus* произрастал в условиях довольно сухого климата.

Некоторые микроструктурные признаки удалось изучить и на углефицированных остатках птихокарпуса. Оказалось, что топографически эпидерма также дифференцирована на участки двух типов: костальные (наджилковые) и интеркостальные (межжилковые). Клетки эпидермы второго типа, длина которых составляла 40—70 мкм, а ширина — 30—40 мкм, имели овальные



Строение синангиев наиболее типичных мараттиевых папоротников — пермских и современного вида. Видно, что у древних папоротников *Gemellithea saudica* (вверху) и *Quasimia schuyfmae* (в середине) строение синангиев очень сходно: они располагаются в два ряда вдоль средней жилки фертильного перышка, а спорангии, образующие отдельный синангий, срастаются краями. Так же выглядели и синангии оротеки. У современного же папоротника (внизу) синангии имеют округлую форму. Первые две формы реконструированы Р.Вагнером.

очертания, стенки их слегка изгибались. Клетки первого типа эпидермы — несколько меньших размеров (длиной 40–50 мкм, шириной — 20–25 мкм), но гораздо более правильной формы. Они напоминали вытянутые в одном направлении прямоугольники. Кроме этого, были получены препараты кутикулы, покрывающей сами спорангии, и исследовано ее строение.

Второй вид — *Orthotheca dicranophora*². Его листья тоже сложноперистые, но спороношения устроены существенно иначе. Каждый синангий образован 15–16 спорангиями длиной 2 мм,

² Наугольных С. В. Флора кунгурского яруса Среднего Приуралья. М., 1998. Недавно выяснилось, что родовое название *Orthotheca*, предложенное французским ученым П.Корсеном, неправомерно в номенклатурном отношении. Не исключено, что в будущем название изменится.

которые располагаются в ряд вдоль боковой жилки — слева и справа от нее. У фертильного перышка две боковые жилки сходятся вниз и как бы формируют вилку. В каждом синангии, как и у всех других мараттиевых, спорангии, формой похожие на эллипсы, плотно срастаются своими краями.

Третий вид, как и предыдущий, — тоже из мараттиевых. Это *Orthotheca semilibera*³. Общим планом строения она очень напоминает своего предка — *O. dicranophora*. Но вместе с тем имеет и некоторые эволюционные новшества. Так, жилки, несущие синангии, могут дихотомизировать уже не один, а два, а то и три раза. Кроме того, у фертильных перышек иногда бывает редуцирована облегающая их листовая пластинка.

Строение кратко охарактеризованных видов в целом довольно типично для мараттиевых и с небольшими вариациями свойственно разным таксонам этой группы папоротников.

Вспомним теперь, в каких условиях развивалась растительность в течение пермского периода, к середине которого континенты слились в единый материк — Пангею.

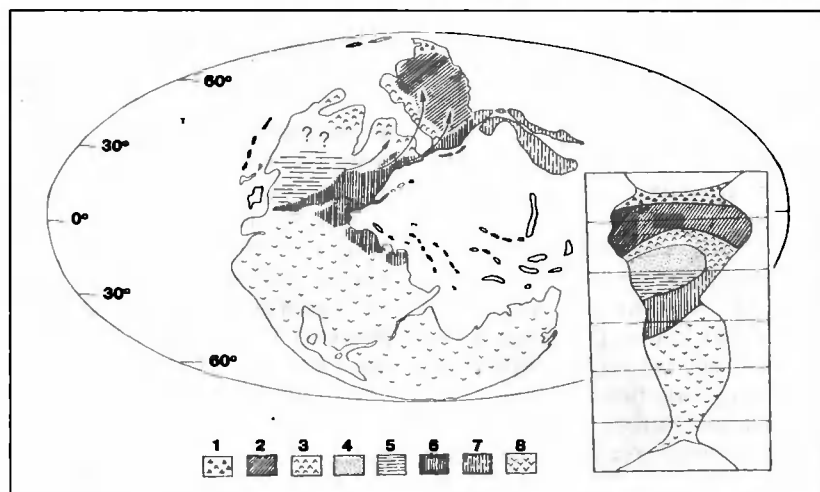
Хорошо известно, что к тому времени климат на Земле стал контрастным в первую очередь из-за значительного и почти тотального иссушения. На южной окраине материка, в области, часто именуемой гондванской, сформировались обширные ледники, на северной — пояс пустынь. Между ними располагались восемь биомов (совкупностей видов растений и животных, характерных для

³ Наугольных С. В. Новый папоротник из верхней перми (уфимский ярус) Западной Субангариды // Верхнепермские стратотипы Поволжья. Казань, 1998. С.124–127.

конкретной территории). Из них следует упомянуть два: так называемую “ангарскую кордаитовую тайгу” (палеозойский аналог современных бореальных лесов) — листопадные леса, занимавшие большую часть Ангариды, и экваториальный биом, более всего напоминающий современную вечнозеленую растительность Средиземноморья. Папоротники присутствовали во всех или почти во всех природных зонах пермского периода, но их таксономический состав существенно менялся от региона к региону. Максимальное разнообразие было характерно для экваториальной области, но только в той ее части, где на фоне всеобщей аридизации климата еще сохранялись увлажненные территории.

Среднее Приуралье в середине перми располагалось довольно далеко от экваториального пояса, скорее всего где-то на периферии тропиков. Климат здесь был семиаридным, увлажнения — редкими и сезонными⁴. Недаром, как упоминалось, листья папоротника из рода *птихокарпус* снизу были покрыты волосками, а рахис имел желобок. Естественно было бы полагать, что в экваториальном поясе и Приуралье, столь различающихся климатическими условиями, папоротники не должны иметь много общего. Но на самом деле оказалось не так. Например, *P. distichus* очень напоминал некоторые экваториальные формы, характерные для среднего—позднего карбона и в меньшей степени — ранней перми. В Приуралье папоротники такого типа появлялись значительно позднее, приблизительно в середине пермского периода, точнее — в кунгурском веке.

⁴ Наугольных С. В. Субангарская растительность ранней перми: палеофитоценозы и климат // Там же. С. 127—128.



Пангея в середине пермского периода. К этому времени континенты слились в единый материк — Пангею, благодаря чему открылись широкие возможности для миграционных процессов. Среди них можно проследить продвижение (показано стрелками) папоротников родов *Pitychocarpus* и *Ortotheca* из экваториального пояса к северу. На схеме приведены природно-ландшафтные зоны пермской Земли, представленные восемью биомом. Располагались они между полярными и приполярными областями Пангеи. 1 — обедненная растительность тундрового или лесо-тундрового типа; 2 — типично ангарская растительность (пермский аналог современных бореальных лесов, “кордаитовая тайга”); 3 — суббореальный биом с растительностью переходного типа, во многих случаях уже приспособленной к сухости климата; именно сюда мигрировали экваториальные мараттиевые папоротники в начале пермского периода; 4 — бореальные пустыни с угнетенной ксерофильной растительностью; 5 — тропические и экваториальные засушливые зоны; 6 — экваториальный пояс, где растительность больше всего напоминала современную средиземноморскую и где смешивались элементы разных флор; в начале перми здесь сохранялись многие виды мараттиевых, которые позднее мигрировали в более северные области; 7 — растительность Катазии (южной части современного Китая с некоторыми сопредельными территориями) с высокой степенью эндемизма, экологически сходная с современными дождевыми лесами; 8 — южный умеренный и холодно-умеренный биом с растительностью, в которой доминировали глоссоптериды — кустарниковые голосеменные растения, характерные для Гондваны. Еще отчетливее видно распределение основных биомов на “идеальном континенте”, который показан на врезке.

Очень сходная ситуация и с *O. dicranophora*. В конце каменноугольного и начале пермского периода ортотеки в числе целой группы родов (*Danaeites*, *Gemellithea*, *Mattatiopsis*, *Qasimia*) входили в состав экваториальных флор.

Из колыбели на север

О чем может свидетельствовать обнаруженное сходство кунгурских *птихокарпуса* и ортотек с экваториальными формами более ранне-

го времени? О конвергентной эволюции этих папоротников в тропическом поясе и семиаридном климате Приуралья? Или об общей колыбели? Вряд ли возможен первый вариант — уж слишком были контрастны по климатическим условиям эти палеогеографические области, чтобы эволюция привела растения к сходству многих, а не отдельных признаков. Остается второй вариант.

Выдающийся отечественный палеоботаник С.В.Мейен считал, что начало всему флорогенезу было положено в экваториальной зоне земного шара, и уже оттуда растения постепенно распространялись в более высокие широты по обе стороны от экватора³.

Эту концепцию он назвал фитоспредингом и довольно убедительно проиллюстрировал ее на таксонах надродового ранга, в основном — порядках и классах, в меньшей степени — на семействах. Похоже, папоротники подтверждают гипотезу Мейена на родовых таксонах.

В самом деле, если предки приуральских папоротников мигрировали из экваториальной зоны, то становятся

понятными и сходство последних с прародителями, и более позднее появление за столь далекими пределами колыбели. Более того, от одной из экваториальных ортотек — *O.saraepontana* — тянется филогенетическая веточка в Приуралье, к кунгурскому виду *O.dicranophora*. Со временем ортотеки мигрируют все дальше и дальше на северо-восток. В уфимском веке они встречаются уже в южной части Печорского бассейна (именно в этих местах обнаружен третий из упомянутых видов — *O.semilibera*). А еще позднее, в казанском веке, расселяются по всему Печорскому Приуралью (здесь найден еще один вид — *O.petschorica*).

Сходная динамика миграционных процессов (экваториальное происхождение и последующее продвижение видов-потомков с небольшими эволюционными инновациями все дальше в область развития бореальной растительности) наблюдается и в других группах пермских растений. Такова же судьба, например, членистостебельных (род *Sphenophyllum*, а также каламостахиевые *Calamites gigas*), птеридоспермов (порядки *Trigonocarpales* и *Peltaspermales*) и хвойных (семейство *Emporiaceae*).

Конечно, было бы большим заблуждением утверждать, что только расселением экваториальных форм обеспечивались флорогенетические процессы в пермском периоде. В каждом конкретном случае можно найти дополнительные факторы, которые сказывались на формировании локальных групп высших растений. В пермском периоде, несомненно, особенно большую роль играла аридизация климата. Именно это вынуждало растения мигрировать в рефугиумы (убежища) с повышенной влажностью либо приспосабливаться к повышенной и даже экстремальной сухости. Но и на таком фоне тенденция к однопольной миграции проявляется одновременно у совершенно несходных растений. Все это позволяет предположить, что и основная причина общего процесса была одной и той же. А единственным объяснением (во всяком случае, до настоящего времени) остается расселение высших растений из экваториальной колыбели.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований. Грант 98-05-64880. ■

³ Мейен С. В. Флорогенез и эволюция растений // Природа. 1986. №11. С.47—57.

Американская компания "Technology Solutions Corp." открыла в Интернете сайт (www.itsc.com/movies/index.htm), посвященный проблемам вычислительной динамики жидкостей и газов.

Здесь можно ознакомиться с изображениями процессов взаимодействия атмосферы с океаном, формирования капель влаги, об-

текания потоками воздуха плоскостей реактивного самолета, коллапса (обрушения) гигантских масс водорода при образовании новых галактик и тому подобными астрофизическими и геофизическими явлениями. Кроме того, можно проследить развитие неустойчивости Рэлея—Тейлора, возникающей при смешении потоков жидкостей, плотность которых заметно различается.

Особое внимание уделяется вопросам безопасности атомных полигонов и мест захоронения отходов ядерного производства и энергетики. Представлены результаты математического моделирования процесса распространения огня в случае пожара в хранилище радионуклидов. Science. 1999. V.286. №5445. P.1643 (США).

Тихоходки — впереди

Ю.К.Джикаев,
кандидат физико-математических наук
Москва

Немало людей все еще переполнены сознанием собственного превосходства над природой, восхищаясь творением разума и рук своих и безразлично взирая на результаты биологической эволюции. Эта способность *Nil admirare* (ничему не удивляться), увы, лишь подчеркивает ограниченность эгоистической природы человека. Поглощенный осуществлением собственных целей, он ставит параллельный биологический мир на ступень ниже. Другое дело — “высшие стихии”: НЛО, экстрасенсорика, всепроникающие торсионные поля и прочие достойные статуса *Homo sapiens* необычности.

Но зря все это. Автор заметки далек от мысли, что причина и движитель процесса биологического развития — некий разум или цель, однако признает несоизмеримость результатов творческой деятельности человека и эволюции живой природы. Никакая СБИС (сверхбольшая интегральная схема) или АЭС (атомная электростанция) не идут в сравнение по сложности и организации даже с клеткой (иначе клетка давно была бы описана, например в рамках теории управления, как большая система).

Однако среди *H.sapiens* есть тоненькая прослойка особо любопытных, и вот они-то — как раз наоборот — не перестают удивляться плодам “неразумной” природы. И впрямь, причуды эволюции нередко то ставят в тупик спе-

циалистов, то поражают их воображение. Судите сами, диапазон восприятия зрительного аппарата человека перекрывает по освещенности 9 порядков величины, а слухового, по силе звука, — 12. Как с позиций современной биологии, биохимии или биофизики объяснить столь большие динамические диапазоны этих приемников? Или другой факт, из области нейрофизиологии: из 10^{11} нейронов мозга фактически работают только 10^{10} . Получается, что на каждый действующий нейрон приходится тысяча запасных — зачем? Впрочем, эти примеры известны, а вот еще один, во многом уникальный.

Изобретатель микроскопа А.Левенгук в конце XVII в. обнаружил в каплях воды, собранных с крыши, неизвестных ранее мелких животных¹. Вскоре беспозвоночных размером 0.1—1.0 мм нашел в луже и детально рассмотрел И.А.Геце. Немецкого пастора удивили их формы: удлиненное округло-выпуклое тело, четыре пары выростов (ножек) по бокам и головка с парой глаз. Геце назвал их *Bärtierchen* (зверьками, похожими на медвежат). Итальянский зоолог Л.Спалланцани в 1777 г. описал этих медленно передвигающихся животных, назвав их *il tardigrado* (тихоходками). А латинизированную транскрипцию *Tardigrada*, которая и укоренилась в зоологии как название этой группы, ввел в 1840 г. Л.Дуайер.

¹ Подробнее см.: Гиляров М. С. Эти загадочные тихоходки // Природа. 1982. №1. С.22—28.

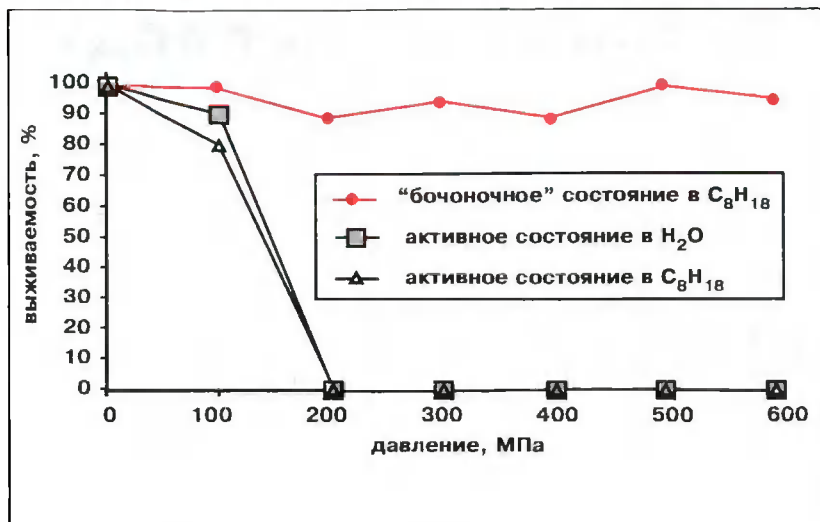


Тихоходки *Echiniscoides sigismundi*, передвигающиеся по нити водоросли.

Рис. Эрнста Маркуса



“Бочоночек” — обезвоженная тихоходка в состоянии анабиоза (Гиляров М.С., 1982).



Выжываемость пресноводных тихоходок *Macrobiotus occidentalis* после проведения цикла компрессия—выдержка—декомпрессия (Seki K., Toyoshima M., 1998).

Тихоходки привлекли внимание уже первых исследователей своей поразительной способностью к анабиозу: высушенные животные, сохранявшиеся в состоянии мнимой смерти в течение нескольких лет, оживали после увлажнения. Сейчас мы знаем, что по мере высыхания тихоходки открывают ротовое отверстие, и свободная вода испаряется как через наружные покровы, так и через кишечник. В процессе обезвоживания форма тела животных изменяется: головка и ножки втягиваются внутрь туловища, тело укорачивается и расширяется в средней части, они становятся похожи на бочонки.

Устойчивость тихоходок в состоянии анабиоза, т.е. высушенных, потрясающа: они оживают после пребывания в течение 20 мес в жидком воздухе ($-193^{\circ}C$), переносят восьмичасовое охлаждение жидким гелием ($-271^{\circ}C$), выдерживают температуру до $60-65^{\circ}C$ в течение 10 ч и даже

до $100^{\circ}C$ в течение часа; довольно долго могут находиться в атмосфере сероводорода, углекислого газа. Они выживают также после пребывания в вакууме и переносят значительные дозы облучения рентгеновскими лучами².

Чемпионская выживаемость тихоходок в “бачоночнэ” саставянне не дае успокоіцца ученым і сегоднэ. Так, японскіе біофізікі К.Секі і М.Тойосіма³ рэшылі недаўна праверыць, як прадставіцелі гэтага класа жывотных — прэсновадныя *Macrobiotus occidentalis* (отряд *Eutardigrada*) і морскіе *Echiniscus japonicus* (*Heterotardigrada*) — будуць переносіць высокае гідростатычнае цісканне.

В последние десятилетия неплохо изучено повреждающее действие высоких давлений среды на живой организм: разрушение клеточных мемб-

ран, белков, ДНК и т.п. При давлениях 30 МПа (300 атм) у микроорганизмов останавливается метаболизм, прекращается размножение клеток; при 300 МПа большинство бактерий и многоклеточных погибает. Однако, как показали результаты экспериментов Секи и Тойосимы, тихоходки в жидкой, но безводной среде способны в состоянии анабиоза переносить чудовищные давления — до 600 МПа (что почти в шесть раз превосходит давление на дне глубочайшей из впадин Мирового океана — Марианской). Для опытов ученые помещали тихоходок в герметичный пластиковый контейнер (объемом 6 мл), который погружали в камеру высокого давления, заполненную водой. Поддерживая комнатную температуру, повышали давление со скоростью 100 МПа/мин и с 20-минутной выдержкой при значениях 100, 200 ... 600 МПа. Декомпрессию проводили в обратном порядке с такой же временной раз-

² Kinchin I.M. The biology of tardigrades. Portland, London, 1994.

³ Seki K., Toyoshima M. // Nature. 1998. V.395. №6705. P.853—854.

тихоходок рассматривали под микроскопом и подсчитывали процент выживших.

Оказалось, что тихоходки, взятые для опыта в активном состоянии, не способны пережить цикл компрессия—выдержка—декомпрессия, если давление достигает 200 МПа. При этом неважно, какой жидкостью был заполнен контейнер: водой или нетоксичным слабым растворителем перфторуглеродом C_8F_{18} , — результаты по выживаемости совпадали. Если же до начала опыта производили инактивацию тихоходок обеих групп, переводя их в “бочоночное” состояние путем длительного высушивания (в чашках Петри на фильтровальной бумаге в течение не менее суток), то резистентность животных к давлению становилась аномально высокой. Чтобы не допустить гидратации животных, их помещали в контей-

нер, заполненный растворителем. Выживаемость *M. occidentalis* после проведения опытов с максимально достижимым давлением в камере 600 МПа составила 95%, *E. japonicus* — 80%. Меньший процент выживших морских тихоходок экспериментаторы связывают с недостаточной полной их дегидратацией перед опытами.

Отработанный эволюцией механизм обратимого обезвоживания у тихоходок оказался на редкость эффективным по их сопротивляемости экстремальным условиям. Вообще же многообразие их адаптации к разным средам показывает, что это очень древняя группа животных. В частности, будучи первоначально водными обитателями, тихоходки, по оценкам ученых, стали осваивать сушу более 400 млн лет назад. Как ни парадоксально, несмотря на давнюю извест-

ность этой группы беспозвоночных, систематическое положение тихоходок до сих пор остается неопределенным. По мнению М.С.Гилярова, есть достаточно оснований считать их представителями совершенно самостоятельного типа животного царства, в котором эти организмы давно и независимо от других типов приобрели неповторимый комплекс признаков.

Что же можно сказать напоследок? Итак, наш герой-современник — уже довольно старенький, но совсем не одряхлевший — демонстрирует чудеса адаптаций. Зачем ему было приспосабливаться к условиям, никогда не существовавшим в природе? И если этот уникум не пришелец из космоса, то — вполне подготовленный попутчик для дальних полетов к другим мирам. ■

Гигантская акула (*Cetorhinus maximus*), несмотря на устрашающий облик — огромную пасть с мелкими зубами в 4—7 рядов, образующими подобие терки, и большую (до 15 м) длину сигарообразного тела, — миролюбивый планктонофаг. Полагают, что для получения достаточного количества пищи она должна совершать протяженные миграции, а в зимние сезоны, когда численность зоопланктона резко падает, — ложиться в спячку. Английский биолог Д.Симс (D.Sims) на основании своих наблюдений и теоретических расчетов пришел к выводу: энергетические затраты акулы на по-

иск пищи, вопреки существующим представлениям, не столь велики, а зоопланктона требуется гораздо меньшее количество. Таким образом, заключает Симс, гигантской акуле вовсе нет нужды впадать в спячку для выживания; в зимние сезоны она уходит в глубинные воды, где конкурентная борьба за пищу менее остра. Sciences et avenir. 1999. №632. P.17 (Франция).

Университет Париж-VI окончательно отменил свое решение, предлагавшее выпускникам, якобы в целях интеллектуальной защиты проводимых исследований, подписывать так

называемое обязательство конфиденциальности (Engagement de confidentialité). Этот плохо подготовленный и имеющий слабую юридическую базу документ был резко осужден студентами и их научными руководителями: они опасались создания в лабораториях климата, неблагоприятного для творческой работы и широких дискуссий, в обстановке которых только и развивается научная мысль. Возникшая полемика привела к обсуждению вопросов интеллектуальной собственности, ценности и защиты открытий, совершаемых в академической науке. Sciences et avenir. 1999. №634. P.14 (Франция).

Коротко

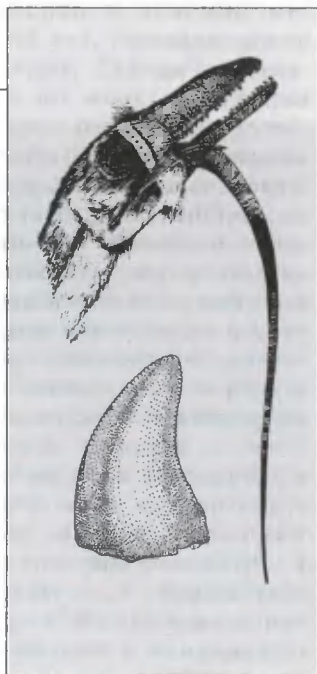
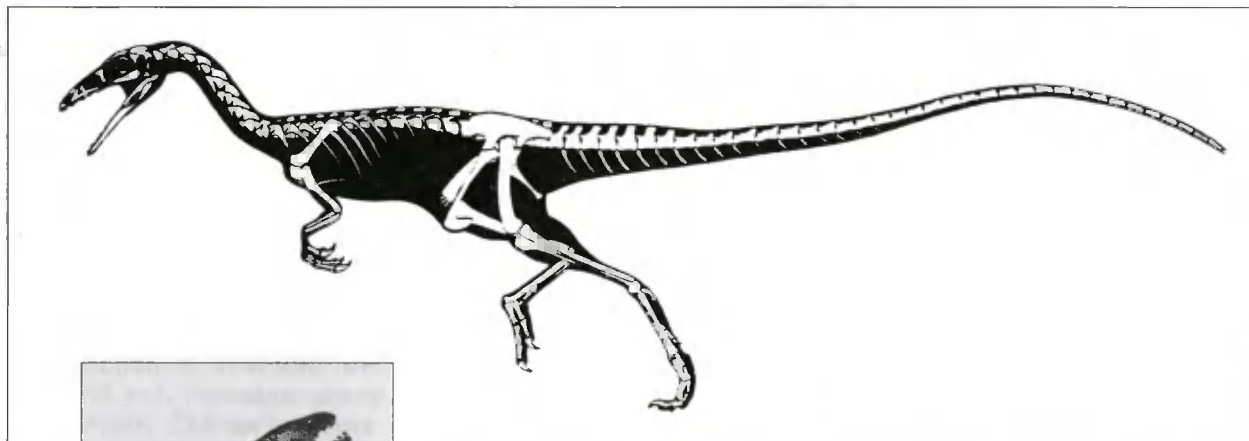
Динозавры из Подмосквья

В последнее десятилетие Песковский карьер, расположенный в Коломенском р-не Московской обл., привлекает пристальное внимание специалистов Палеонтологического института РАН и кафедры палеонтологии геологического факультета Московского государственного университета им.М.В.Ломоносова. В обнажениях карьера им удалось найти кос-

ти наземных животных середины мезозойской эры. Уже первые и достаточно случайные поверхностные сборы позволили понять главное: подобных местонахождений нет во всем Подмосквье и далеко за его пределами. Обстоятельные исследования сулили немало новых интересных открытий. И ожидания вполне оправдались.

могли проникать крупные хрящевые и двоякодышащие рыбы. Отдельные их кости и были первыми обнаружены в обрывах карьера. Последующий специальный поиск привел к находкам частей и целых скелетов сравнительно небольших костистых рыб.

Коллекцию собранных окаменелостей наземных позвоночных составляют остатки нескольких классов. Скудные материалы по млекопитающим представлены группой архаичных прототериев. Редкие и фрагментарные кости амфибий принадлежат вымершим лабиринтодонтам и дожившим до современности хвостатым земноводным. Большим разнообразием выделяются рептилии; среди них — обычный для юрских отло-



Зуб и возможный внешний вид подмосковного динозавра.

Костеносными в Песках оказались темные глины москворецкой свиты. Они были отложены русловыми потоками внутри карстовых полостей древнего карбонового известняка. Заключенный в породе вместе с костями видовой состав спор папоротников и пыльцы голосеменных характерен для батской эпохи (второй половины средней юры — около 175 млн лет назад). Споро-пыльцевой анализ показывает, что в период образования этого захоронения климат был теплым и умеренно аридным. Для среднеюрского подмосковного пейзажа, кроме гор и широких долин, заметной деталью был обширный водоем, из которого в район данного местонахождения

жений Европы и Северной Америки ктениогенис (группа эолацертилий), который внешним видом и размерами напоминает современных ящериц. Внушительно выглядят сборы частей черепа, панциря и конечностей еще не известной палеонтологам формы черепах.

В составе песковского комплекса наземных животных выявлены и остатки динозавров. Это две небольшие когтевые фаланги и три маленьких (до 1 см) зуба без корневых частей, принадлежавшие нескольким видам так называемых целурозавров (*Coelurosauria*). Традиционно целурозавров выделяли в составе ящеротазовых теропод как обширную

ветвь небольших, легких и подвижных хищников. Новые находки и поиск более удачных вариантов классификации привели в последние годы к существенному пересмотру первоначальных представлений. Изменения коснулись и собственно целурозавров, которые, по современным данным, включают всего лишь несколько немногочисленных по составу семейств. Вероятно, именно с ними связаны близким родством недавно открытые в Ляонине (Китай) небольшие динозавры с отпечатками перьевого покрова и отдаленным — знаменитые тираннозавры. Наиболее типичным целурозавром считается сравнительно небольшой компсогнат (*Compsognathus*), известный из позднелюрских сланцев Баварии. Из тех же пород, кстати, происходит еще одна “звезда” палеонтологии — первоптица археоптерикс. Многократно приводимые в разных популярных изданиях реконструкции компсогната можно использовать и для характеристики внешнего вида его подмосковных родственников.

Находка динозавров в Песковском карьере — не первая на территории России. Например, во второй половине XX в. представители этой группы были обнаружены в мелу Забайкалья, Якутии, Поволжья, Белгородской и Кемеровской областей. К сожалению, большинство находок — лишь изолированные кости. Только в Южной Сибири удалось собрать несколько достаточно полных скелетов небольших растительноядных пситтакозавров, обычных для раннемеловых отложений ряда стран Азии. Кроме того, еще в 1930 г. А.Н.Рябинин по фрагментам, выкопанным на правом (ныне китайском) берегу Амура, описал позднемелового утконосого ящера — маньчжурозавра. На таком, не слишком обильном, фоне открытие целурозавров в Подмосковье приобретает сенсационный оттенок.

Данные о динозаврах и о среднеюрской континентальной биоте из Песковского местонахождения позволяют точнее, чем рань-

ше, представить последовательность событий геологической истории центральной части России в течение второй половины юрского периода. К тому времени территория Европы уже была разделена морскими проливами на множество островов. Как теперь можно считать установленным, юго-восточный берег одного из наиболее крупных микроконтинентов — Фенноскандии — простирался в батскую эпоху до южных окраин Подмосковья. В последующее, келловейское, время море, усилив натиск, поглотило новый участок суши. Об этом “потопе” свидетельствуют остатки ископаемых брахиопод, головоногих моллюсков и морских ящеров — они найдены и в Песках, и в ряде других местонахождений, рассеянных на территории Русской платформы.

С.В.Р.Алифанов,

кандидат биологических наук

Москва ■

Космические исследования

Астероид — “дитя” астероида

В 1992 г. в Солнечной системе была открыта малая планета, названная в честь французского изобретателя алфавита для слепых Луи Брайля. Этот астероид протяженностью всего 2 км обращается вокруг Солнца по вытянутой орбите, расположенной за пределами земной. 1 ноября 1998 г. к Брайлю был запущен американский космический зонд “Deer Space-1” (“Глубокий космос-1”). Это — первый эксперимент по программе НАСА “Новое тысячелетие”, а заложенные в корабле технические решения принципиально иные, чем прежде. Двигатель зонда — электроореактивный, работает на ионах ксенона, используя для питания высокоэффективные солнечные батареи; аппарат имеет автоматическую систему навигации, позволяющую ориентироваться в пространстве по звездам и астероидам.

Когда бортовая камера “Deer Space-1” оказалась повернутой в сторону от объекта исследования, посчитали, что эксперимент закончился неудачей. Однако к августу 1999 г. аппарат сам выправился и начал давать полезную информацию. Вероятно, причина сбоя объясняется тем, что он вначале подошел к “ночной” стороне астероида и не уловил его слабое свечение. Затем, выйдя с его освещенной стороны, приступил к выполнению заданных программой наблюдений, в том числе в инфракрасной части спектра.

Сблизиться с Брайлем удалось на 10–15 км; это рекордно малое расстояние для любого из аппаратов, посланных с Земли к той или иной малой планете. Появилась возможность получить уникальные сведения об этом небесном теле, вероятнее всего, вырвавшемся некогда из пояса Койпера — массового скопления астероидов между орбитами Марса и Юпитера.

Полосы поглощения в излучении Брайля полностью совпадают с наблюдающимися у Весты — третьего по величине астероида Солнечной системы. Они идентичны полосам поглощения метеоритов класса эвкритов, минералогический состав которых аналогичен некоторым изверженным на Земле породам. По-видимому, Брайль — осколок Весты, выбитый из этого 500-километрового небесного тела при столкновении с каким-то иным. Вероятно, и другие эвкритовые метеориты происходят от Весты. Теперь можно считать обоснованной гипотезу, согласно которой между метеоритами и астероидами существует родственная связь.

Астроном Э.Райен (E.Ryan) предполагает, что открытый благодаря Космическому телескопу им.Хаббла гигантский, 460-километровый кратер на поверхности Весты мог быть образован при том же самом столкновении Весты с другим объектом, в результате чего из астероида было “вырвано” тело, получившее теперь название Брайль.

По мнению планетолога Л.Содерблома (L.Soderblom), в после-

дующие тысячелетия возможно максимальное сближение Брайля с Землей или даже падение на нее, чреватое серьезными последствиями.

Science. 1999. V.285. №5430. P.993 (США). ■

Космические исследования

Подготовка к экспедиции на Марс ведется в наземном кратере

В рамках подготовки к полету и высадке астронавтов США на Марс, что намечается осуществить в начале XXI в., была выдвинута идея о проведении научных исследований и испытаний космической аппаратуры в каком-либо кратере, возникшем от падения на Землю крупного метеорита и аналогичном по строению марсианскому кратеру.

Кратер Хоугтон — наиболее подходящий аналог марсианского кратера.

Такой объект — кратер Хоугтон (Haughton) — был обнаружен у северного побережья о.Девон (Канадский Арктический архипелаг)¹.

По заключению специалистов, направленным НАСА и Национальным исследовательским советом на остров для рекогносцировки кратера, его размеры и конфигурация очень близки к марсианскому кратеру Нортпорт. С лета 1998 г. на острове, вблизи кратера, развернут лагерь, в котором под руководством П.Ли (P.Lee), специалиста по геологии планет, работали геологи, биологи, инженеры — испытатели робототехники. Исследовались склоны и ложе кратера, отбирались пробы грунта специальными “марсианскими” бурами, использовался спектрометр для изучения состава пород.

¹ См. также: Марс на Земле // Природа. 1999. №9. С.80.

Ложе кратера “просвечивал” радар; роботом-“картографом” была составлена подробная его карта. Обработка и анализ полученных материалов позволят получить “подсказку” при решении вопросов о присутствии воды и жизни на Марсе.

Кратер Хоугтон возник в миоцене (около 22 млн лет назад) в результате столкновения Земли с астероидом или метеоритом. Диаметр воронки — более 27 км. Коренные породы — гнейсы, граниты, доломиты — превратились в мелкоосколочный или пылеобразный материал, заполнивший чашу кратера после осаждения из атмосферы вещества, выброшенного в нее при ударе небесного тела о Землю. Падение космического пришельца привело к гибели богатого растительного и животного мира эпохи миоцена на сотни километров вокруг кратера.

Современный кратер Хоугтон имеет диаметр около 16 км, окружен кольцом невысоких холмов из брекчий; его дно местами покрыто тундровой растительностью; постоянно дуют ветры. Ландшафт кратера не имеет на Земле аналогов.

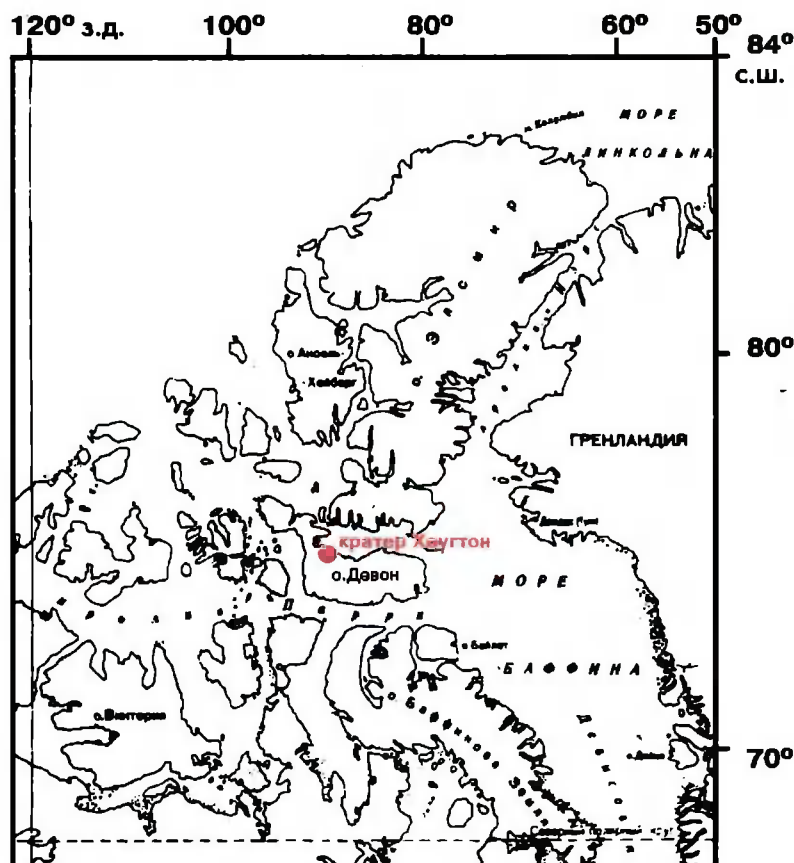
National Geographic. 1999. V.196. №1. P.34–51 (США). ■

Астрономия

Шкала астероидной опасности

Любое сообщение об открытии нового астероида сразу же вызывает вопрос: а не столкнется ли он с Землей? Зачастую страхи подогреваются жадными до сенсаций СМИ. Публика почему-то не склонна внимать успокаивающим заявлениям специалистов о “крайне малой вероятности” такого события.

Полезным шагом в борьбе с сенсациями и паникой станет разработанная американским астрономом Р.Бинзелом (R.Binzel) шкала, которая подобна шкале Рихтера, широко используемой сейсмологами и доступной пониманию “человека с улицы”. Автор представил шкалу участникам симпо-



Туринская шкала

Оценка опасности столкновения Земли с астероидами и кометами	Балл	Комментарий
События, не имеющие последствий	0	Вероятность столкновения в ближайшие десятилетия равна 0; к этой же категории событий относятся столкновения с объектами, которые не смогут достигнуть поверхности Земли, сгорев в ее атмосфере
Заслуживающие внимательного слежения	1	Вероятность столкновения крайне низка (скорее всего, подобные тела в ближайшие десятилетия с Землей не встретятся)
Вызывающие беспокойство	2	Вероятность столкновения низка, хотя тело пролетит довольно близко (подобные события происходят нередко)
	3	Вероятность столкновения с близко пролетающим телом, способным вызвать локальные разрушения, — не менее 1%
	4	Вероятность столкновения с рядом пролетающим телом, способным привести к региональным разрушениям, — свыше 1%
Явно угрожающие	5	Вероятность столкновения с телом, оказавшимся на ближайшем расстоянии и способным вызвать катастрофу регионального масштаба, очень велика
	6	То же — с вероятными глобальными последствиями.
	7	То же — с неизбежными глобальными последствиями.
Столкновение неизбежно	8	Вероятность катастрофических локальных событий — одно в 50—1000 лет
	9	Вероятность катастрофических региональных событий — одно в 1000—100 000 лет
	10	Вероятность глобальной катастрофы (с изменением климата на планете) — не менее одного события в 100 000 лет

зиума в Турине, и она была названа по имени этого итальянского города.

Туринская шкала состоит из 10 пунктов, в соответствии с которыми астероиды и другие небесные тела классифицируются (с учетом их размера и скорости относительно нашей планеты) по степени опасности для Земли.

Как видно из таблицы, к нулевой категории отнесены те, о которых с уверенностью можно сказать, что они поверхности Земли не достигнут; к первой — те, что все же заслуживают внимательного слежения; ко второй, третьей и четвертой отнесены малые планеты, вызывающие оправданное беспокойство. В пятую—седьмую категории включены тела, явно угрожающие Земле, а объекты из последних трех несомненно столкнутся с нами, причем последствия могут быть локальными, региональными или глобальными.

Во всех категориях, кроме нулевой, возможно перемещение объекта из одной в другую — в зависимости от его поведения на орбите. Так, открытые весной 1998 г. и весной 1999 г. малые планеты сперва предполагалось отнести к первой категории, но дальнейшие наблюдения позволили уверенно переместить их в нулевую.

Проработав над таблицей четыре года, Бинзел привлек к ее составлению также социологов (специалистов по общественной психологии) и журналистов — популяризаторов науки, пишущих для солидных журналов и газет. Видный астроном К.Пилчер (K.Pilcher) счел Туринскую шкалу полезной для классификации и объяснения публике последствий, возникающих при подобных явлениях. Применять ее призвал и Т.Джерелс (T.Gehrels), который возглавляет один из международ-

ных проектов, посвященных поиску неизвестных околоземных небесных тел. В конце июля 1999 г. шкалу утвердил Международный астрономический союз. Science. 1999. V.285. №5427. P.655 (США). ■

Физика атмосферы. Климатология

Арктическая осцилляция — новый климатический фактор

Климатообразующая роль Эль-Ниньо — Южной осцилляции сейчас общепризнана. Аналогичное явление в Северном полушарии описывают метеорологи Д.Томпсон и Дж.Уоллес (D.Thompson, J.M.Walles). По их мнению, Арктическая осцилляция (АО) проявляется в том, что температура и атмосферное давление в высоких широтах Северного полушария

(включая географический полюс, южные районы Аляски и всю Центральную Европу) совершают циклические колебания. Когда АО вступает в положительную фазу, над полярной шапкой давление падает, а в районах вдоль 55°с.ш. поднимается, приводя к усилению западных ветров. В связи с этим штормы в океане смещаются к северу, принося, например, влагу в Скандинавию и на Аляску и лишая осадков Испанию и Калифорнию. Тепло вторгается в Евразию, в центральных районах европейской территории России учащаются оттепели.

По прошествии времени (иногда — нескольких недель, а иной раз и лет) АО переходит в отрицательную фазу — наступает период противоположных экстремальных погодных явлений, например повышенной влажности на Пиренейском п-ове и жестоких морозов в Московском регионе.

Исследователи считают, что АО представляет собой естественную атмосферную реакцию, способную усиливать мелкие возмущения и превращать их в крупномасштабные климатические сдвиги. Какие факторы здесь служат первопричиной, пока еще неясно. Так или иначе, колебания атмосферного давления явно подчиняются цикличности, прослеживаемой в течение десятилетий.

По мнению авторов гипотезы, АО включает и более мелкие колебания, которые тоже признаны климатообразующими факторами в Северной Атлантике; это, в частности, Северо-Атлантическая осцилляция (САО), проявляющаяся в постоянных колебаниях разности давлений между Исландией и Португалией, что на погоду Северной Атлантики влияет, а на северную акваторию Тихого океана — нет. Таким образом, САО, по-видимому, всего лишь региональное проявление АО. Томпсон и Уоллес полагают, что АО лучше объясняет характер северного климата, чем только САО. В пору, когда высотные ветры АО в тропосфере достигают значительной силы, они несут тепло океанического происхождения в глубь континентов,

умеряя морозы на севере Канады и Евразии, слабые же ветры, наоборот, позволяют материкам охлаждаться. На основе данных за 30 лет по зимним периодам можно сделать вывод, что переменные ветры АО отвечают в Евразии примерно за 42% температурных колебаний в этот сезон, тогда как САО несет ответственность лишь за 32%.

Реакция на эти утверждения среди специалистов была смешанной. Австралийский метеоролог Д.Кароли (D.Karoly) счел АО, действительно, хорошим объяснением изменчивости климатических условий. Аналогично мнение специалистов по математическому моделированию климата Нгар-Чен Лау и Б.Хоскинса (Ngar-Cheung Lau, B.Hoskins). Более сдержанное отношение проявили Дж.Херрелл и К.Дезер (J.Hurrell, C.Deser), полагающие, что АО и САО в основном — одно и то же явление, а Атлантика с Тихим океаном слишком мало связаны, чтобы изменчивость их погодных условий имела одни и те же корни.

Участвуя в дискуссии, Уоллес, в частности, заявил, что если нынешняя фазовая тенденция продлится, то через несколько десятилетий Северный Ледовитый океан может оказаться в летний период свободным от плавучих льдов. Оживленная дискуссия продолжается на страницах научных изданий.

Science. 1999. V.284. №5412. P.241 (США). ■

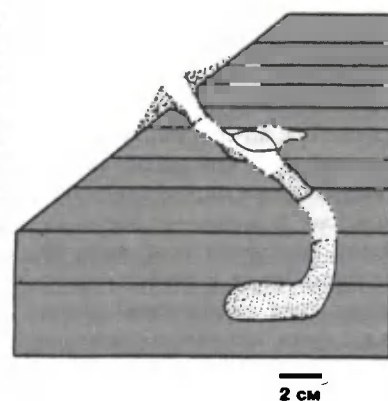
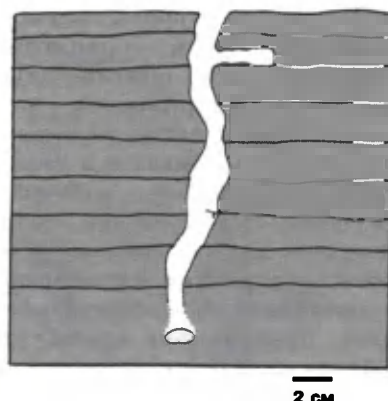
Трудный путь новорожденных ящериц из гнезда

Размножение яйцекладущих пресмыкающихся связано с преодолением многих трудностей. Один из наиболее сложных этапов этого процесса — выход молодки из гнезда на поверхность земли. Дело в том, что большинство пресмыкающихся откладывают яйца в специально вырытые ямки или норки в земле или песке. Глубина обычно небольшая, поскольку для развития эмбрионов необходимо тепло, проникающее от нагреваемой солнцем поверхности. Но, во-первых, за долгий период инкубации (обычно 1—3 мес) земля или песок над гнездовой камерой успевает сильно уплотниться, а, во-вторых, слой даже в несколько сантиметров может оказаться сложнейшим барьером для только что вылупившегося крошечного создания.

Оказалось, что сам процесс выхода свежес вылупившихся змеек, черепашек, ящериц почти не изучен; есть наблюдения только по таким крупным видам, как обыкновенная игуана (*Iguana iguana*) и морская черепаха-логгерхед (*Caretta caretta*). Чтобы как-то восполнить этот пробел,

¹ Elbing K. // Zeitschrift für Feldherpetologie. 1998. Bd.5. S.43—53.

Схема хода с боковым ответвлением для отдыха, вырытого новорожденной зеленой ящерицей.



немецкий исследователь К.Эльбинг из Бременского университета¹ со всей скрупулезностью проследил за вылуплением и выходом на поверхность молодой зеленой ящерицы (*Lacerta viridis*), распространенной в Европе.

Он соорудил специальный инкубатор, шуточно названный им "лацертотрон". Стеклопленочные стенки позволяли следить за вылуплением детенышей и их перемещением в слое субстрата, покрывающем кладку. Яйца (31 яйцо из трех кладок) находились в различных экспериментальных условиях: по одному и кучками, на разной глубине, под неодинаковым субстратом, под субстратом с ровной и с наклонной поверхностью.

Наблюдения показали, что путь новорожденных ящериц к свету нелегок. Он занимал от 30 до 299 ч (более 12 сут!), в течение которых крошечная ящерица упорно пробивала себе ход на поверхность. Детеныши рыли ход вертикально вверх, явно с отрицательным геотаксисом (движение от раздражителя). Выбившись из сил, они отдыхали. Причем для отдыха сооружали боковое ответвление от основного хода. Если поверхность "над головой" была наклонной, они каким-то образом определяли кратчайшее расстояние до нее. Границы различных слоев субстрата (например, земля—песок) или резкое изменение качества субстрата (плотный—рыхлый) не обескураживали ящериц и никак не влияли на их прямолинейное движение вверх. Если в гнездовой камере находилось несколько яиц, одновременно вылуплявшиеся детеныши могли копать ход совместно, что, конечно, позволяло экономить силы, но иногда это приводило к гибели собрата, оказывавшегося позади.

Вполне возможно, что столь тяжелая фаза жизненного пути пресмыкающихся послужила одной из причин того, что во многих эволюционных ветвях ящериц и змей появлялись живородящие формы.

О.Д.В.Семенов,

кандидат биологических наук
Москва ■

Какая ловчая сеть более экономична?

Пауки строят ловчую паутину из паутиных нитей разного сорта и разными способами. Известный арахнолог Б.Опелл проанализировал типы паутины с точки зрения экономии энергетических затрат¹.

Главное эволюционное преимущество пауков-сетестроителей возникло при переходе от нелипкой ловчей сети (крибеллятной) к липкой. Крибеллятная нить выделяется ситообразной пластинкой (крибеллюмом), которая представляет собой видоизмененные паутиные бородавки. Несмотря на специализацию, крибеллятные нити примитивны по сравнению с липкой паутиной. У большинства других пауков нить выделяют отдельные трубочки, расположенные на паутиных бородавках. Возникновение липкой паутины — это уже не морфологическое изменение, а функциональное: появляется новый тип желез и новый тип паутины.

Как принято говорить у арахнологов, "уловистость" крибеллятной сети достигается за счет множества очень тонких паутиных нитей, в которых запутывается жертва. Но из всех пауков с круговыми сетями около 95% видов строят липкие тенета и лишь 5% — крибеллятные. Опелл показал, что постройки из липких нитей достигают той же уловистости, что и крибеллятные, при гораздо меньших затратах. Более того, липкие капельки на нити состоят на 80% из воды, а крибеллятная сеть сконструирована полностью из белка. Очевидно, на производство белка паук тратит явно больше энергии, чем на выделение воды.

Многие высшие пауки вечером свою паутину поедают, чтобы с утра строить новую. Опелл выяснил, что 32% старой сети используется при постройке новой. Таким образом достигается высокая энергетическая выгода.

¹ Opell B. D. // Functional Ecology. 1998. V.12. №4. P.613—624.

Итак, липкая и перерабатываемая паутина "экономически" более выгодна, чем чисто белковая крибеллятная. Наверное, в большинстве случаев для эволюции действительно выгодно то, что экономично: ведь чем меньше сил тратишь на привычную работу, тем больше их остается на приобретение новых функций. Поначалу более энергос затратные, ибо еще не стабилизировались отбором, они затем становятся экономичными, и опять высвобождается энергия для реализации чего-то нового...

О.Михайлов К.Г.,

кандидат биологических наук
Москва ■

Амфипода — стервятник из пещерных озер

Рачки амфиподы (не совсем правильно называемые по-русски бокоплавами) — весьма обширная группа животных. Из 6 тыс. известных видов около 5 тыс. обитают в морях, остальные (преимущественно представители семейства *Gammaridae*) заселили пресные воды суши, многие проникли в подземные воды пещер. Однако и некоторые представители типично морских семейств иногда оказываются обитателями пресных вод. Например, в пресных ручьях о.Монерон (Татарский пролив) был обнаружен новый вид амфипод — *Stenomoera moneronensis* из семейства *Eusiridae* (включающего более 65 чисто морских родов)¹.

И вот совсем недавно в пресных водах пещер на о.Гаити (территория Доминиканской Республики) была обнаружена амфипода еще из одной морской группы — лизиданассид². Это одна из наиболее обширных групп морских амфипод, включающая несколько семейств. До сих пор в ней не были известны чисто пресноводные представители, хотя отдельные

¹ Лабай В.С. // Зоол. журн. 1997. Т.76. №6. С.754—758.

² Jaume D., Wagner H.P. // Contributions to Zoology. 1998. V.68. №1. P.37—66.

рачки из некоторых северных морских видов проникают иногда в устья сибирских рек³. На Гаити встречается не менее 15 видов пещерных амфипод, в том числе эндемичных. Однако вновь обнаруженная безглазая лизианассида (названная *Ottenwalderia kymbalion*) интересна тем, что, перейдя к жизни в столь нетипичном для этой группы биотопе, сохранила, кажется, характерный для лизианассид образ жизни.

Дело в том, что большинство морских лизианассид принадлежит к экологической группе придонных стервятников⁴: сотнями и тысячами собираются эти рачки к упавшим на дно трупам крупных животных, которые служат для них одним из основных или даже основным источником питания. Именно благодаря таким массовым скоплениям рачков их и можно добывать в больших количествах донными ловушками с приманкой. Эти же рачки легко проникают в планктон, что делает названную экологическую группу "базовой" в эволюционном пути заселения амфиподами пелагиали⁵.

Так вот, *O. kymbalion* сотнями набивались в ловушки, поставленные на дне пещерных озер Гаити; какое-то количество экземпляров было поймано маленькой планктонной сеткой, которую исследователи тянули вручную. Прямые наблюдения тоже подтвердили, что рачки активно плавают над дном, избегая контакта с субстратом. Подобное поведение весьма характерно для амфипод-стервятников, и можно предположить, что жизненная стратегия, которая привела лизианассид к процветанию в водах океана, оказалась вполне пригодной и для подземных озер.

О. Г. М. Виноградов,
кандидат биологических наук
Москва ■

Материнство развивает умственные способности

Для самок почти всех видов животных рождение и воспитание детенышей — ключевой момент жизни. У них появляется множество новых забот и обязанностей: надо обеспечить детенышей кормом, построить надежное гнездо для их безопасности. Все это требует активизации умственных способностей.

Американские ученые К. Кинсли и Л. Мадония с коллегами (С. Н. Kinsley, L. Madonia et al.) изучали поведение самок крыс Спрэг-Дули в восьмилучевом радиальном лабиринте, где они должны были отыскать приманку в конце каждого из восьми коридоров. При этом считалось ошибкой, если животное заходило в коридор, где оно уже побывало ранее. Среди крыс были как многократно рожавшие и выкармливавшие потомство, так и нерожавшие. Оказалось, что с первых дней рожавшие крысы делали значительно меньше ошибок, чем нерожавшие.

В другом эксперименте участвовали три группы крыс Лонг-Эванс: нерожавшие, рожавшие и крысы-воспитатели (выкармливающие чужих детенышей). Использовали сухой вариант водного лабиринта Морриса, в котором крыса должна отыскать пищевое подкрепление. В этом случае и рожавшим крысам, и воспитателям требовалось меньше времени для нахождения пищи, чем нерожавшим.

Повышение способности к обучению авторы связывают с влиянием стероидных гормонов. Показано, что в период подготовки к размножению гормоны эстрадиол и прогестерон вызывают увеличение количества апикальных дендритов у нейронов в гиппокампе. Это ведет к увеличению суммарной поверхности синапсов, что благоприятно для обучения и памяти (гиппокамп особенно важен для пространственной памяти). Во время беременности содержание стероидных гормонов еще более возрастает и увеличивается по-

верхность синапсов в медиальной преоптической области (часть коры головного мозга, связанная с материнским поведением). Таким образом, у беременных самок активированы обе структуры: медиальная преоптическая область непосредственно обеспечивает заботу о детенышах, а гиппокамп контролирует поведение, требующее пространственной ориентации, например поиск пищи, защита от врагов.

Рождение и воспитание потомства авторы рассматривают как ситуацию, приводящую к обогащению среды, в которой обитают самки. Детеныши дополнительно стимулируют самок при кормлении, облизывании, обнюхивании, чистке. Известно, что обогащение среды, в которой содержатся лабораторные животные, влияет на развитие мозга и поведение. Механизм тот же — увеличение количества дендритов и площади межнейронных контактов. По-видимому, сходным образом влияет и материнство. Самка и детеныши взаимно обогащают друг друга, что благоприятно сказывается на развитии их мозга и поведении.

Вероятно, не все женщины безоговорочно согласятся с таким выводом, поскольку в человеческой жизни все гораздо сложнее. Современная женщина имеет множество социальных ролей, материнство — далеко не единственная.

Nature. 1999. V.402. №6758. P.137 (Великобритания). ■

Этология

Успех — за голодными и молодыми самками гуппи

Ученые-этологи К. Лаланд и С. Ридер (K. Laland, S. Reader) попытались выяснить, что помогает рыбкам гуппи в поиске новых источников питания. Исследования проводились с лабораторной популяцией гуппи (*Poecilia reticulata*), состоящей из самцов и самок разного возраста. Часть рыбок содержалась на голодном пайке, другие были сытыми. В экспери-

³ Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. СПб, 1995. Т.2: Ракообразные.

⁴ Виноградов Г. М. Стервятники суши и моря // Природа. 1996. №6. С.48—53.

⁵ Он же. Пути экспансии морских рачков // Природа. 1995. №2. С.25—34.

менте рыбкам предлагалось найти корм в конце лабиринта.

Среди тех, кто быстро добрался до корма, две трети составляли голодные особи, что неудивительно. С другой стороны, три четверти успешно решивших задачу оказались самками. И наконец, быстрее обследовали лабиринт наиболее мелкие особи.

Экспериментаторы так объяснили полученные результаты. Голодные группы превосходят сытых активностью, поскольку у них сильнее пищевая мотивация: как известно, голод — стимулятор изобретательности. Высокая активность именно самок объясняется материнским инстинктом: группы — живородящие рыбы, самки постоянно беременны, и для вынашивания жизнеспособной молоди им требуется больше пищи. У самцов же преобладает другая мотивация — они в большей степени заняты поиском самок. Мелкие молодые особи подвижнее крупных и предпочитают не конкурировать с ними за обладание легко доступной пищей, а искать новые источники пропитания.

Те рыбки, которые быстро справлялись с поиском пищи в лабиринте, лучше решали и другие предложенные им задачи. Ученые заметили также, что некоторые менее успешные группы, по-видимому, способны подражать в поиске пищи своим более удачливым соплеменникам.

Авторы не переносят свои заключения на другие виды животных, а тем более на человека. Впрочем, поговорка "Толь на выдумки хитра" достаточно красноречива.

Animal Behavior. 1999. V.57. P.331 (США); Nature. 1999. №398. P.111 (Великобритания). ■

Охрана природы

Европейская система предупреждения лесных пожаров

Ежегодно в Европе от пожаров страдает 5000 км² лесов. В планетарном масштабе это небольшие потери, но для стран Старого Света, где древесина всегда была до-

рогостоящим материалом, они вполне ощутимы.

Леса бассейна Средиземного моря занимают небольшие площади и обычно соседствуют с жилыми массивами, поэтому здесь причиной пожаров чаще всего оказывается неосторожное обращение с огнем. Внедряемая сейчас в практику европейская автоматизированная система предупреждения и обнаружения лесных пожаров представляет собой сеть наземных терминалов, которые фиксируют первые признаки задымления в 10-километровом радиусе и передают сигнал в центральный пост местной пожарной службы. Ежедневно администрация района получает прогноз вероятности лесных пожаров, который основан на сведениях о топографии лесного массива, местных породах, метеоусловиях, доступности подхода пожарной техники к очагу возгорания. Эта система признана более эффективной, чем служба дозорных лесников.

Следует отметить, что для таких богатых лесами стран, как Канада или Россия, спутниковое слежение за возникновением очагов возгорания не дает точной их локализации и недостаточно оперативно.

La Recherche. 1999. №324. P.23 (Франция). ■

Экология

Как после извержения Кракатау возрождалась природа

27 августа 1883 г. произошло одно из самых трагических стихийных бедствий за всю историю человечества: взорвался вулкан Кракатау на одноименном острове в Зондском проливе, между Явой и Суматрой (ныне это территория Индонезии). Помимо тысяч человеческих жизней, унесенных и самим извержением, и волной цунами, были погублены фауна и флора острова, площадь которого в мгновение уменьшилась втрое. Все остатки растительной и животной жизни оказались погребенными под 60—80-метровым слоем пепла.

Биологи сразу поняли, какие исследовательские возможности предоставила им эта грандиозная катастрофа на изолированном клочке суши, к тому времени уже неплохо изученном зоологами и ботаниками. Они сумели проследить, как в течение ближайших нескольких лет на о.Кракатау восстановилось прибрежное растительное сообщество. Несколько медленнее эти процессы протекали в центральных районах острова. Первыми возродились травы и высшие споровые растения, папоротники. На то, чтобы здесь появились леса, понадобилось около 40 лет. Максимальное число видов флоры (более 300) было отмечено на острове в конце 80-х годов нашего столетия, но сегодня их стало несколько меньше — часть, очевидно, вымерла. Примерно такую же картину представляет восстановление животного царства. Число видов пернатых, достигнув 50, ныне снизилось до 30.

Наблюдениям на Кракатау большую часть своей жизни посвятил английский эколог Р.Дж.Уиттекер (R.J.Whittaker). Любопытно, что видные орнитологи Р.Х.Макартур и Э.О.Уилсон (R.MacArthur, E.O.Wilson) еще в 1967 г. утверждали, что птичье население острова достигло видового равновесного состояния к 30-м годам и в дальнейшем может только сократиться, несмотря на вероятное появление новых видов.

Хотя морские острова составляют лишь 3% земной поверхности, разнообразие видов там непропорционально велико, так что эти клочки суши действительно представляют собой важнейшую экологическую лабораторию для изучения эволюционных процессов, что отмечал еще Ч.Дарвин. Nature. 1999. V.398. №6726. P.387 (Великобритания). ■

Геология.

Организация науки

Федеральная целевая программа "Мировой океан"

21—27 ноября 1999 г. в Институте океанологии им.П.П.Ширшова

РАН проходила под руководством академика А.П.Лисицына XIII школы по морской геологии, участники которой были ознакомлены с новой Федеральной целевой программой (ФЦП). Этот обширный проект включает 10 подпрограмм; геологические исследования ведутся в рамках двух из них. Одна — «Исследования природы Мирового океана» — находится в ведомстве Министерства науки и технологий РФ и охватывает фундаментальные аспекты: проблемы климата и взаимодействия океана и атмосферы, анализ экосистем и биопродуктивности морей и океанов, исследование строения земной коры в связи с минеральными ресурсами, проблемы берегов, а также арктических, дальневосточных и внутренних морей. Другая программа, включающая практические (разведочные, горнодобывающие и т.п.) работы, поручена Министерству природных ресурсов РФ.

Фактически «Исследования природы Мирового океана» начались в соответствии с этой подпрограммой в 1999 г., и первый ее этап должен завершиться в 2002 г. О масштабах разрабатываемых работ говорит общее число проектов — 80; из них геологическую направленность имеют 33 (треть касается океанов, две трети относятся к морям и шельфам). Некоторые из уже достигнутых результатов и были представлены на XIII школе.

В общегеологическом плане дан первый в отечественной литературе синтез по тектонике, магматизму, металлогении и геодинамике Южной Атлантики, выявивший разрушение огромного Срединно-Атлантического хребта двумя другими, внедряющимися в него хребтами — со стороны Африки и со стороны Южной Америки. Их дальнейшее развитие может привести к кардинальной перестройке геодинамики и структурного плана обширной области Земли. Выполнено также монографическое обобщение по Центральной Атлантике, раскрывшее очень важные особенности разломов земной коры, вулканической деятельности и деформаций океанского дна, не фиксировавшиеся ранее.

Обе упомянутые работы выполнены в Геологическом институте РАН. Петролого-геохимические аспекты разрабатываются здесь совместно с Институтом геологии СО РАН, создавшим недавно специальную океанскую лабораторию.

Сотрудники ГЕОХИ ведут фундаментальные исследования в Западной Антарктике, где выявлено большое разнообразие структурных элементов дна, таких как рифты, спрединговые центры, погружившиеся континентальные плато, глубоководные равнины, микроконтиненты, что позволило высказать гипотезу о зарождении здесь будущего океана. Изучение пород мантии в Срединно-Атлантическом хребте между экватором и 80° с.ш. позволило установить, что одни из них связаны со спрединговой геодинамической обстановкой, а другие — с плюмовой, т.е. с глубинными вертикальными потоками материала.

Ряд институтов (ИГЕМ, ИОРАН, ВНИИОкеангеология, новосибирский Институт геологии) исследуют проблему океанского рудогенеза, при этом основное внимание обращено на металлогению гидротермальных построек, содержащих полиметаллические и иные богатые рудные скопления. Особые усилия направлены на изучение форм накопления в рудах благородных металлов. В особенности это относится к гидротермальному полю Логачева, открытому отечественными морскими геологами несколько лет назад. Речь идет о содержании и распределении золота, серебра и платины, а также ртути. Постоянная ассоциация золота и ртути позволяет предполагать их мантийный источник.

Сотрудниками Института океанологии РАН создан монографический труд, посвященный морской ледовой и айсберговой седиментации в Мировом океане.

Приоритет в области морской тематики получили тектоногеофизические и нефтегеологические проекты. В Институте литосферы окраинных и внутренних морей РАН завершено издание тектонической карты морей Кар-

ского и Лаптевых (масштаб 1:2,5 млн) с объяснительной запиской. Составлена тектоническая карта Охотского моря и прилегающих районов суши. Институт океанологии дал оценку перспектив нефтегазоносности Охотского моря.

По геолого-геофизическому изучению Дальневосточных морей активно работает Тихоокеанский океанологический институт, осуществивший две экспедиции в Охотское море. На склоне северо-восточной части Сахалина и на бортах впадины Дерюгина обнаружены новые места газовых выделений, подняты газогидраты. Во впадине Дерюгина на значительной площади выявлены холмы, сложенные чистыми пористыми баритами. В Курильской котловине обнаружена спрединговая система. Институт выполняет значительные картографические работы. Так, в рамках российско-китайского проекта составлена геологическая карта, охватывающая Берингово, Охотское и Японское моря (масштаб 1:5 млн). Создаются геологические карты Тихого океана.

В ГИНе обобщающие работы предприняты в связи с созданием атласа по геологии и полезным ископаемым шельфов России.

Все перечисленные проекты финансируются через Министерство науки и технологий. Беспочвенно вызывает, однако, крайне недостаточное количество морских экспедиций. Как правило, они осуществляются только в случае кооперации с зарубежными институтами, однако такие возможности ограничены. Фундаментальные же исследования требуют специализированных экспедиций. Но пока что света в конце тоннеля не видно.

© Академик

Ю.М.Пушаровский ■

Геотектоника

Африканский материк раскалывается

На протяжении сотен миллионов лет древние континенты — Пангея, Лавразия, Гондвана — разламывались на менее крупные уча-

стки суши, ставшие в конце концов теми материками, которые сегодня мы видим на карте мира. Эти процессы продолжаются и поныне, яркий пример тому — раскол Африканского континента вдоль Восточно-Африканского рифта, этой гигантской системы трещин земной коры, которая протянулась на юг на 4 тыс. км: от Джибути у южного входа в Красное море до Мозамбика у восточных берегов Индийского океана. Великие африканские озера — участки этого “шрама”, заполненные водой. О процессах растяжения земной коры свидетельствуют современный активный вулканизм и сейсмичность.

“Раскрытие” нового морского бассейна, совершающееся на наших глазах, изучают американские геотектонисты Дэджи Чу и Р.Гордон (Dezhi Chu, R.Gordon). Собрав и проанализировав количественные данные, они установили, что в северной части Восточно-Африканского рифта скорость раскалывания Черного континента достигает 6 мм/год. Это примерно половина скорости спрединга — растяжения дна океана — в некоторых, не слишком активных, его центрах.

В основе современной теории плитовой тектоники лежит представление, согласно которому литосфера мощностью от 50 до 200 км состоит из определенного числа крупных блоков, или плит. Движение любых двух из них друг относительно друга, в принципе, описывается правилами жесткого вращения вокруг неподвижной точки, именуемой полюсом Эйлера. Если рассматривать одну плиту как неподвижную, то перемещающаяся плита описывает в пространстве широтную кривую, представляющую собой малую окружность с полюсом Эйлера в центре, причем ее скорость должна составлять от 10 до 120 мм/год.

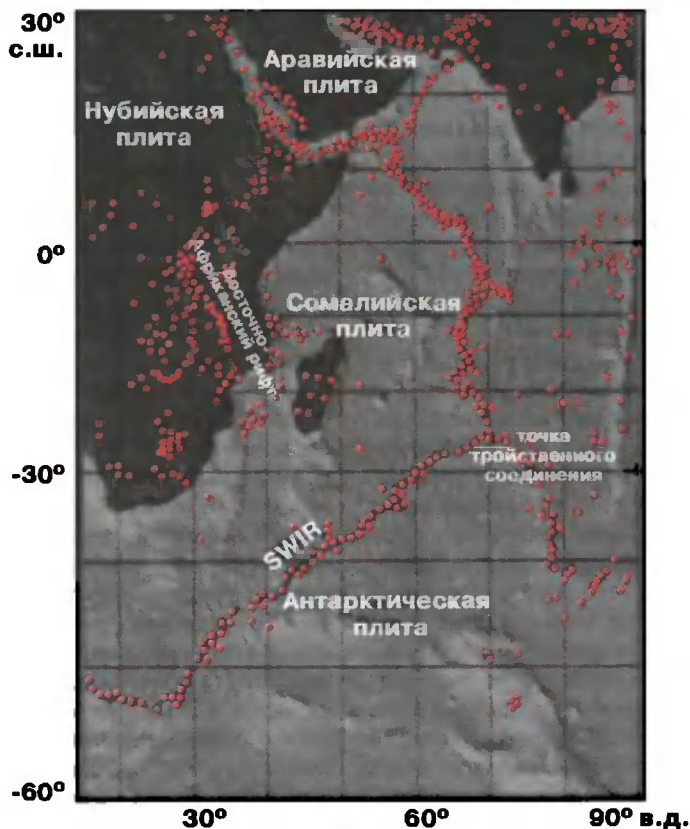
Ранее теория плитовой тектоники проверялась методами геологии — путем реконструкции континентальных окраин разных материков на основе изучения их конфигурации и характера распределения осадочных пород на дне океана. Положительные ре-

зультаты подкреплялись определением скоростей спрединга по магнитным аномалиям пород на морском дне. Теория выдержала проверку также и в ходе рассмотрения ориентации зон разлома земной коры в океане, которые залегают параллельно названным выше малым окружностям, и при исследовании относительных направлений смещения коры вдоль границ плит, которое определяется по местам многочисленных землетрясений.

Новая работа упомянутых геотектонистов дает убедительное доказательство того, что Африканская плита подразделяется на два отдельных блока — Нубийский (Западная Африка) и Сомалийский (Восточная). Блоки отличаются большой жесткостью, но при этом претерпевают разламывание вдоль Восточно-Африканского рифта; скорость процесса поддается прогнозированию.

На такой вывод уже указывали геологические свидетельства — наличие соответствующего пояса сейсмической активности и поразительная топографическая схожесть с тем, что наблюдается в пределах срединно-океанических хребтов, этой подводной горной системы со средней высотой 2 км и общей протяженностью около 60 тыс. км.

Однако столь же убедительных доказательств аналогичных процессов на территории Африки до сих пор не было. Именно этот пробел восполняют авторы, показав, что существуют систематические различия в скорости и направлении движений Африканской плиты относительно Антарктической вдоль Юго-Западного Индоокеанского подводного хребта. Ориентация зоны разлома в пределах этого хребта указывает на смещение Нубийского блока в направлении по часовой стрелке.



Сейсмичность дна Индийского океана и прилегающей суши. Красные точки показывают локализацию землетрясений (за период 1975–1995 гг.), которые, как видно, тяготеют к границам тектонических плит.

Скорость спрединга с Сомалийской стороны невелика по сравнению с тем, что следовало ожидать, если бы Африка представляла собой единую жесткую плиту.

Все это дает специалистам прямые доказательства развода восточной и западной частей Африки. Движущим механизмом этого процесса может служить существующий на протяжении последних 40 млн лет под северо-востоком Африки мощный плюм — вздымающийся вверх столб расплавленной породы, который и дает необходимую для раздвижения плит энергию. В последний период воздействие плюма на кору, по-видимому, усилилось и скорость раздвижения плит возросла. Если ничто данный процесс не изменит, то примерно через 10 млн лет северная часть этого региона превратится в подобие нынешнего Красного моря.

Nature. 1999. V.398. №6722. P.21, 64 (Великобритания). ■

Сейсмология

Сейсмические события марта—апреля 1999 г.

Значительной сейсмической активностью отличались в 1999 г. март и апрель: сильные и разрушительные землетрясения произошли в самых различных точках планеты.

4 марта толчок магнитудой более 6.5 по шкале Рихтера разрушил свыше 500 домов в южном Иране (район Кермана); погиб один человек, множество ранено. Очаг залегал неглубоко, и землетрясение сильно ощущалось во многих городах провинции Керман.

В тот же день в море Сулавеси, между о-вами Калимантан и Минданао, был зарегистрирован толчок магнитудой 7.5. К счастью, моретрясение не вызвало волны цунами, но повреждения все же отмечались в западной части Минданао. Сейсмологи указывают, что причиной этого события может быть вулкан, расположенный в 100 км от эпицентра.

8 марта жители Петропавловска-Камчатского ощутили сотря-

сение магнитудой 6.9, распространившееся на 160 км вдоль тихоокеанского побережья. Эпицентр зарегистрирован в 170 км к юго-востоку от вулкана Жупановский. Жертв и разрушений не было.

20 марта землетрясение ($M = 6.8$) произошло на Андреяновских о-вах (Алеутский архипелаг). Эпицентр расположен в 40 км от вулкана Боброва, между овами Канага и Горелый. Серьезных последствий не отмечено.

На индийско-китайской границе (30.6°с.ш. , 79.4°в.д.) в результате землетрясения магнитудой 6.4 погибли 90 и были ранены 300 человек. Эпицентр находился на смежной с Китаем территории Индии, но толчки ощущались даже на севере Центральной Индии и в Непале.

3 апреля от землетрясения магнитудой 6.8 пострадал г.Арекипа на тихоокеанском побережье Перу. Эпицентр находился на расстоянии 102 км в открытом море. Погиб один человек, ранено около 70, повреждено более 300 жилищ. Толчки зафиксированы также на территории Чили и в столице Перу г.Лима; вызванные ими оползни перекрыли знаменитое Пан-Американское шоссе.

Двое суток спустя мощное землетрясение ($M = 7.4$) случилось рядом с о.Новая Британия (территория Папуа—Новой Гвинеи). Сильные толчки отмечались даже в столице государства г.Порт-Морсби, хотя расстояние от эпицентра превышало 500 км. Жертв и серьезных разрушений не было. Событие может быть связано с активностью вулкана Паго на севере Новой Британии.

Землетрясение с глубоко залегающим (563 км) очагом случилось 8 апреля вблизи российско-китайской границы (43.6°с.ш. , 130.4°в.д.), между Владивостоком и Канджи. При магнитуде в очаге 7.1 оно ощущалось в Хабаровске, Комсомольске-на-Амуре, в провинциях на северо-востоке Китая, а в Японии — на юге о.Хоккайдо, на севере о.Хонсю и в Токио. Источником события, по-видимому, был вулкан Байтушан на границе КНР и Северной Кореи. О несчастных случаях и разрушениях сообщений не поступало.

Два сильных землетрясения произошли в юго-западной части Тихого океана. Первое (13 апреля, $M = 6.8$) отмечалось в районе архипелага Фиджи, а другое (неделю спустя, $M = 6.5$) — у о-вов Кермадек. Эпицентр последнего располагался в 150 км от подводного вулкана Кертис. В обоих случаях серьезных последствий не было.

Наконец, 22 апреля в ЮАР зафиксировано землетрясение ($M = 5.6$) с мелкозалегающим очагом. Погибли два шахтера, находившиеся под землей; поврежден ряд зданий, в г.Уэлком нарушено электроснабжение.

Smithsonian Institution Bulletin of the Global Volcanism Network. 1999. V.24. №3, 4. P.12, 15. ■

Вулканология

Ураган спровоцировал вулканические выбросы

Самым молодым из вулканов на территории Сальвадора считается Исалько (1950 м над ур.м.), проявивший себя лишь в 1770 г. Эта огнедышащая гора возникла на южном склоне другого, более старого вулкана Санта-Ана, и с тех пор здесь часто происходят извержения стромболианского типа (по названию итальянского вулкана Стромболи): ритмично повторяющиеся выбросы довольно жидкой лавы сопровождаются очень ярким ее свечением и сильными звуковыми эффектами. Благодаря такому свечению, хорошо видимому с моря и помогающему ориентироваться, Исалько получил прозвище Тихоокеанский маяк.

За два столетия, прежде чем "задремать" в 1966 г., изверженные породы Исалько образовали над окружающей местностью гору высотой 650 м. Спокойствие вулкана длилось 33 года. И вот в феврале 1999 г. 250-метровый вершинный кратер тяжело задыхал густым белым паром. Особенно активизировалась расселина с северной стороны кратерного дна, вскрылось множество новых fumarол и на других склонах.

Первые признаки оживления Исалько последовали вскоре после того, как над Центральной

Америкой пронесся ураган Митч, оставивший страшные разрушения и унесший множество жизней. Специалисты считают, что из-за проливных дождей, сопровождавших ураган, еще не остывшая к тому времени почва на склонах и вершине дремавшего вулкана впитала большое количество влаги. Просочившись под землю, она вступила во взаимодействие с раскаленными породами, начала бурно испаряться, струями вырываясь сквозь расщелины. Вот почему большую часть газообразных выбросов составлял пар.

Наблюдения за активностью Исалько ведут научные сотрудники Центра геотехнических исследований в Сан-Сальвадоре и Смитсоновского института (Вашингтон, США).

Smithsonian Institution Bulletin of the Global Volcanism Network. 1999. V.24. №2. P.5 (США). ■

Палеонтология

Найден полный скелет горгонопса

Палеонтологам Южно-Африканского музея и Вашингтонского университета впервые удалось найти полностью сохранившийся скелет хищного ящера из группы горгонопов, вымерших 250 млн лет назад.

Скелет этой звероподобной рептилии был обнаружен в поверхностных породах южноафриканского высокогорного (~2 км над ур.м.) плато Карру. Исследование костей ископаемого животного позволит получить новые материалы по анатомии горгонопов, в частности выяснить, каким образом были расположены у них ноги: как у млекопитающих, под туловищем, или же, как у рептилий, вывернуты наружу.

Горгонопы были крупнейшими хищниками позднего палеозоя, длина их тела превышала 3.2 м. По заключению П.Уорда (P.Ward), зубы достигали в высоту 12 см. Несмотря на то, что горгонопы отдаленно напоминали млекопитающих, их глаза, как у ящериц, были расположены по периферии черепа.

Поскольку скелет горгонопа найден в позднеспермских отложениях, видимо, открывается новая возможность установить причины вымирания животных на границе перми и триаса.

Geotimes. 1999. V.44. №3. P.13 (США). ■

Антропология

Мумии инкских детей

Группа альпинистов во главе с И.Рейнхардом (J.Reinhard), восходя в марте 1999 г. на один из вулканов Аргентины, подобрала вырезанную из морской раковины фигурку ламы. Тщательно обследовав верхние склоны горы, они обнаружили на самой вершине вулкана мумии трех индейских детей. Их замороженные в ледник тела имели поразительную сохранность.

Находкой занялись сотрудники Американского католического университета под руководством видного антрополога, специалиста по доколумбовым культурам Южной Америки Аниты Кук (A.Cook). Они установили, что дети принадлежали к инкам и были принесены жрецами в жертву богам около 500 лет назад (испанские конкистадоры появились в этих местах в 1532 г.).

Мумии выглядели так, будто со дня смерти прошло несколько недель (на руках заметны даже мелкие волоски). Точные обстоятельства их гибели неясны. Во всяком случае, они не были задушены или забиты палками, как иногда предусматривалось инкскими ритуалами жертвоприношения. Предполагают, что их затащили на гору и закопали живьем, что также встречалось в захоронениях инков.

По данным рентгеноскопии, внутренние органы жертв — в полном порядке, что, возможно, позволит судить о диете и болезнях их предков.

Биолог Д.Хант (D.Hunt) указывает, однако, что обезвоживание организма в сухой атмосфере ледника приводит к разрушению клеток, вследствие чего после введения в тело влаги такие клетки вряд ли смогут служить для исследовательских целей. Если в организме

сохранились эритроциты, можно все же попытаться найти генетические связи древних инков с современным населением этой (или иной) области, а также обнаружить безвредные вирусы и бактерии, от которых страдали древние.

Вместе с мумиями найдены обрывки крашеного текстиля, мокасины, глиняные сосуды с остатками пищи, фигурки, изготовленные из серебра, раковин и золота. Очень важно, что место захоронения детей было полностью изолировано от людей и животных и никакого загрязнения находки произойти не могло.

Все обнаруженные материалы хранятся в холодильных камерах Университета провинции Сальта (Аргентина): их изучение еще только начинается.

Science. 1999. V.284. №5413. P.427 (США). ■

Археология

Великая Африканская стена

Совместная англо-нигерийская археологическая экспедиция, работавшая под руководством П.Дарлинга (P.Darling) в Нигерии, открыла на юге страны высокую мощную стену, протянувшуюся на 160 км. Это — крупнейшее рукотворное сооружение в Древней Африке (отдельные ее фрагменты достигают 20-метровой высоты).

Стена была воздвигнута более 1000 лет назад для защиты существовавшего на территории современной Нигерии королевства Йоруба. Европейцам об этой стене было известно еще в XVI в. от одного португальского мореплавателя, но позднее и о его сообщении, и о самой стене забыли.

Заросшие деревьями ее развалины тянутся почти по соседству с дорогой, ведущей от г.Ере в г.Иджебу-Оде, который расположен к северо-востоку от Лагоса — столицы Нигерии. Изучая остатки стены уже более пяти лет, Дарлинг надеется, что этот археологический памятник будет включен в список "Мирового наследия", утверждаемый ЮНЕСКО.

Sciences et Avenir. 1999. №630. P.18 (Франция). ■

Одна судьба из многих тысяч

В.П.Борисов,
кандидат технических наук
Институт истории естествознания и техники
им.С.И.Вавилова РАН
Москва



В.А.Урвалов.
Твой сын, Петербург

Под ред. Н.Н.Курицыной.
СПб.: НТОРЭС им.А.С.Попова,
1997. 112 с.

По жанру эта книга относится к научно-биографической литературе. У ее автора — известного историка радиоэлектроники Виктора Александровича Урвалова — большой опыт работы в этом жанре. Принадлежащие его перу биографии Б.Л.Розинга, Б.П.Грабовского, Л.А.Кубецкого и др. вошли в летопись отечественной техники и стали данью памяти ее творцам, зачастую незадолго забытым. Новая биографическая работа, на наш взгляд, наиболее удачная.

В наше время читателя, уставшего от потока разоблачительных материалов, трудно задеть за живое чем-то новым. Порог чувствительности, если не исчез, то сильно сдвинулся.

Рассказывая о трагической судьбе замечательного человека и ученого Александра Павловича Константинова (1895—1937), Урвалов сумел найти то сочетание документов и авторских комментариев к ним, которое лучше всего убеждает современного читателя. И он поведал о том, что чувствовал и переживал красивый, эмоциональный, талантливый человек, лучшие годы которого прошли в России 20—30-х годов.

*Есть люди, о которых мы
Пока сказаний не сложили.
Они для нас на свете жили,
Для нас горели их умы.*

Алдан-Семенов

В 1923 г. он написал стихи в альбом Л.М.Лебедевой, своей будущей жены.

Вчерашний день в твоём окошке
Узорный шарфик не мелькал,
Твой Джек не лаял на дорожке
И у калитки не встречал.
Он где-то там, в углу дивана
Скулил в безвыходной тоске.
Все было пусто так и странно
В твоём уютном уголке.
Склонившись с вазы, утомленно
Смотрелся в зеркало жасмин;
Грустили яркие пионы.
Я ждал тебя... я был один.
Мне грезились твои забавы
В кругу чужих далеких лиц,
Твой звонкий смех и
взгляд лукавый
Из-под опущенных ресниц.
И с восхищением невольным.
Другой ловил твой светлый
взор...

Приведем два документа из книги Урвалова:

"В 1930 году вне плана занимался телевидением, в результате чего была разработана и изложена в заявке №80975 от 1930 г. система дальновидения с накоплением зарядов (а.с. №39830) — идея, позднее и независимо опубликованная В.К.Зворыкиным в США".

(Из автобиографии Константинова).

“СПРАВКА НА АРЕСТ.

“УТВЕРЖДАЮ”

Начальник СПО УГР

Майор безопасности Лупекин

29 октября 1936 г.

По показаниям арестованного, участника контрреволюционной фашистской организации Г., Александр Павлович Константинов является активным участником данной организации.

Константинов враждебно относится к Советской власти, является сторонником фашизма и свои фашистские взгляды пропагандирует в окружающей среде.

Константинов является сторонником террористических методов борьбы с Советской властью и входил в состав террористической группы данной организации.

Обвиняемый Г. по этому вопросу показал: “С. принял наше предложение изготовить самовзрывные снаряды, при этом заявив, что оболочку снаряда он будет готовить совместно с инженером Константиновым, у которого для этого есть соответствующие условия в его мастерской, помещающейся в Ленинградском электрофизическом институте”.

Константинов имеет связь с родственниками, проживающими за границей и являющимися невозвращенцами.

Санкция на арест имеется. Оперуполномоченный 5-го отделения милиции, мл. лейтенант

Лупандин”.

Что можно добавить к этим документам?

Находившийся в расцвете творческих сил Константинов действительно был автором изобретения — передающего телевизионного устройства с использованием многоячейстого фотокатода

¹ Имеется в виду фундаментальная работа В.К.Зворыкина по созданию иконоскопа (передающей трубки), ставшая основой для развития электронного телевидения.

и коммутации ячеек электронным лучом. Спустя два года схожая по принципу действия передающая трубка “русского американца” Зворыкина была принята за основу при разработке нового средства массовой информации — электронного телевидения.

Мы далеки от того, чтобы, отталкиваясь от этого факта, объявить Константинова истинным изобретателем современного телевидения. В начале 30-х идея электронного телевидения, что называется, витала в воздухе, и среди более чем десятка авторов изобретений пальма первенства, на наш взгляд, должна принадлежать Зворыкину, научно-инженерное детище которого нашло применение в массовом производстве телевизионной аппаратуры.

Сам Константинов в 1933 г. с присущей ему объективностью и скромностью, признал, что та же, что и у него, изобретательская идея реализована “неизмеримо изящнее и практичнее у д-ра Зворыкина”².

В 1935 г. Константинов вместе с возглавляемым им коллективом приступил к разработке более совершенной телевизионной аппаратуры в Ленинградском НИИ телевидения. Возможно, талантливый исследователь ждал на этом пути большой успех. Может быть, Александру Павловичу суждено было стать признанным авторитетом в отечественной науке, таким же, например, как его младший брат Борис Павлович³. Увы, в 1936 году в судьбе Константинова произошел крутой поворот, о чем свидетельствует второй из

² Подобной объективности зачастую недостает авторам, пишущим об истории радиоэлектроники. В результате на страницах отечественной печати “отцами телевидения” объявлялись Б.Л.Розинг, Б.П.Грабовский, С.И.Катаев, а в США, помимо В.К.Зворыкина, — Ф.Т.Фарнсворт, Д.А.Сарнов и т.д.

процитированных выше документов.

В книге Урвалова приводятся следственные документы по делу Константинова и других “участников контрреволюционной фашистской организации”. Не желая бросать тень на ни в чем не повинных людей, автор книги не называет их имен. Нелепые измышления и самонаговоры, на которые были вынуждены пойти обвиняемые, рождались в условиях абсурдных обвинений, морального и физического давления. Нельзя осуждать этих людей, руководствуясь обычной логикой, как нельзя искать смысл в творившемся беззаконии.

Вполне возможно, что аресту Константинова способствовали привлечшие внимание чекистов обстоятельства: предстоящая поездка ученого в Америку, где у него жила сестра, и “нечистое” классовое происхождение (отец Александра Павловича до революции выбился из крестьян в подрядчики). Сопоставив эти факты, можно сделать вывод, что Александру Павловичу трагически не повезло. Такой вывод можно сделать, если постараться забыть историю развития нашего общества. Забыть, например, о том, что еще в 1920 г. в брошюре Н.И.Бухарина “Экономика переходного периода” большая часть интеллигенции — инженеры, врачи, профессора, адвокаты — отнесена к врагам рабочего класса. Для выработки “коммунистического человечества” из этого материала прошлой эпохи предлагался широкий круг мер — от трудовой повинности до расстрелов. Теорети-

³ Константинов Борис Павлович (1910—1969), физик, академик, вице-президент АН СССР, Герой Социалистического Труда. Работы по теоретической и прикладной акустике, астрофизике, диагностике плазмы и др. Государственная премия СССР (1953), Ленинская премия (1958).

ческие разработки руководителей новой власти очень скоро нашли практическое воплощение в организации политических и судебных процессов, как правило, полностью фальсифицированных. Уже в сентябре 1921 г. в числе 61 расстрелянного врага Советской власти оказались профессор химии Петроградского технологического института М.М.Тихвинский, профессор географии Петроградского университета В.Н.Таганцев и другие инженеры и ученые. К концу 20 — началу 30-х кампании преследования “буржуазных специалистов-вредителей” получила организованный характер.

“Старое инженерство, — говорилось в брошюре, изданной в дни проведения Шахтинского процесса (1928), — следует безусловно считать

контрреволюционным на 90—95%”. В соответствии с этим тезисом в одном только 1931 г. по линии ОГПУ было осуждено 39 828 человек, среди которых 85 профессоров, 1152 инженера и техника, 249 экономистов, 310 агрономов и 666 служащих.

Арест Константинова произошел в период, когда репрессии стали массовыми и следователям НКВД удавалось “вскрывать и ликвидировать” по несколько “шпионских террористических и диверсионно-вредительских групп” на одном предприятии (так было, например, на авиационном заводе №28). Решением военной коллегии Верховного Суда СССР от 25 мая 1937 г. Константинов был приговорен к расстрелу. На следующий день (26 мая 1937 г.) приговор был приведен в исполнение. Жена Кон-

стантинова Людмила Михайловна как член семьи изменника родины была приговорена к восьми годам заключения, семь из которых провела на Колыме. Их малолетние дочери были отправлены вместе с бабушкой по материнской линии в ссылку в поселок Ак-Булак Оренбургской области.

Константинов был по-смертно реабилитирован за отсутствием состава преступления 15 сентября 1956 г. В энциклопедических справочниках датой смерти Константинова до сих пор значится 1945-й: всесильные органы “продлили” ему, как и многим другим известным людям, официальные рамки биографии, чтобы не очень высвечивать 1937—1938 гг. Если бы так же, росчерком пера, можно было продлить их жизнь! ■

Астрономия

АСТРОНОМИЯ С ПАТРИКОМ МУРОМ / Пер. с англ. К. Савельева. М.: ФАИР-ПРЕСС, 1999. 368 с. (Грандиозный мир)

Со времен глубочайшей древности небо привлекало внимание людей. Изучение закономерностей движения Солнца, Луны, планет дало человечеству математику, механику, физику...

Патрик Мур, известный популяризатор астрономии, посвятил этой науке всю жизнь. Он — владелец обсерватории в Сассексе (Великобритания). Его передача “Ночное небо” не сходит с экранов телеканала Би-би-си уже 42 года. У него есть и еще один удивительный талант — доступно рассказывать и о простейших навыках, необходимых для изучения звездного неба, и о самых последних открытиях, сделанных астрофизиками в наши дни. А главное, читая книгу, сразу понимаешь,

что написана она человеком, по-настоящему влюбленным в небо. Эффект удивителен — появляется желание увидеть все самому.

Книга дает полное представление о современной астрономической картине мира.

Москвоведение

ПРИРОДА МОСКВЫ / Отв. ред. Л.П.Рысин. М.: Биоинформсервис, 1998. 256 с.

Москва — один из крупнейших городов мира, имеющий 850-летнюю историю. Растет территория города, быстрыми темпами увеличивается население. И тем не менее даже в условиях этого огромного мегаполиса сохраняются массивы зеленых насаждений, еще незастроенные территории с лугами, болотами, где обитают сотни видов растений и животных.

Книга, на которую мы обращаем внимание читателя, есть

своего рода дополнение к тем кратким сведениям о природе нашего города, которые содержатся в учебниках по москвоведению. В столице существует множество учреждений, сотрудники которых в течение многих лет изучают природу Москвы и к настоящему времени собрали богатейший фактический материал.

В конце 1997 г. в Московском обществе испытателей природы под руководством члена-корреспондента РАН В.Н.Тихомирова прошло совещание, где было сделано около 20 научных сообщений о природе Москвы, и решено издать их в виде сборника.

Аналогичный труд был издан 50 лет назад, когда Москва отмечала свое 800-летие. Но опубликованная тогда книга “Природа города Москвы и Подмосковья” давно стала библиографической редкостью.

Средства на публикацию настоящего сборника выделил Московский комитет по науке и тех-

нологиям. Авторами стали сотрудники институтов Российской академии наук, Московского государственного университета им. М.В.Ломоносова, Всероссийского института охраны природы и ряда других учреждений. В дни, когда работа над книгой подходила к концу, умер Вадим Николаевич Тихомиров. Книга завершается кратким словом о нем.

Надеемся, что она принесет пользу не только специалистам, но и всем любителям природы.

Природопользование

Р.Д.Колесникова, Ю.Г.Тагильцев. ЭФИРНЫЕ МАСЛА ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫХ ХВОЙНЫХ РАСТЕНИЙ. Хабаровск: ТРИНА, 1999. 228 с.

Один из путей комплексного рационального природопользования — переработка отходов хвойных пород для получения эфирных масел (ЭМ) и целого ряда других продуктов. ЭМ — это уникальная группа природных биологически активных веществ, продуцируемых растениями и частично выделяемых ими в окружающую среду. Большой интерес представляет изучение ЭМ зелени растущих деревьев. ЭМ обладают высокими бактерицидными свойствами и играют важную роль в очищении воздуха от болезнетворных микроорганизмов. Некоторые масла, такие как розовое, лавандовое, мятное, издавна используются человеком. Другие остаются пока в резерве из-за слабой их изученности, к ним можно отнести и масла хвойных растений.

В книге обобщены результаты исследований химического состава масел основных хвойных растений Дальнего Востока: сосны, лиственницы, ели, пихты, кедрового стланика, можжевельника. Для сравнения приводятся данные по ЭМ некоторых хвойных, произрастающих в европейской части, а также растений, интродуцированных на территории России. Рассмотрены био-

логические и таксономические особенности ЭМ, возможности их использования для практических целей.

Охрана природы

ЗАПОВЕДНИКИ И НАЦИОНАЛЬНЫЕ ПАРКИ РОССИИ / Сост. Н.М.Забелина, Л.С.Исаева-Петрова, Л.В.Кулешова. М.: ЛОГАТА, 1998. 160 с.

Государственные природные заповедники и национальные парки образуют основу особо охраняемых природных территорий (ООПТ) России.

В настоящее время туда входят 99 заповедников и 33 национальных парка, доля которых в общей площади страны составляет около 2%. Заповедники — традиционная для нашей страны форма территориальной охраны природы; практика организации национальных парков заимствована из-за рубежа. Термин “заповедник” унаследован от издавна охранявшихся местным населением рощ и лесов, рек и озер, что определялось уставами монастырей, царскими указами, укладом сельских общин. Часть заповедников возникла там, где в прошлом проходили оборонительные рубежи отдельных княжеств, на бывших монастырских землях и в местах царских охот.

Главное отличие российских заповедников от ООПТ других стран в том, что они имеют в своем составе научные отделы и образуют сеть научно-исследовательских учреждений, системно размещенных на всей территории страны.

В справочнике представлены восемь регионов России: Северный, Центральный, Южный, Западная и Восточная Сибирь, Поволжье, Урал, Дальний Восток. В каждом из них есть заповедники (Дарвинский, Кандалакшский, Тебердинский, Алтайский) и национальные парки (Валдайский, Кенозерский, Сочинский, Таганай).

Издание осуществлено коллективом авторов. Очерки по запо-

ведникам написали составители книги, по регионам — Ф.Р.Штильмарк. Каждый регион снабжен картой, а также общей характеристикой с описанием флоры и фауны. Внутри — подробная информация по каждому объекту.

Книга подготовлена и издана на средства Федерального экологического фонда России. Права на ее распространение ограничены. По вопросам приобретения обращайтесь в фонд.

Зоология

В.А.Нестеренко. НАСЕКОМОЯДНЫЕ ЮГА ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА И ИХ СООБЩЕСТВА. Владивосток: Дальнаука, 1999. 173 с.

Материалы, положенные в основу книги, представляют результат многолетнего изучения насекомоядных млекопитающих (ежей, кротов, землероек и пр.) юга Дальнего Востока России, являющегося районом максимального для Палеарктики видового богатства этой группы животных.

В бассейне р.Амур проводили исследования такие российские натуралисты, как П.С.Паллас, А.Ф.Миддендорф, Н.М.Пржевальский, Н.Ф.Кашенко и др. Привезенные ими коллекции позволили составить общее представление о дальневосточной фауне в целом и насекомоядных, в частности.

Автор с 1987 г. изучает насекомоядных, работал в заповедниках “Уссурийском” и “Кедровой пади”. Материал книги изложен в форме эколого-фаунистической сводки, главная цель которой — обобщение и пополнение данных по насекомоядным млекопитающим региона за последние 15 лет.

Энтомология

А.Г.Татаринев, М.М.Долгин. БУЛАВОУСЫЕ ЧЕШУЕКРЫЛЫЕ. СПб.: Наука, 1999. 183 с.

Булавоусые, или дневные чешуекрылые, — одна из наиболее

изученных в фаунистическом отношении группа насекомых.

Первые отрывочные сведения о дневных чешукрылых бабочках европейского северо-востока России относятся к началу XX в. В 1925 г. Н.Я.Кузнецов на основании материалов экспедиции Русского географического общества опубликовал работу о восточных и американских элементах в лепидоптерофауне европейского Севера России.

Долгое время в фондах Республиканского краеведческого музея Коми хранилась энтомологическая коллекция, собранная в 1909—1919 гг. М.М.Ляпуновым и содержащая около 150 видов бабочек. К сожалению, она безвозвратно утеряна.

Целенаправленное изучение этой группы насекомых началось в конце 40-х годов. Основная заслуга принадлежит директору Музея природы Земли г.Ухты К.Ф.Седых. Большая часть книги составлена по типу видовых очерков, включает русское и латинское названия вида (всего 121) с указанием синонимов, местообитания голотипа, численности, сведений о распространении в регионе.

Геофизика. Радиоэкология

Л.Дж.Апплби, Л.Девелл, Ю.К.Мигира и др. ПУТИ МИГРАЦИИ ИСКУССТВЕННЫХ РАДИОНУКЛИДОВ В ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ: РАДИОЭКОЛОГИЯ ПОСЛЕ ЧЕРНОВЫЛЯ / Под ред. Ф.Уорнера и Р.Харрисона. М.: Мир, 1999. 512 с.

Глобальная по своим масштабам и последствиям авария на Чернобыльской АЭС в 1986 г. стала суровым предостережением человечеству и показала необходимость ответственного обращения с любыми потенциально опасными технологиями, особенно использующими ядерную энергию.

Книга написана международным коллективом специали-

стов в области ядерной физики и энергетики. В ней рассмотрены геофизические и радиобиологические последствия крупнейших ядерных аварий мира, произошедших в Великобритании, США, бывшем СССР, Франции. При этом значительное внимание уделено оценке ситуации вокруг Чернобыля. Обобщена информация о последствиях аварийных падений американского и советского космических спутников с ядерными энергетическими установками. Рассмотрены источники и главные свойства основных радионуклидов в окружающей среде.

История науки

ЯВЛЕНИЕ ЧРЕЗВЫЧАЙНОЕ: КНИГА О КОЛМОГОРОВЕ / Сост. Н.Х.Розов; Под общ. ред. В.М.Тихомирова. М.: Фазис. Миронос, 1999. 256 с.

Я жил, всегда руководствуясь тем тезисом, что истина — благо, что наш долг — ее находить и отстаивать...
А.Н.Колмогоров

Андрей Николаевич Колмогоров (1903—1987) известен прежде всего как ученый, математик. Чаще всего его имя связывают с теорией вероятностей. Он внес вклад в теорию функций, математическую логику, топологию, теорию приближений и теорию информации, математическую статистику. Он занимался механикой, физикой, геофизикой, теорией стрельбы, информатикой и кибернетикой, а также проблемами биологии, философии и истории. Он был деканом механико-математического факультета МГУ им. М.В.Ломоносова и там же — директором Института математики, президентом Московского математического общества. Андрей Николаевич был неустойчивым подвижником просвещения. Почти треть жизни он посвятил проблемам воспитания молодого поколения, реформе школьного математического об-

разования. Он — один из создателей физико-математического журнала для юношества “Квант”, активный член редакционной коллегии в журнале для учителей “Математика в школе”.

Сборник состоит из четырех разделов. В первый вошли статьи и воспоминания о Колмогорове, написанные его учениками. Здесь же помещен очерк о двух путешествиях ученого на судне “Дмитрий Менделеев” (1969 и 1971). Второй раздел посвящен педагогической деятельности Колмогорова. В третьем собраны фактически все (по крайней мере известные) интервью, которые Андрей Николаевич дал за свою долгую жизнь. Увы, их только три. В последний раздел включены интересные документы, составленные самим Колмогоровым (например, научный отчет по итогам рейса 1971 г.): они характеризуют ученого с неожиданной стороны.

А.И.Галкин. ИВАН НИКОЛАЕВИЧ СТРИЖОВ. М.: Академия горных наук, 1999. 247 с.

Иван Николаевич Стрижов (1872—1953) — один из основоположников геологии нефти и газа, основатель газовой промышленности России, автор почти двухсот научных трудов и ряда изобретений, первооткрыватель Новогрозненского (Октябрьского) и других месторождений на Кавказе, Ярегского в Прикамье. Одним из первых он высоко оценил перспективы нефтегазоносности Урало-Поволжья и Западной Сибири, настойчиво призывал вести поиски месторождений в этих регионах.

В связи с фальсификацией по делу Промпартии в 1929 г. был арестован, в 1931 г. осужден на 10 лет лагерей. Имя Стрижова как “классового врага и вредителя” надолго было вычеркнуто из литературы и до сих пор мало известно специалистам.

Сведения об ученом автор разыскал в геологических архивах Ухты.

СТРАНИЦЫ АЛМАЗНОЙ ЭПОПЕИ/
Под ред. М.М.Софианиди. Новоси-
бирск: Сибтехнорезерв, 1999.
152 с.

Эта книга уникальна. В ней собраны воспоминания романтиков-первопроходцев, которые 50 лет назад ступили на якутскую землю, чтобы искать "минерал номер один". Вся тяжесть изнурительного труда легла на плечи тех, кто представлен в этой книге, — А.Дорофеева, М.Одинцова, В.Черняева, Н.Горохова, Ю.Хабардина, В.Кривоноса и др.

Многим ли известно имя Алексея Дорофеева, нашедшего самый первый алмаз на участке Синий хребтик Сибирской платформы? Печально, что зависть и интриги отодвинули его в сторону: сразу после находки он был уволен из экспедиции. Та же участь постигла "отца сибирских геологов", как называют члена-корреспондента РАН М.Одинцова.

Многие персонажи книги не были на стержне открытий, но своей самоотверженной работой способствовали поиску алмазов. Как бы изнутри глядя на происходившие события, они помнят и живут ими и где бы впоследствии не работали, — лучшими годами считают те, когда искали алмазы.

СУД ПАЛАЧА: НИКОЛАЙ ВАВИЛОВ
В ЗАСТЕНКАХ НКВД / Сост.
Я.Г.Рокитянский, Ю.Н.Вавилов,
В.А.Гончаров. М.: Academia, 1999.
552 с.

Книга необычная. В ней прослеживается одна из трагедий науки XX в. В центре событий — расправа над великим российским ученым, гениальным биологом, генетиком и растениеводом, автором большого числа открытий и научных трудов, организатором науки, академиком Николаем Ивановичем Вавиловым (1887—1943). В 30-е годы он пришелся не по вкусу Сталину.

О предыстории и особенностях расправы над Вавиловым рассказано в биографическом очерке, открывающем книгу. Читатели узнают об аресте, о том, как велось дело, какие методы давления на Вавилова были использованы, как вел он себя в ходе следствия, почему, не смотря на смертный приговор, не был расстрелян, и почему так трагически закончилась его жизнь в Саратовской тюрьме.

Особого внимания заслуживает документальная часть книги. Здесь впервые воспроизведено 136 документов из следственного дела Вавилова, хранящихся в Центральном архиве Федеральной службы безопасности России, и другие материалы. Публикуемые документы — своеобразный обвинительный приговор бесчеловечной сталинской системе.

Книга дает представление о том, как фабриковались дела на выдающихся ученых в период репрессий 40-х годов.

Л.Г.Лойцянский. ИЗ МОИХ
ВОСПОМИНАНИЙ: ЗАПИСКИ
ПРОФЕССОРА-ПОЛИТЕХНИКА /
Сост. И.Л.Лойцянская. СПб.: БСК,
1999. 139 с.

*Воспоминания — самая сильная
способность души нашей.*
А.С.Пушкин

В 1999 г. исполнилось 100 лет со дня основания Санкт-Петербургского государственного технического университета (в прошлом Политехнического института), созданного по инициативе видных российских ученых и государственных деятелей С.Ю.Витте, Д.И.Менделеева и В.И.Ковалевского.

Лев Герасимович Лойцянский (1900—1991) — ученый с мировым именем, профессор, действительный член Международной академии астронавтики, автор многих фундаментальных учебников в области теоретической механики, механики жидкости и газа. Он один из тех, кто принес славу науч-

ной и педагогической школе Технического университета. Им решены важные проблемы в области отечественной авиации, судостроения, турбиностроения, гидротехники. На факультете повышения квалификации слушали лекции Льва Герасимовича преподаватели со всей страны. Его доклады и выступления на многочисленных научных конгрессах и симпозиумах в различных странах мира способствовали международному признанию успехов ленинградской политехнической школы.

В книгу вошли воспоминания, где автор живо и интересно рассказывает о многих известных деятелях культуры и науки, с которыми столкнула его судьба.

ЮЛИЙ БОРИСОВИЧ ХАРИТОН:
ПУТЬ ДЛИНОЮ В ВЕК. М.: Эдито-
риал УРСС, 1999. 152 с.

Вышла еще одна книга о патриархе отечественной ядерной физики — академике Юлии Борисовиче Харитоне (1904—1996) — ученом, имя которого известно сегодня почти всем. В 1939—1941 гг. совместно с Я.Б.Зельдовичем он впервые осуществил расчет цепной реакции деления урана. И в то же время эта книга — о человеке, прожившем большую часть своей долгой и на редкость насыщенной жизни практически в полной безвестности. Харитон занимался делом чрезвычайной государственной важности и особой опасности, был наделен большой властью, но оставался в течение нескольких послевоенных десятилетий "секретным человеком", чье имя не разрешалось порой даже упоминать.

Книга содержит биографические сведения о Харитоне, его научные и научно-популярные публикации и доклады, а также воспоминания коллег, учеников, родных и друзей. Опубликованы фотографии из семейного альбома Харитонов.

"Растение, кокеруза называемое..."

(Случай из министерской практики 1803 года)

И.П.Кулакова

Московский государственный университет им.М.В.Ломоносова



В 60-е годы уходящего столетия с подачи Н.С.Хрущева слишком ретивые исполнители директив сверху взялись за повсеместное внедрение в севооборот кукурузы (хотелось верить — засади "царицей полей" российские просторы, и продовольственная проблема будет решена). Интересно, что 200 лет тому назад распространение этой культуры занимало еще одного верховного российского политика — самого императора Александра I.

Среди документов, полученных Канцелярией министра внутренних дел графа В.П.Кочубея за август 1803 г. и хранящихся в Российском государственном архиве древних актов, есть целое дело (на шести листах), озаглавленное "О сочинении студента Медико-хирургической академии Радецкого о свойствах растения, кокеруза называемого"¹. Сочинение попало к графу Михаилу Муравьеву, который вполне оправданно имел ре-

путацию просвещенного человека. Воспитатель Александра I и его брата, питомец Московского университета и товарищ министра, он с 1803 г. был назначен попечителем Московского учебного округа. Муравьев подготовил собственный комментарий и на правил дело министру; тот в свою очередь доложил самому Александру Павловичу. "Государь император, приняв с благоволением... повелеть соизволил произвести расследование", а Кочубей немедленно препроводил дело в Медицинскую коллегию, откуда оно и вернулось с обширной резолюцией.

Почему же государственных мужей так заинтересовало сочинение какого-то безвестного студента о неведомой "ккерузе"?

Примерно за год до того, 8 сентября 1802 г., Александром был издан Манифест об учреждении новых органов управления — министерств. Кочубей в ту пору входил в состав "негласного комитета", имевшего влияние на важнейшие государственные дела. Кочубей был сразу назначен на пост министра внутренних

дел (где и служил до 1807 г.).

"Предметы Министерства внутренних дел вообще принадлежат к государственному хозяйству и общему благоустройству", — писал новый министр. В Министерстве учреждалось три "экспедиции": первая из них, Экспедиция государственного хозяйства, как раз должна была заниматься земледелием и отраслями промышленности, обеспечением империи продовольствием². Министерство закупало зерно, контролировало хлебные запасы (а помимо этого — запасы рыбы, соли и пр.). В 1803 г. в Смоленской и ряде северных губерний случился неурожай, обстановка в них была тревожной, поэтому сочинение попало в Министерство внутренних дел вовремя.

Распространение новой культуры, как казалось, усилило решение "хлебной" проблемы. Указывая на достоинства "ккерузы", студент Радецкий пи-

¹ РГАДА. Ф.344 (Медицинская коллегия). Оп.3. №5.

© И.П.Кулакова

² Она же занималась и делами иностранцев, живущих в России. Второй — Экспедиции государственного благоустройства — были поручены заботы "о внутренней тишине", а третья — Экспедиция государственной медицинской управы — заботилась о снабжении империи докторами и медикаментами.

сал: “Сие будет для хозяев побуждением к размножению плода... в толиком небрежении находящегося”. Именно поэтому с такой серьезностью отнесся Муравьев к “новаторскому” предложению Радецкого. Вникнув в суть сочинения студента, он заключил: действительно, на первый взгляд растение “кокеруза” — “весьма удобное к разведению во всех климатах и могущее служить великим пособием во время неурожая”. Но — “может ли быть растение сие переселяемо из южных областей империи в другие” — засомневался мудрый Муравьев.

Его опасения оправдались. Заключение Медицинской коллегии гласило: в сочинении студента нет противоречия, но кукуруза “по многим наблюдениям естествоиспытателей не может произрас-

тать в северной полосе Российской империи, ибо для совершенного сих плодов созревания требуется более летней теплоты”. “Впрочем, можно было бы его разводить в парниках”, — добавлял эксперт Николай Леонтьев, “но издержки, каковые на сие потребны, гораздо превзойдут цену самих плодов”.

Итак, предложение Радецкого “не прошло”. Может быть, не стоило и писать об этом мелком эпизоде, если бы его значение не выходило за рамки чистой агрономии. О чем же говорит дело 1803 г., если считать этот случай отражением общественного сознания начала XIX в.?

Мы видим, что правительство молодого императора, действительно озабоченное голодом в некоторых губерниях, может быть впервые в

Студент-разночинец Радецкий как бы посягал на доселе дворянскую привилегию — думать об общегосударственных проблемах



Император Александр I.



Граф М.Н.Муравьев.

Над номером работали
Ответственный секретарь

Ю.К.ДЖИКАЕВ

Научные редакторы

О.О.АСТАХОВА

Л.П.БЕЛЯНОВА

Е.Е.БУШУЕВА

М.Ю.ЗУБРЕВА

Г.В.КОРОТКЕВИЧ

О.Ф.ЛАЗАРЕВА

К.Л.СОРОКИНА

Н.В.УЛЬЯНОВА

Н.В.УСПЕНСКАЯ

О.И.ШУТОВА

Литературный редактор

М.Я.ФИЛЬШТЕЙН

Художественный редактор

Т.К.ТАКТАШОВА

Заведующая редакцией

И.Ф.АЛЕКСАНДРОВА

Младший редактор

Г.С.ДОРОХОВА

Перевод

П.А.ХОМЯКОВ

Набор

Е.Е.ЖУКОВА

Корректоры

В.А.ЕРМОЛАЕВА

Л.М.ФЕДОРОВА

Графика

О.Г.ЧЕКИНА

Верстка

Д.А.БРАГИН

Адрес редакции:

117810, Москва, ГСП-1

Мароновский пер., 26

Тел.: 238-24-56, 238-25-77

Факс: (095) 238-26-33

Подписано в печать 21.02.2000

Формат 60x88 1/8

Бумага типографская №1

Офсетная печать

Усл. печ. л. 10,32

Усл. кр.-отт. 67,8 тыс.

Уч.-изд. л. 15,1

Заказ 3382

Отпечатано в ППП

типографии «Наука»

Академиздатцентра «Наука» РАН,

121099, Москва, Шубинский пер., 6

истории России пытались решить проблему, полагаясь не на административный нажим, а на силу науки, не гнушаясь и студенческими разработками.

В системе Медицинской коллегии нашлись достаточно опытные эксперты, знакомые с кукурузой, в короткие сроки написавшие отзыв (пренебрегать которым мы бы не посоветовали и агрономам 1960-х годов). В XVIII в. эта культура, названная тогда «турецкой пшеничкой», или просто «пшеничкой», действительно успешно выращивалась на огородах Ливенского уезда Воронежской губернии³. Российская агрономическая наука, едва зарождавшаяся в середине XVIII в., уже к 1803 г. достигла значительных успехов: вышло 120 оригинальных и переводных книг и постоянно издавалось шесть журналов по сельскому хозяйству⁴. Большую роль в пропаганде новых растений играло Вольное экономическое общество (ВЭО), созданное для поощрения русского земледелия и домостроительства. Оно собирало сведения о новых культурах (в том числе и о кукурузе), а на страницах журналов «Труды ВЭО», «Экономический магазин», «Сельский житель» делилось этим опытом. Но книги и журналы во второй половине XVIII в. издавались мизерными тиражами. Авторами были в основном помещики, а читателями — те немногие просвещенные дворяне-землевладельцы, которые в своих имениях могли проводить агрономические эксперименты и новации.

И еще одно. Примечательно, что в деле 1803 г. фигурирует сочинение студента. Просвещенное новаторство, предлагаемое «к пользе Отечества»

³ См., напр.: Милов Л. В. Великолукский пахарь и особенности российского исторического процесса. М., 1998. С.260, 264.

⁴ Милов Л. В., Вдовина Л. Н. Культура сельскохозяйственного производства // Очерки русской культуры. Ч.1. М., 1985. С.137—142.

в различных трактатах (в том числе — и в области сельского хозяйства), до тех пор было монополией немногих просвещенных дворян. Идея сделать Россию процветающей, добиться большей независимости сельского хозяйства от Западной Европы присутствовала в элитных экономических изданиях. Например, еще в 1788 г. в «Трудах ВЭО» появилась статья «Патриотические мысли»⁵, в которой развивалась актуальная и по сей день идея: о необходимости продавать за границу не сырье, а продукты его переработки (не воск, а свечи, не лен, а полотно, не заячий мех, а шапки). Но то были проекты дворян. Российское же студенчество, состоявшее в подавляющем большинстве из разночинцев, в начале XIX в. находилось в неопределенном положении (поскольку представители «наук и художеств» в социальной иерархии тех времен приравнивались к ремесленникам). Усилия организаторов науки (М.В.Ломоносова, И.И.Шувалова, Н.И.Новикова, того же М.Н.Муравьева и др.) были направлены на то, чтобы поднять престиж «ученого сословия». (Московский университет вручал шпагу студентам-разночинцам в знак особого отличия, но так и не добился права награждать их дипломом на дворянство). В абсолютистском государстве все благо и инициативы должны были проистекать из центра, поэтому права участия в решении общегосударственных проблем даже представители российского дворянства добивались весь XVIII (а затем и весь XIX) век. Подавая же сочинение о «кокерузе», студент-разночинец Радецкий как бы посягал на доселе дворянскую привилегию — думать об общегосударственных проблемах. А это уже немало. ■

⁵ Ежемес. изв. ВЭО. 1788. №10. С.24—30.

Larvanasus haleciformis Fieldojants et Selbstander, 2000



Недавно в руки зоологов попали необычные морские организмы, которые двигаются, прикрепляются к грунту и даже охотятся с помощью носа. Найденные животные, видимо, принадлежат к группе, представители которой были открыты и описаны около полувека назад, и исчезли вместе с затонувшим островом — единственным, как тогда казалось, местом их обитания. Новые находки не только подарок зоологам, но и свидетельство того, что в природе еще достаточно много непознанного.

Фелдоянц С.Д., Зельбстандер А. ЗАГАДОЧНЫЕ НОСОХОДКИ

