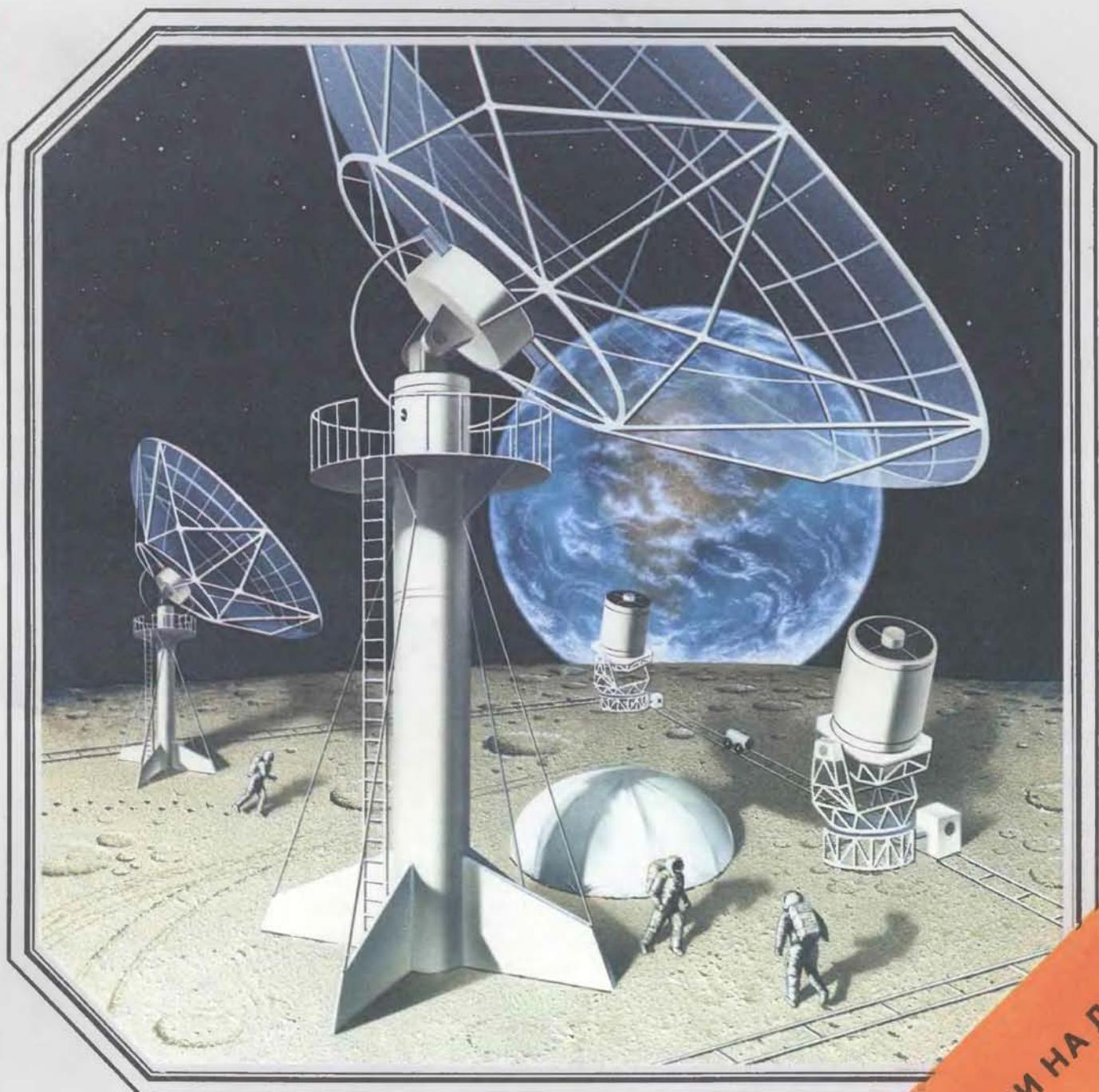


В МИРЕ НАУКИ

SCIENTIFIC
AMERICAN

Издание на русском языке



Май 5 1990

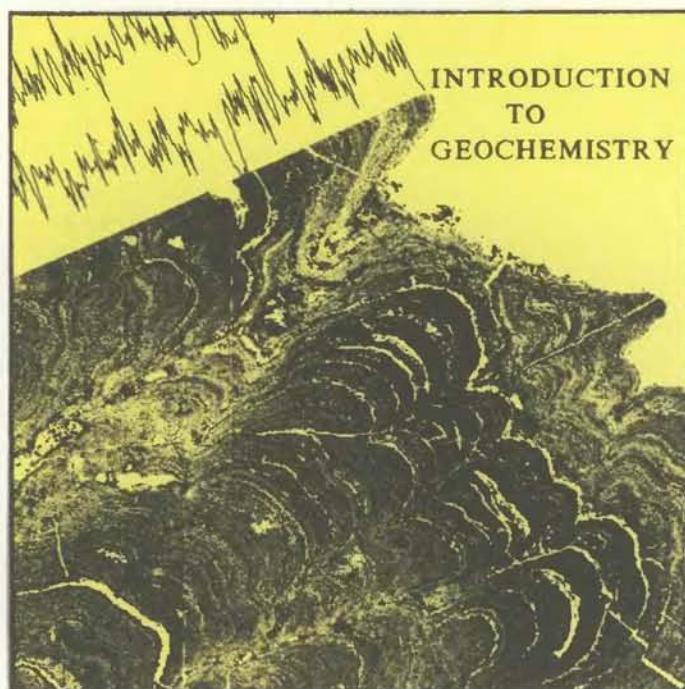
ОБСЕРВАТОРИИ НА ЛУНЕ

Вниманию читателей!

ВВЕДЕНИЕ В ГЕОХИМИЮ

Перевод с английского

Р. Схёйлинг, П. Андерссен, Р. Крёллен и др.



Kоллективная монография геохимиков из Нидерландов под руководством Р. Схёйлинга продолжает традиции голландской школы физико-химиков и вводит читателя в круг проблем физической геохимии, геохимических проблем качества окружающей среды, моделирования природных процессов и классической геохимии — круговорота элементов, цикличности, состава планеты. В ней также излагаются идеи организации процессов переработки и захоронения отходов химических заводов с учетом геохимических закономерностей развития природных процессов. Значительное внимание уделяется проблемам и определениям химической кинетики.

Написана доступно и просто, содержит большое количество наглядных примеров и расчетов и включает практически все разделы базового курса геохимии для студентов-геологов. Сочетающая высокий научный уровень и ясность изложения книга рассчитана на читателей, впервые открывающих курс геохимии, и практически не требует специальной подготовки. Авторы ограничились минимумом формул, но постарались предельно доходчиво объяснить их смысл и способы использования.

Для геохимиков и геологов всех специальностей, а также для химиков, металлургов, энергетиков и горняков, может служить учебным пособием по курсу геохимии.

Готовится к выпуску в 1991 г. Цена 1 р. 36 к.

Эту книгу вы сможете заказать в магазинах — опорных пунктах издательства «Мир»



В МИРЕ НАУКИ

Scientific American · Издание на русском языке

ИЛЛЮСТРИРОВАННЫЙ ЖУРНАЛ

ПЕРЕВОД С АНГЛИЙСКОГО · ВЫХОДИТ 12 РАЗ В ГОД · ИЗДАЕТСЯ С ЯНВАРЯ 1983 ГОДА

МОСКВА «МИР»

№ 5 МАЙ 1990

В номере:

СТАТЬИ

(*Scientific American*, March 1990, Vol. 262, No. 3)

6 Обсерватории на Луне

*Джек О. Бернс, Небойза Дюрик, Дж. Джорджи Тейлор,
Стюарт У. Джонсон*

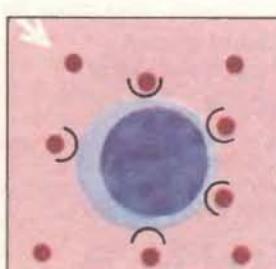
Непригодная для жизни Луна может оказаться удобной для проведения с нее астрономических наблюдений. Размещенные на ее поверхности обсерватории могли бы позволить ученым увидеть такие детали в космическом пространстве, какие нельзя разглядеть с Земли



16 Интерлейкин-2

Кендалл А. Смит

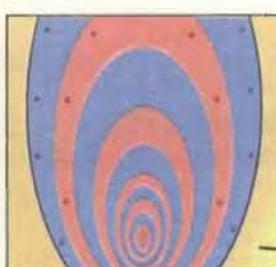
Этот гормон иммунной системы помогает организму защищаться от микробов, избирательно стимулируя размножение тех клеток, которые их атакуют



26 Новые виды радиоактивности

Вальтер Грайнер, Аурел Сэндулеску

Атомное ядро может самопроизвольно перестраиваться, испуская редкие кластеры протонов и нейтронов. Изучение этих новых видов радиоактивности проливает свет на теории ядерной динамики



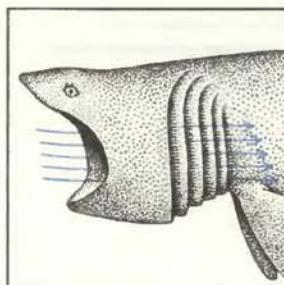
Тенденции Развития Сети Связи

37 На пути к «глобальной деревне»

Карен Райт

Масштабы развития любой области науки и техники и влияние, которое она может оказать на нашу жизнь, не под силу оценить даже опытному ученому, не лишенному чувства предвидения. В статье К. Райт пишет о том, что думают изобретатели и социологи о роли вычислительной техники и средств связи в нашей жизни. Какие же барьеры стоят на пути в будущее, которое видится этим специалистам?





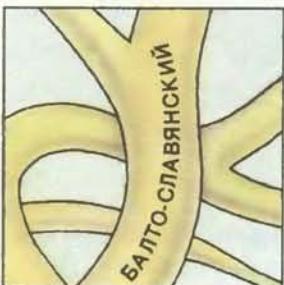
50 Позвоночные-фильтраторы
С. Лори Сандерсон, Ричард Вассерсуг

Животные, добывающие пищу путем фильтрации воды, могут, пользуясь обилием планктона, размножаться в огромных количествах либо вырастать до гигантских размеров



58 Подсознательная работа разума
Джозеф Вейсс

Точные количественные исследования психотерапевтического воздействия бросают вызов некоторым широко распространенным представлениям о том, как функционирует подсознание и почему улучшается состояние пациентов



66 История происхождения индоевропейских языков
Тамаз В. Гамкрелидзе, Вячеслав Вс. Иванов

Авторы считают, что общий источник происхождения этих языков обнаруживается в Азии, а не в Европе. В настоящее время пересматривается принимавшееся ранее ясным различие между восточной и западной ветвями этой языковой семьи



Наука в Картинах

74 Физические поля человека и животных
Э. Э. Годик, Ю. В. Гуляев

Тело человека генерирует различные поля и излучения, изучая которые можно многое узнать о функционировании организма. Это открывает новые диагностические возможности

РУБРИКИ

4 Об авторах

5 50 и 100 лет назад

15 25, 34, 56,

65, 73, 88, 93 Наука и общество

84 Занимательная математика

90 Книги

102 Эссе

103 Библиография

SCIENTIFIC AMERICAN

Jonathan Piel
EDITOR

John J. Moeling, Jr.
PUBLISHER

BOARD OF EDITORS

Armand Schwab, Jr.
Timothy Appenzeller
Laurie Burnham
Timothy M. Beardsley,
Elizabeth Corcoran,
Deborah Erickson
Corey S. Powell
John Horgan, June Kinoshita
Philip Morrison (BOOK EDITOR)
John Rennie, Philip E. Ross,
Ricki L. Rusting, Russel Ruthen,
Paul Wallich, Karen Wright

Samuel L. Howard
ART DIRECTOR

Richard Sasso
VICE-PRESIDENT
PRODUCTION AND DISTRIBUTION

SCIENTIFIC AMERICAN, INC.

Claus-Gerhard Firchow
PRESIDENT AND CHIEF EXECUTIVE OFFICER
Georg-Dieter von Holtzbrinck
CHAIRMAN OF THE BOARD
Gerard Piel
CHAIRMAN EMERITUS

© 1990 by Scientific American, Inc.

Товарный знак *Scientific American*,
его текст и шрифтовое оформление
являются исключительной собственностью
Scientific American, Inc.
и использованы здесь в соответствии
с лицензионным договором

В МИРЕ НАУКИ

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР
С. П. Капица

ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА
Л. В. Шепелева

НАУЧНЫЕ РЕДАКТОРЫ
3. Е. Кожанова, О. К. Кудрявов,
Т. А. Румянцева, А. М. Смотров,
А. Ю. Краснопевцев, А. В. Белых

ЛИТЕРАТУРНЫЙ РЕДАКТОР
О. В. Мошкова

ХУДОЖЕСТВЕННЫЙ РЕДАКТОР
С. К. Аносов

ЗАВЕДУЮЩАЯ РЕДАКЦИЕЙ
Л. И. Желоховцева

РУКОВОДИТЕЛЬ ГРУППЫ ФОТОНАБОРА
В. С. Галкин

ТЕХНИЧЕСКИЙ РЕДАКТОР
А. В. Лыткина

КОРРЕКТОР
Р. Л. Вибке

ОФОРМЛЕНИЕ ОБЛОЖКИ РУССКОГО ИЗДАНИЯ
М. Г. Жуков

ШРИФТОВЫЕ РАБОТЫ
В. В. Ефимов

АДРЕС РЕДАКЦИИ
129820, Москва, ГСП, 1-й Рижский пер., 2
ТЕЛЕФОН РЕДАКЦИИ
286.2588

© перевод на русский язык
и оформление, «Мир», 1990

На обложке



ОБСЕРВАТОРИИ НА ЛУНЕ

На обложке изображена обслуживаемая людьми астрономическая обсерватория на поверхности Луны. Это почти идеальное место, откуда можно беспрепятственно изучать Вселенную (см. статью Дж. О. Бернса и др. «Обсерватории на Луне» на с. 6). На переднем плане видны два больших взаимосвязанных радиотелескопа; справа — два 1,5-метровых оптических телескопа, входящие в систему, обладающую высокой разрешающей способностью. Купол в центре защищает установленные под ним чувствительные приборы от повреждения мелкими частицами.

Иллюстрации

ОБЛОЖКА: George V. Kelvin

| СТР. | АВТОР/ИСТОЧНИК | СТР. | АВТОР/ИСТОЧНИК | СТР. | АВТОР/ИСТОЧНИК |
|-------|---|-------|--|-------|--|
| 7 | George V. Kelvin | 41 | Jim Marchese and Edward Bell | 93 | Herreshoff of Bristol, WoodenBoat Publications, © 1989 |
| 8,9 | Andrew Christie | 42 | Jon Brenneis | | |
| 10 | George V. Kelvin | 44 | AT & T (<i>вверху</i>), Quesada/Burke (<i>внизу</i>) | | |
| 11,12 | Andrew Christie | 17-22 | George Retseck | 45 | AT & T |
| 26,28 | Hank Iken | 30,31 | Michael Goodman | 46 | Joe Lertola and Edward Bell |
| 32 | Walter Greiner | 32 | Walter Greiner | 51-55 | Tom Prentiss |
| 37,38 | Joe Lertola | 59-63 | Patricia J. Wynne and Johnny Johnson | | |
| 39 | The Bettmann Archive (<i>вверху</i>), Huxley in Hollywood, Harper & Row, Publishers, Inc., © 1989 (<i>в середине</i>), Wayne Miller, Magnum Photos, Inc. (<i>внизу</i>) | 64 | Johnny Johnson | 67-68 | Thomas C. Moore |
| 40 | Joe Lertola and Edward Bell | 69 | Edward Bell | 70 | Nancy Field |
| | | 71 | Thomas C. Moore | 74-82 | Дмитрий Д. Фомин |
| | | 74,85 | Andrew Christie | 84,85 | Andrew Christie |
| | | 86 | Edward Bell | | |

Об авторах

Jack O. Burns, Nebojsa Duric, G. Jeffrey Taylor, Stewart W. Johnson "Observatories on the Moon" (ДЖЕК О. БЕРНС, НЕБОЙЗА ДЮРИК, Дж. Джефри Тейлор, Стюарт У. Джонсон «Обсерватории на Луне») — проявляют интерес к астрономии и расширению границ наблюдений. Бернс — профессор астрономии, декан астрономического факультета в Университете шт. Нью-Мексико; в течение последних 6 лет занимается разработкой и оценкой планов по созданию обсерваторий на Луне; степень доктора философии в области астрономии получил в Университете шт. Индиана. Дюрик — директор Института астрофизики, доцент астрономического факультета в Университете шт. Нью-Мексико; степень доктора философии в области астрономии присвоена ему Университетом в Торонто. Тейлор — старший научный сотрудник, заместитель директора Института по изучению метеоритов при Университете шт. Нью-Мексико; степень доктора философии в области геологии получил в Университете Райса. Джонсон — адъюнкт-профессор на кафедре гражданского строительства Университета шт. Нью-Мексико и одновременно главный инженер — специалист по сооружению фундаментов в фирме BDM International. Его докторская диссертация, которую он защитил в Иллинойском университете в Урбана-Шампейне, посвящена вопросам конструирования телескопов, предназначенных для размещения на Луне.

Kendall A. Smith "Interleukin-2" (Кендалл А. Смит «Интерлейкин-2») — профессор медицины в Дартмутской медицинской школе. В 1968 г. окончил с отличием Медицинский колледж Университета шт. Огайо и получил степень доктора медицины. Прошел клиническую практику в Йельском университете, после чего несколько лет работал в Национальном институте рака в Дартмуте и в Институте онкологии и иммуногенетики в Вийжиюфе, Франция. В настоящее время занимается изучением структуры и функций интерлейкина-2 и его рецептора, молекулярных событий, служащих сигналом к пролиферации клеток, биохимических механизмов иммунологической памяти, а также возможностей терапевтического использования интерлейкинов.

Walter Greiner, Aurel Săndulescu "New Radioactivities" (Вальтер Грайнер, Аурел Сэндулеску «Новые виды радиоактивности») объединены большим интересом к теории деления яд-

ра. С 1965 г. Грайнер — профессор физики, директор Института теоретической физики Университета Иоганна Вольфганга Гёте во Франкфурте-на-Майне (ФРГ). Грайнер учился в университетах Франкфурта-на-Майне, Дармштадта и Фрайбурга, где ему была присвоена степень доктора наук. Сэндулеску с 1956 г. руководит исследованиями в Институте атомной физики в Бухаресте (Румыния). Докторскую степень получил в Бухарестском университете. С 1983 по 1986 г. Сэндулеску был вице-директором Объединенного института ядерных исследований в Дубне (СССР).

S. Laurie Sanderson, Richard Wassersug "Suspension-Feeding Vertebrates" (С. Лори Сандерсон, Ричард Вассерсуг «Позвоночные-фильтраторы») встретились 12 лет назад, когда Сандерсон, будучи студенткой, посещала вводный курс по биологии, который вел Вассерсуг. В настоящее время Сандерсон, получив докторскую степень, занимается научной работой в Калифорнийском университете в Дейвисе, где изучает гидродинамику и поглощение пищи у рыб-фильтраторов. В 1988 г. она провела две недели под водой на Карибской научно-исследовательской станции Национального управления по изучению океанов и атмосферы. Вассерсуг — профессор анатомии в Университете Далхузи в Галифаксе (пров. Новая Шотландия, Канада). Он занимается проблемами функциональной морфологии головастиков в свете их эволюции.

Joseph Weiss "Unconscious Mental Functioning" (Джозеф Вейсс «Подсознательная работа разума») преподает психоанализ в Институте психоанализа в Сан-Франциско; кроме того, он клиницист, профессор психиатрии в Медицинском центре Калифорнийского университета в Сан-Франциско, один из директоров научно-исследовательской группы психотерапии при больнице Маунт-Сион. Степень доктора медицины получил на медицинском факультете Университета в Цинциннати. Обучался психоанализу в Институте психоанализа в Сан-Франциско, где работает с 1962 г. Проблемами функционирования подсознания занимается с 1958 г. В 1972 г. совместно с Г. Сэмпсоном основал при больнице Маунт-Сион научно-исследовательскую группу и приступил к официальным исследованиям, применяя количественные методы. В настоящее время группа состоит из 30 членов; большинство их сочетает научную работу с частной практикой.

Thomas V. Gamkrelidze, V.V. Ivanov "The Early History of Indo-European Languages" (Т.В. ГАМКРЕЛИДЗЕ, В.В. ИВАНОВ «История происхождения индоевропейских языков») соавторы двухтомного труда «Индоевропейский язык и индоевропейцы», опубликованного в 1984 г. на русском языке. Осенью этого года в издательстве Mouton de Gruyter выйдет английский перевод этой книги. Гамкрелидзе возглавляет Тбилисский институт Востоковедения им. Церетели и является профессором кафедры языкоznания в Тбилисском государственном университете. Иванов — доктор филологических наук, директор Всесоюзной Государственной Библиотеки иностранной литературы в Москве, заведующий филиалом кафедры теории и истории мировой культуры МГУ, ведущий научный сотрудник отдела структурной типологии Московского института славяноведения и балканистики АН СССР. Авторы выражают благодарность Джерарду Пилю, почетному председателю совета директоров журнала *Scientific American, Inc.* за помощь в подготовке данной статьи к опубликованию.

Годик Эдуард Эммануилович, Гуляев Юрий Васильевич «Физические поля человека и животных» — работают в Институте радиотехники и электроники (ИРЭ) АН СССР. Годик — заведующий отделом биомедицинской радиоэлектроники, ранее занимался исследованием взаимодействия света с полупроводниками, разработал высокочувствительные приемники инфракрасного излучения. Кандидатскую диссертацию защитил в 1967 г., докторскую — в 1981 г.; с 1987 г. — профессор, в ИРЭ работает с 1961 г. Ю.В. Гуляев — директор ИРЭ, физик-теоретик, один из создателей современной акустоэлектроники. Он получил докторскую степень в 1971 г., звание профессора — в 1974 г., ныне — действительный член АН СССР. В 1982 г. Годик и Гуляев начали комплексное исследование собственных физических полей и излучений человека как носителей информации о функционировании физиологических систем. При этом они использовали богатый опыт, накопленный сотрудниками Института в области пассивного дистанционного зондирования при изучении космических объектов, Земли, океана.

Albert Gore "Essay" (Альберт Гор «Эссе») — сенатор от шт. Теннесси и председатель подкомитета по науке, технике и космическим исследованиям сенатской комиссии по торговле.

50 и 100 лет назад



МАРТ 1940 г. «За границей слышимости находится область ультразвука. Эти «беззвучные» звуковые волны недавно стали предметом повышенного внимания со стороны ученых. Ультразвуковые вибрации имеют разнообразные применения: для создания взвесей твердых веществ в жидкостях и разрушения твердых взвесей в газах, при электролизе — для ускорения выделения требуемого газа и подавления ненужного; при работе с патогенными бактериями — в одних случаях для подавления размножения, в других — для ослабления их вирулентности; и наконец в физиотерапии для воздействия на конечности человека: ультразвук прогревает костный мозг, но не влияет на костную ткань».

«После нескольких месяцев раскопок в римском Колизее проф. Джузеппе Коццо обнаружил «гипогеум», или «задник» сцены, находившийся на 6 м ниже арены, где гладиаторы готовились к битве с дикими животными, которые содержались там же в клетках. На гипогеуме было 32 подъемника для одновременной доставки на арену диких животных».

«Недавно было обнаружено, что из низкорослого молочая можно получить редкое химическое вещество, способствующее пищеварению и делающее жесткое мясо нежнее. Новое вещество под названием асклепин является протеолитическим ферментом, который расщепляет содержащийся в пище белок на более простые, более легко усваиваемые компоненты».

«Человек — это в буквальном смысле ходячий пансион для более 100 видов различных червей-паразитов. Они живут в коже, мускулах, легких, кишечнике и мозге, а некоторые виды путешествуют по организму вместе с кровью. Жители всех стран мира, не исключая США, подвержены заболеваниям, вызываемым этими паразитами. К примеру, около миллиона жителей южных штатов несмотря на 30-летнюю санитарную кампанию, заражены нематодами. Еще более распространенным является трихиноз».

городными металлами. До 1887 г. производилось лишь 10 000 фунтов алюминия в год, и он продавался по цене 10 долл. за фунт. В наши дни компания Pittsburgh Reduction, используя патентованный процесс Холла, продает чистый алюминий дешевле никеля. Кратко, процесс Холла основан на следующем. Используется разжижитель, который при умеренных температурах переводит окись алюминия в расплавленное состояние. В выстланные графитом стальные тигли, заполненные расплавом, погружают графитовые электроды, через которые пропускают электрический ток. Под действием тока алюминий осаждается на дно и на стенки тиглей».

«Автор статьи, помещенной в журнале "British Medical Journal", нашел способ снять раздражение на коже, вызванное натертостью или укусами насекомых. Автор пишет, что добавление двух процентов кокайна в стержень обычного карандаша, сделанный из масла какао-бобов, превращает этот карандаш в целебное средство, дающее немедленное облегчение при натирании им раздраженного места».

SCIENTIFIC AMERICAN

МАРТ 1890 г. «Алюминий и его сплавы должны занять место рядом с bla-



Прогулки по водостоку Сан-Диего

«На последнем заседании Физиологического общества в Берлине проф. Фрич сделал доклад об анатомии электрического ската. В противовес мнению многих современных исследователей, отрицающих нервную природу ганглиозных клеток, он сосредоточил внимание на тесной связи между ганглией и связанным с ней органом, как то ярко иллюстрирует пример электрического ската. Толстое нервное волокно, идущее от каждой ганглиозной клетки к электрическому органу, делится на 12—23 нитей, каждая из которых соединена с какой-либо специфической пластиной органа».

«Искусственное водоснабжение выжженных, засушливых равнин Запада в недавнее время преобразило значительную часть бесплодных земель. Этот подход, позволяющий искусственным образом исправить дефекты природы, с успехом станет применяться в будущем, когда население в этом регионе возрастет и спрос на обрабатываемые земли увеличится. Одна из наиболее совершенных систем такого рода — это Водоводная система Сан-Диего, сооружение которой было недавно завершено. Она предназначена для снабжения водой собственно города Сан-Диего и ирригации окрестных плато».

Обсерватории на Луне

Непригодная для жизни Луна может оказаться удобной для проведения с нее астрономических наблюдений. Размещенные на ее поверхности обсерватории могли бы позволить ученым увидеть такие детали в космическом пространстве, какие нельзя разглядеть с Земли

ДЖЕК О. БЕРНС, НЕБОЙЗА ДЮРИК,
ДЖ. ДЖЕФРИ ТЕЙЛОР, СТЮАРТ У. ДЖОНСОН

СУРОВАЯ безжизненная поверхность Луны, возможно, оказалась бы наиболее подходящим местом в пределах нашей Солнечной системы для изучения окружающего нас космического пространства. Почти полное отсутствие атмосферы, сейсмическая стабильность поверхности, минимальные помехи от световых и радиоволн (особенно на обратной ее стороне) и наличие больших запасов различных сырьевых материалов создают идеальные условия для сооружения на Луне технически совершенных астрономических обсерваторий.

Лунные обсерватории будут обладать разрешающей способностью во много раз большей, чем у современных наземных оптических приборов для астрономических наблюдений; не исключено, что этот показатель будет улучшен более чем в 100 тыс. раз. Такие обсерватории станут новым окном во Вселенную, через которое можно будет улавливать сигналы очень низких радиочастот; с их помощью, возможно, даже удастся заложить фундамент новых направлений в астрономии, основанных на изучении гравитационных волн и не поддающихся наблюдению нейтральных частиц, таких как нейтрино.

В США вновь стали проявлять интерес к Луне как к научной платформе, источнику ресурсов и как промежуточной космической базе на пути к Марсу. В 1983 г. в докладе Национальной академии наук «Астрономия и астрофизика в 80-х годах» высказывалось одобрение идеи о международном планировании астрономических наблюдений с поверхности Луны. 20 июля 1989 г. президент Буш в речи, посвященной 20-й годовщине первого космического полета корабля «Аполлон», заявил о своей поддержке создания на Луне постоянно действующей базы с присутствием людей на ней. Авторы этой статьи и другие американские ученые приступили к серьез-

ным работам по планированию сооружения постоянной базы на Луне и строительству астрономических обсерваторий, которые могут быть завершены в ХХI в. До этого времени углубленные астрономические наблюдения будут вестись со спутников, выводимых на земную орбиту. К концу нынешнего столетия предполагается запустить четыре основных научных спутника под общим названием «Большие обсерватории». Эти спутники предназначены для проведения исследований в широком диапазоне электромагнитного спектра, включая видимую область, радиоволны, рентгеновское и гамма-излучения. Фактически все известные астрономам сведения о космическом пространстве получены ими путем исследования электромагнитного излучения небесных объектов. Каждый участок спектра электромагнитных колебаний несет в себе информацию о специфических физических процессах, обусловливающих излучение характерной для этого диапазона энергии, или частоты.

Космический телескоп «Хаббл» (*Hubble Space Telescope*), вывод на орбиту которого запланирован на этот год, предназначен для исследования Вселенной в видимом диапазоне с разрешением почти в 10 раз большим по сравнению с самыми мощными наземными телескопами. Запуск космической обсерватории «Гамма-рэй» (*Gamma Ray Observatory*) также планируется осуществить в этом году; она будет исследовать излучение, создаваемое физическими процессами, имеющими место вокруг плотных, компактных объектов, таких как нейтронные звезды и черные дыры, причем по сравнению со всеми используемыми ранее станциями эта обсерватория будет иметь значительно большую чувствительность и разрешающую способность.

Космическая станция «Х-рэй астро-

физикс» (*Advanced X-ray Astrophysics Facility*), которая будет выведена на околоземную орбиту в 1996 г., позволит получать изображения потоков горячего газа в скоплениях галактик, в окружениях активных галактик и квазаров и в атмосферах звезд. Наконец, космический телескоп «Спейс инфракрас» (*Space Infrared Telescope Facility*) будет картографировать облака холодного межзвездного газа, образующиеся при формировании звезд, а возможно, и планет; запуск телескопа предварительно намечен на 1998 г.



РАДИОТЕЛЕСКОПЫ НА ЛУНЕ И НА ЗЕМЛЕ, ОБЪЕДИНЕННЫЕ В ОБЩУЮ СЕТЬ



ОПТИЧЕСКИЙ ТЕЛЕСКОП



ДЕТЕКТОР МИЛЛИМЕТРОВЫХ ВОЛН ПОД ЗАЩИТНЫМ КУПОЛОМ



ЦЕНТР СБОРА И ОБРАБОТКИ ДАННЫХ

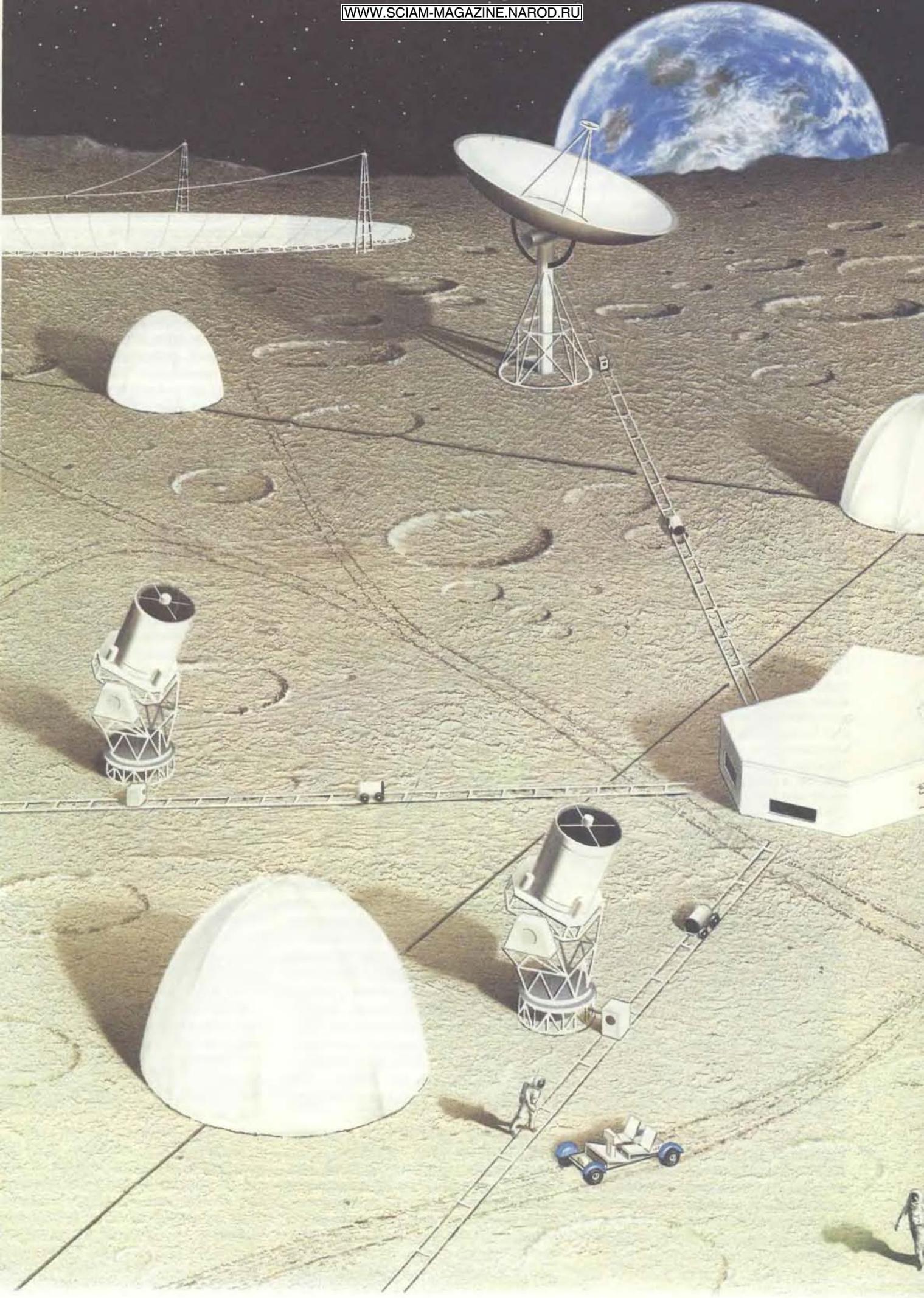


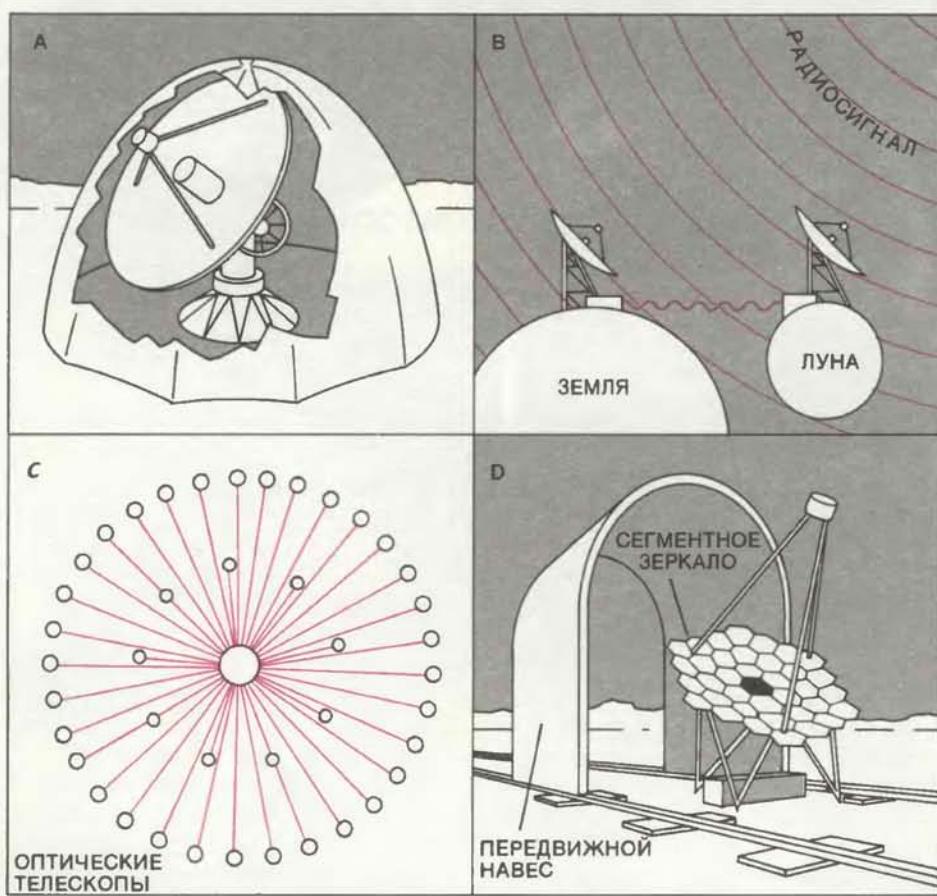
УСТРОЙСТВА СОПРЯЖЕНИЯ ОПТИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ



ВСТРОЕННАЯ В КРАТЕР ПАРАБОЛИЧЕСКАЯ РАДИОАНТЕННА

ЛУННЫЕ ОБСЕРВАТОРИИ значительно расширят возможности существующего астрономического оборудования. Оптические телескопы, работающие в условиях отсутствия атмосферы, будут подсоединенны к центральной станции и объединены в общую сеть, что позволит существенно улучшить их разрешающую способность. Система детекторов будет картографировать космические процессы, сопровождающиеся излучением радиоволн миллиметрового диапазона. Объединение в общую сеть радиотелескопов, размещенных на Луне и на Земле, создаст условия для проведения наблюдений с высоким разрешением. Огромные параболические радиоантенны, встроенные в лунные кратеры, смогут улавливать слабые сигналы от далеких объектов во Вселенной.





ТЕЛЕСКОПЫ конструктивно будут приспособлены для работы в специфических лунных условиях. Специальные купола будут защищать уязвимые поверхности научной аппаратуры, как, например, зеркала телескопов миллиметрового диапазона, от потока метеоритов (a). Размещенный на Луне радиотелескоп, работающий в комплексе с таким же телескопом на Земле, будет иметь разрешающую способность антенн размечены в поперечнике 400 000 км (b). По мнению авторов, на Луне можно будет построить систему, объединяющую 42 оптических телескопа и имеющую базу 10 км; сигналы, принимаемые ими, можно будет передавать и обрабатывать на центральном процессоре (c). Предлагаемый 16-метровый телескоп включает в себя зеркало, собранное из отдельных сегментов, и конструктивно простое основание; такая конструкция телескопа значительно упростит его сборку на Луне. Передвижной навес защитит оптические поверхности телескопа (d).

НЕСМОТРЯ на многообещающую перспективу, связанную с запуском этих четырех космических обсерваторий, мы думаем, что они, по-видимому, будут последними крупными астрономическими приборами, выведенными на околоземные орбиты. На низких высотах (примерно 500—600 км над Землей), где располагаются орбиты большинства астрономических спутников, размещение телескопов наталкивается на ряд серьезных проблем. Во-первых, пространство здесь загрязнено, и количество находящихся на орbitах остатков запускаемых с Земли космических аппаратов растет с каждым годом. Большая часть этих остатков включает объекты микронного размера, имеющие большую скорость; они представляют серьезную опасность для телескопов, поскольку могут повредить их оптические системы и приборы.

Во-вторых, на этих высотах еще

присутствует значительное количество пыли и газа. Пыль рассеивает свет и создает фоновое инфракрасное излучение, которое может перекрывать слабое излучение, исходящее от удаленных инфракрасных источников. Движение спутников с большими орбитальными скоростями возбуждает атомы в разреженных верхних слоях атмосферы, создавая эмиссионные линии в оптическом диапазоне, которые препятствуют астрономическим наблюдениям или вносят большие искажения в результаты этих наблюдений.

В-третьих, оказываемое атмосферой сопротивление заставляет спутники на околоземных орбитах вращаться по спирали и постепенно приближаться к земной поверхности. Действие этого фактора усиливается в периоды высокой солнечной активности, когда повышенная интенсивность солнечного ультрафиолетового

излучения «раздувает» верхние слои атмосферы. На основании данных об уровнях интенсивности солнечной активности НАСА недавно приняло решение об увеличении ранее запланированной высоты орбиты космического телескопа «Хаббл».

В-четвертых, сама Земля представляет собой главный источник излучения, препятствующий астрономическим наблюдениям. Отражаемый ее поверхностью свет может в виде рассеянного излучения попадать в оптическую систему телескопа и ухудшать качество наблюдений. Кроме того, магнитное поле Земли создает низкочастотный радиошум, который намного превосходит интенсивность излучения внеземных источников в этом диапазоне. В результате обсерваториям на низких орбитах будет нелегко обнаруживать и получать изображения источников низкочастотного радиоизлучения в диапазоне волн длиной несколько километров, единственном участке спектра электромагнитных колебаний, в котором астрономы до сих пор не вели наблюдений.

Наконец, спутники на орбитах, близких к Земле, испытывают быстрые изменения температуры и силы земного притяжения, что ограничивает размер (а стало быть, разрешающую способность и чувствительность) телескопов, которые могут быть выведены на такие орбиты. Эти изменения деформируют зеркала и параболические радиоантенны, затрудняющая тем самым получение качественных изображений и вызывая непродуктивные затраты драгоценного времени наблюдения на стабилизацию прибора. Для исключения температурных деформаций конструкций телескопов приходится предусматривать различные маски и солнечные экраны.

Существенные улучшения в следующем поколении космических обсерваторий потребуют более удобного их размещения, откуда можно будет вести астрономические наблюдения. Одно из решений этой проблемы заключается в запуске обсерваторий-спутников на более высокие геостационарные орбиты (где один оборот вокруг Земли совершается за 24 ч) на высоту около 37 тыс. км. Альтернативный подход — размещение приборов на поверхности Луны (которая удалена от Земли на 384 тыс. км).

Транспортные расходы возрастают с увеличением расстояния от Земли, но скорость этого роста снижается с расстоянием: на вывод космического аппарата на геостационарную орбиту расходуется в 2,6 раза больше горючего, чем на вывод спутника на низкую околоземную орбиту, а для

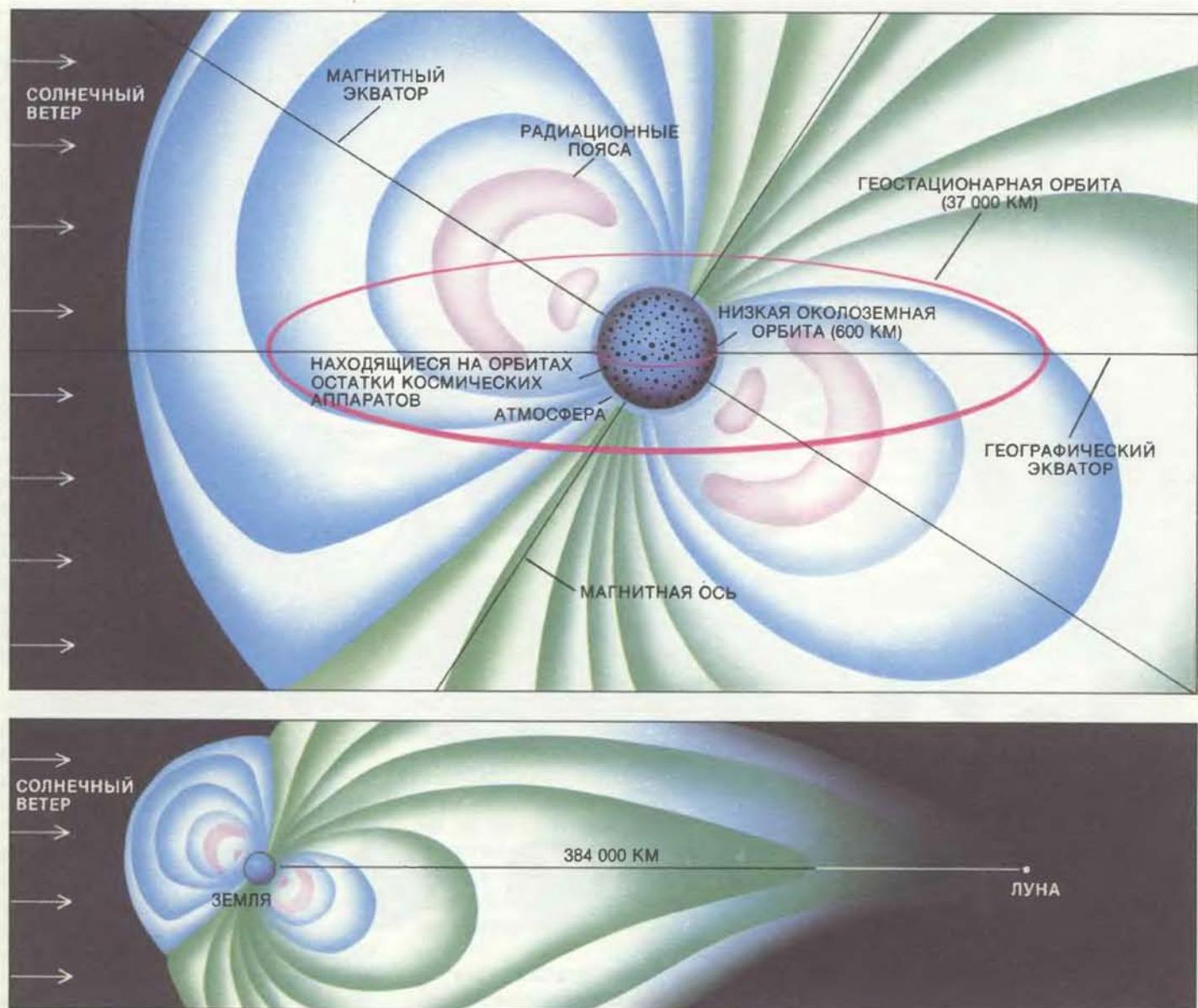
полета на Луну горючего потребуется всего на 50% больше, чем для вывода на геостационарную орбиту. Определяющим в таких условиях становится тот факт, что условия для астрономических наблюдений с расстоянием значительно улучшаются; положение Луны в этом смысле является оптимальным.

ОДНО из главных преимуществ Луны состоит в том, что она может служить огромной естественной платформой, на которой можно построить и разместить крупные объекты. Телескопы с большой апертурой и громадные комплексы телеско-

пов меньших размеров, синхронизация работы которых будет осуществляться электронными средствами, позволят повысить способность «лавливать» более мелкие детали в ходе астрономических наблюдений. Сигналы от двух взаимосвязанных телескопов «интерферируют», и поэтому такие связанные между собой приборы называются интерферометрами. Путем тщательного комбинирования этих сигналов появляется возможность с помощью двух небольших телескопов получить такое же разрешение, какое может обеспечить один телескоп, диаметр которого равен расстоянию между этой парой телескопов.

Если интерферометры разместить на земной орбите, то для них потребуются платформы гигантских размеров или конструктивно сложные и дорогостоящие станции, способные нести на себе все элементы телескопов; на Луне такие приборы можно было бы просто установить на поверхности.

Как выяснилось во время полетов «Аполлона» и космических шаттлов, выполнить ту или иную работу в условиях пониженной гравитации на Луне легче, чем в условиях невесомости на земной орбите. Строительство обсерваторий на Луне можно облегчить с помощью заранее обработан-



ТВЕРДЫЕ ПРЕДМЕТЫ И ШУМОВЫЕ ИЗЛУЧЕНИЯ затрудняют работу астрономических спутников на земной орбите. Остатки запущенных ранее космических аппаратов, находящиеся в окружающем Землю пространстве, угрожают спутникам разрушением в результате столкновений. Тонкий слой верхней атмосферы вызывает трение, сопровождающееся нежелательным свечением, и изменяет орбиты спутников. Даже на больших высотах свет с земной поверхности искачет результаты астрономических наблюдений. Радиационные пояса вокруг Земли создают радио-

шумы и помехи, вносящие искажения в результаты научных измерений. Проведение астрономических наблюдений с Луны сулит более благоприятные перспективы: она находится далеко от Земли, и поэтому негативные факторы, присущие околоземному пространству, на Луне не будут сказываться. Кроме того, Луна довольно большая по своим размерам и потому может служить надежным экраном для защиты обсерваторий, расположенных на ее обратной стороне, от мешающих естественных и искусственных излучений с Земли.

ных на Земле приемов и при этом использовать преимущества слабой гравитации, позволяющей сооружать более массивные устройства, чем обычно создаются на Земле. Группа специалистов в составе одного из авторов этой статьи (Джонсона) и сотрудников Университета шт. Нью-Мексико Ф. Акгула и У. Герстла разработала план сооружения лунного радиотелескопа из современных материалов на основе графитовых волокон и связующих смол. Они не видят никаких практических трудностей, которые препятствовали бы сооружению на Луне полностью управляемых параболоидов

дов размером в поперечнике 500 м для приема радиосигналов или 16-метровых зеркал для наблюдений в видимом и инфракрасном (имеющим несколько большие длины волн) диапазонах.

Лунная поверхность отличается исключительной стабильностью: энергия типичного сейсмического возмущения на Луне в 100 млн. раз меньше по сравнению со средним значением этого показателя на Земле; случающиеся «лунотрясения» вызывают сдвиг грунта всего лишь на миллиардную долю метра. Такая стабильность — большое благо для оптиче-

ских интерферометров, условия работы которых требуют, чтобы расстояния между отдельными телескопами во взаимосвязанной системе были известны с точностью до долей длины волны света, что примерно составляет одну десятимиллионную часть метра.

Другая особенность Луны состоит в том, что при отсутствии атмосферы на ней можно беспрепятственно вести наблюдения практически во всех представляющих интерес для астрономии спектрах излучения. Атмосферы на Луне фактически нет: вся ее масса не превышает массы воздуха на Земле



АСТРОНОМИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ с Луны позволят по-новому обозревать Вселенную. Аппаратура для регистрации переменности рентгеновского излучения (а) и детекторы всплесков гамма-излучения (б) будут сканировать небосвод в поисках загадочных источников кратковременных мерцающих излучений высокой энергии. Системы телескопов видимого и ультрафиолетового диапазонов с широким полем обзора, скрытые под куполами (с), возможно,

наконец-то позволят установить истинную природу этих источников. Связанные в единую сеть группы дипольных антенн (д) образуют решетку для регистрации излучений на очень низких радиочастотах. Они предназначены для обнаружения радиоволн низких энергий, излучаемых во время солнечных вспышек, остатками сверхновых и активными галактиками. С поверхности Земли не удается проводить наблюдения в этом диапазоне.



ПЕРЕДОВЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА позволяют эффективнее использовать потенциальные возможности астрономической аппаратуры, размещенной на Луне. Многие функции систем, ведущих наблюдения по всему небосводу, будут выполняться в автоматическом режиме (а). В регистраторы гамма- и рентгеновского излучений (б) будут встроены современные детекторы из германия и специ-

альные маски для улучшения разрешающей способности. Автономные (самоуправляемые) роботы помогут установить решетку дипольных антенн на обратной стороне Луны; каждая антенна будет подсоединенна к центральному процессору посредством оптических волокон или через специальные радиопередатчики (с).

внутри обычного баскетбольного зала. Вращение Луны вокруг Земли происходит таким образом, что к Земле постоянно обращено только одно полушарие. Если вести наблюдения с обратной стороны Луны, то ее масса будет выполнять роль огромного экрана, препятствующего помехам от естественных и созданных человеком источников, которые делают астрономические наблюдения в низкочастотном радиодиапазоне практически невозможными с поверхности Земли и трудными с земной орбиты. Действительно, обратная сторона Луны — это единственное место в нашей Солнечной системе, которое одновременно и достаточно обширно по своей территории и надежно защищено от помех в указанном диапазоне.

Имеются и другие достоинства Луны, благоприятствующие проведению астрономических наблюдений. Сотрудник Лаборатории реактивного движения в Пасадене (шт. Калифорния) Дж. Бурке отмечает, что некоторые кратеры на Луне, расположенные вблизи ее полюсов, судя по всему, постоянно затенены; полагают, что температура на дне кратеров примерно равна 70 К. Большинство астрономических датчиков приходится охлаждать до этой температуры или ниже, с тем чтобы уменьшить уровень тепловых шумов, которые всегда присутствуют в электронных схемах приборов. Д. Лестер из Техасского университета в Остине считает, что полюса Луны могут быть самым подходящим местом для размещения инфракрасных телескопов; низкотемпературная среда могла бы сама по себе охлаждать не только электронные блоки и чувствительные к инфра-

красному излучению детекторы, но также и конструктивные элементы телескопа, которые при высоких температурах становятся основным источником инфракрасного излучения.

На Луне имеются огромные запасы различных сырьевых материалов, из которых можно получать алюминий, керамику и сверхпрочные стекла, необходимые для изготовления телескопов. Сотрудник Лос-Аламосской национальной лаборатории Дж. Блейсик указывает, что исключительно сухая среда на Луне позволит производить стекло с прочностными параметрами, характерными для стали, и низким коэффициентом теплового расширения. Такие стекла можно использовать не только для оптических зеркал, но и для различных конструктивных элементов телескопов. Добыча, обогащение и переработка сырьевых материалов на Луне могут служить коммерческим целям, став составной частью постоянно действующего комплекса с присутствием людей на нем. К середине следующего столетия уже возникнет необходимость в транспортировке на Луну некоторых компонентов астрономических телескопов.

СООРУЖЕНИЕ такой научно-производственной базы на Луне, безусловно, будет сопряжено со многими трудностями. Вокруг Земли имеется магнитное поле, которое отклоняет потоки заряженных частиц (космические лучи и солнечный ветер), не давая им достичь поверхности нашей планеты и нижних слоев ее атмосферы. На Луне аналогичного поля нет, и поэтому необходимо предусмотреть некоторые меры для защиты людей и

чувствительных электронных приборов от разрушающего воздействия внешней радиации.

Луна к тому же постоянно подвергается бомбардировке мелкими метеоритами. Земли они не достигают, поскольку разрушаются в верхних слоях атмосферы, превращаясь в пыль; на Луне же, где отсутствует воздушная оболочка, метеориты как дождь падают на поверхность со скоростью от 10 до нескольких десятков километров в секунду. Анализ данных, полученных во время полетов космических кораблей «Аполлон», позволяет предположить, что поверхность Луны усеяна мельчайшими кратерами диаметром 1—10 мкм. Чувствительные к механическому воздействию поверхности аппаратуры, например оптические зеркала, нужно будет защищать специальными навесами.

Медленное вращение Луны вокруг Земли (полный оборот она совершает за 27,3 суток) и отсутствие атмосферы создают быстрые и резкие перепады температуры на ее поверхности — от 100 К в ночное время до 385 К днем. Поэтому необходимо будет предпринять какие-то меры по уменьшению температурных деформаций, которые будут возникать в лунных телескопах. На основании результатов анализа, проведенного Акгулом, Герстлем и Джонсоном, можно предположить, что для предупреждения серьезных проблем, обусловленных температурными перепадами, придется тщательно подбирать состав композитных материалов (например, на основе графитовых волокон и связующих смол), которые не подвержены расширению и сжатию при изменениях температуры.

Многофункциональная база на Луне, включающая средства добычи полезных ископаемых, производственные объекты и стартовый комплекс для регулярного сообщения с Землей, может обеспечить производство жизненно необходимых ресурсов, но может также явиться и причиной загрязнения окололунного пространства. Сотрудник фирмы Lockheed R. Вондрак указывает, что при интенсивном режиме работы добывающего комплекса вокруг Луны на долгое время может создаться атмосфера, непрозрачная для ультрафиолетового излучения, которая будет мешать проведению астрономических наблюдений.

К счастью, результаты анализа, проведенного И. Фернини из Университета шт. Нью-Мексико и авторами статьи, показывают, что загрязнение Луны в основном ограничится зоной расположения добывающих предприятий и стартового комплекса. Атомы различных веществ будут быстро

адсорбироваться лунным грунтом или уноситься солнечным ветром (потоком частиц от Солнца). В результате обсерватории, удаленные на 10–100 км от мест расположения добывающих предприятий, не будут испытывать влияния выбросов.

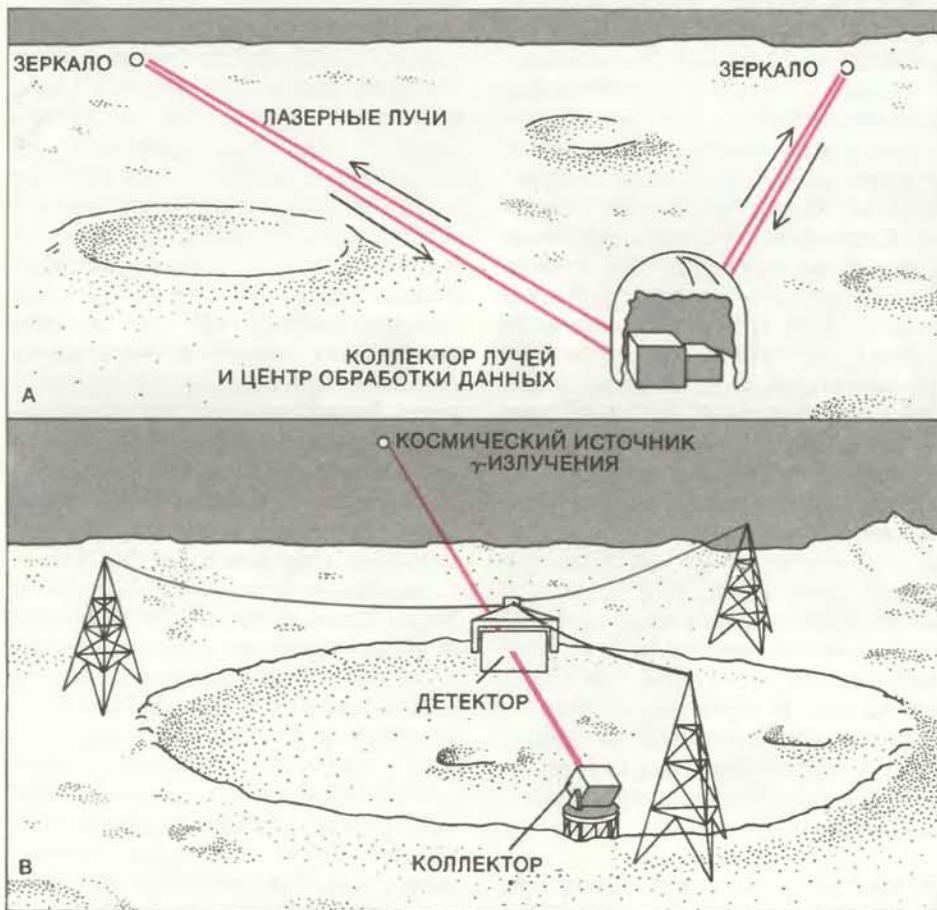
ПЕРВАЯ лунная обсерватория, по-видимому, будет самой скромной по своим возможностям. Однако даже простой оптический телескоп с зеркалом диаметром 1 м на Луне позволит проводить весьма ценные научные исследования; в отсутствие мешающей атмосферы такой телескоп будет иметь разрешающую способность около 0,1 секунды дуги, т. е. лучше, чем у самого мощного телескопа на Земле.

Телескопы на Луне будут иметь возможность вести наблюдения в диапазоне ультрафиолетового и инфракрасного излучений (соответственно на более коротких и более длинных волнах по сравнению с видимым

участком спектра), и это позволит изучать широкий диапазон астрономических явлений. Лунный телескоп с широким полем обзора представляет собой идеальное средство для составления карты всего звездного неба, на которой будут зафиксированы более мелкие объекты и менее различимые детали, чем значатся в современном стандартном паломарском атласе (Palomar Sky Survey). Такой телескоп можно будет также использовать для регистрации солнечной активности и получать информацию о предстоящих вспышках на Солнце, сопровождающихся мощными выбросами космических лучей, и заранее оповещать об этом космонавтов.

М. Зейлик из Университета шт. Нью-Мексико предлагает, чтобы один оптический телескоп диаметром 1 м был предназначен для регистрации изменений яркости переменных звезд и квазаров. В условиях отсутствия влияния свечения Земли и атмосферных возмущений расположенной на Луне аппаратуре для измерения яркости потребуется более чем в 100 раз меньше времени на экспозицию по сравнению с земными условиями, причем измерения эти можно вести непрерывно, без учета смены дня и ночи и погодных условий, которые мешают проведению таких наблюдений на Земле.

Другие крайне простые приборы, которые также успешно могут работать в специфических условиях на Луне, — это детекторы всплесков гамма-излучения и регистраторы переменности рентгеновского излучения. Эти приборы могут обозревать небесный свод, фиксируя кратковременные, таинственные всплески гамма-излучения (длительностью — от 0,01 до 80 с), которые по интенсивности в несколько сот или тысяч раз превосходят относительно стабильное фоновое излучение. Пока нам мало что известно об источниках всплесков гамма-излучения и прежде всего потому, что астрономы не имели возможности точно установить их местонахождение и идентифицировать оптические источники этих всплесков. Обычные детекторы гамма-излучения могут регистрировать положение объектов только в пределах нескольких градусов. Размещенные на Луне станции для регистрации гамма-излучения, работающие совместно с другими аналогичными станциями, распределенными в пределах Солнечной системы, могли бы фиксировать местонахождение источников с точностью до одной секунды дуги путем сравнения времени фиксации всплесков различными детекторами. С помощью систем регистрации рентге-



ЛУННЫЕ ОБСЕРВАТОРИИ расширяют границы астрономических наблюдений. Считается, что гравитационные волны существуют, но зарегистрировать их никогда не удавалось. С помощью лазерной установки для измерения расстояний (а), размещенной на лунной поверхности, отличающейся высокой стабильностью, можно будет обнаруживать мельчайшие колебания, вызванные этими неуловимыми волнами. Гамма-телескопы с большим фокусным расстоянием (б), которые нетрудно создать на Луне, лишенной воздушной оболочки, будут вести наблюдения с гораздо более высокой чувствительностью за процессами в сверхновых и в удаленных галактиках, сопровождающимися выделением больших энергий.

новского излучения можно будет изучать мерцающие излучения, которые, как полагают, связаны с горячими дисками материи, окружающей нейтронные звезды и черные дыры.

Одна из наиболее привлекательных идей, стимулирующих желание построить лунную обсерваторию, заключается в том, что она позволит астрономам изучать низкочастотные радиоизлучения (волны длиной около 1 км), которые можно наблюдать только с обратной стороны Луны. В течение двух последних десятилетий, когда новые технические средства позволили наблюдать звездное рентгеновское и инфракрасное излучения, был открыт новый класс источников и ранее неизвестные физические явления. Радиочастоты ниже 30 МГц — это последний из неисследованных участков спектра электромагнитных колебаний. Излучение на этих частотах недоступно для наблюдения с Земли, поскольку оно отражается верхними слоями атмосферы.

Это соблазнительное «окно» в космическое пространство можно открыть, если на Луне будет сооружена антенная решетка на крайне низкие частоты VLFA (Very Low Frequency Array); эта идея была предложена в 1985 г. Дж. Дугласом и Х. Смитом из Техасского университета в Остине и разработана авторами этой статьи. VLFA будет состоять примерно из 200 дипольных антенн длиной около 1 м, похожих на телевизионные приемные антенны. Чувствительные к частотам в диапазоне от 50 кГц до 30 МГц антенны будут расставлены по кругу диаметром свыше 20 км. Каждая отдельная группа антенн будет иметь определенную направленность, устанавливаемую автоматически с помощью электронных средств, так чтобы вся решетка была ориентирована на различные источники без перемещения элементов антенн. Сигналы от каждой группы антенн будут последовательно передаваться на центральный пункт управления для сопоставления и калибровки; затем данные можно проанализировать на компьютерах либо непосредственно на Луне, либо на Земле и в результате определить яркость поверхности (а, следовательно, и структуру) источника излучения радиосигнала.

Строительство VLFA будет сопряжено с рядом технических трудностей. Решетку необходимо разместить на обратной стороне Луны, на довольно большом расстоянии от любой обитаемой базы, и поэтому, вероятно, ее сооружение будет осуществляться с помощью средств дистанционного управления. Для этого

необходимо будет разработать мобильные роботы; им придется преодолевать расстояния до 20 км по местности со сложным рельефом и устанавливать антенны в оптимальных местах. Поскольку связь между Луной и Землей сопряжена с временной задержкой (около 3 с туда и обратно), в подвижное средство нужно будет встроить автономный блок программ искусственного интеллекта. Для обеспечения передачи данных от каждого диполя к центральному процессору потребуется разработка сложного многоканального радиоволнового или лазерного приемно-передающего устройства.

Как только все эти трудности будут преодолены, можно надеяться, что VLFA станет весьма результативным источником научных данных. Астрономы с помощью этой системы смогут изучать процессы, за счет которых высокоэнергичные частицы в солнечных вспышках получают ускорение, и это позволит создавать системы раннего оповещения о предстоящих мощных вспышках на Солнце; она будет дополнять результаты, получаемые с однометрового оптического телескопа, следящего за Солнцем. Ученые смогут также изучать поток высокоэнергичных электронов в планетарных магнитных полях, в остатках сверхновых, в пульсарах и внегалактических радиоисточниках, которые являются объектами, где происходят мощные, но пока еще малоизученные астрофизические процессы. VLFA будет способна также исследовать структуру межпланетной и межзвездной среды. Наконец, наблюдения в длинноволновом диапазоне позволят астрономам приоткрыть завесу над слабыми и едва заметными процессами, сопровождающими более выраженное и поддающееся регистрации поведение активных галактик и квазаров.

Сотрудник Научно-исследовательского института космических телескопов в Балтиморе П. Бели и сотрудник Ликской обсерватории Г. Иллингорт недавно выдвинули идею о сооружении на Луне 16-метрового оптического инфракрасного телескопа. С помощью такого телескопа можно будет обнаруживать объекты с излучением в 40 раз более слабым по сравнению с тем, которое могут регистрировать телескопы, выведенные на земную орбиту. 16-метровое оптическое зеркало можно сделать из нескольких шестиугольных сегментов, что позволит упростить его конструирование и сборку. Такой телескоп мог бы покояться на трех парах легких опор, а с помощью встроенных в них механизмов, управляемых ком-

пьютером, можно было бы компенсировать смещения основания телескопа. Дж. Энджел из Аризонского университета высказал предположение, что путем регистрации сигналов характеристического излучения атмосферного озона такой телескоп мог бы обнаруживать планеты, похожие на Землю и расположенные вокруг других звезд.

Еще более впечатляющим проектом в области оптической астрономии было бы размещение на Луне большого оптического интерферометра. Космический телескоп «Хаббл», вывод на орбиту которого все с нетерпением ожидают, позволит улучшить разрешение только в 10 раз по сравнению со способностью наземных телескопов. Телескоп, который мы предлагаем установить и называемый лунной синтезирующей решеткой оптического, ультрафиолетового и инфракрасного диапазона LOUISA (Lunar Optical-Ultraviolet-Infrared Synthesis Array), будет обладать разрешающей способностью в 100 тыс. раз лучшей, чем у самого большого телескопа на Земле. В принципе с помощью такого прибора можно было бы разглядеть с Луны находящийся на поверхности Земли предмет величиной с монету!

Б. Бурке из Массачусетского технологического института первым предложил построить прибор такого типа; по нашим представлениям, LOUISA будет состоять из ряда взаимосвязанных электронными устройствами оптических телескопов, размещенных в круге диаметром 10 км. Оптический интерферометр такого типа на Земле построить нельзя из-за наличия атмосферных возмущений и сейсмических подвижек земной коры. На околоземной орбите из-за гравитационных перепадов в различных точках пространства, охватываемого 10-километровой базой решетки, пришлось бы прибегать к непрерывным, технически трудно осуществимым и очень дорогостоящим передислокациям каждого входящего в систему телескопа.

В феврале 1989 г. 50 ведущих специалистов в области оптической интерферометрии собрались в Университете шт. Нью-Мексико, где они приняли согласованный предварительный вариант конструкции LOUISA. Система будет состоять из телескопов с 1,5-метровыми зеркалами, расположенных по двум концентрическим кольцам. По внешнему кольцу диаметром 10 км будет установлено 33 телескопа. На внутреннем кольце предполагается разместить 9 телескопов; его диаметр составит полкилометра. Световой поток, попадаю-

ший на каждый телескоп, после преобразования в электрический сигнал будет направляться на центральную станцию обработки и хранения данных. LOUISA будет вести наблюдения в широком диапазоне длин волн — от ультрафиолетовой (0,1 мкм) до ближней инфракрасной области (1 мкм).

С конструктивной точки зрения LOUISA — самый сложный из всех телескопов, которые рассматривались для сооружения на поверхности Луны, но в то же время эта система представляется потенциально наиболее многообещающей для науки. Имея разрешающую способность, измеряемую стотысячными долями секунды дуги, LOUISA позволит исследователям ставить для изучения принципиально новый класс задач. Возможности LOUISA таковы, что она сможет обнаруживать во Вселенной планеты, подобные Земле и врачающиеся около звезд (не исключено, что удастся определить и состав атмосферы таких планет); эти исследования будут первым шагом на пути реальной оценки вероятности присутствия жизни в пределах нашей Галактики, помимо Земли. В нашей Солнечной системе с помощью LOUISA можно будет получить снимки планет и астероидов с изображением таких деталей, которые не может зафиксировать даже аппаратура, установленная на борту космического корабля «Вояджер». Характерные особенности поверхности звезд можно будет наблюдать непосредственно и таким образом установить связь между активностью на Солнце и на других звездах и исследовать едва заметные перемещения звездных оболочек; по этим перемещениям можно получить информацию о внутренней структуре звезд и таким образом найти ключ к познанию их эволюции. Астрономы получат возможность исследовать динамику галактических ядер, наблюдать диски вещества, спирально сворачивающиеся вокруг черных дыр, и нейтронные звезды и изучать структуры разрушенных галактик. В области космологии LOUISA сможет измерять собственные движения квазаров и обнаруживать любые отклонения в равномерном расширении Вселенной.

ИМЕЮТСЯ также предложения о размещении на Луне и других телескопов, которые смогут превзойти возможности той аппаратуры, которая в настоящее время используется на Земле. Радиоинтерферометр, включающий в себя элементы лунного и земного базирования, позволит увеличить базу до размеров, фактиче-

ски измеряемых расстоянием от Земли до Луны и тем самым создать 384 000-километровый радиотелескоп. Такой прибор будет обладать разрешающей способностью примерно равной одной стотысячной секунды дуги на частоте 10 ГГц.

Сотрудник Калифорнийского университета в Санта-Крузе Ф. Дрейк предложил построить в одном из лунных кратеров параболическую радиоантенну гигантских размеров диаметром до 1500 м. Антenna столь огромных размеров позволила бы проводить высокочувствительные наблюдения радиоизлучений нейтрального водорода в космическом пространстве; проводить такие исследования на Земле вскоре, по-видимому, станет невозможно из-за больших помех, создаваемых в атмосфере за счет выбросов различных продуктов человеческой деятельности. П. Горенштейн из Смитсонианского астрофизического центра при Гарвардском университете предложил соорудить на Луне сеть рентгеновских телескопов, которая будет обладать значительно лучшей разрешающей способностью по сравнению с той, которую будет иметь космическая станция «Х-рэй астрофизикс».

Сооружение обсерватории на Луне может также помочь астрономам проникнуть во многие еще не исследованные тайны гравитационных волн и нейтрино. Существование гравитационных волн было предсказано еще в общей теории относительности Эйнштейна; обнаружение их послужило бы серьезной проверкой его теории, а также моделей формирования галактик.

Считается, что гравитационные волны создаются в результате коллапса звездного ядра, который случается во время взрыва сверхновой, а возможно, при необычных высокогенергетических процессах, связанных с так называемыми космическими струнами, которые могли образоваться на ранних стадиях формирования Вселенной. Прогнозируемая интенсивность этих волн настолько мала, что для их «улавливания», вероятно, потребуются высокостабильные детекторы длиной более 1000 км. Сейсмическое спокойствие на Луне и большая ее территория создают благоприятные условия для размещения на лунной поверхности датчиков гравитационных волн.

В природе существует огромное количество нейтрино, и их можно считать доминирующей формой материи во Вселенной. Возможно, что в них скрывается ключ к пониманию природы термоядерных реакций на Солнце, поведение которых отличается от

предсказуемого. Нейтрино трудно обнаружить по той причине, что они очень слабо взаимодействуют с материей. В земных условиях наблюдение нейтрино, исходящих с источников во Вселенной, осложняется еще и присутствием непрерывного потока частиц высоких энергий (в число которых входят и нейтрино), которые образуются при столкновениях космических лучей с земной атмосферой. М. Черри и К. Ланде из Пенсильванского университета указали, что фотонный поток нейтрино на Луне более чем в тысячу раз меньше, чем на Земле, и поэтому размещение датчиков нейтрино на Луне может оказаться весьма эффективным.

В ДВУХ составленных недавно документах под названием «Доклад национальной комиссии по космическим исследованиям» и «Лидерство и будущее положение Америки в области освоения космического пространства» (известный как доклад Салли Райд) высказывается одобрение идеи о сооружении на Луне постоянно действующей базы как одной из желательных целей американской программы космических исследований. В этих докладах указывается на огромные потенциальные возможности Луны и как платформы для научных исследований, и как источника сырьевых ресурсов. Приобретение опыта жизни и работы в суровых непривычных условиях на относительно недалеком от Земли космическом объекте также является важной предпосылкой к тому, чтобы приступить к более впечатляющим и полным неожиданностей свершениям, таким как полет человека к Марсу.

Крупномасштабные проекты по установке на Луне таких научных комплексов, как VLFA, LOUISA и больших параболических радиоантенн, безусловно будут стимулировать прогрессивное развитие в разработке вспомогательного технического оборудования. Кроме того, наличие лунной обсерватории будет способствовать сближению и объединению усилий представителей различных наук — астрономов, физиков и оптиков-электронщиков, равно как и специалистов многих других технических направлений.

По мере того как противостояние Восток—Запад будет ослабевать, США, вероятно, будут тратить все меньшую долю своего валового национального продукта на оборону; тем не менее свой высокий научно-технический уровень США все же должны будут поддерживать. Размещенное на Луне астрономическое оборудование смогло бы помочь США разработать

четкий, хорошо скоординированный долгосрочный план научно-технического развития и прикладных разработок. Кроме того, наличие лунной базы создало бы самые благоприятные условия для международного сотрудничества.

Политические и экономические соображения выдвигают довольно солидные аргументы в пользу того, чтобы в планах США на следующее столетие освоение Луны стало одной из наиболее приоритетных целей. Даже если первоначально база на Луне будет развернута не для научных целей, ее наличие значительно упростит и удешевит сооружение лунных обсерваторий впоследствии. Так было с полетами космических кораблей

«Аполлон», запуски которых, вероятно, диктовались политическими мотивами, но, несмотря на это, они в результате обогатили науку ценной информацией. Сейчас самое время использовать преимущества распределения астрономического потенциала, которого можно добиться путем создания на Луне постоянно действующей базы в XXI в.

В течение долгих столетий люди обращали свой взор на Луну и мечтали о том, чтобы достичь ее. Но скоро мы, возможно, окажемся там и уже непосредственно с ее поверхности будем обозревать и исследовать Вселенную так, как раньше нам никогда не удавалось.

пой женщин, соответствующих участницам обследования по возрасту, состоянию здоровья и другим характеристикам и рожавших в больницах или в родильных центрах при больницах. Авторы комментария признают, что обследование с контрольной группой — это нелегкая задача, но без такого подхода невозможно достоверно сравнивать безопасность родов в больницах и в независимых родильных центрах. По их словам, низкая смертность новорожденных в родильных центрах может объясняться тем, что в обследовании участвовали женщины с особенно малой вероятностью родовых осложнений.

«Идеальное обследование, результаты которого убедили бы всех, практически осуществить невозможно, — говорит Рукс. — Это должна быть четко спланированная работа, охватывающая большой фактический материал и дающая однозначные результаты».

Рукс также подчеркнула, что нет определенных данных, подтверждающих широко распространенное мнение, что рожать в больницах безопаснее. Ведь на самом деле многие больницы не приспособлены для экстренного кесарева сечения, интенсивной терапии новорожденных, да и многие больничные процедуры могут осложнить роды. «Неудачные роды будут и в родильных центрах, и в больницах», — сказала она.

Как отмечает Рукс, кесарево сечение, небезопасное как для матери, так и для ребенка, значительно чаще делается женщинам, рожающим в больницах. По результатам обследования, если в родильных центрах путем кесарева сечения рожали 4,4% пациенток, то в больницах среди женщин с малой вероятностью родовых осложнений оно проводилось вдвое чаще.

У. Пирс из Американского колледжа акушерства и гинекологии согласен с тем, что в некоторых больницах акушерская практика нуждается в улучшении. Однако обслуживание в родильных центрах смущает его необходимостью отправки пациенток и новорожденных в больницу в случае осложнений. Конечно, количество связанных с этим случаев смерти или тяжелого ущерба здоровью матери и ребенка, которых при быстром оказании соответствующей медицинской помощи можно было бы избежать, невелико. Тем не менее опасность катастрофических последствий вполне реальна. Поэтому многие врачи, включая Пирса, Либерман и Райана, отдают предпочтение родильным центрам при больницах, а не независимым центрам.

Наука и общество

Безопасные роды

ИДЕЯ внебольничных родильных центров не лишена привлекательности: безусловно, приятнее рожать не в безликой больнице, а в заботливой, почти домашней обстановке. Но обеспечивают ли самостоятельные родильные центры такую же безопасность своим пациентам, как больницы?

Да, по крайней мере тем женщинам, для которых мала вероятность осложненных родов, т. е. именно тем, кто обычно приходит в родильные центры. Так утверждают авторы широкомасштабного исследования, результаты которого опубликованы в декабре 1989 г. в журнале "New England Journal of Medicine". Женщины, страдающие каким-либо заболеванием (например, диабетом, гипертонией) или же ожидающие двойню, как правило, в такие центры не обращаются.

Безопасность пациенток в большой степени определяется тем, справится ли медицинский персонал с неожиданно возникающими серьезными осложнениями, такими как длительное кислородное голодание плода или сильное послеродовое кровотечение у матери. Родильные центры, где роды принимают в основном акушерки, а не врачи, не оборудованы для проведения кесарева сечения и некоторых других экстренных процедур, и в тех редких случаях, когда необходимы такие процедуры, пациентку нужно немедленно доставить в специализированную больницу.

Ю. Рукс с факультета здравоохранения Колумбийского университета и Ю. Эрнст из Национальной ассоциации центров для беременных в Перки-

оменвилле (шт. Пенсильвания) и их коллеги обследовали около 12 тыс. женщин, рожавших в различных родильных центрах (которые составили примерно половину всех имеющихся в США медицинских учреждений такого рода, причем, судя по некоторым источникам, лучшую половину).

Серьезные осложнения, требующие немедленного специализированного медицинского обслуживания роженицы в больничных условиях, возникли в 8% случаев (это обычная частота родовых осложнений), однако лишь половина этих пациенток и их новорожденных были отправлены в больницу. Остальных оставили на месте, потому что либо роды уже начались, либо к моменту рождения ребенка экстренность ситуации снималась.

Несмотря на то что в ряде случаев, когда было решительно необходимо перевезти пациентку в больницу, этого не было сделано, все женщины остались живы, а число новорожденных, умерших в первые несколько недель после родов, было небольшим: 1,3 на 1000. Практически такая же ранняя смертность новорожденных отмечалась в пяти обследованиях рожавших в больницах женщин с малой вероятностью родовых осложнений (что устанавливалось post factum по индивидуальным медицинским картам пациенток).

Некоторые врачи не согласны с этим утверждением. В комментарии от редакции к упомянутой публикации Э. Либерман и К. Райан из Женской больницы Бригэм в Бостоне выражают беспокойство по поводу того, что в обследование деятельности родильных центров не было включено наблюдение за контрольной групп-

Интерлейкин-2

Этот гормон иммунной системы помогает организму защищаться от микробов, избирательно стимулируя размножение тех клеток, которые их атакуют

КЕНДАЛЛ А. СМИТ

СТЕХ ПОР как в 1797 г. Э. Дженнер изобрел вакцинацию, которую он применил для защиты от оспы, иммунная система неизменно привлекает внимание биологов своими загадками. За прошедшие двести лет постепенно выяснилось, что активность иммунной системы определяется гармоничным действием различных высокоспециализированных клеток крови и тканей. Список клеток иммунной системы все увеличивался и оставалось непонятным, каким образом функционирование этого множества несвязанных между собой клеток координируется для избирательной защиты организма от патогенов. До недавнего времени иммунитет казался явлением таинственным, а иммунология представлялась безнадежно сложной и не доступной для понимания непосвященных.

Однако за последнее десятилетие иммунология претерпела глубокие изменения в связи с доказательством того, что, подобно другим системам органов, иммунная система регулируется гормонами. В настоящее время иммунология уже не отгорожена от других биологических дисциплин узкоспециализированными терминологиями и теориями. Благодаря открытию и изучению гормонов иммунной системы, называемых интерлейкинами, стало ясно, что иммунный ответ подчиняется тем же закономерностям, что и процессы с участием классических гормонов и их рецепторов.

Первым был открыт и изучен интерлейкин-2. Хотя теперь известны восемь интерлейкинов, функции некоторых из них не установлены или же не связаны непосредственно с иммунитетом, тогда как интерлейкин-2 играет центральную роль в развитии эффективного иммунного ответа. Поэтому изучение интерлейкина-2 и его рецепторов позволит разработать подходы к лечению самых разных болезней, в том числе рака, аутоиммунных заболеваний, хронических инфекций, синдрома приобретенного иммунного дефицита (СПИДа), а также отторжения трансплантата при пересадке органов.

Установление роли интерлейкина-2

было очень важным для понимания специфических свойств иммунной системы. Подобно тому как нервная система реагирует на свет, звук и другие внешние раздражители, иммунная система отвечает на проникновение в организм извне чужеродных молекул и частиц, в том числе микроорганизмов — бактерий, вирусов, грибов и простейших. Для выполнения этой роли существенны три свойства иммунной системы. Во-первых, иммунная реактивность высокоспецифична и очень разнообразна, что обеспечивает распознавание любого микроорганизма или чужеродного вещества (антигена) и специфичную реакцию на него. Во-вторых, иммунная система обладает способностью отличать «свое» от «чужого», и только в редких случаях ее действие оказывается направлено против нормальных тканей собственного организма. Наконец, иммунная система обладает памятью: после первого контакта с антигеном в ней происходят определенные изменения, благодаря которым при повторных контактах с тем же антигеном она реагирует гораздо быстрее и эффективнее.

ФУНДАМЕНТ современных представлений об иммунной системе был заложен в 1955 г. Н. Ерне — лауреатом Нобелевской премии в области медицины за 1984 г., — работавшим в Калифорнийском технологическом институте. Он предположил, что иммунная реактивность основана на принципе дарвиновского естественного отбора. В то время уже было известно, что в крови молекулы антител специфично взаимодействуют с антигенами. По гипотезе Ерне, всякий организм исходно обладает небольшим количеством антител против любого возможного антигена. Когда в организм проникает конкретный антиген, способные связываться с ним антитела подвергаются позитивному отбору (в терминологии Дарвина) и их количество возрастает.

Четыре года спустя М. Бёрнет (впоследствии тоже лауреат Нобелевской премии) из Института медицинских исследований Уолтера и Эли-

зы Холл в Мельбурне в своей небольшой книге «Клонально-селекционная теория приобретенного иммунитета» разработал клеточные основы гипотезы отбора Ерне. Он предположил, что каждый вид молекул антител является продуктом одной клетки. По Бёрнету, антиген непосредственно взаимодействует с клеткой, производящей антитела, что стимулирует их образование (впервые эта идея была высказана в 1905 г. П. Эрлихом, одним из первых иммунологов и лауреатов Нобелевской премии), причем клетка, образующая антитела, после избирательной активации антигеном размножается и возникает клон, т. е. множество клеток, происходящих от одного предшественника.

Когда Бёрнет выдвинул свое предположение, клетки, ответственные за взаимодействие с антигенами, были не известны, хотя уже удалось установить, что белые кровяные клетки, называемые плазматическими, в большом количестве производят антитела. Для роли первичных акцепторов антигенов и соответственно предшественников плазматических клеток наиболее подходили клетки, называемые лимфоцитами, которые преобладают в лимфатических узлах, однако считалось, что лимфоциты не способны к пролиферации (размножению). Но уже через год, в 1960 г., П. Ноузл из Пенсильванского университета обнаружил, что, получив соответствующий химический стимул, лимфоциты могут размножаться.

ИНТЕРЛЕЙКИН-2 связывается с рецептором на клеточной мемbrane T-лимфоцитов, стимулированных антигеном. Рецептор состоит из двух полипептидных цепей — большой, мол. массой 75 килодальтон и малой, мол. массой 55 килодальтон; каждая из них связывается с молекулой интерлейкина-2. Его взаимодействие с большой цепью служит сигналом к делению клетки. Таким образом, интерлейкин-2 вызывает размножение антигенспецифичных лимфоцитов, что усиливает иммунную защиту организма.

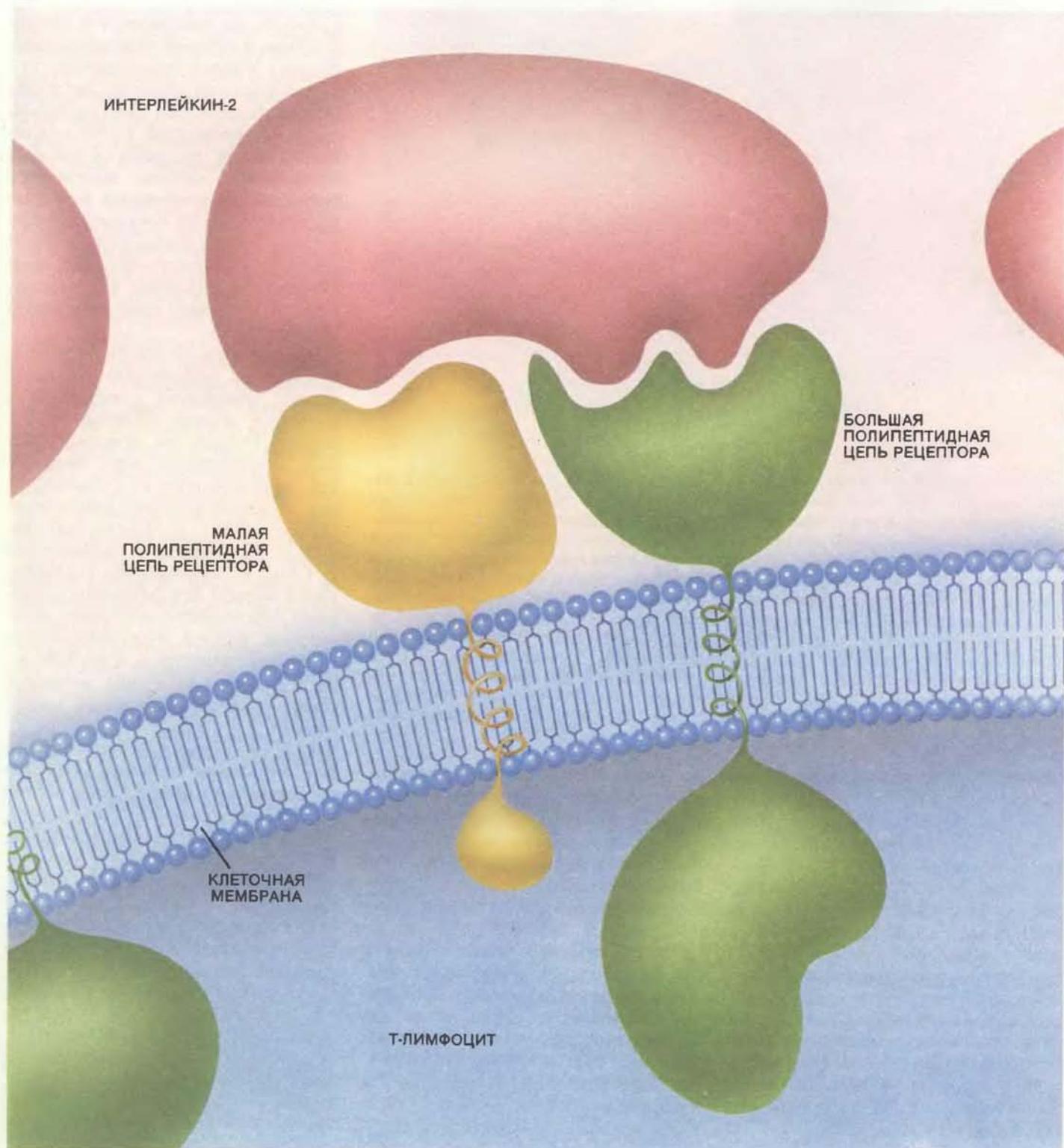
В течение десяти лет после появления гипотезы Бёрнета и открытия Ноуэлла иммунную систему глубоко изучили на клеточном уровне. Было установлено, что существуют два главных типа лимфоцитов — В- и Т-клетки. В-лимфоциты, которые происходят из костного мозга, на своей поверхности несут антитела, как и предполагал Бёрнет. Эксперименты Г. Носсала из Института Холла, а также А. Нордина из Питтсбургского университета и Ерне продемонстрировали, что каждая В-клетка после стимуляции определенным антигеном становится плазматической клеткой секрецирующей антитела одной определенной специфичности, а именно против данного антигена.

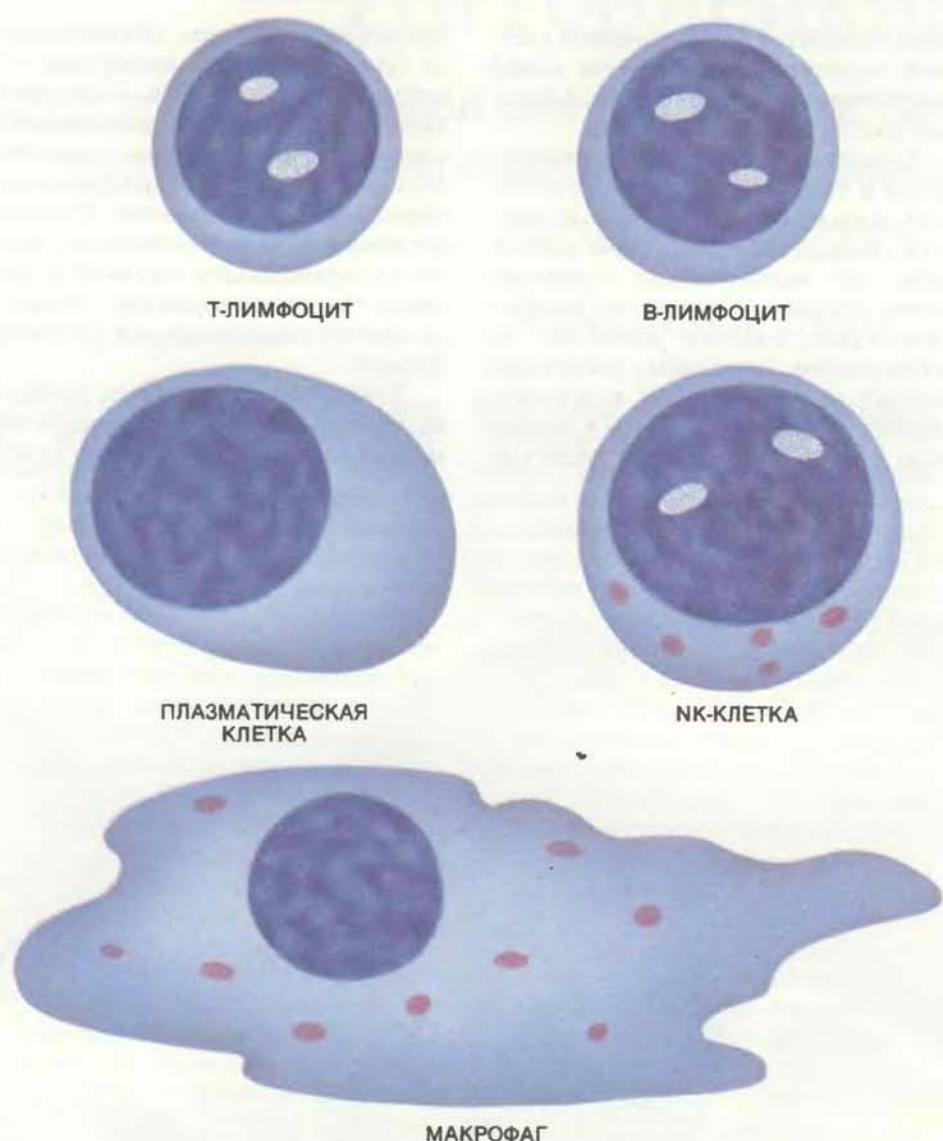
Т-лимфоциты, которые развиваются в тимусе, антител не производят, однако несут на своей поверхности специфические рецепторы антигенов, по молекулярной структуре очень похожие на антитела. Подобно В-клеткам, Т-клетки реагируют на стимуляцию антигеном, секрецируя молекулы, участвующие в осуществлении функций этих клеток в иммунном ответе. Т-лимфоциты подразде-

ляются на две группы, различающиеся секреируемыми молекулами: Т-хелперы (от англ. help — помощь) выполняют свою роль помощников, секрецируя интерлейкины, стимулирующие другие клетки иммунной системы, а цитотоксические Т-клетки вступают в непосредственный контакт с зараженными клетками и, выделяя токсичные вещества, убивают их вместе с содержащимися в них микробами.

Т-лимфоциты оказались удобной модельной системой для изучения иммунного ответа. Если в организм вве-

ИНТЕРЛЕЙКИН-2





ОСНОВНЫЕ КЛЕТКИ ИММУННОЙ СИСТЕМЫ выполняют разнообразные функции. Т-лимфоциты специфично взаимодействуют с антигенами (чужеродными молекулами). Эти клетки бывают двух типов: цитотоксические Т-клетки, секретируя токсичные вещества, убивают зараженные клетки вместе с проникшими в них микроорганизмами, а Т-хелперы секретируют факторы роста, называемые интерлейкинами, которые усиливают иммунный ответ. В-лимфоциты во многом похожи на Т-лимфоциты, но они не взаимодействуют с чужеродными агентами непосредственно. После стимуляции антигеном В-лимфоциты претерпевают дифференцировку и превращаются в плазматические клетки, секретирующие в большом количестве специфичные антитела, связывающиеся с антигенами. NK-клетки не обладают антигенней специфичностью, они атакуют любой проникший в организм микроб. Макрофаги поглощают чужеродные агенты и представляют антигены Т-лимфоцитам, что инициирует антигенспецифичный иммунный ответ.

сти антиген, иммунная реакция наблюдается только против этого антигена. Пролиферация Т-лимфоцитов в культуре также специфична в отношении антигена: выживают и размножаются только те клетки, которые реагируют на данный антиген. Из этих соображений в 1965 г. была разработана короткоживущая культура Т-лимфоцитов для воспроизведения иммунного ответа *in vitro*. Поведение этих клеток в культуре пролило свет на явление иммунологической памяти: контакт с антигеном приводит к избирательному увеличению количества клеток, способных реагировать на него в будущем.

Всегда считалось, что антиген является единственным стимулом клеточного деления В- и Т-лимфоцитов. Это положение, ставшее уже догмой, пришлось отвергнуть, чтобы достичь более детального понимания функционирования иммунной системы.

СОВРЕМЕННЫЕ представления о молекулярных механизмах стимуляции роста лимфоцитов начали складываться в 1965 г., когда две группы исследователей из Больницы королевы Виктории в Монреале — С. Кадзакуры и Л. Лоэнстейна, а также независимо от них Дж. Гордон и Л. Маклин — одновременно опуб-

ликовали в журнале "Nature" статьи, в которых сообщалось о том, что культурная среда, кондиционированная пролиферирующими лимфоцитами (т. е. среда, в которой культивировались лимфоциты, но отделенная от них) содержит неизвестное вещество, усиливающее пролиферацию лимфоцитов в присутствии антигена.

На протяжении следующих десяти лет появилось множество работ об этих таинственных веществах, ускоряющих клеточный рост. Тем не менее в большинстве своем иммунологи игнорировали такие данные, продолжая считать, что исключительно антигены вызывают пролиферацию лимфоцитов. С этой точки зрения допускалось как максимум, что фактор из среды, в которой находились лимфоциты, ускорял пролиферацию, уже начавшуюся под действием антигена. Исходя из подобных идей, несколько групп исследователей в 1970-х годах опубликовали ряд работ, в которых описывались методы длительного выращивания лимфоцитов в культуре, основанные на повторных добавлениях антигена; таким способом удавалось стимулировать пролиферацию лимфоцитов в культуре до 4 месяцев, и клетки сохраняли свою антигенную специфичность.

Иммунологи не могли поверить, что фактор, выделяемый клетками, может специфично стимулировать клеточное деление лимфоцитов, поскольку, казалось бы, он должен ускорять пролиферацию всех лимфоцитов, независимо от их взаимодействия с определенными антигенами. Однако в 1976 г. Д. Морган, работавшая с Ф. Рушетти в лаборатории Р. Галло в Национальном институте рака в Бетесде (шт. Мэриленд), сообщила, что нормальные Т-лимфоциты человека удается культивировать в отсутствие антигена до 9 месяцев, если в культуру регулярно добавлять среду, кондиционированную лимфоцитами.

Если разобраться, Морган сделала это наблюдение случайно. Она была специалистом в области гематологии и гемопоэза (развития клеток крови), но новичком в методах культивирования лимфоцитов. Пытаясь разработать долгоживущие культуры лейкозных клеток, она использовала для их стимуляции среду, кондиционированную лимфоцитами, поскольку было известно, что лимфоциты выделяют факторы, способствующие росту ранних кроветворных клеток. К ее огорчению, клетки больных лейкозом, выросшие в среде, кондиционированной лимфоцитами, оказались не лейкозными, а нормальными Т-лимфоцитами. Однако для иммунологов ее

данные были очень важными, так как позволяли предполагать, что не антиген, а какой-то фактор, содержащийся в кондиционированной среде, обусловливает клеточный рост Т-лимфоцитов.

Хотя Морган опубликовала свою работу в ведущем журнале "Science", большинство иммунологов не придали ей значения, поскольку авторы этой статьи, хотя и хорошо известные среди гематологов и вирусологов, не были известны в иммунологических кругах. В названии статьи отмечалось, что культивировавшиеся Т-лимфоциты происходили из костного мозга, а это позволяло подозревать, что они были незрелыми или нетипичными клетками. Кроме того, не было продемонстрировано, что эти клетки обладают какой-то антигенспецифической функцией, и иммунологи по традиции остались безразличны к явлению, в котором не наблюдалась антигенные специфичность.

КАК И МОРГАН, я был специалистом скорее в области гематологии и гемопоэза, чем иммунологом. После защиты докторской диссертации я работал в Институте онкологических и генетических исследований в Вийжуифе (Франция) с Дж. Мейтом, который одним из первых попытался применить иммунотерапию для лечения лейкоза. Меня увлекла идея о возможности стимуляции роста цитотоксических лимфоцитов, способных убивать лейкозные клетки. И в 1974 г., будучи доцентом в Дартмутской медицинской школе, я развернул программу исследований с целью выяснить главные детерминанты пролиферации клеток. К 1976 г. мои коллеги и я показали, что цитотоксические Т-лимфоциты могут убивать лейкозные клетки мыши в культуре. Однако нам никак не удавалось культивировать Т-лимфоциты больше нескольких дней. Было решено испробовать новые методы, чтобы добиться длительного антигенспецифического клеточного роста.

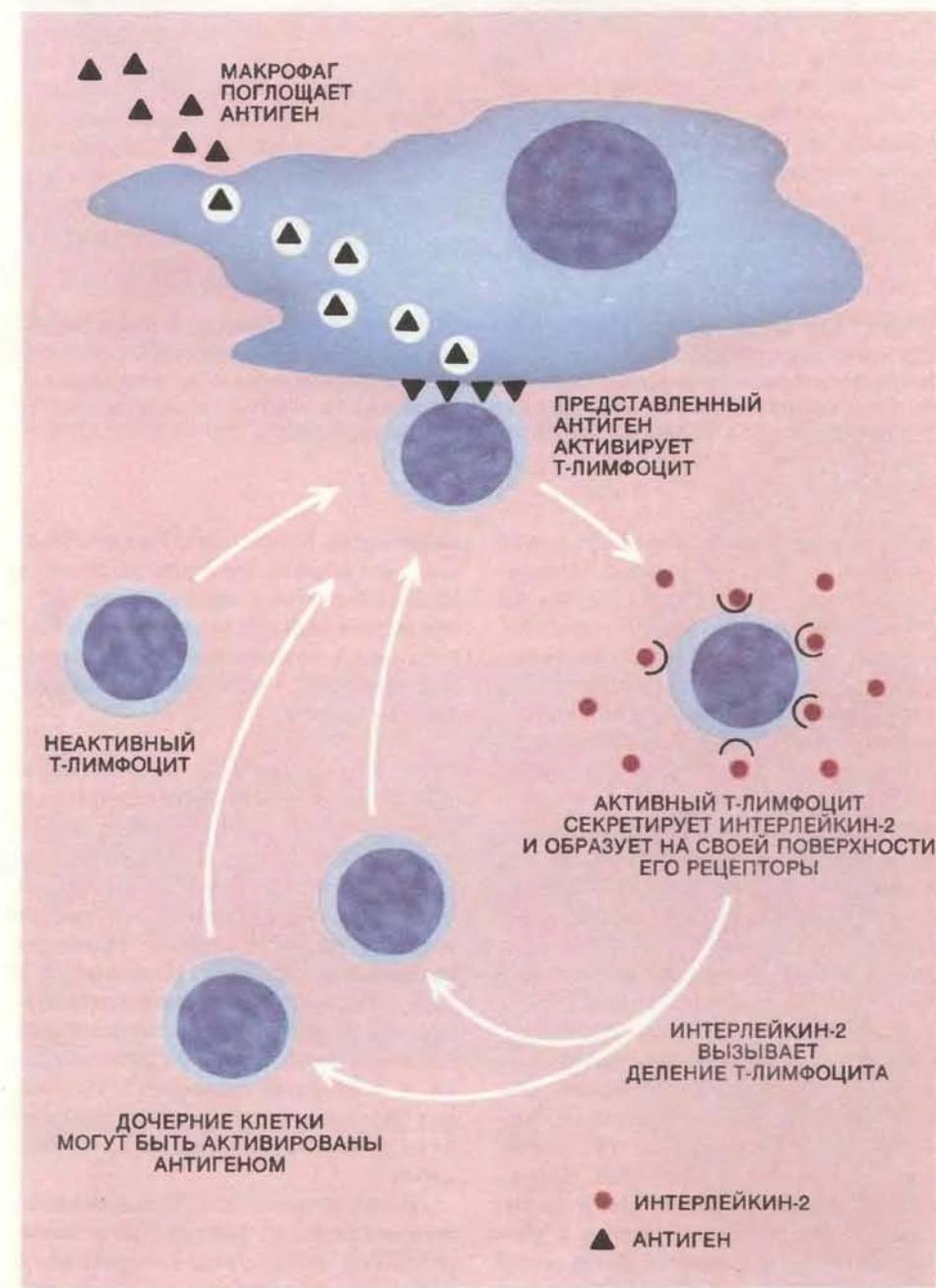
Не обремененные иммунологическими догмами, мы объединили методы, применявшиеся ранее другими исследователями. Прежде всего мышей многократно иммунизировали облученными клетками раковой опухоли, чтобы у них увеличилась популяция опухолеспецифических Т-лимфоцитов. Затем Т-лимфоциты этих животных в культуре перемешали с опухолевыми клетками; в этой коротко живущей культуре выживали и пролиферировали только Т-клетки, реагирующие на опухолевый антиген. Через 1–2 недели выжившие Т-клетки переносили в среду, кондициониро-

ванную лимфоцитами, наподобие описанной Морган. С. Гиллес был в нашей лаборатории первым, кому с помощью этого подхода удалось получить долгоживущую культуру Т-лимфоцитов.

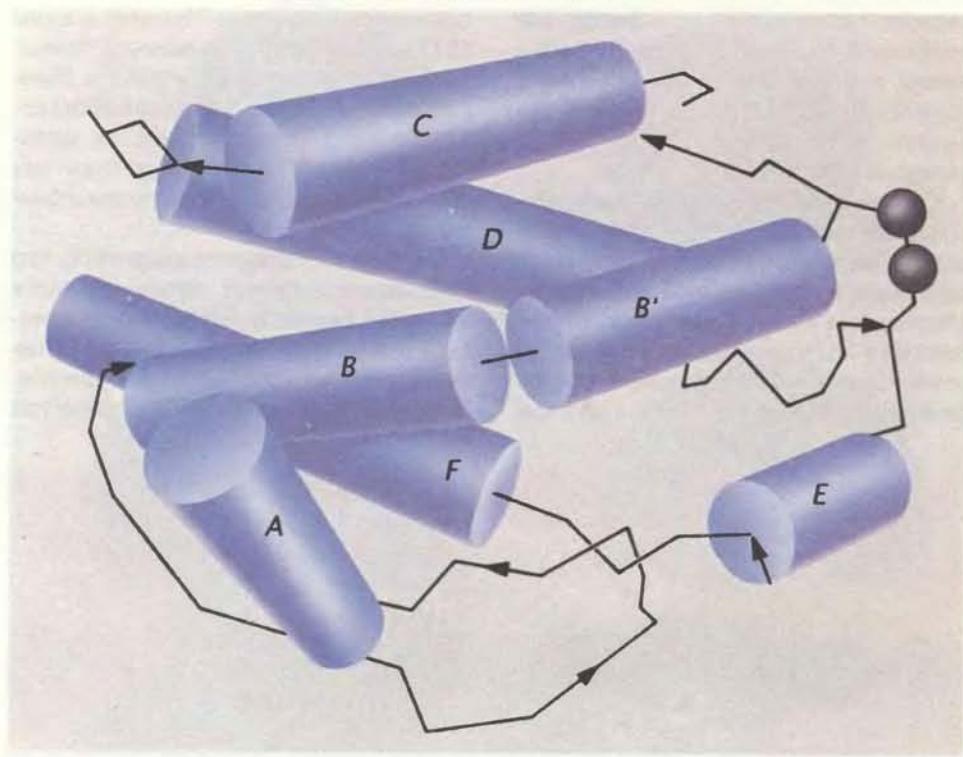
Короче говоря, вопреки господствующему мнению о том, что такой подход обречен, поскольку удаляется опухолевый антиген, мы наблюдали длительный клеточный рост специфичных к опухолевому антигену цитотоксических Т-лимфоцитов в кондиционированной среде. Статья об этом

появилась в журнале "Nature" в июле 1977 г. В противоположность равнодушию, проявленному к работе Морган, иммунологи восприняли наше сообщение с большим интересом, потому что в нем описывалась культура функциональных антигенспецифичных Т-клеток.

Этот успех позволял надеяться, что нам удастся прямо проверить клonalную гипотезу Бёрнета получением клонов антигенспецифичных лимфоцитов из одиночных клеток. Опять-таки, согласно общепринятой



ПРОЛИФЕРАЦИЯ Т-лимфоцитов определяется интерлейкином-2. Макрофаг, поглотив антиген, представляет его на своей поверхности, где антиген взаимодействует со специальными к нему Т-клетками, тем самым активируя их. Стимулированные антигеном Т-лимфоциты секретируют интерлейкин-2, а на их поверхности образуются его рецепторы. Связывание интерлейкина-2 с рецептором служит сигналом к делению клетки. В результате возникают дочерние Т-клетки, реагирующие на тот же антиген. Клон идентичных антигенаспецифичных клеток растет до тех пор, пока благодаря деятельности иммунной системы в организме не останется антигена.



СТРУКТУРА молекулы интерлейкина-2 была определена методом рентгеновской кристаллографии. Полипептидная цепь из 133 аминокислотных остатков свернута в приблизительно сферическую форму (цилиндры A—F изображают плотные спиральные участки). Для взаимодействия с обеими полипептидными цепями рецептора молекула интерлейкина-2 должна быть структурно интактной.

точке зрения, такая задача практически невыполнима, поскольку одиночные клетки обычно растут в культуре очень плохо (если растут вообще). Однако добавление среды, кондиционированной лимфоцитами, позволило получить клоны Т-клеток с поразительной эффективностью. У каждого клона наблюдалась антигенспецифическая цитотоксичность, которую можно было объяснить происхождением клеток клона от одной клетки. Так в 1979 г., 20 лет спустя после того, как Бёрнет предложил клонально-селекционную теорию, нами была получена первая линия моноклональных цитотоксических Т-лимфоцитов.

Впоследствии с помощью антигенспецифических моноклональных клеток удалось решить фундаментальные проблемы иммунологии, не поддававшейся изучению на гетерогенных популяциях лимфоцитов. Например, благодаря возможности выращивать идентичные Т-клетки в неограниченном количестве была установлена структура рецепторов антигенов на поверхности Т-лимфоцитов, а также было однозначно показано, что белки главного комплекса тканевой совместимости играют ключевую роль в узнавании антигена Т-клетками. Выращивание клонов хеллерных и цитотоксических Т-лимфоцитов оказалось важным для расшифровки молекулярных механизмов

активности этих клеток. Таким образом, разработка методов получения клонов Т-клеток в культуре и манипулирования ими привела к накоплению детальных доказательств клонально-селекционной гипотезы на молекулярном уровне.

КАКИМ образом антигенспецифический отбор клона может инициировать пролиферацию клеток, которая затем определяется только фактором роста? Первые предположения по этому поводу возникли в самом начале наших исследований. Наиболее логичное объяснение заключается в том, что, когда лимфоцит активируется антигеном, у него возникает способность реагировать на фактор роста, а остальные лимфоциты (огромное большинство которых не реагирует на этот антиген) остаются неактивными.

Для проверки этого предположения мои коллеги и я провели серию экспериментов, результаты которых мы с гордостью представили в один из наиболее престижных иммунологических журналов. Однако, к нашему огорчению, идея о реакции лимфоцитов на фактор роста не была принята: все «знали», что пролиферация Т-клеток стимулируется только антигеном. В обзорах высказывались скептические оценки, авторы их требовали детальных биохимических данных о факторе

роста, которыми мы тогда не располагали.

Поэтому мы сконцентрировали усилия на изучении биологических и биохимических свойств фактора роста Т-клеток. Хотя факторы роста лимфоцитов были описаны еще в 1965 г., количественных методов определения их активности не существовало и оставалось невозможным выявлять и сравнивать относительные количества этих веществ в ходе очистки. Главным препятствием, прежде не позволявшим охарактеризовать различные факторы роста, являлась гетерогенность клеточных культур, используемых для определения их активности, которая делала неясным, какие из клеток реагируют и на какие из множества факторов, присутствующих в среде, кондиционированной лимфоцитами.

Однако, поскольку мы получили моноклональные линии клеток, зависящие от фактора роста, проблема гетерогенности клеточных культур оказывалась по существу решенной. Кроме того, ранее (после защиты своей докторской диссертации) я разработал количественный метод определения фактора роста красных кровяных клеток, называемого эритропозитом; его оказалось довольно просто приспособить применительно к фактору роста Т-лимфоцитов.

Располагая быстрым количественным методом анализа, мы провели эксперименты, результаты которых позволили охарактеризовать биологические и биохимические свойства фактора роста Т-лимфоцитов, известного теперь как интерлейкин-2. Эти исследования, описанные в серии статей, опубликованных в 1978—1983 гг., показали, что управление иммунным ответом в иммунной системе после распознавания антигена изменяется: механизм, определяемый антигеном, заменяется регуляцией гормоноподобными факторами.

В общих чертах происходит следующее. Когда в организм проникает антиген, его поглощают клетки-«мусорщики», называемые макрофагами, и В-лимфоциты. Эти клетки, как говорят, представляют антиген: они расщепляют антигенные молекулы и на их поверхности появляются ее короткие фрагменты. Большинство имеющихся в организме Т-лимфоцитов не распознает представленные антигены и продолжает по-прежнему перемещаться в кровяном русле и лимфотической системе. Однако некоторые Т-лимфоциты — их очень немного — обладают рецепторами, которые связываются с представленными антигенами, что стимулирует эти клетки. Т-лимфоциты, стимули-

рованные антигеном, становятся автономными источниками фактора роста: они секретируют интерлейкин-2 и реагируют на него пролиферацией. В итоге эти процессы приводят к увеличению численности клонов Т-клеток, реагирующих на данный антигенный стимул.

Хотя удалось показать, что на интерлейкин-2 отвечают только те лимфоциты, которые активированы антигеном, было неизвестно, как именно интерлейкин-2 действует на клетки. Я предположил что в этом участвуют рецепторы интерлейкина-2 на поверхности Т-лимфоцитов, подобно тому как рецепторы инсулина опосредуют действие этого гормона на клетки-мишени. Вскоре мы установили, что активированные Т-клетки «поглощают» активность интерлейкина-2; это указывало на связывание его с соответствующими рецепторами. Чтобы непосредственно следить за процессом связывания, мы получили очищенный радиоактивный интерлейкин-2 и первые эксперименты привели к однозначному выво-

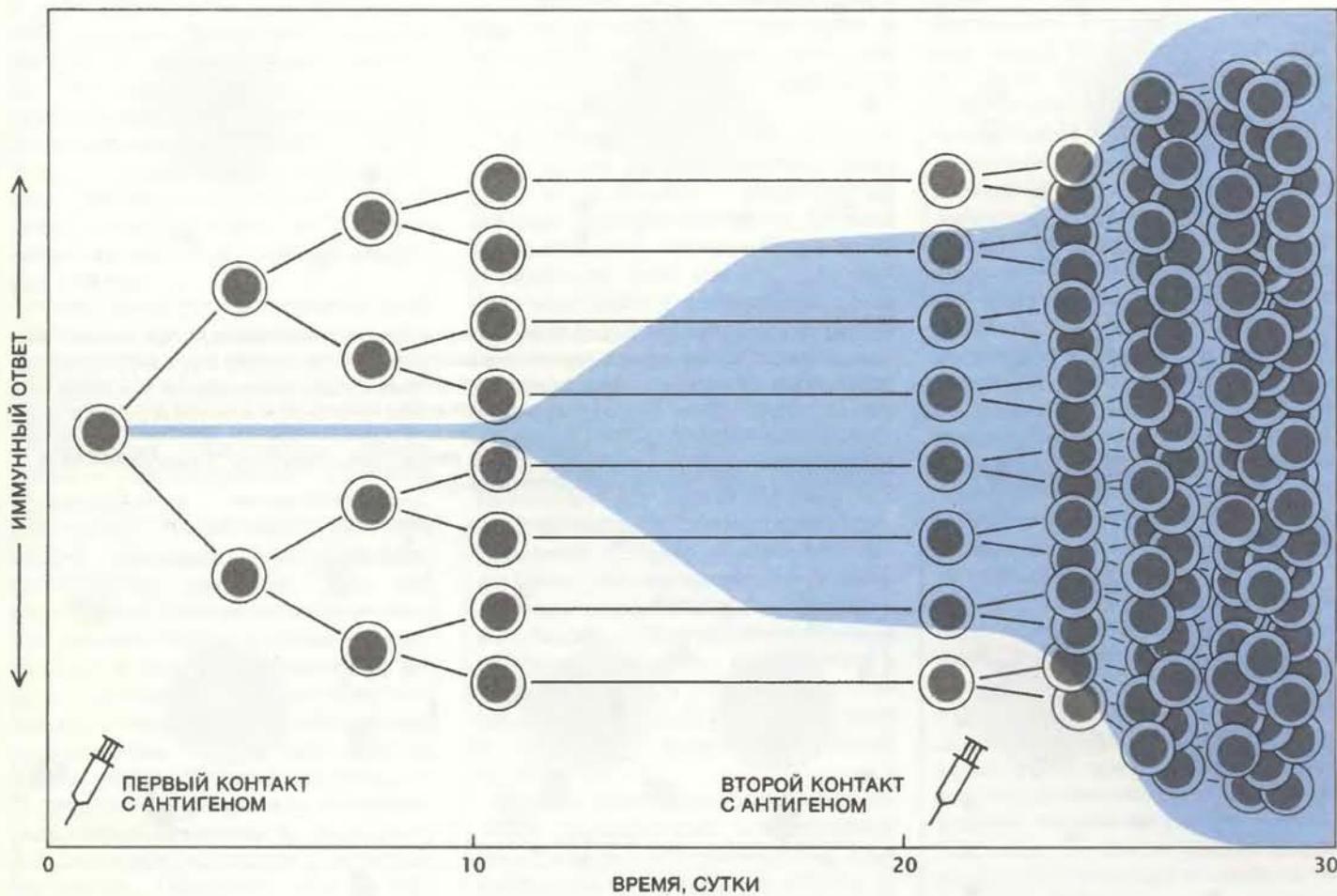
ду: интерлейкин-2 связывается с Т-лимфоцитами благодаря рецептору на поверхности клеток, обладающему высоким средством к этому белку.

Концепция «гормона-рецептора» решительно изменила представления о регуляторных механизмах иммунной системы. Ранее считалось, что между макрофагами, В- и Т-лимфоцитами передача и прием сигналов осуществляются исключительно путем прямого контакта клеток. После того как были открыты такие растворимые факторы, как интерлейкин-2, и возникла идея, что участие клеток в иммунном ответе определяется наличием рецепторов интерлейкина-2 на клеточной поверхности, мистический ореол вокруг взаимодействий клеток иммунной системы исчез. Теперь их можно было описать, пользуясь принципами эндокринологии о взаимодействиях гормонов и их рецепторов.

К 1982 г. стало очевидным, что для понимания молекулярных механизмов действия сигнала, вызываю-

щего пролиферацию Т-лимфоцитов, необходимо знать структуру интерлейкина-2 и его рецептора. Структурные данные требуются также для разработки терапевтических агентов, способных блокировать или имитировать взаимодействие гормона с рецептором. Важный первый шаг в этом направлении был сделан в 1983 г. Т. Танигути с коллегами в Токийском университете, которые выделили ген интерлейкина-2.

Когда ген выделен, с помощью методов генетической инженерии можно без затруднений получить белок — продукт этого гена практически в неограниченных количествах. За прошедшие 6 лет в ряде биотехнологических фирм наложено производство интерлейкина-2 и его препараты доступны во всем мире. Располагая большим количеством чистого интерлейкина-2, Д. Маккэй с сотрудниками в Колорадском университете в Боулдер в 1987 г. получили его кристаллы и методом рентгеновской кристаллографии определили пространственную структуру молекулы.



КЛЕТОЧНЫЕ ОСНОВЫ иммунного ответа позволяют понять явление иммунологической памяти, которое заключается в том, что организм повторно реагирует на антиген быстрее и эффективнее, чем в первый раз. На диаграмме сила иммунного ответа пропорциональна ширине голубой полосы. После первого контакта с антигеном иммунный ответ выявляется только через 10—14 суток, поскольку

требуется время для того, чтобы клон антигенспецифичных Т-лимфоцитов вырос до эффективного размера. Однако после повторного контакта с тем же антигеном этот период короче, поскольку в крови содержится существенно больше Т-клеток, реагирующих на данный антиген. Экспоненциальный рост клона приводит к усилению иммунного ответа.

В 1984 г. У. Леонард и его коллеги в лаборатории Т. Уолдманна в Национальном институте рака, а также Т. Никайдо, Т. Хондо, Т. Утияма в Университете в Киото одновременно сообщили о выделении гена предполагаемого белка — рецептора интерлейкина-2. Белок, кодируемый этим геном, взаимодействовал с полученными Утиямой моноклональными антителами против рецептора интерлейкина-2. Однако малая длина полипептидной цепи и низкое сродство к интерлейкину-2 указывали на то, что полученный белок не является полным рецептором. В 1986 г. в нашей лаборатории в Дартмуте К. Тесигавара и независимо в лаборатории Уолдманна М. Цудо (оба — из Университета в Киото) обнаружили вторую, большую полипептидную цепь рецептора интерлейкина-2.

Оказалось, что рецептор интерлейкина-2 образован двумя полипептидными цепями: одна из них, которая

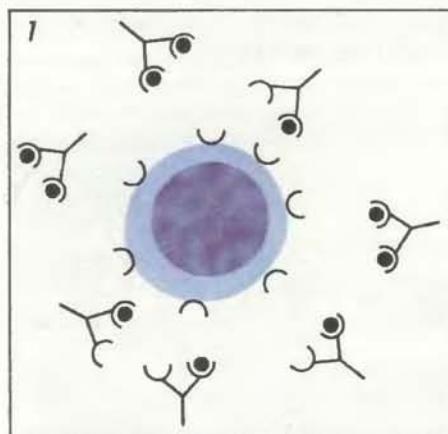
реагирует с антителами, полученными Утиямой, имеет мол. массу 55 килодальтон, а вторая — 75 килодальтон. М. Шарон из Национального института здравоохранения и развития детей совместно с Леонардом получил сходные данные. К концу 1986 г. большинство исследователей, работающих в этой области, включились в «соревнование», стремясь получить в чистом виде и охарактеризовать полипептидную цепь мол. массой 75 килодальтон.

Первым добился успеха Цудо (который к тому времени стал сотрудником Медицинского института Метрополитен в Токио): в середине 1988 г. он получил моноклональные антитела, связывающиеся с полипептидной цепью 75 килодальтон. Позже к нему присоединился молодой гематолог М. Хатакеяма из лаборатории Танигути в Университете в Осаке. Используя антитела, полученные Цудо, Хатакеяма идентифицировал и выделил

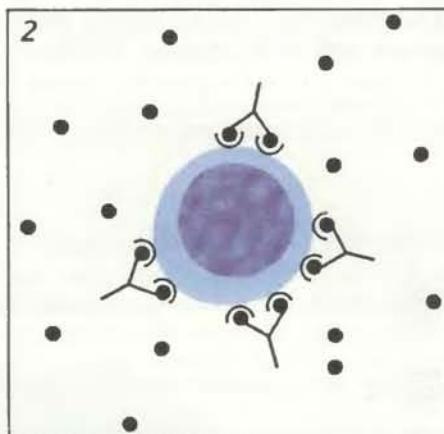
ген, кодирующий полипептидную цепь мол. массой 75 килодальтон.

Пока велись эти исследования, мы сосредоточились на определении роли механизма интерлейкин-2 — рецептор в иммунном ответе. Д. Кантрелл удалось установить, как действует этот механизм в экспериментальной модели Т-клеточного иммунного ответа. Она показала, что после активации антигеном только три параметра существенны для регуляции пролиферации Т-клеток: концентрация интерлейкина-2, количество его рецепторов на поверхности клетки и продолжительность взаимодействия между интерлейкином-2 и рецептором. По-видимому, для того чтобы клетка необратимо перешла к делению, необходимо некоторое число актов взаимодействия между интерлейкином-2 и рецептором на протяжении нескольких часов.

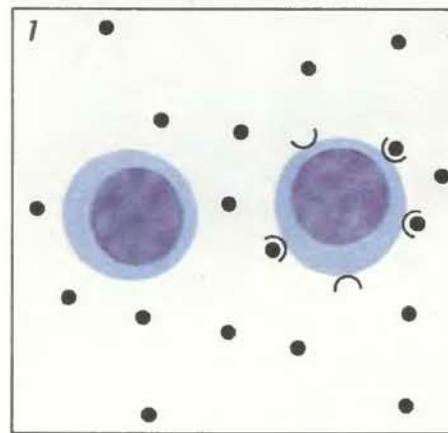
Х.-М. Уонг в моей лаборатории продолжил эту линию исследований,



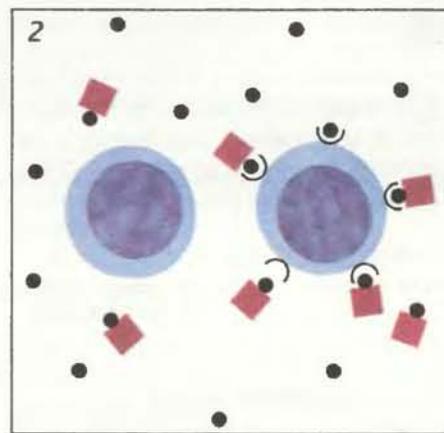
- РЕЦЕПТОР ИНТЕРЛЕЙКИНА-2
- ИНТЕРЛЕЙКИН-2
- АНТИТЕЛА ПРОТИВ ИНТЕРЛЕЙКИНА-2
- АНТИТЕЛА ПРОТИВ РЕЦЕПТОРА ИНТЕРЛЕЙКИНА-2



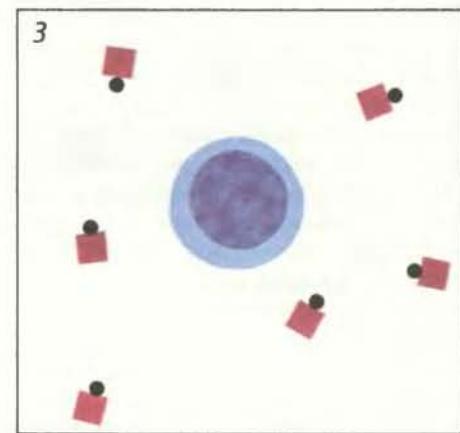
ИЗБИРАТЕЛЬНАЯ СУПРЕССИЯ иммунного ответа, необходимая при трансплантации органов и лечении аутоиммунных заболеваний, может быть достигнута в результате нарушения взаимодействия между интерлейкином-2 и его рецептором на поверхности Т-лимфоцитов. Для этого можно ввести в организм антитела против интерлейкина-2 (1) или против его рецептора (2). Другой подход заключается во введении растворимого рецептора, способного конкурировать с клеточным рецептором интерлейкина-2 (3).



- ИНТЕРЛЕЙКИН-2
- ИНТЕРЛЕЙКИН-2, СОЕДИНЕНИЙ С ТОКСИНОМ



ЛИКВИДАЦИЯ специфического клона Т-лимфоцитов также обеспечит избирательную супрессию иммунной системы. Для этого можно ввести в организм молекулы интерлейкина-2, к которым присоединен бактериальный токсин. Только Т-клетки, активированные антигеном, образуют интерлейкин-2 и его рецептор (1). Поэтому комплекс интерлейкина-2 с токсином будет связываться только с активными Т-лимфоцитами и убивать их (2). Неактивные Т-клетки не пострадают (3).



показав, что механизм интерлейкин-2 — рецептор действует как выключатель по принципу «все или ничего». Интерлейкин-2 быстро связывается с рецептором, присоединяясь к участку связывания полипептидной цепи 55 килодальтон. После этого оночно удерживается за счет взаимодействия с участком связывания цепи 75 килодальтон. (Необходимость наличия обеих частей молекулы для функционирования рецептора и объясняется тем, что интерлейкин-2 должен взаимодействовать с двумя участками связывания, находящимися в разных полипептидных цепях.) Взаимодействие молекулы интерлейкина-2 с цепью 75 килодальтон включает внутриклеточные механизмы, ведущие к активации Т-лимфоцита. Сигнал прекращается, когда рецептор и интерлейкин-2 отделяются друг от друга. Происходит это медленно, поскольку взаимодействие последнего с большой цепью рецептора является сильным.

В ходе иммунного ответа содержание антигена в организме падает вплоть до полного его исчезновения и Т-лимфоциты, реагирующие на данный антиген, перестают получать сигналы от своих рецепторов антигена. Это приводит к постепенному уменьшению количества рецепторов интерлейкина-2 на клеточной поверхности, и пролиферация размножившегося клона прекращается, а оставшиеся антигенспецифичные Т-клетки образуют популяцию памяти иммунной системы.

Т-лимфоциты — не единственный тип клеток, стимулирующихся интерлейкином-2. Еще в 1981 г. К. Хенни и его коллеги в Вашингтонском университете показали, что клетки с NK-активностью (от англ. natural killers — «естественные убийцы») стимулируются интерлейкином-2. NK-клетки составляют до 10% общей популяции циркулирующих лимфоцитов; считается, что они участвуют в иммунном надзоре против раковых клеток, а также в первоначальной реакции организма на вирусы. Благодаря своей способности к немедленному ответу на воздействие интерлейкина-2 они служат как бы первой линией обороны. В отличие от Т-лимфоцитов NK-клетки не имеют рецепторов антигенов и, по-видимому, постоянно находятся в активном состоянии. Оказалось, что в NK-клетках полипептидная цепь рецептора интерлейкина-2 мол. массой 75 килодальтон синтезируется постоянно.

В-лимфоциты, как и Т-клетки, неактивны до контакта с антигеном. После взаимодействия с ним они претерпевают клonalное размножение

и становятся плазматическими клетками, которые производят и выделяют в большом количестве антитела. Роль интерлейкина-2 в этих клеточных процессах пока выглядит несколько противоречивой; по мнению большинства исследователей, он стимулирует пролиферацию клонов В-лимфоцитов, активированных антигенами, так же как Т-лимфоцитов. Кроме того, недавно М. Кошланд из Калифорнийского университета в Беркли и К. Наканиси из Медицинского колледжа Хёго показали, что интерлейкин-2 участвует в дифференцировке В-клеток, способствуя началу секреции антител.

ВСЕ ЭТИ данные свидетельствуют о том, что механизм интерлейкин-2 — рецептор играет определяющую роль в регуляции начальных событий в иммунном ответе. Легко представить себе, как можно использовать взаимодействие между гормоном и его рецептором для усиления или подавления иммунного ответа в терапевтических целях. Действительно, из числа применяемых в настоящее время иммуносупрессоров наиболее эффективные — циклоспорин и глюкокортикоиды — действуют, как выяснилось, ингибируя образование интерлейкина-2.

Мой коллега Т. Чарделли из Дартмута рассчитывает влиять на механизм интерлейкин-2 — рецептор при помощи модифицированных молекул интерлейкина-2, которые будут функционировать либо как его антагонисты, связываясь с рецептором, но не вызывая его активации, либо как «суперлейкины», обладая большим иммуностимулирующим действием. Подобный подход был использован независимо Дж. Мерфи из Бостонского университета и А. Пастаном из Национального института рака для специфической иммуносупрессии. Применив методы генетической инженерии, эти исследователи присоединили к интерлейкину-2 бактериальные токсины. Полученные токсичные гибридные молекулы связываются с активированными антигеном Т- и В-лимфоцитами, тем самым уничтожая в организме антигенспецифичный клон клеток.

При помощи моноклональных антител, реагирующих с интерлейкином-2 или же с его рецептором, тоже можно достичь супрессии ответа Т-лимфоцитов, активированных антигеном. Антитела, блокирующие связывание интерлейкина-2 с его рецептором, полностью подавляют антигенспецифичную пролиферацию Т-клеток в культуре; антитела также эффективно вызывали антигенспецифичную иммуносупрессию в опытах

по трансплантации сердца. Такое же действие в принципе может оказывать фрагмент молекулы рецептора, связывающийся с интерлейкином-2; он должен конкурировать с рецепторами на поверхности клеток за связывание с интерлейкином-2.

Очевидны по меньшей мере три области применения интерлейкина-2 в качестве иммуностимулятора. Во-первых, поскольку он стимулирует клonalное размножение Т- и В-клеток после появления в организме антигена, его можно использовать в качестве иммунопотенциатора, т. е. агента, увеличивающего эффективность вакцинации. Безопасность интерлейкина-2 для человека и его эффективность уже проверены С. Мойером при испытаниях вакцины против гепатита В. В настоящее время разрабатываются новые вакцины с помощью методов генетической инженерии и действенный иммуностимулятор, каким является интерлейкин-2, может оказаться решающим для успеха их применения.

Интерлейкин-2 уже применялся в экспериментальной иммунотерапии рака. Эта работа, начатая С. Розенбергом и его коллегами в Национальном институте рака, венчает почти столетние поиски возможностей использования иммунной системы для уничтожения раковых клеток. На сегодняшний день установлено, что по крайней мере при трех раковых заболеваниях, которые, как правило, не поддаются обычным методам лечения — злокачественной меланоме, раке почек и раке толстого кишечника — организм больного реагирует на введение интерлейкина-2 в сочетании со стимулированными им NK-клетками. Доля больных, у которых терапевтический эффект был значительным, по-прежнему невелика — около 20%. Однако у многих из них наблюдалась полная и удивительная стабильная ремиссия без какого-бы то ни было дальнейшего лечения.

Одной из наиболее многообещающих областей иммуностимулирующей терапии является лечение инфекционных заболеваний. С тех пор, как в конце 1940-х годов стали применяться антибиотики, в большинстве развитых стран почти исчезли наиболее распространенные бактериальные инфекции. Однако столь же эффективные средства против грибов, вирусов и паразитов пока еще не созданы. Более того, инфекционные заболевания остаются главной проблемой здравоохранения в развивающихся странах.

Для многих хронических инфекционных заболеваний, не поддающихся лечению обычными средствами — туберкулеза, проказы, лейтманиоза и др., — характерна инвазия микро-

организмов в макрофаги. Эти зараженные макрофаги постоянно выделяют вещества, вызывающие воспаление, что в конечном счете может привести к разрушению окружающих тканей. Судя по данным Г. Каплан, З. Конна и их коллег из Рокфеллеровского университета, активация и размножение Т-лимфоцитов и NK-клеток под действием интерлейкина-2 могут склонить чашу весов в пользу иммунной системы: эти клетки, стимулированные интерлейкином-2, способны убивать зараженные клетки вместе с содержащимися в них микробами. В первую очередь такая иммунотерапия нужна в странах третьего мира.

СПИД во многом напоминает эти хронические инфекционные заболевания. Однако вирус иммунодефицита человека помимо макрофагов заражает хелперные Т-лимфоциты, так что организм утрачивает как раз те клетки, которые играют главную роль в обеспечении эффективного иммунного ответа. Поэтому больные СПИДом чувствительны к самым обычным микробам, присутствующим в окружающей среде. Сейчас начинаются клинические испытания интерлейкина-2 для борьбы с вирусом, вызывающим СПИД, на ранних стадиях инфекции, еще до развития явного иммунодефицита. Если Т-лимфоциты и NK-клетки, активированные интерлейкином-2, способны убивать клетки, зараженные вирусом иммунодефицита, до того как он сильно размножится, больным удастся избежать губительной потери клеток иммунной системы.

Обратная цель — иммуносупрессия — важнее в развитых странах, где чаще встречаются аутоиммунные заболевания и более обычны пересадки органов. Доступные в настоящее время иммуносупрессирующие препараты обладают широким спектром действия, и принимать их приходится в течение длительного времени, поэтому реципиенты трансплантатов, а также страдающие аутоиммунными заболеваниями подвергаются серьезному риску потенциально смертельных инфекций на протяжении всего курса лечения. Необходим способ достигать супрессии, например, только тех клеток, которые взаимодействуют с трансплантатом, не затрагивая при этом остальных клеток иммунной системы. Любой подход, основанный на блокировании взаимодействия интерлейкина-2 с рецептором, позволит добиться этой столь нужной специфичности.

ЗА 30 ЛЕТ, прошедшие с тех пор, как Бэрннет впервые сформулировал клonalno-selекционную теорию,

сложились детальные представления о клеточных и молекулярных механизмах, позволяющие объяснить регуляцию иммунной системы. Важным этапом на этом пути явилось установление ключевой роли интерлейкина-2 в клonalном размножении клеток иммунной системы после от-

бора клона антигеном. В настоящее время на основе достигнутого понимания функционирования иммунной системы и возможностей влияния на нее становится реальным создание новых, иммунологических методов лечения различных болезней.

Наука и общество

Прерывистое равновесие

В 1972 г. палеонтологи Н. Элдридж из Американского музея естествознания и С. Гоулд из Гарвардского университета поразили — отчасти даже привели в ужас — научную общественность своим заявлением, что картина эволюции, принимаемая большинством биологов, неудовлетворительна. Как утверждают Гоулд и Элдридж, эволюция жизни на Земле происходила вовсе не плавно, путем постепенного изменения форм, медленно разделявшихся на новые виды, а резкими скачками, так что виды образовывались относительно быстро в результате вспышек эволюционных изменений. По мнению этих исследователей, неверно приписывать неполноту рядов последовательных ископаемых форм пробелам в палеонтологической летописи. Согласно их гипотезе, неполнота филогенетических рядов обусловлена именно тем, что эволюция происходит таким образом, что и не должно возникать неизменных последовательностей промежуточных форм. Им представляется более вероятным, что новые виды образуются за времена порядка нескольких тысяч лет (а это сущий миг в масштабах геологического времени). Возникший вид вступает в период стабильности и остается неизменным на протяжении миллионов лет. Эта гипотеза получила название теории прерывистого равновесия. Элдридж и Гоулд не только предложили новую картину прогрессивной эволюции. Они также утверждают, что дарвиновская теория естественного отбора, действующего на уровне особей, не соответствует реальности, потому что предсказывает постепенную эволюцию видов в ответ на изменения внешней среды, а не прерывистое равновесие. Чтобы примирить теорию прерывистого равновесия с долговременными тенденциями, наблюдающимися в филогенетических рядах ископаемых (к числу таких тенденций относится, например, увеличение размеров тела в некоторых рядах млекопитающих), Элдридж и Гоулд модифицировали дарвиновскую теорию,

выдвинув концепцию естественного отбора на уровне видов. Согласно этой концепции, линия эволюционного развития процветает, если она либо не вымирает, либо от нее часто отвечаются новые виды. По словам Гоулда, синтетическая теория эволюции (так называют комбинацию дарвиновской теории естественного отбора и принципов генетики) фактически не способна объяснить долговременные эволюционные тенденции.

Неудивительно, что новые идеи произвели фурор. Популярное их изложение способствовало впечатлению, что дарвиновская теория эволюции неверна. Приверженцы креационизма с ликованием ухватились за это, пытаясь переинчить на свой лад преподавание биологии, несмотря на протесты Элдриджа и Гоулда, которые вовсе не имели в виду подвергнуть сомнению установленные принципы эволюции.

Каково положение теории прерывистого равновесия теперь, почти 20 лет спустя? По мнению многих, Элдридж и Гоулд воевали с ветряными мельницами. Ведь на самом деле никогда не считалось, что эволюция происходит только медленно и постепенно. Кроме того, естественным отбором вполне объясняется видообразование за времена порядка тысяч лет, как требует теория прерывистого равновесия. Э. Майр из Гарвардского университета напомнил, что сам Дарвин писал в одном из поздних изданий своего труда "Происхождение видов", что периоды времени, в течение которых вид претерпевает изменения, вероятно, короче тех периодов, когда он остается неизменным.

Э. Майр — один из главных авторитетов в эволюционной биологии — в 1954 г. высказал предположение, что малочисленные изолированные популяции могут давать начало новым видам. Эту идею Элдридж и Гоулд признают плодотворной. Как говорит Майр, эти исследователи, хотя они иногда и делают вызывающие заявления, правы в том, что привлекли внимание к периодам неизменности в линиях эволюционного развития, составленным по палеонтологической летописи. Майр полагает, что такие

периоды, которые могут продолжаться десятки миллионов лет, обусловлены генетическими и онтогенетическими ограничениями, накладывающими свои рамки на изменения организмов.

Дж. Левинтон из Университета шт. Нью-Йорк в Стоуни-Брук — один из самых строгих критиков теории прерывистого равновесия — утверждает, что есть прямо-таки тьма хороших примеров постепенного изменения форм, а Эллридж и Гоулд ломятся в открытую дверь. Скажем, как можно проверить эту теорию, коль скоро по палеонтологической летописи нельзя четко судить о видеообразовании. Левинтон заключает, что совокупность данных делает эту теорию не стоящей того, чтобы развивать ее дальше.

Э. Хоффман из Института палеобиологии в Варшаве, написавший книгу с целью опровергнуть теорию прерывистого равновесия, обвиняет приверженцев этой теории в создании "движущейся мишени". Он отмечает, что в некоторых вариантах теории прерывистого равновесия утверждается просто возможность различных скоростей эволюции, а это и так очевидно; по другим же, более поздним вариантам этой теории постепенных изменений нет вообще или ими можно пренебречь, но это вопиюще неверно.

В 1987 г. П. Шелдон (работавший тогда в Тринити-Колледже в Дублине) нанес, казалось, серьезный удар теории прерывистого равновесия своим сообщением о том, что каждый из 8 видов трилобитов складывался постепенно в течение 3 млн. лет (в ордовикский период более 440 млн. лет назад). Это открытие побудило Дж. Смита из Сассексского университета заявить, что можно забыть о новых парадигмах и что рано хоронить неодарвинизм. Однако спор далеко не окончен и обе стороны продолжают собирать данные в свою пользу. Так, А. Листер из Кембриджского университета недавно сообщил в журнале "Nature", что на острове Джерси у благородного оленя вес тела уменьшился в 6 раз за 6 тыс. лет. Судя по этому факту, при определенных условиях эволюция действительно может происходить относительно быстро.

Гоулд считает предложенную Шелдоном интерпретацию палеонтологической летописи трилобитов довольно неубедительной, однако все же разделяет то мнение, что по палеонтологической летописи можно выявить видеообразование путем сравнения с ныне живущими видами. Окончательных доказательств пока нет и прогресс здесь очень медленный из-за технических трудностей получения надежных данных, т. е. хорошо со-

хранившихся ископаемых остатков живых организмов из ненарушенных осадочных слоев. Допуская неуниверсальность быстрых эволюционных изменений, Гоулд заявляет, что его и Эллриджа правота будет доказана, если быстрое видеообразование, чередующееся с периодами неизменности форм, окажется преобладающим в палеонтологической летописи.

Какое место в этом занимает отбор на уровне видов? Большинство эволюционистов, похоже, согласны с Хоффманом в том, что отбор на уровне видов никак не соотносится с формированием признаков особей, хотя в принципе и может объяснить некоторые долговременные эволюционные тенденции. Однако доказательных конкретных примеров нет и идея отбора на уровне видов пока является, как сказал Хоффман, объяснением, нуждающимся в объекте объяснения.

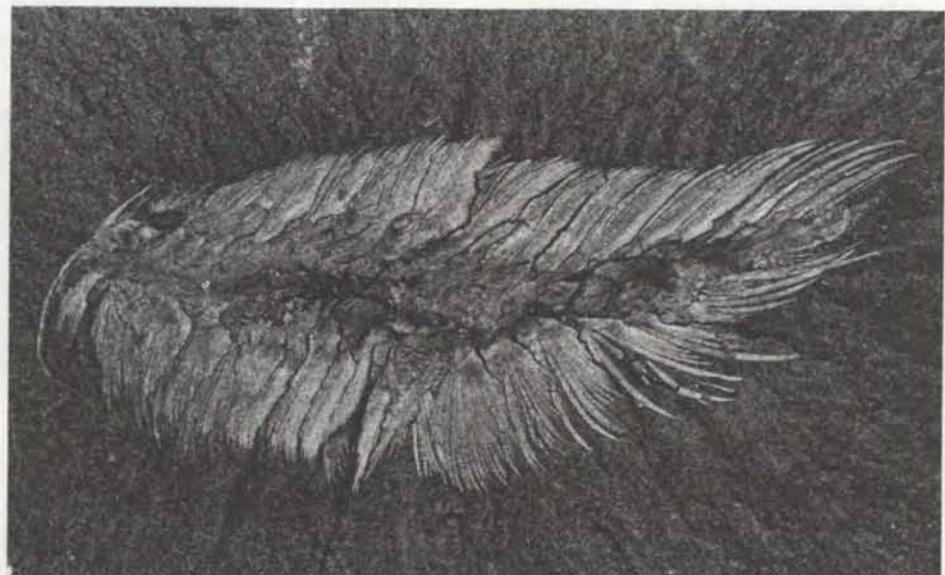
По мнению М. Слаткина из Калифорнийского университета в Беркли, даже если прерывистое равновесие не является общим принципом эволюции, тем не менее оно может быть обусловлено естественным отбором на уровне особей.

Идея отбора на уровне видов подверглась критике со стороны С. Конвея Морриса, о работах которого Гоулд с восхищением говорит в своей последней книге "Wonderful Life", где рассказывает об открытии необыкновенной фауны в сланцах Берджесс (prov. Британская Колумбия, Канада). В этих отложениях были найдены остатки причудливых, очень разнообразных мягкотелых животных, появившихся на Земле примерно 530 млн. лет назад, вскоре после возникновения многоклеточных организмов в начале кембрийского периода. В резуль-

тате изучения берджесских ископаемых стало ясно, что эти организмы не только поразительно сложны, но лишь немногие из них вписываются в рамки ныне известных таксономических групп. С. Конвей Моррис, кропотливо проделавший реконструкцию ряда образцов берджесских ископаемых, в своей статье, недавно опубликованной в журнале "Science", пишет, что не усматривает необходимости в особых эволюционных механизмах (таких как отбор на уровне видов), чтобы объяснить ошеломляющее разнообразие берджесской фауны. По его мнению, нет причин искать какие-то иные пути видеообразования помимо естественного отбора.

На критику Конвея Морриса Гоулд отвечает, что трудно представить себе видеообразование без участия естественного отбора, но, однако, не следует забывать о роли случайности в генетических изменениях, которые могут вести к возникновению новых видов. Собственно, важность случайности — это главный урок, извлеченный Гоулдом из результатов изучения берджесских ископаемых. Он считает невозможным задним числом предсказать, какие из множества разнообразных видов фауны Берджесс дали начало организмам, существовавшим на Земле позже. Выживание видов — лотерея во власти исторической случайности.

Гоулд и его критики сходятся в одном: его величество Случай имеет глубочайшие последствия. Если бы состоялось "второе представление" драмы развития жизни на Земле, планета обрела бы совсем иные флору и фауну, а такое невероятно хрупкое существо, как человек, может быть вообще бы и не появилось.



СТРАННОЕ ЖИВОТНОЕ *Canadia pinosa* — представитель необычной древней фауны, остатки которой найдены в сланцах Берджесс. Какие из этих организмов выжили и дали начало новым видам, решил чистый случай.

Новые виды радиоактивности

Атомное ядро может самопроизвольно перестраиваться, испуская редкие кластеры протонов и нейтронов.

Изучение этих новых видов радиоактивности проливает свет на теории ядерной динамики

• ВАЛЬТЕР ГРАЙНЕР, АУРЕЛ СЭНДУЛЕСКУ

РАЗНЫЕ виды радиоактивности служат как бы посланцами далекого мира — ядра атома. Ядро посылает наружу сгусток энергии, пару протонов, несколько нейтронов или другие частицы. Каждый из этих посланцев несет собственную весть. Чаще всего они свидетельствуют о распаде ядра из возбужденного нестабильного состояния в менее возбужденное, более стабильное состояние. Эти излучения дают также уникальную информацию о ядерной структуре. Сводя ее воедино, исследователи создают детальные модели ядра, которые не только объясняют большинство ядерных явлений, но и предсказывают много новых типов радиоактивности. Триумфом прошедшего десятилетия было открытие излучения ядрами нескольких новых ядерных фрагментов.

Эти открытия устранили проблему, которая существовала в ядерной физике около 40 лет. Вплоть до 80-х годов считалось, что в радиоактивных процессах появляются ядерные фрагменты приблизительно трех размеров: из четырех, 100 или 200 нуклонов (термин нуклон используется для обозначения и нейтронов и протонов). Четырехнуклонное образование — это альфа-частица, или ядро гелия. Если альфа-частица испускается из атома, то еще остается ядро, состоящее примерно из 200 нуклонов. Около 100 нуклонов содержат ядерные фрагменты, возникающие во время деления — процесса, в котором тяжелое ядро разваливается приблизительно на две одинаковые части. Эти ограничения на размеры ядерных фрагментов вызывают интригующий вопрос: почему ядро не испускает фрагмент, состоящий из другого числа нуклонов, например из 14 или 24?

Сегодня мы знаем, что ядро действительно может испустить фрагмент такого или какого-либо другого размера. Новые виды радиоактивности появляются, когда большое число нуклонов внутри ядра самопроизвольно перестраивается, образуя определенные конфигурации. Поскольку эти широко-

масштабные перестановки возникают случайным образом, испускание нового типа частиц в целом оказывается гораздо более редким событием, чем, например, испускание альфа-частицы. В начале 80-х годов физики впервые достигли успеха в наблюдении этих новых посланцев ядра.

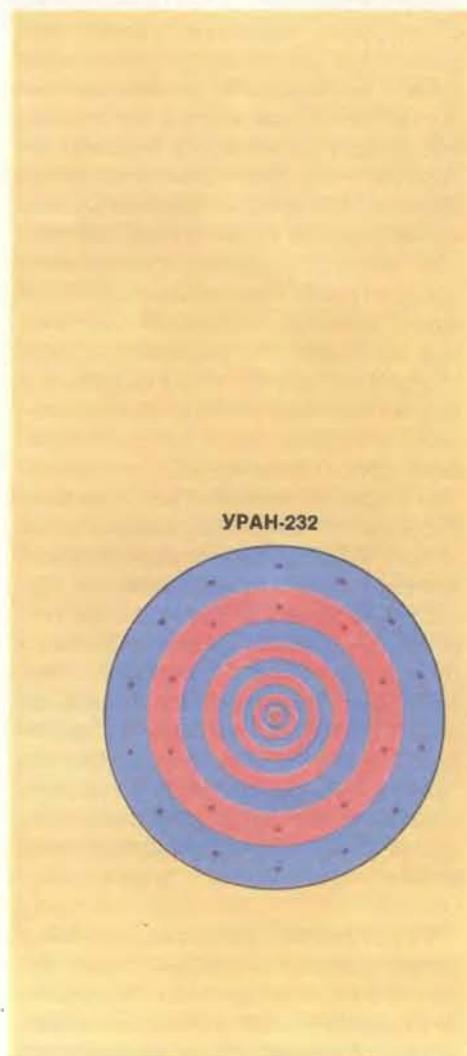
Достижение ученых отметило начало новой эры в ядерной физике и явилось кульминацией длинной череды экспериментов, начатой около 100 лет назад, когда А. Беккерель первым открыл радиоактивное излучение. Вскоре после этого Э. Резерфорд смог различить два его вида — альфа-лучи и бета-лучи. Позже французский физик П. Виллар идентифицировал третий вид радиоактивного излучения, который Резерфорд назвал гамма-лучами.

На протяжении многих лет эти и другие ученые спорили о составе и происхождении радиоактивных лучей, но и сегодня остаются некоторые неясности. Гамма-лучи представляют собой электромагнитное излучение, длина волны которого приблизительно в миллион раз меньше, чем у света. Гамма-лучи уносят часть энергии ядерных реакций, подобно тому как свет участвует в передаче энергии химических реакций. Бета-лучи состоят или из электронов и неуловимых частиц, называемых антинейтринами, или из их двойников из антимира. Бета-лучи, испускаемые ядром, свидетельствуют о превращении протона в нейтрон. Альфа-лучи образованы альфа-частицами, которые состоят из двух протонов и двух нейтронов. Эта комбинация имеет такой же состав, как ядро гелия-4. (Изотопное число, в данном случае 4, означает суммарное число протонов и нейтронов в ядре.)

СТОЧКИ зрения ядерной структуры испускание альфа-частицы, возможно, представляет самый интересный из перечисленных типов радиации. Альфа-излучение можно рассматривать как распад родительского ядра на два дочерних: ядро гелия-4 и другое ядро, более массивное. Однако

в то время, когда был открыт альфа-распад, исследователи были не готовы к тому, чтобы объяснить это явление. Им не хватало знаний о форме ядра и силах, действующих внутри его.

В настоящее время известно, что атомное ядро — это объект более или менее сферической формы, диамет-



ЯДРО УРАНА, состоящее из 92 протонов и 140 нейтронов, должно распадаться на свинец (82 протона и 126 нейтронов) и неон (10 протонов и 14 нейтронов). Структура ядра урана, подобно всем другим ядрам, может быть

ром несколько ферми (единица измерения расстояния, равная одной квадриллионной метра, т. е. 10^{-15} м). Электроны вращаются вокруг ядра по орбитам, удаленным от него на расстояние около 100 000 ферми. (Для сравнения — радиус орбиты Луны только в 30 раз больше диаметра Земли.) В ядре размером несколько ферми упакована почти вся масса атома и весь его положительный заряд. Масса ядра связана главным образом с нуклонами. Протоны несут положительный заряд.

Структура ядра определяется взаимодействиями двух видов: сильным и электромагнитным. Сильные взаимодействия, или ядерные силы, связывают протоны и нейтроны. Ядерные силы связывают нуклоны очень плотно, но действуют они на очень коротком расстоянии. Чтобы разделить два нейтрона, находящиеся на расстоянии одного ферми друг от друга, не-

обходима энергия около 1 млн. электронвольт (эВ). Но для диссоциации двух нуклонов, которые удалены друг от друга на 10 ферми, необходима энергия только в 10 эВ.

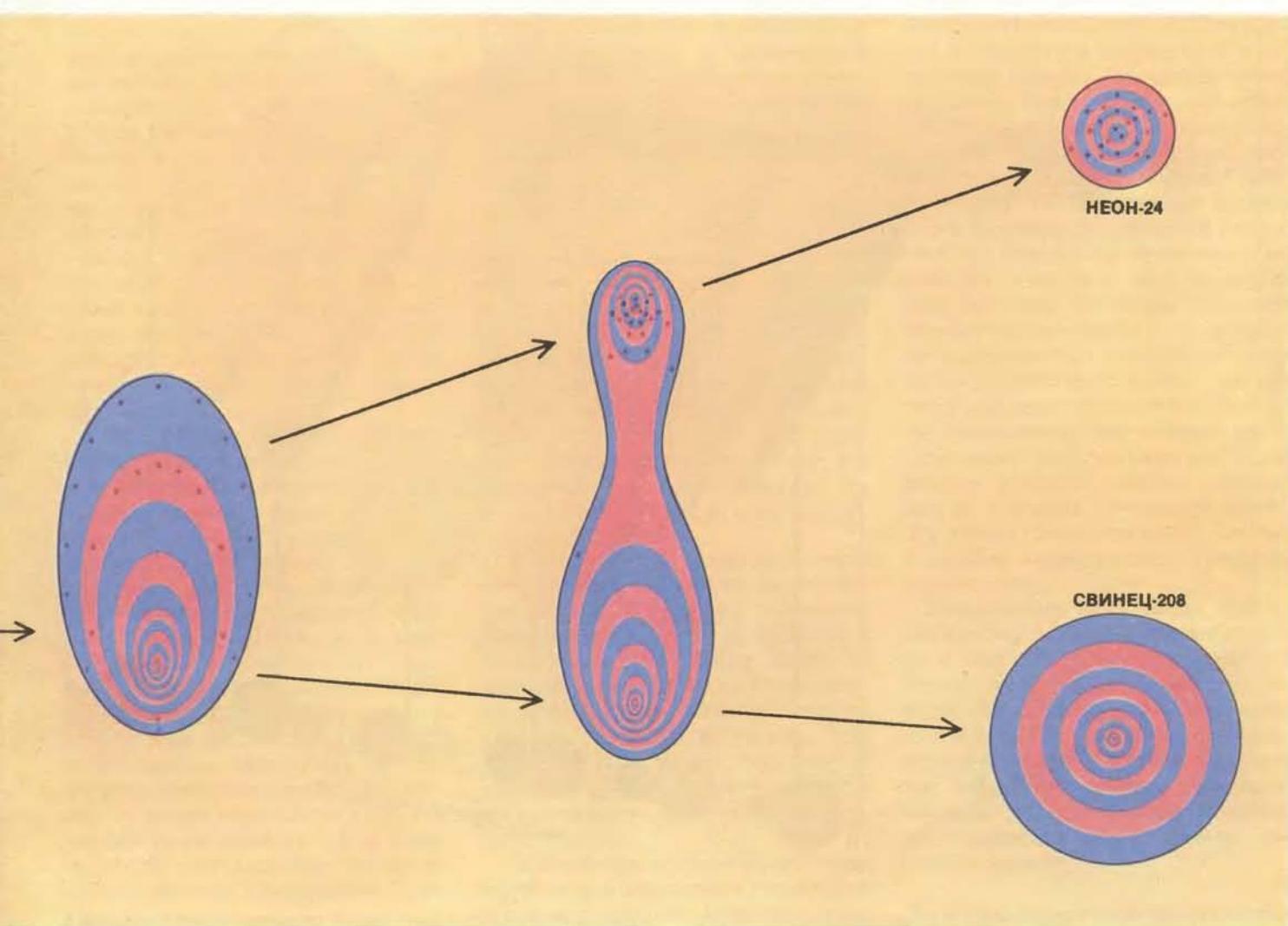
Под влиянием электромагнитного взаимодействия, или кулоновских сил, протоны отталкиваются друг от друга. Хотя кулоновские силы слабее ядерных, они действуют на гораздо больших расстояниях. Если два протона находятся на расстоянии одного ферми друг от друга, кулоновское взаимодействие в 100 раз слабее ядерного. Если это расстояние — 10 ферми, кулоновские силы в 10 раз сильнее ядерных.

Эти соотношения существенны для альфа-распада. До того как альфа-частица покидает ядро, она испытывает и ядерное притяжение со стороны других нуклонов, и кулоновское отталкивание со стороны других протонов. Альфа-частица может поки-

нуть ядро, если она приобретет энергию, достаточную для того, чтобы достичь точки, где кулоновское отталкивание превосходит ядерное притяжение.

Энергия для альфа-распада может быть получена от внешнего источника, но у некоторых типов ядер есть достаточное количество внутренней энергии, чтобы альфа-частица могла покинуть ядро самопроизвольно. Критерий возможности спонтанной эмиссии состоит в том, что масса родительского ядра должна быть больше суммы масс дочернего ядра и альфа-частицы. Поскольку масса эквивалентна энергии, можно считать, что, если энергия ядра больше, чем полная энергия дочернего ядра и альфа-частицы, то ядро может распасться, испустив альфа-частицу.

Почему родительское ядро имеет большую энергию, чем комбинация из альфа-частицы и дочернего ядра?



представлена как последовательность оболочек, занятых определенным числом протонов (розовые полосы) или нейтронов (голубые полосы). На внешней нейтронной оболочке ядра урана может находиться до 58 нейтронов, но на ней находится только 14 (синие точки). На внешней протонной оболочке расположено 10 протонов (красные точки) из 44 воз-

можных. Поскольку протоны (или нейтроны) в ядре урана не заполняют полностью внешние оболочки, его структура нестабильна. Следовательно, ядро урана может самопроизвольно деформироваться и развалиться на два стабильных ядра. Ученые недавно открыли этот процесс, известный как суперасимметрическое деление урана.

Энергия родительского ядра включает не только энергию, связанную с массами всех протонов и нейтронов, но и энергию связи, т. е. энергию, необходимую для того, чтобы удерживать нуклоны вместе. Большая часть энергии связи необходима для того, чтобы преодолеть кулоновское отталкивание протонов. Энергия связи в среднем составляет 8 млн. электронвольт (МэВ) на каждый нуклон ядра. Энергия связи на нуклон может сильно отклоняться от среднего значения, например, она составляет около 7 МэВ для гелия-4 и около 9 МэВ для железа-56.

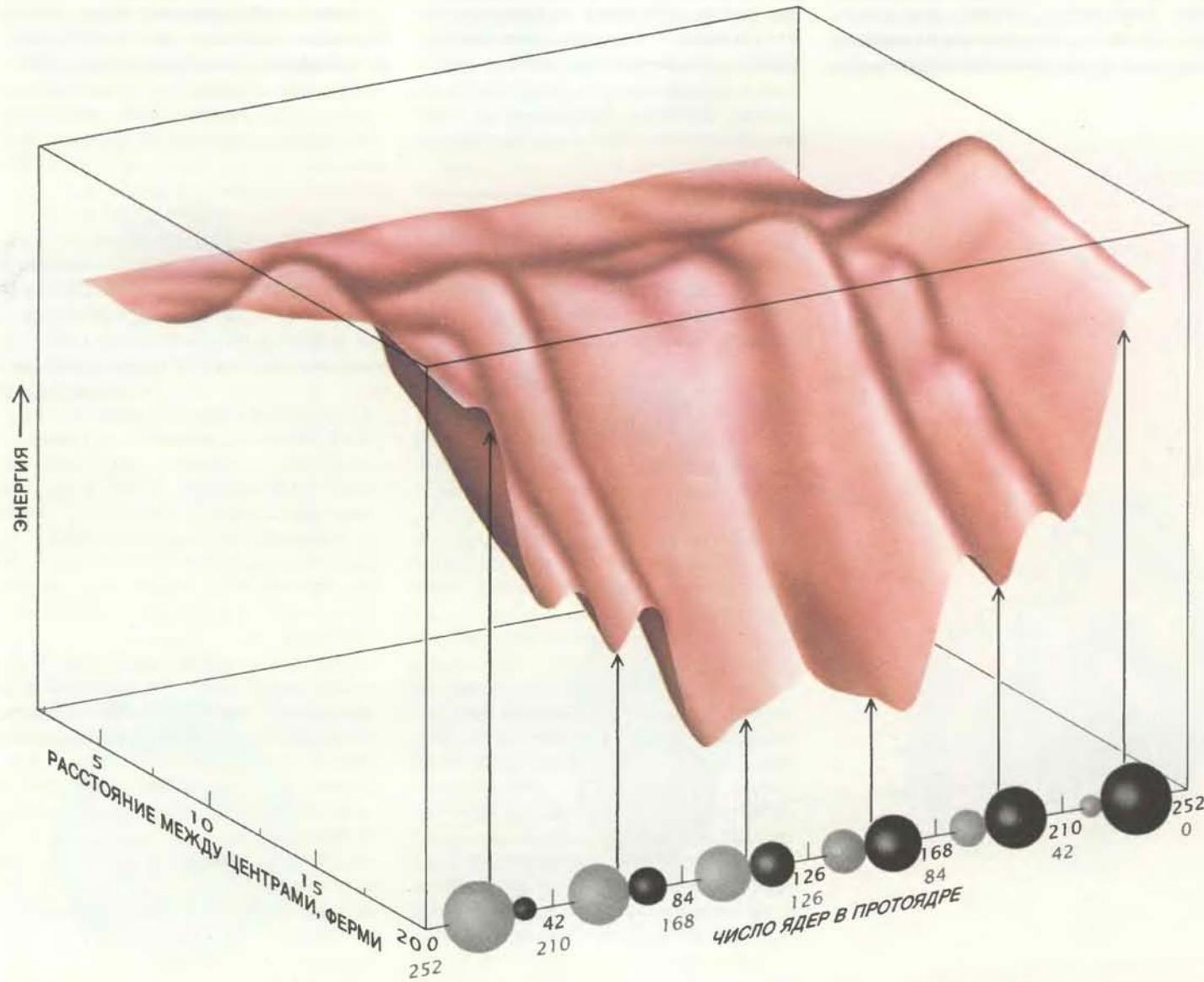
Ядро с большой энергией может самопроизвольно превратиться в ядро с меньшей энергией и в процессе превращения испустить альфа-частицу, име-

ющую большую скорость. До 1928 г. физики не смогли предсказать, какое количество энергии может выделиться в процессе этого распада. В 1928 г. физик-теоретик Г. А. Гамов объяснил процесс альфа-распада на основе только что родившейся теории — квантовой механики.

Чтобы понять идею Гамова, следует рассмотреть, как альфа-частица ведет себя внутри ядра. Альфа-частица, движущаяся в ядре, чем-то похожа на мячик, скачущий по холмистой поверхности. Высота каждой точки на поверхности эквивалентна энергии, которая необходима для переноса частицы на данное расстояние от центра ядра. Форма поверхности напоминает глубокую впадину на вершине холма, поскольку сначала нуж-

но затратить энергию для того, чтобы преодолеть ядерные силы, а затем энергия высвобождается, так как кулоновские силы отталкивают альфа-частицу от ядра. Энергию, необходимую для того, чтобы подняться из впадины, называют потенциальным барьером.

Энергия, которую альфа-частица (мячик) получает от других нуклонов, позволяет ей двигаться внутри впадины. Согласно представлениям классической физики, единственный способ для альфа-частицы покинуть ядро — это быть "перекинутой" через потенциальный барьер (т. е. мячик должен быть вытолкнут из впадины). Однако альфа-частица не может получить энергию, достаточную для того, чтобы преодолеть потенциальный барь-



ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ПОВЕРХНОСТЬ для ядра нобелия-252 дает много вариантов самопроизвольной эволюции, ведущей к появлению двух протоядер — зародышей ядерных фрагментов, которые испускаются при делении. На диаграмме энергия показана как функция расстояния между протоядрами и их размера. Как изображено в нижней части, одно из протоядер может содержать больше нуклонов (протонов и нейтронов), чем другое, хотя число нуклонов в

нобелии-252 должно быть равно полному числу нуклонов в обоих протоядрах. Более предпочтительным оказывается распад нобелия-252 на протоядра, которые характеризуются относительно низкой энергией. Поэтому именно "долины" на энергетической поверхности указывают наиболее вероятные пути деления. Одна из долин отвечает образованию гадолиния-158 и стронция-94; другая — осмия-192 и железа-60; третья — радона-214 и серы-38.

ер, но, согласно квантовой механике, она имеет шанс пройти сквозь барьер (т. е. мячик может пробить туннель сквозь холм). Гамову удалось рассчитать, как велик этот шанс, а также вычислить кинетическую энергию выпавшей из ядра альфа-частицы.

НОВЫЕ виды радиоактивности не удавалось наблюдать вплоть до 1939 г., когда немецкие физики О. Ган и Ф. Штрассман провели эксперименты по бомбардировке образца урана нейtronами и обнаружили, что ядра урана могут делиться, т. е. разваливаться на два фрагмента, имеющие приблизительно одинаковые массы и заряды. Через год К. А. Петржак и Г. Н. Флеров, работавшие тогда соответственно в Радиевом институте и Физико-техническом институте в Ленинграде*, открыли, что ядра урана могут делиться самопроизвольно, без какого-либо воздействия извне. С 1939 до 1980 г. в лабораторных экспериментах наблюдались только большие ядерные фрагменты, возникающие в результате процесса деления, а также альфа-, бета- и гамма-лучи.

В начале 40-х годов датский физик Н. Бор предложил теорию, которая объясняла деление ядер тяжелых элементов, таких как уран. Бор опирался на тот факт, что ядерные силы действуют на малых расстояниях. Он предположил, что нуклон в ядре взаимодействует только со своими ближайшими соседями, как молекула в жидкости действует только на соседние молекулы. Бор предположил, что тяжелое ядро можно сравнить с каплей жидкости.

Ядерная капля, поглотив энергию, начинает слегка вибрировать. Благодаря вибрации капля может деформироваться и принять форму двух ядерных капель меньшего размера, соединенных "длинной шейкой". По мере увеличения расстояния между меньшими каплями потенциальный барьер, который существует из-за ядерных сил, действующих между ними, уменьшается. Затем маленькие капли могут пройти сквозь потенциальный барьер, пока энергия продуктов распада (маленьких капель) меньше энергии деформированного ядра. Бор рассчитал, какова вероятность того, что два фрагмента пройдут сквозь барьер. Эту величину называют проницаемостью барьера. Предсказания Бора

хорошо согласовались с измерениями для спонтанного деления урана.

При этом требовали ответа некоторые вопросы. Почему одни ядра испытывают деление, а другие нет? Что определяет скорость распада ядер? Что делает одни ядра более стабильными, чем другие? На протяжении многих лет на эти вопросы пытались ответить с помощью трех теоретических моделей: оболочечной модели, коллективной модели и двухцентровой оболочечной модели.

В 1949 г. М. Гёпперт-Майер из Аргонской национальной лаборатории (США) и независимо Й. Йенсен из Гейдельбергского университета (ФРГ) предложили оболочечную модель сферически симметричного ядра. Они предположили, что, подобно электронам в атоме, нуклоны ядра движутся в соответствии с общими принципами квантовой механики: протоны и нейтроны занимают набор дискретных состояний, каждое из которых соответствует определенному количеству энергии и определенной области движения. В основе такого расположения лежит принцип Паули, согласно которому протон не может занять энергетическое состояние, уже занятное другим протоном. Это справедливо и для нейtronов. В результате каждый протон заполняет одно энергетическое состояние, причем заполнение начинается с состояния, имеющего наименьшую энергию, и заполняется столько состояний, сколько имеется протонов. Нейтроны заполняют другой набор энергетических состояний. Если протоны и нейтроны расположены так, что соответствующая конфигурация имеет наименьшую возможную энергию, говорят, что ядро находится в своем основном состоянии.

Разница энергий между некоторым состоянием и следующим за ним более высоким состоянием определяет энергетическую щель; ее величина в большинстве случаев мала, но иногда она может быть велика. Относительно большие щели разделяют энергетические состояния на группы, или оболочки. Подобным образом на оболочки разделены энергетические состояния, которые электроны занимают в атоме.

Сходство между оболочечной структурой ядра и оболочечной структурой атома поразительно. Если электроны в атоме полностью заполняют одну или несколько оболочек, как, например, в случае гелия или неона, атом оказывается стабильным: он химически инертен. Если оболочки ядра полностью заполнены, как это имеет место в кальции или свинце, ядро ста-

бильно и, следовательно, имеет сферически симметричную форму.

Первая ядерная оболочка заполняется двумя протонами и двумя нейтронами, вторая оболочка — шестью нуклонами каждого сорта, следующие оболочки также заполняются определенным числом протонов и нейtronов. В результате в большинстве случаев можно предсказать стабильность ядра, просто сосчитав число протонов и нейtronов. Стабильные ядра обычно имеют "магическое число" протонов или нейtronов: они содержат 2, 8, 20, 28, 40, 50, 82, 126 или 184 протона или нейтрона. Ядра с двойными магическими числами особенно стабильны; например, кальций-48 (20 протонов и 28 нейtronов) или свинец-208 (82 протона и 126 нейtronов).

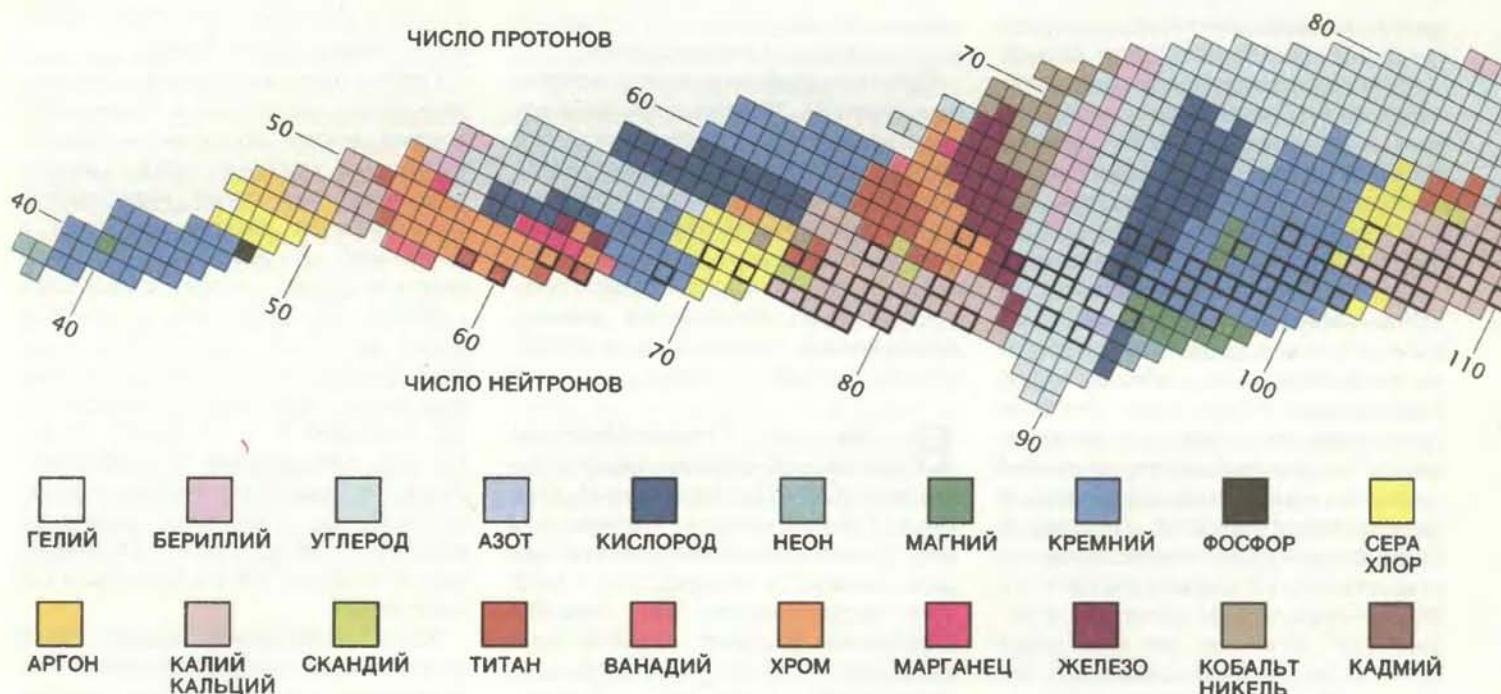
Хотя оболочечная модель дала очень точное описание ядерной стабильности, с ее помощью не удалось объяснить форму ядра и выяснить, как она может меняться. В 1952 г. Оге Бор (сын Нильса Бора) и Б. Моттельсон из Института Нильса Бора в Копенгагене (Дания) обратились к этой проблеме. Они предложили коллективную модель ядра, которая соединяла некоторые положения как оболочечной модели, так и модели жидкокапельной. От оболочечной модели Бор и Моттельсон сохранили идею о том, что нуклоны на незаполненных, внешних оболочках ядра движутся под действием нуклонов, заполнивших внутренние оболочки. В то время как в оболочечной модели предполагается до некоторой степени жесткая структура ядра, в коллективной модели утверждается, что внешняя часть ядра может деформироваться, когда внешние нуклоны движутся относительно нуклонов внутренней части. Это коллективное движение, или деформация, заимствовано из модели жидкокапельной.

Большинство ядер имеет форму вытянутого сфероида (сигараобразную); некоторые имеют сплюснутую форму (дискообразную). Для этих деформаций необходимо, чтобы ядро получало или теряло энергию. Ядро, форма которого медленно меняется при добавлении энергии, называют жестким; ядро с быстро меняющейся при добавлении энергии формой называют мягким.

Хотя коллективная модель описывает ядро, как может меняться форма ядра, в ней не высказывается никаких предположений о том, каким образом ядро может развалиться или два ядра могут слиться в одно. Такое объяснение появилось в 1969 г., когда один из нас (Грайнер) со своими студентами из

* В настоящее время проф. К. А. Петржак — консультант Радиевого института им. В. Г. Хлопина, академик Г. Н. Флеров — почетный директор Лаборатории ядерных реакций Объединенного института ядерных исследований в Дубне. — Прим. перев.

ЧИСЛО ПРОТОНОВ



Университета Франкфурта-на-Майне предложил двухцентровую оболочечную модель. Модель была основана на результатах работы С. Нильсона и П. Мёллера из Лундского университета в Швеции. Используя технику, разработанную В. М. Струинским из Института ядерных исследований АН УССР в Киеве и В. В. Пашкевичем из Лаборатории теоретической физики Объединенного института ядерных исследований в Дубне (ОИЯИ), И. Марун из Университета Франкфурта-на-Майне и один из нас (Грайнер) впоследствии исследовали приложения двухцентровой модели к процессу деления ядер.

Подобно первоначальной коллективной модели, двухцентровая оболочечная модель предсказывает форму отдельных ядер, когда они находятся в состояниях, близких к основному. Кроме того, двухцентровая модель описывает многочисленные способы, которыми ядро может самопроизвольно эволюционировать к форме, содержащей два "протоядра" — зародыши фрагментов, испускаемых при делении.

Например, свинец-208, который состоит из 82 протонов и 126 нейтронов, может трансформироваться в протоядро циркония-104 (40 протонов и 64 нейтрана) и протоядро молибдена-104 (42 протона и 62 нейтрана). Свинец-208 очень стабильное (дважды магическое) ядро, ядерные оболочки которого полностью заполнены. Даже в этом случае энергия нуклонов на внешних оболочках превосходит энергию потенциального барьера. Другими словами, нуклон из внешней оболочки может преодолеть притяжение

внутренних нуклонов и двигаться от центра оболочек.

Когда это происходит, нуклон притягивает некоторые другие нуклоны, движущиеся на внешних оболочках, и они также начинают удаляться от первоначального центра. В конце концов новые кластеры могут сформировать два стабильных протоядра: молибден-104 и цирконий-104. Протоядра могут также преодолеть взаимное притяжение и разделиться, став независимыми ядрами. В других случаях протоядра рекомбинируют и образуют вновь свинец-208.

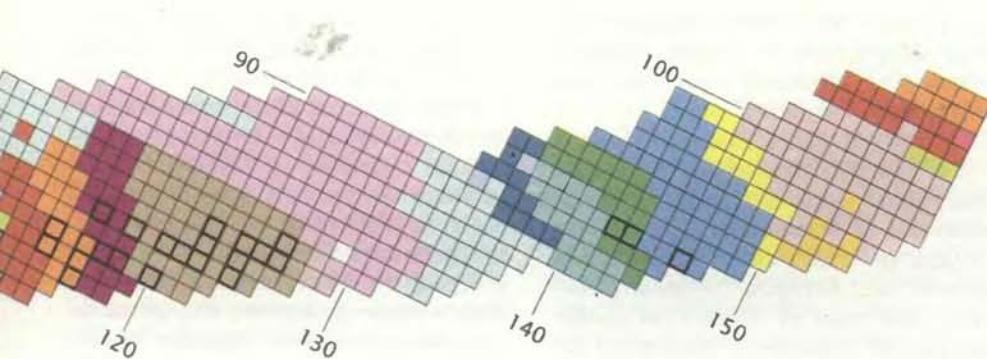
В двухцентровой оболочечной модели предлагается несколько методов описания тех многочисленных путей, по которым ядро может самопроизвольно эволюционировать в направлении формирования двух протоядер. Рассмотрим, например, два протоядра, которые находятся на определенном расстоянии друг от друга. Предположим, что первое протоядро состоит из определенного числа нуклонов, а второе — содержит все оставшиеся нуклоны. Двухцентровая модель предсказывает, сколько нужно энергии, чтобы превратить исходное ядро в заданную конфигурацию двух протоядер. Что произойдет, если к первому протоядру добавится один нуклон, или что будет, если протоядра еще сильнее раздвинуть? Чтобы ответить на эти вопросы, построим трехмерную карту энергии системы в зависимости от массы протоядра и расстояния между протоядрами.

В результате получится поверхность потенциальной энергии, на которой есть много "гор" и "долин" (см. рисунок на с. 28). Горы соответствую-

т высокозергичным нестабильным состояниям, долины — относительно стабильным ядрам и протоядрам. Как и для альфа-частицы, вероятность того, что протоядро пробьет туннель сквозь гору и достигнет другой долины, мала. Эта вероятность (или проницаемость барьера) зависит от высоты и ширины энергетической горы. Такие карты показывают также величину кинетической энергии, которая необходима для движения ядерных фрагментов.

ДВУХЦЕНТРОВАЯ оболочечная модель обеспечила весьма точное описание многих ядерных явлений. Она предсказала много новых процессов деления, а также слияния легких ядер в сверхтяжелые ядра. Поскольку долины на энергетической поверхности указывают, что то или иное ядро с заметной вероятностью может распасться на два более легких ядра, по нем же можно определить, что данные ядра с заметной вероятностью могут слиться и образовать более тяжелое ядро. Таким образом, двухцентровая модель привела к предсказаниям и открытию как новых элементов, так и новых видов радиоактивности (см. статью: Питер Армбрустэр, Готтфрид Мюнценберг. Синтез сверхтяжелых элементов, "В мире науки", 1989, № 7).

В 1977 г. мы предсказали существование ядерного процесса, названного суперасимметричным делением, и нового вида радиоактивности. В отличие от обычного деления во время суперасимметричного деления возникают два фрагмента, которые сильно отличаются по массе и заряду. Испу-



СУПЕРАСИММЕТРИЧНОЕ ДЕЛЕНИЕ приводит к тому, что многие разновидности ядра испускают нуклонные кластеры. Для каждого типа ядер закрашенные квадратики указывают, какой кластер испускается с наибольшей вероятностью. Например, ядро олова-112, состоящее из 50 протонов и 62 нейтронов, чаще всего выбрасывает кластер хрома, который содержит 24 протона. Число нейтронов специально не указано. Но, например, белый квадратик указывает кластер гелия-5, который содержит три нейтрана, а бледно-лиловые квадратики означают кластер бериллия-8, включающий 4 нейтрана. Квадратики, обведенные жирными черными линиями, — стабильные ядра, найденные в природе. Карта основана на расчетах Д. Поенару из Центрального института физики в Бухаресте (Румыния).

скание меньшего из этих двух фрагментов и создает излучение, известное как кластерная радиоактивность. Кластер обычно в несколько раз больше альфа-частицы.

Суперасимметрическое деление может наблюдаться для многих ядер. Например, ядро нобелия-252 может распадаться на радон-214 и серу-38; более легкое ядро и есть вылетающий кластер. Эта реакция представляет собой распад из нестабильного состояния в относительно стабильное состояние. В то время как нобелий-252 очень нестабилен, структура ядра радона-214, которое состоит из 86 протонов и 128 нейтронов, близка к структуре очень стабильного ядра свинца-208, в котором оболочки полностью заполнены 82 протонами и 126 нейтронами.

Почему нобелий-252 распадается так, что образуется радон-214, а не более стабильный свинец-208? Ответ становится очевидным, если обратиться к двухцентровой оболочечной модели. Можно рассчитать поверхность потенциальной энергии для нобелия-252 как функцию расстояния между протоядрами и массы одного из них. На такой поверхности будет три долины, две из которых связаны с процессом суперасимметрического деления, а третья — с обычным делением. Одна из долин, соответствующих суперасимметрическому делению, указывает на образование протоядра с массовым числом 214. Точнее, два протоядра сформировавшиеся из нобелия-252 и разделенные расстоянием 20 ферми, находятся в низкоэнергетическом состоянии, когда масса одного протоядра равна 214, а другого — 38.

Как только протоядра стали независимыми ядрами, они готовы к новым процессам деления.

В 1978 г. совместно с Д. Поенару из Центрального института физики в Бухаресте (Румыния) мы решили предсказать, для каких ядер возможна кластерная радиоактивность. Для каждого кандидата мы пытались определить проницаемость барьера. Было обнаружено, что ядро радия-224 испускает кластер углерода-14 с вероятностью, в миллион раз меньшей, чем альфа-частицу. Точно так же образец тория-230 должен испускать кластер неона-24 в 1000 раз реже, чем ядро гелия-4. В 1979 г. Поенару, М. Ивашку и один из нас (Сэндулеску) показали, что альфа-распад можно рассматривать как один из видов суперасимметрического деления*. На основе этих результатов были сделаны попытки предсказать абсолютные значения периодов полуразпада для нескольких элементов. Абсолютный период полуразпада — это время, за которое распадается половина имеющегося количества данного элемента, испытывающего альфа-распад или какой-либо другой вид деления. Наши расчеты хорошо согласовались с измерениями абсолютных периодов полуразпада.

Чтобы правильно вести поиск новых видов радиоактивности, надо бы-

ло ответить на несколько вопросов. Какие разновидности ядер будут испускать кластеры с наибольшей интенсивностью? Какие типы кластеров могут испускаться ядром? Какова относительная интенсивность испускания разных типов кластеров? Чтобы решить эти проблемы, надо было систематически изучить около 2200 типов ядер. Для каждого родительского ядра следовало проследить все комбинации, которые включают миллион разных вариантов. Выполнить такой объем работ очень трудно даже при современных возможностях вычислительной техники.

В 1980 г. группа румынских и немецких теоретиков начала работать над компьютерной программой, названной "аналитическая модель суперасимметрического деления". После ее создания Поенару, Ивашку, их коллеги и один из нас (Грайнер) начали интенсивные расчеты. Мы составили исчерпывающую таблицу разных видов кластерной радиоактивности для более чем 800 разновидностей ядер. Обнаружилось, что любой изотоп, имеющий больше 40 протонов, может испытывать новый вид распада.

Мы полагали, однако, что имеющаяся экспериментальная техника позволит наблюдать новые виды распада только для ядер, распадающихся с образованием свинца-208 или соседних с ним ядер. Эти варианты включали более 150 видов кластерной радиоактивности, для которых, согласно оценкам, периоды полуразпада составляли меньше 10^{23} лет, а кинетическая энергия равна около 2 МэВ на нуклон.

Поскольку кластеры испускаются на фоне огромного числа альфа-частиц, наиболее важным фактором оказывается коэффициент ветвления: отношение числа испущенных кластеров к числу испущенных альфа-частиц для данного типа ядер. Мы рассчитали коэффициенты ветвления для процессов испускания различных легких ядер и обнаружили, что легче всего можно обнаружить эмиссию углерода-14, неона-24, неона-25 и магния-28. Коэффициент ветвления для процесса эмиссии углерода-14 из радия-223 оказался равным 1 млрд. альфа-распадов на один распад с вылетом углерода-14. Это значение коэффициента ветвления оказалось максимальным.

ПОСЛЕ десятилетия успехов в развитии теории эксперимент начал подтверждать правильность предсказаний двухцентровой оболочечной модели. В 1984 г. Н. Роуз и Г. Джонс из Оксфордского университета (Англия) получили первые убедительные доказательства кластерной радиоактивно-

* Единый подход к описанию альфа-распада, деления ядер и взаимодействия ядер был предложен ранее В. А. Шигиним из Института атомной энергии им. И. В. Курчатова (см.: Потенциальная энергия системы двух ядер, ядерные молекулы и деления ядер. — Ядерная физика, 1971, т. 14, вып. 4, с. 695). — Прим. перев.

сти. Чтобы приготовить образец для изучения, они химическим способом выделили актиний-227 из естественного образца урана-235. Актиний-227 распадается, превращаясь в радио-223, который, как ожидалось, испускает кластеры углерода-14.

Актиниевый источник был помещен рядом с детектором. Источник излучал ядерные фрагменты, и детектор должен был регистрировать их энергию. Хотя детектор мог различить углерод-14 и альфа-частицу, ошибки все-таки были возможны. Если три альфа-частицы попадали в устройство одновременно, они могли имитировать энергетический сигнал углерода-14. Чтобы обойти эту трудность, эксперимент был организован таким образом, что регистрация троек альфа-частиц происходила гораздо реже, чем кластера углерода-14.

Поиск продолжался 189 дней. В течение этого времени детектор зарегистрировал 65 млрд. альфа-частиц и 11 событий, в которых участвовал углерод-14. Роуз и Джонс сделали вывод, что углерод-14 вылетает, когда радио-223 распадается в свинец-209. Они вычислили, что радио-223 испускает одно ядро углерода-14 примерно на каждый миллиард альфа-частиц. Через несколько месяцев А. А. Оглоблин и его сотрудники из

Института атомной энергии им. И. В. Курчатова в Москве провели похожий эксперимент и подтвердили результаты Роуза и Джонса.

Чтобы улучшить качество измерений и зарегистрировать другие виды кластерной радиоактивности, исследователи из Франции и США избрали другую стратегию. Они создали устройство, которое "отфильтровывает" кластеры из множества альфа-частиц. Во Франции Э. Хоуани и его коллеги из Парижского университета построили сверхпроводящий спектрометр в форме соленоида, названный "SOLENO"; в США У. Кучера, В. Хеннинг и их сотрудники из Аргоннской национальной лаборатории сконструировали магнитный спектрограф Энге с расщепленными полюсами.

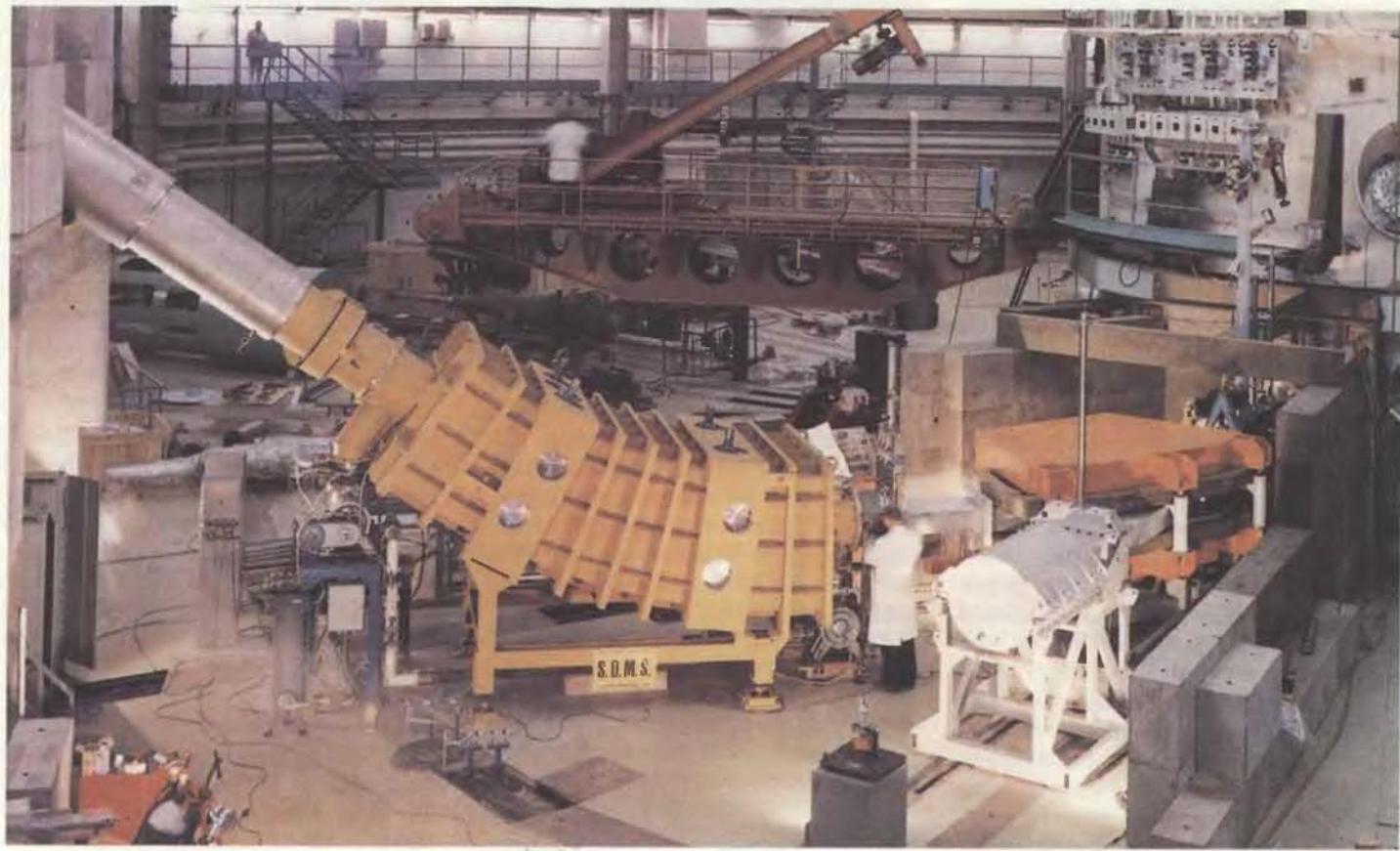
В спектрометре "SOLENO" с помощью сверхпроводящего соленоида (проволочной спирали) создается магнитное поле. Магнитное поле управляет движением заряженных ядер от источника через спектрометр. Поскольку каждый тип ядра характеризуется определенными массой и зарядом, магнитное поле направляет все такие ядра в одну определенную точку в спектрометре. Альфа-частицы легкие и несут положительный заряд, равный 2, поэтому они направляются в точку перед детектором. Ядра

углерода-14, которые тяжелее и имеют заряд, равный 6, сходятся в одну точку в самом детекторе.

В 1985 г. исследователи из Парижского университета впервые использовали спектрометр "SOLENO" для наблюдения распада ядер радио-223. Всего за пять дней им удалось зарегистрировать 11 событий с вылетом углерода-14. Они также достаточно убедительно доказали, что детектируемые ядра имеют массовое число, равное 14. Позже ими было продемонстрировано, что ядра радио-222 и радио-226 также спонтанно испускают ядра углерода-14. Интенсивность этого излучения приблизительно в 10 раз меньше, чем у радио-223.

Вскоре после этого сотрудники Аргоннской национальной лаборатории начали эксперименты со спектрографом Энге. Принцип действия этого прибора похож на "SOLENO". Но он имеет детектор другого типа, который наполнен газом, ионизующимся, когда в него попадают ядерные кластеры. В течение шестидневных испытаний спектрограф зарегистрировал 24 ядра углерода-14, испущенных радио-223.

НАИБОЛЕЕ чувствительными устройствами, созданными для обнаружения кластерной радиоактивно-



СПЕКТРОМЕТР "Lohengrin" из Института Лауз — Ланжевена в Гренобле (Франция) может отобрать ядра данной массы и заряда среди большого числа других ядер. Ядра выпадают из реактора (справа) и проходят через магнитное по-

ле, которое создается специальным устройством (оранжевого цвета). Магнитное поле фокусирует заданный тип ядер в точке, расположенной позади бетонных стен (слева).

сти, оказались трековые детекторы, которые регистрируют радиоактивность на специальной пленке. Большое ядро при ударе о пленку повреждает ее. Маленькое ядро, такое как гелий-4, проходит через пленку свободно, лишь в редких случаях оставляя метку. Когда пленку обрабатывают в химической ванне, она быстрее разъедается в области повреждения. Скорость травления поврежденной области пропорциональна заряду и массе ядра, создавшего этот дефект. Если просмотреть пленку под микроскопом, можно определить точку удара, заряд и массу ядра.

В 1984 г. П. Прайс с коллегами из Калифорнийского университета в Беркли (США) построили первый такой трековый детектор для ЦЕРНа, Европейской организации ядерных исследований близ Женевы (Швейцария). Они сделали детектор из поликарбонатной пленки, чувствительной к ядрам, которые имеют больше двух протонов. В качестве источника использовались пучки ядер. Ядерные пучки генерировались в сепараторе изотопов, работающем в режиме online (ISOLDE) в ЦЕРНе. Сепаратор может формировать пучки разных типов, состоящие из ядер с одинаковым числом нуклонов, но с разной пропорцией нейтронов и протонов. Для экспериментов по поиску кластерной радиоактивности Прайс и его группа использовали пучки из ядер с 222, 223 или 224 нуклонами. Пучки направлялись в детектор — небольшую камеру, в которой была протянута поликарбонатная пленка. Когда ядра из пучка попадают на пластинку, помещенную на задней стенке камеры, они время от времени испускают кластеры, которые регистрируются пленкой.

Такое устройство привело к открытию второго вида кластерной радиоактивности — испускания ядер неона-24. Это открытие было сделано в начале 1985 г. Прайсом с коллегами и независимо С. П. Третьяковой, ее сотрудниками и одним из нас (Сэндулеску) в Лаборатории ядерных реакций ОИЯИ в Дубне. Обе группы использовали детекторы из полизилентерефталата, которые регистрируют только частицы, содержащие больше шести протонов. Сотрудники Дубны наблюдали испускание ядер неона-24 из протактиния-231, урана-233 и тория-230. Группе из Беркли, обнаружившей, что уран-232 испускает ядра неона-24, удалось зарегистрировать один распад с вылетом неона-24 на 500 млрд. распадов с вылетом альфа-частиц.

В 1986 г. Прайс с коллегами в Беркли разработал трековый детектор из фосфатного стекла, чтобы изучать

распады с вылетом неона, магния и кремния. Этот детектор не регистрирует большинство посторонних сигналов, так как самая легкая частица, способная оставить в нем след, — это ядро кислорода. Группа в Беркли выбрали для изучения уран-234, поскольку, согласно нашим с Поенару оценкам, уран-234 испускает с заметной вероятностью и неон, и магний. Три детектора облучались в течение трех месяцев. Удалось наблюдать 14 событий с испусканием неона и три события с испусканием магния. Таким образом, группа из Беркли открыла новый тип радиоактивности — испускание магния-28, а также обнаружила первый тип ядер — уран-234, который испускает три типа кластеров: гелий, неон и магний.

Эти три разновидности, а также углерод исчерпывают список кластеров, испускание которых ядрами обнаружено к настоящему времени. Испускание зарегистрировано для разных ядер и с разной вероятностью: время полураспада варьирует от 10^{11} до 10^{26} лет. Аналитическая модель суперасимметричного деления дала надежные (в пределах 1,5 порядков величины) предсказания периодов полураспада всех ядер, для которых обнаружена кластерная радиоактивность.

КЛАСТЕРНАЯ радиоактивность — не единственное достижение в рамках двухцентровой оболочечной модели*. Еще одно достижение — предсказание холодного деления. В этом вновь открытом процессе ядро распадается на два "невозбужденных" ядра. Другими словами, нуклоны, формирующие ядро в низкоэнергетическом состоянии, могут сами перестроиться таким образом, что образуют два новых ядра, также находящиеся в низкоэнергетическом состоянии. В отличие от обычного (горячего) процесса деления энергия, выделяющаяся при холодном делении, не переводит ядра-продукты в состояния с высокой энергией. Поэтому ядерные фрагменты от холодного деления имеют форму, более близкую к сферической, не такую вытянутую, как фрагменты при обычном делении. В соответствии с предсказаниями двухцентровой оболочечной модели ядро, для которого возможно обычное деление, имеет небольшой шанс испытать вместо этого холодное деление.

* Следует отметить, что объяснение кластерной радиоактивности, которое предлагают авторы статьи, не является единственным и что некоторые экспериментальные факты не удается объяснить в рамках двухцентровой оболочечной модели. Разработаны другие теории этого явления (см. библиографию на с. 103). — Прим. перев.

Ряд исследователей разрабатывали способы выделения событий, связанных с холодным делением, из более многочисленных событий обычного деления. В 1981 г. К. Синарбью и его коллеги из Исследовательского центра в Сакле (Франция) провели первые такие эксперименты. Они облучали образец нейтронами, которые вызывают деление ядер. Расположив два детектора около противоположных сторон образца, ученые определяли массу и кинетическую энергию фрагментов.

Вскоре после этого Ф. Гённенвейн из Тюбингенского университета в ФРГ с сотрудниками разработал другой метод детектирования холодного деления. Они использовали два спектрометра продуктов деления, известные под названием "Lohengrin" и "Così fun tutte", которые находятся в Институте Лауз — Ланжевена в Гренобле (Франция). Эти спектрометры позволяют измерять массы, заряды и кинетическую энергию фрагментов. Недавно Гённенвейн и его группа сконструировали новую установку для обнаружения событий холодного деления, которая по чувствительности превосходит другие детекторы в 10 раз.

В этих экспериментах были найдены косвенные указания на холодное деление урана-233, урана-235 и плутония-239. Максимальное количество энергии Q , которое выделяется при делении, — это разность энергий (масс) родительского ядра и дочерних продуктов. Эта энергия распределяется между движением ядра как целого и возбуждением нуклонов внутри его. В экспериментах были обнаружены события, в которых кинетическая энергия фрагментов деления была равна Q . Это приводит к предположению, что на внутреннее возбуждение фрагментов энергии нет, и поэтому происходило холодное деление.

Ученые продолжают поиск доказательств существования холодного деления. Кроме того, Мартин Грайнер (сын Вальтера Грайнера) и В. Шайд из Университета г. Гиссен (ФРГ) предсказали, что возможно испускание кластеров, когда ядро находится в горячем, т. е. возбужденном, состоянии.

Еще одним достижением использования двухцентровой оболочечной модели было предсказание бимодального деления. В процессе холодного деления некоторые тяжелые ядра расщепляются на два симметричных жестких ядра, в которых нуклоны полностью заполняют ряд ядерных оболочек. Поскольку эти же тяжелые ядра могут делиться и обычным образом (т. е. могут распасться на два ядра вытянутой формы и одинакового размера), такой

процесс называют бимодальным делением. Многие исследователи изучали бимодальное деление, в том числе Марун, Пашкевич, Мёллер, а также К. Депта из Франкфуртского университета, Дж. Никс из Лос-Аламосской национальной лаборатории и А. Собичевски из Общества по исследованиям с тяжелыми ионами (GSI) в Дармштадте (ФРГ).

Им удалось обосновать, что бимодальное деление будет легче всего обнаружить при распаде ядер фермия-264 и других ядер, схожих с ним по структуре. При обычном делении ядра фермия-264 возникают два вытянутых фрагмента. При холодном делении фермия-264 получаются два жестких ядра олова-132 сферической формы. Оболочечная структура олова особенно стабильна, потому что ядро состоит из магического числа протонов (50) и магического числа нейтронов (82). В определенных условиях ядро фермия-264 можно представлять как ядерную молекулу, состоящую из двух ядер олова.

На протяжении последних четырех

лет Е. Хулет из Лоуренсовской национальной лаборатории в Ливерморе (США) и его коллеги работали над созданием детектора, чувствительного к ядрам, содержащим более 100 протонов и более 156 нейтронов. Им удалось найти доказательства бимодального деления нобеляния-258, курчатовия (резерфордия)-260 и трех изотопов менделевия (258, 259 и 260).

ЭКСПЕРИМЕНТЫ по поиску и изучению новых видов радиоактивности, процессов холодного слияния, бимодального, суперасимметричного и холодного деления продолжаются. Мы уверены, что чувствительность детекторов резко возрастет благодаря использованию уже разработанных новых технологий. Мы надеемся также, что продуктивное сотрудничество в области теории и эксперимента приведет к открытию новых видов радиоактивности и углубит наше понимание их природы. Мы можем лишь в слабой степени предвидеть, какие новости принесут нам эти посланцы далекого мира — ядра атома.

Что же было причиной усиления сигналов? Фрейзер-Смит высказывает предположение, что вследствие повышенного механического напряжения на разломе в земной коре возник пьезоэлектрический эффект (появление электрического тока под воздействием давления), который в свою очередь порождал радиоволны. Возможно, по его мнению, и другое объяснение: в результате предшествующей землетрясению активности изменились электрические токи в земной коре (эти токи — нормальная реакция коры на электромагнитную активность атмосферы). Факт генерации лишь самых низкочастотных волн (0,01 Гц) свидетельствует о том, что электрическая активность имела место существенно ниже дневной поверхности.

Специалисты по землетрясениям отнеслись к открытию, сделанному группой из Станфорда, с интересом, и одновременно осторожно. Например, Аллан Линд из Геологической службы США в Менло-Парке в течение двадцати лет "расследовал" заявления о том, что наконец найден безошибочный способ предвидеть землетрясение, и у него выработался определенный скептицизм. "Однако я не могу найти слабое место в их доказательствах", — говорит Линд, — и этого не может сделать никто".

По свидетельству Малькольма Джонстона из Геологической службы, в геологической литературе имеется масса "намеков" на то, что с землетрясениями может быть связана электромагнитная активность. Так, японские и советские исследователи утверждают, что они регистрировали сильные сигналы ОНЧ до и во время землетрясений. Имеются свидетельства очевидцев, что во время землетрясений из земли исходят молниеподобные вспышки. Перед землетрясениями ухудшается прием радиопередач. Однако, как добавляет Джонстон, трудно представить, чем может быть вызвана индукция мощных электрических токов в земле в отсутствие сейсмической активности.

И Джонстон, и Линд согласны с тем, что лишь дальнейшие наблюдения позволят установить, несут ли сигналы ОНЧ информацию о будущих событиях. Фрейзер-Смит при поддержке Геологической службы добивается выделения необходимых средств из федеральных фондов для установки большего числа антенн — приемников излучения ОНЧ в целях мониторинга землетрясений. Размещены они, скорее всего, будут в Паркфилде — городке, расположенному на разломе Сан-Андреас. Здесь, по прогнозам геологов, в ближайшее

Наука и общество

Землетрясение предупреждает о себе по радио

ОДНОЙ из наиболее неприятных особенностей землетрясения Лома-Приета, которое в октябре прошлого года ударило по побережью залива Сан-Франциско, было отсутствие предварительных толчков. Геологи напрасно просматривали сейсмические записи, сделанные до землетрясения, в поисках каких-либо "сигналов опасности". И все-таки не исключено, что подземный толчок оповестил о своем приближении другим путем — посредством радиосигналов. Если эта гипотеза, к которой удалось прийти совершенно случайно, подтвердится, то окажется возможным давать краткосрочный прогноз землетрясений.

Радиосигналы были обнаружены группой исследователей, возглавляемой Энтони Фрейзером-Смитом из Станфордского университета. В течение многих лет этот ученый изучал возможность использования радиоволн очень низкой частоты (ОНЧ) для связи между подводными лодками. Волны ОНЧ имеют частоту менее 30 000 Гц. Хотя обычные радиоволны (например, средние, с частотами около 1 000 000 Гц) могут переносить больше информации, волны ОНЧ легче проходят через воду и землю.

Исследуя фоновый шум, который мог бы влиять на ОНЧ-связь группа

ученых из Станфорда начиная с 1987 г. проводила мониторинг радиоволн в диапазоне частот от 0,01 до 10 Гц. По словам Фрейзер-Смита, эта ультранизкочастотная (УНЧ) область диапазона ОНЧ до того времени большей частью игнорировалась учеными. Фрейзер-Смит и его коллеги установили антенну (металлический цилиндр, обмотанный проволокой) на территории Станфордского университета, а затем переместились вместе с этим прибором в Корралитос — небольшой городок, где на показания приборов не влияло электромагнитное излучение автомобилей и рельсового электрического транспорта. Корралитос находится всего в 7 км от эпицентра землетрясения Лома-Приета.

Подземные толчки повредили накопитель данных измерительной системы, но спустя некоторое время Фрейзер-Смит и его студент-дипломник Арман Бернарди восстановили данные. Они тотчас же заметили, что за три часа до землетрясения амплитуда сигналов с частотой 0,01 Гц резко возросла. Эффект наблюдался вплоть до того момента, когда подземный толчок нарушил электропитание компьютера, использовавшегося для записи данных. Исследователи проверили, не произошел ли сбой в работе аппаратуры, но, к своему удивлению, никаких неисправностей не обнаружили.

время должно произойти землетрясение с магнитудой 6.

Как считает Фрейзер-Смит, достаточно сильные сигналы порождаются лишь мощными подземными толчками. Он отмечает, что его аппаратура не зарегистрировала сигналов до и во время землетрясения с магнитудой 5, которое произошло в августе прошлого года вблизи Корралитоса. Землетрясение Лома-Приета с магнитудой 7,1 было в 100 раз сильнее. Фрейзер-Смит считает, что если волны УНЧ и не станут надежными "предсказателями" землетрясений, то они по крайней мере дадут ученым новую информацию об этих разрушительных явлениях.

Далеко ли до полюса?

ДОСТИГ ли Роберт Пир Северного полюса в 1909 г. или же он был обманщиком, сознававшим, что и близко не подошел к цели? Этот вопрос периодически вслыхивает на поверхность, начиная с того момента, когда знаменитый адмирал вернулся в цивилизованный мир, а на отрывном листе его дневника можно было прочитать следующую надпись: "Наконец-то полюс!!!". Можно ли доказать справедливость этой записи, основываясь на имеющихся данных?

Наиболее важные доказательства из числа последних были представлены Национальным географическим обществом (которое финансировало экспедицию Пир) и его независимой комиссией. Это — результаты фотограмметрического анализа снимков, полученных во время экспедиции Пир. Анализ позволил определить высоту Солнца над горизонтом в момент фотографирования. По мнению экспертов, эта высота в точности такая же, какой должна быть на полюсе в то время, когда Пир, как он утверждал, побывал там. "Дело" таким образом было закрыто.

Однако скептиков не удовлетворяют результаты фотограмметрического анализа. Они утверждают, что выступающие в поддержку Пир специалисты обходят молчанием многие неясные вопросы. Чарлз Коул из Научно-исследовательского института космических телескопов считает, что определить положение объектов по фотографиям "в принципе возможно", но этот метод "на практике бесполезен". Под влиянием многих факторов, сказал он, предельная ошибка метода может возрасти от 8—25 км (принятой при анализе) до 100 км и более. Среди факторов — трудность точного определения расположения



ОТНОСИТЕЛЬНОЕ РАСПОЛОЖЕНИЕ предметов и их теней на фотографии помогает определить широту места. Принято считать, что эта фотография 1909 г. была сделана Пиром на самом полюсе. Увеличенные фрагменты фотографии иллюстрируют качество изображения теней и линии горизонта, требующихся для определения широты. Негативы были "улучшены" впоследствии либо Пиром, либо его издателем; их оригиналов не существует.

теней и отбрасывающих их объектов на старых фотографиях, неопределенность в измерении высоты линии горизонта на ландшафте, покрытом ледяными буграми и торосами, неизвестные искажения, вызванные линзами и их расположением относительно пленки, и неопределенность времени, когда были сделаны фотографии. Коул считает, что при таких обстоятельствах определение высоты Солнца с точностью 1/1000 — задача невыполнимая.

Другое доказательство, предлагаемое защитниками Пир, не противоречит предположению, что он достиг Северного полюса; однако не противоречит оно и обратному предположению, что до полюса он не добрался. Так, например, карты морского дна, построенные за последние 40 лет, подтверждают одно измерение Пир, проделанное им в 270 км от берега, в пределах 10-километровой полосы относительно его маршрута. Однако измерения, выполненные им на протяжении остальных 450 км, не удается связать так же хорошо с каким-либо участком морского дна. Вопрос остается открытым: соответствует ли истине сообщение Пир о том, что 6 апреля 1909 г. он находился на $89^{\circ}57'11''$ с.ш. (примерно в 5 км от полюса)? Это сообщение не может считаться абсолютно достоверным по крайней мере по одной

причине. Одна секунда дуги соответствует расстоянию чуть меньше 31 м. Даже в наше время с помощью навигационных приборов, устанавливаемых на спутниках, определить положение объекта с точностью до 30 м довольно трудно. И те, кто верит Пир, и сомневающиеся сходятся на том, что в лучшем случае он мог определить свое местонахождение с точностью до 6 угловых минут, что соответствует расстоянию в 10 км. Кроме того, полюс "гуляет", отклоняясь иногда от среднего положения на сотни метров. Это происходит вследствие перемещения масс внутри Земли и соответственно смещения оси ее вращения. Встать прямо на полюс — акт весьма условный.

С точки зрения большинства специалистов, наблюдения, проведенные Пиром на пути к полюсу, ставят его в ряд выдающихся исследователей независимо от того, "вскарабкался" ли он на "верхушку" земного шара или нет. Во всяком случае, если цифры минут в записи от 6 апреля верны или даже отличаются от истинного значения на две-три единицы, запись, сделанная на отрывном листе дневника, может считаться оправданной. Однако с учетом тех данных, которые сохранились до наших дней, весьма сомнительно, что когда-либо будет получен исчерпывающий ответ на этот вопрос.

Вниманию читателей!

C. Нешива
ОКЕАНОГРАФИЯ

В 2-х томах
Перевод с английского



Книга известного американского ученого обобщает современные знания об океанских бассейнах и дает комплексное описание природы океанов на фоне общей природы планеты. Океаны рассматриваются с точки зрения физики, химии, геологии и биологии, т. е. с точки зрения существования и взаимодействия соответствующих процессов. В 1-ом томе излагаются основы геологии океанов, форма бассейнов, тектоника плит и хребтов, граничные зоны между материками и океанами, осадконакопление, рассматриваются физические свойства и режим океанских вод, взаимодействие атмосферы и океанов, океанские течения и циркуляция. Значительное внимание уделяется морской биологии. Во 2-ом томе освещаются природные особенности прибрежных течений, движение береговых осадков, особые условия морской жизни возле берегов различных типов. Рассматриваются характерные черты полярных океанов и история развития океанов и континентов с точки зрения современной теории литосферных плит. В разделе «Море и человек» раскрываются такие специальные вопросы как морское законодательство, рыболовство, аквакультуры, загрязнение, минеральные ресурсы и их эксплуатация, энергетические источники океанов и др.

Для океанологов, морских геологов, биологов и студентов соответствующих специальностей, а также для физиков и химиков, интересующихся проблемами океанографии.



1991, 60 л. Цена 11 р. 50 к.

Эту книгу вы сможете заказать в
магазинах—опорных пунктах
издательства «Мир»



На пути к «глобальной деревне»

КАРЕН РАЙТ



... более чем за вековое существование электроиндустрии мы создали в масштабах всего мира своеобразную центральную нервную систему, которая сокращает время и расстояние на планете.

ЧЕТВЕРТЬ ВЕКА минуло с тех пор, как малоизвестный учёный из Торонтского университета написал эти слова. В своем трактате под названием «Understanding Media» (Теория информационной среды) Маршалл Маклюен предсказывал объединение человеческих знаний в некое единое целое, в отношении которого он позже применил концепцию «глобальной деревни». Кто теперь может оспорить предсказание Маклюена? Совсем недавно весь мир наблюдал в прямом эфире события, имевшие место в странах Восточной Европы. Землетрясение в Сан-Франциско потрясло миллионы зрителей, наблюдавших трансляцию бейсбольного матча из этого города. Громадная компьютерная сеть объединила пользователей из 35 стран мира. Торговые операции на бирже акций в То-

кио могут испортить настроение нью-йоркскому биржевому маклеру.

Эти приметы сегодняшнего дня можно, пожалуй, считать лишь увертюрой к еще более фундаментальным переменам в нашей жизни. В развитых странах происходит трансформирующее все сферы нашей жизни срастание вычислительной техники со средствами связи, которое, по мнению экспертов, будет иметь не меньшее значение, чем замена физического труда машинами и механизмами. Срастание технологий уже проявляется в таких новшествах, как факсимильные машины, автоматические банковские контроллеры, автоответчики, проигрыватели компакт-дисков, ячеистые телефонные аппараты, видео-игры и телевидение высокой четкости.

В промышленных и академических лабораториях сейчас рождается технология, с приходом которой устройства, применяемые сегодняшними жителями нашей планеты, будут выглядеть совершенно примитивными. Чтобы узнать подробнее о том, что нас ждет в будущем, я посетила лабо-

ратории, в которых сейчас прокладывается дорога к глобальной деревне. Сотрудники этих лабораторий провели меня далеко за пределы сегодняшних технических достижений в виде чувствительных к касанию экранов и устройств типа мыши, через зазеркалье компьютерного терминала, в царство технологических чудес завтрашнего дня.

Деловые операции через модем

Как и большинство других революций, рассматриваемая революция в сфере связи уходит своими корнями в экономику. Сближение между вычислительной техникой и средствами связи одновременно способствует развитию сектора услуг и само стимулируется этим развитием. Почти 75% работающих в США заняты в сфере услуг. Отметим, что в 1948 г. их доля составляла около 55%. И у этой сферы, как выразился один наблюдатель, «развивается ненасытный аппетит к информационной технологии».

«Организации сферы услуг в США в настоящее время обладают приблизительно 85% всех информационных средств», — заявил С. Роуч, директор и ведущий специалист Morgan Stanley. Компьютеры и средства связи попадают как раз в самый центр того, о чем говорит Роуч. В то время как промышленные предприятия затрачивают в среднем 10% своего капитала на информационную технологию, соответствующие затраты сферы услуг удвоились за последнее десятилетие и достигли почти 20%.

Вряд ли стоит удивляться тому, что сфера услуг поглощает так много информационной техники. В отсутствие этих средств многие виды услуг были бы просто невозможны. Некоторые эксперты, включая Роуча, утверждают, что под экономикой услуг следует понимать не просто обслуживающую деятельность, но глубокий процесс перехода от экономики, основанной на использовании материальных ресурсов, к экономике, в которой большая часть богатства производится за счет нематериального фактора — информации.

«Услуги можно условно разделить на две составляющие: персональные услуги и информационные услуги», — говорит М. Порат из компании Apple Computer, который в 1976 г. в докторской диссертации, написанной в Стэнфордском университете, дал определение понятию «информационной экономики». Доля американской рабочей силы, занятой в сфере персональных услуг (таких как

ТЕРМИНОЛОГИЯ ГЛОБАЛЬНОЙ ДЕРЕВНИ

КОМПЬЮТЕРНАЯ СЕТЬ: Технология, позволяющая людям, находящимся в разных местах, взаимодействовать друг с другом, пользоваться одними и теми же документами и файлами данных посредством верbalных, цифровых и видеоканалов связи. Сокращенно CSCW.

ФЛОП: Арифметическая операция над числами с плавающей запятой — единица измерения скорости, с которой компьютер выполняет операции с вещественными (не целыми) числами. Показатель — важный при моделировании ситуаций реального мира.

ЧЕЛОВЕК: Аналоговая система обработки и хранения информации со скоростью передачи данных около 50 бит/с. Способна хорошо распознавать образы, но чрезвычайно медленно справляется с последовательными вычислениями.

ГИПЕРМИДИЯ: Информационная среда с нелинейной или иерархической структурой данных, позволяющей представлять их на различных уровнях детализации. Сравните с «мультимедией».

ИНФОРАЗВЛЕЧЕНИЕ: Технология обработки и передачи информации, предназначенная для информирования или обучения в развлекательной форме. См. также «мультимедиа».

ЦСИУ: Цифровая сеть интегрированных услуг — канал связи, который может передавать и голосовой сигнал, и цифровые данные. Стандартная пропускная способность ЦСИУ — это два голосовых и один цифровой канал со скоростью передачи 16 000 бит/с.

НОБОТ: Программный робот-агент (от know — знать), не требующий формальных инструкций и способный вести поиск и классификацию информации, обеспечивать защиту данных.

МУЛЬТИМИДИЯ: Представление информации с помощью компьютера в виде сочетания двух и более видов — текста, графики, рукописи, видео и звуковых сигналов. См. «гипермедиа».

ВИДЕОТЕКС: Несколько видов информационных и торговых услуг, к которым пользователь, находясь дома, имеет постоянный доступ с помощью персонального компьютера или терминала.

ВИРТУАЛЬНАЯ РЕАЛЬНОСТЬ: Искусственная или метафизическая среда, созданная средствами вычислительной техники и связи. Слово «виртуальный» часто обозначает синтезированный компьютером эквивалент физического объекта.

парикмахерские), оставалась постоянной с начала века и поддерживалась на уровне 15—20%, говорит Порат. За тот же период доля занятых в сфере информационного обслуживания — банковские и страховые агенты, юристы, журналисты — непрерывно нарастала. Согласно оценке Роуча, в информационной сфере в настоящее время занято около 55% работающего населения США.

Представители информационных служб согласны с оценкой Пората. «Несколько лет назад мы спрашивали себя, каким же бизнесом мы занимаемся? — сказал Р. Лаки, исполнительный директор фирмы AT&T Bell Laboratories. — В конце концов сотрудники AT&T решили, что они заняты в сфере IM&M (Information Movement and Management) — передача и управление информацией. Как видите, мы уже не работники связи. Мы занимаемся передачей и управлением информацией».

Начальник Лаки, А. Пензиас, вице-президент, ответственный за научные исследования в AT&T Bell Laboratories, называет это переходом «от вещей к мышлению». Не все, однако, согласны с такой точкой зрения. «Будьте осторожны, употребляя термин «информационная экономика», — говорит Дж. Куинн из Дартмутского колледжа. — Информация представляет интерес лишь постольку, поскольку она влияет на другие вещи». Куинн предпочитает понятие «экономика услуг», считая его более адекватным, поскольку, по его словам, информация и информационная технология представляют собой лишь подмножество целой системы факторов, способствующих повышению производительности труда в сфере услуг (см. статью: Дж. Б. Куинн, Дж. Дж. Барух, П.К. Пакетт. Технология в сфере услуг. «В мире науки», 1988, № 2).

Гром среди ясного неба

События последнего времени свидетельствуют, что независимо от того, существует или не существует информационная экономика, люди пока не готовы целиком освоить информационную технологию. Некоторые попытки внедрить вычислительную технику и средства связи в практику повседневной жизни человека натолкнулись на серьезные трудности. Например, система информационных услуг для сети абонентов «видеотекс» имеет, по словам Лаки, «печальную и мучительную историю»: компания Knight-Ridder вложила 50 млн. долл. в свой проект Viewtron, прежде чем

Они это предвидели...

1851 г. Натаниэль Готорн
Из книги «The House of the Seven Gables».

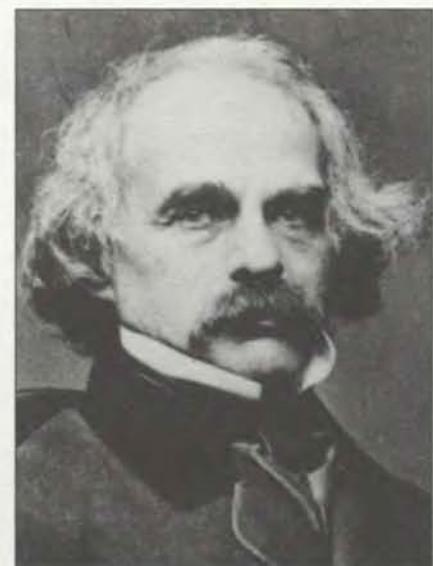
«Разве это не факт... что с помощью электричества весь материальный мир превратился в огромный нерв, выбирирующий на протяжении тысяч миль в одном неуловимом мгновении? Земной шар — это, пожалуй, гигантская голова, мозг, инстинкт, наделенный разумом. Или, скажем, так: он сам по себе уже мысль, не что иное, как мысль, и вовсе не материя, как мы считали раньше!»

1925 г. Олдос Хаксли
Из книги «Those Barren Leaves»
«Принято сознавать, — сказал



Челифер, — что современная цивилизация делает все возможное, чтобы восстановить племенной образ жизни, но уже в гигантском национальном и даже международном масштабе. Печать, радиотелефоны, поезда, автомобили, граммофоны и тому подобное дают людям возможность объединяться в племена, но не из нескольких тысяч, а миллионов и миллионов... Через несколько поколений, возможно, вся планета будет населена одним гигантским племенем бесчисленных индивидов, одинаково мыслящих и действующих...»

Мистер Кардан затянулся дымом сигары: «Наверное, это даже очень вероятно, потому что я не думаю, чтобы мы сумели воспитать расу людей — во всяком случае за следующие несколько тысячелетий — достаточно разумных, что-



бы сформировать стабильное общество без чувства племенного родства...»

Маршалл Маклюэн ввел термин «глобальная деревня» в 60-х годах, но футуристы и мечтатели размышляли о концепции взаимосвязанного всемирного сообщества задолго до него. Как сказал Маклюэн своему другу и коллеге Брусу Р. Пауэрсу, эта фраза пришла ему на ум, когда он задумался над отрывком из сочинения Готорна. Когда в 1964 г. Маклюэн опубликовал «Теорию информационной среды», его видение мира было оптимистичным, однако с годами он все более саркастически относился к явлению коммуникационного взрыва. В «Глобальной деревне», которую Пауэрс опубликовал уже после смерти Маклюена в 1980 г., авторы посвящают девять страниц текста положительным моментам «племенного образа жизни» и 38 страниц — отрицательным.



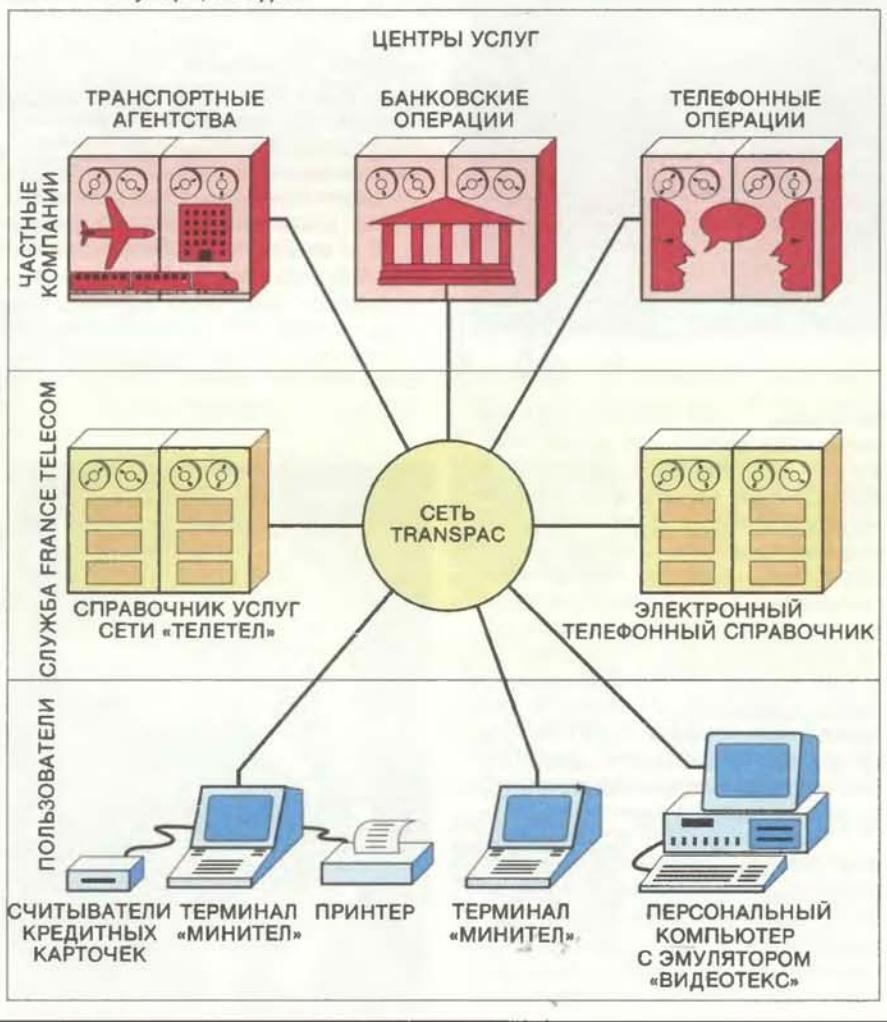
Да здравствует терминал!

Во Франции правительенная монопольная телекоммуникационная служба сумела внедрить единственную, по мнению большинства экспертов, в мире сеть типа «Видеотекс», которая действительно популярна у населения. Сеть «Телетел» обслуживает 12 000 электронных информационных центров, охватывая около 18% населения Франции — достижение, с которым не может сравниться ни одна другая национальная сеть телекоммуникаций. С помощью терминалов «Минител», бесплатно распространяемых французским агентством Telecom, 5 млн. телефонных абонентов управляют своими финансами, заказывают авиабилеты и резервируют места в отелях и разговаривают друг с другом по системе «Мессажри».

«Ничто в Европе не может сравниться по масштабам с системой «Телетел», — уверяет Г. Томас из Университета в Сассексе. Ни в Англии, ни в ФРГ, где к реализации собственных программ «Видеотекс» приступили одновременно с Францией, не удалось набрать больше 200 тыс. абонентов. Система Prodigy в США имеет примерно такое же число абонентов, а в Японии успех системы Captain, внедренной 10 лет назад, был еще более скромным: число проданных терминалов не достигло и 100 тыс.

Почему Франция добилась успеха там, где другие потерпели неудачи? Возможно, потому, что пользоваться системой «Телетел» очень просто. Потенциальным абонентам стоит лишь иметь терминал; они ничего при этом не теряют, кроме ежегодно издаваемого толстого телефонного справочника. За 37 сантимов в минуту France Telecom обеспечивает доступ к справочной базе данных, которая приводит в восторг пользователя, а компания экономит на печати и доставке телефонных книг.

Чтобы привлечь к сети бизнесменов и состоятельных клиентов, France Telecom пропагандирует новые продукты и услуги, такие как считающее устройство для кредитных карточек, благодаря которым система «Телетел» становится менее уязвимой для подделок и махинаций. И все же попытки привлечь к сети деловой мир могут окончиться неудачей: при отсутствии международных стандартов в условиях все большего объединения стран общего рынка системе «Телетел» грозит технологический тупик. — Ф. Гутерл, Лондон



свернула его в 1986 г., а совместное предприятие компаний IBM и Sears под названием Prodigy сумело собрать лишь 200 тыс. абонентов. В начале 80-х годов компания Scholastic, Inc. потерпела миллионные убытки в своей первой попытке наладить производство и продажу программного обеспечения, предназначенного для самообразования пользователей. Немного нашлось желающих воспользоваться и электронными системами для осуществления банковских операций; за несколько лет, прошедших с момента ввода в эксплуатацию этих систем, их услугами воспользовалось меньше 100 тыс. клиентов.

Наблюдатели отмечают, что эти неудачи отражают недостаточную способность промышленности, производящей вычислительную технику и средства связи, реагировать на потребности клиентов. М. Капор, основатель корпорации Lotus Development и председатель правления фирмы ON Technology, Inc., называет это «непродуманностью конструкции и дизайна». Проблема заключается в том, чтобы сделать компьютер полезным для людей информационным устройством и удобным средством связи — и это не техническая проблема, — объясняет Капор, — это проблема дизайна. Инженеры обучены тому, чтобы по возможности ликвидировать субъективные факторы. Но как раз субъективные факторы в данном случае играют решающую роль».

Специалист по рекламе с Мэдисон-авеню А. Эйнштейн, руководивший созданием знаменитых реклам фирм IBM, говорит, что он установил одну из причин трудности внедрения новых электронных средств: «Страх. Вы сталкиваетесь с необходимостью освоения документации, — говорит он. — Вам приходится изучать новый язык. Пользовались ли вы когда-нибудь словом «интерфейс», прежде чем начали работать с компьютером?»

Компьютерные компании затратили много лет и миллионов долларов на создание все более «благожелательных» (простите за выражение) к пользователю интерфейсов с применением графических средств, окон на экране и других приемов, для того чтобы как можно больше людей, не имеющих навыка работы с вычислительной техникой, могли пользоваться машинами для работы или развлечения. И все же компьютеры продолжают отпугивать образованных, взрослых клиентов, и даже специалисты иногда считают их невыносимо медлительными. Поэтому уважаемые спонсоры исследований, такие

как IBM, Apple, Xerox, Bell Communications Research (сокращенно Bellcore), привлекают антропологов, социологов и физиологов с целью создания такой информационной техники, которая была бы естественной и удобной для пользователя.

Люси Сачмен, антрополог, работающая в исследовательском центре PARC фирмы Xerox в Пало-Альто, наблюдает за работой служащих международного аэропорта в Сан-Хосе, чтобы выяснить, каким образом они добывают нужную им информацию при помощи разнообразных имеющихся в их распоряжении средств, таких как радио, телефон, компьютер, текстовые и видеотерминалы. За 10 лет исследований она выявила две важнейшие составляющие технологии, учет которых поможет завоевать доверие людей: устройства должны быть хорошо знакомыми и простыми в управлении.

Сачмен указывает, что любая технология требует освоения; например, управление автомашиной — это не интуитивный навык. Но поскольку люди хорошо знают, что им может дать эта техника, говорит она, «жизненный опыт подсказывает им, что время и усилия, затраченные на обучение, с лихвой окупятся». Что же касается компьютеров, то люди пока не могут оценить их истинную пользу». По мнению Сачмен, технология зачастую слишком негибка, для того чтобы усилия вообще окупились. «Пользователи должны иметь возможность выбора технических средств, отвечающих их индивидуальным потребностям». Сачмен полагает, что процесс конструирования становился бы более продуктивным, если бы инженеры и программисты следили за тем, каким образом люди пользуются их продукцией после того, как она покидает стены лаборатории. А пока, говорит она, новые технологии появляются внезапно «как гром среди ясного неба».

Парадигма полного охвата

У центра PARC имеется богатый исторический опыт творческих поисков; персональный компьютер, лазерный принтер и локальные сети родились в этом исследовательском центре, и среди его консультантов есть даже бывший бенедиктинский монах. Растущее внимание к человеческому поведению проявляется также в ряде проектов других научно-исследовательских лабораторий. Повсюду создаются интерфейсы, в которых используются естественные формы человеческого общения, в частности



Думающий человек в компании «Думающие машины»

Дэнни Хиллис составил список того, что собирается совершить за свою жизнь. «Написать детективный роман. Поработать воспитателем в детском саду. Построить космический корабль». Внезапно смущившись, он сделал паузу. «Ну в общем... все то, о чем каждый мечтает». Специалист по вычислительной технике, Хиллис добился грандиозных успехов в своей работе, но сохранил в 33 года простодушное любопытство подростка, который еще не решил, кем он хочет стать, когда вырастет.

Хиллис — это мозг корпорации Thinking Machines в Кембридже (шт. Массачусетс), компаний, которую он помог основать в 1983 г. и которая должна была производить и продавать его ставший уже классическим компьютер, коммутационную машину. Одна из самых быстрых ЭВМ, коммутационная машина способна выполнять несколько миллиардов операций с плавающей запятой (ФЛОПС) и стоит от 2 до 4 млн. долл. Thinking Machines продала около 50 машин со времени создания первого опытного образца в 1985 г. Доходы компании росли в среднем на 50% в год и в прошлом году составили 45 млн. долл.

Как видим, вдохновение дает неплохие результаты. Хиллис открыл новую философию в компьютерной архитектуре, когда был еще студентом Массачусетского технологического института и заинтересовался идеей создания компьютера, способного моделировать те решения, которые человек принимает на уровне здравого смысла. Вместо того чтобы пользоваться снова и снова одним-единственным перегруженным центральным процессором, как это делают компьютеры традиционной архитектуры, его машина должна была решать задачи, объединив усилия большого числа сравнительно маленьких процессоров, работающих параллельно или одновременно. Коммутационная машина насчитывает 64 тыс. так называемых параллельных процессоров (см. статью: У. Хиллис. Коммутационная машина, «В мире науки», 1987, № 8).

Около 10% всех суперкомпьютеров в мире являются коммутационными машинами, и многие фирмы включают элементы параллельного режима в свои стандартные модели ЭВМ. По мнению экспертов, параллельная обработка информации будет играть все возрастающую роль по мере того, как компьютеры будут вторгаться в сферу задач, для решения которых особенно хорошо приспособлен мозг человека, например, распознавание образов и речи. Хиллис полагает, что к 1995 г. половина всех вычислений, производимых на суперкомпьютерах, будет выполняться на параллельных машинах с большим числом процессоров.

речь, жестикуляция, рукописный текст и прочее. Исследователи из компании Apple называют такой подход «парадигмой полного охвата», имея в виду использование всех способов общения человека с машиной.

«Моя мечта — раскрыть потенциальные возможности компьютера большинству людей на планете», — говорит психолог Р. Болт, который руководит группой специалистов по интерфейсам в Массачусетском технологическом институте, известном как лаборатория средств коммуникаций. «Большинство людей не умеют печатать и поддерживать диалог с компьютером, но все умеют разговаривать и указывать пальцем». Болт руководил созданием комнаты коммуникаций (Media Room), своеобразной среды из цифровых устройств, которая понимает естественную речь и язык жестов. «Мы все еще пытаемся сделать реальностью предсказания Джорджа Лукаса и Уолта Диснея, сделанные уже так давно», — сокрушается один из сотрудников лаборатории. «Но это ничего», — добавил он улыбнувшись.

Н. Негропонте основал лабораторию коммуникаций в 1982 г., следуя своему убеждению, что вычисления, издательское дело, а также радиове-

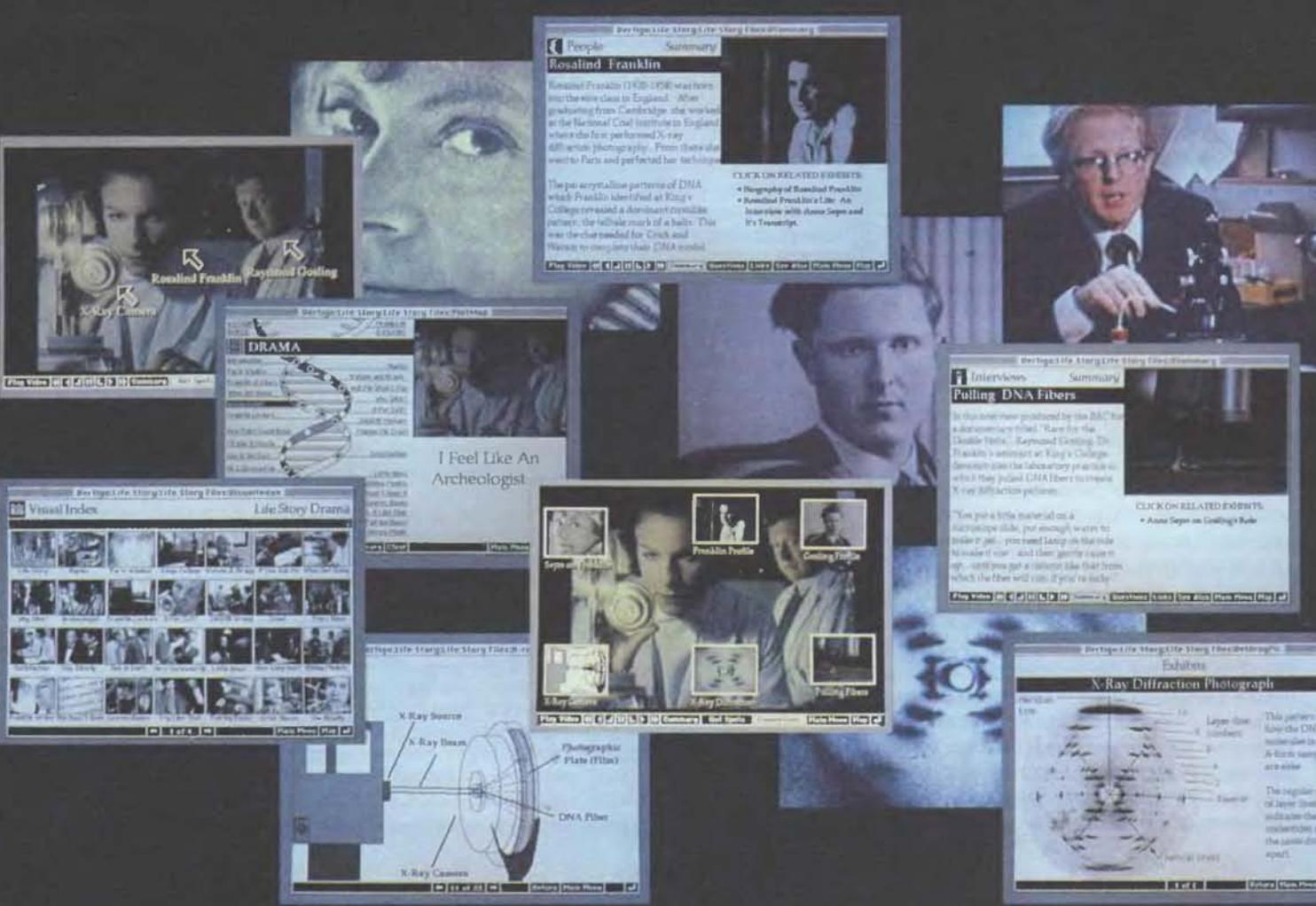
щание и телевидение когда-нибудь сольются в рамках единой компьютеризированной системы. Пока Негропонте удалось обратить в свою веру около 60 крупных компаний, которые вместе финансируют его исследования, выделяя ежегодно 13 млн. долл.

В последние годы главные поставщики вычислительной техники, программного обеспечения, бытовой электроники и средств связи разработали и приступили к выполнению своих собственных программ исследования в области обработки, синтеза и распознавания речи, а также распознавания рукописного текста и жестикуляции. Речевые синтезаторы уже отвечают на телефонные звонки и подсказывают некоторым владельцам автомашин, что у них на исходе бензин; компания Canon уже производит специальные экраны стоимостью 500 долл., на которых, когда они установлены на компьютерном дисплее, можно рисовать ручкой, и таким образом осуществлять диалог с машиной. В конце нынешнего года фирма Sony планирует начать продажу системы, распознающей рукописные тексты и способной интерпретировать стандартный набор 1800 китайских иероглифов, используемых в японской письменности.

Комната, с которой можно разговаривать

Компьютеры сами по себе становятся все более «разговорчивыми». Машины со словарным запасом из нескольких сотен слов могут распознавать отдельные слова почти так же хорошо, как люди. Заставить компьютер понять, что означают эти слова, конечно, сложнее. Можно, например, интерпретировать знаменитую фразу Гамлета *to be or not to be* (быть или не быть) как следующий омоним из односложных слов: *two bee oar knot too bee* (два пчела весло узел тоже пчела), поскольку на слух это словосочетание воспринимается так же, как первая фраза.

В течение 10 лет специалисты Bell Laboratories обучали компьютер принимать заказы на авиабилеты по телефону. В конце концов удалось достичь впечатляющих результатов. Авиационная информационная система (AIS) обладает словарным запасом в 132 слова и понимает более 12 миллиардов предложений. AIS изучает голос и произношение каждого пользователя. Для этого пользователь должен произнести 200 предложений (сказав при этом все 132 слова, известные системе). Подобно боль-



шинству систем распознавания речи, АИС работает в режиме параллельной обработки данных, позволяющем достичь практически приемлемого быстродействия: система разбивает предложение на фрагменты, которые анализирует по отдельности и одновременно.

Компьютер системы АИС состоит из 24 цифровых процессоров с 32-битовой архитектурой, каждый из которых способен выполнять 8 млн. арифметических операций над числами с плавающей запятой в секунду (эти операции называются FLOPS). Не пытайтесь делать это дома — вам потребуется машина, эквивалентная 2000 персональных компьютеров.

Д. Роу из Bell Laboratories продемонстрировал мне систему в действии. Он сообщает АИС пункт назначения, дату и час, когда хочет вылететь. Компьютер составляет свою версию того, что услышал, и выдает сообщение. Лично я предпочитаю во время полета вегетарианские блюда, поэтому я попросила Роу сделать соответствующий заказ. Он поколебался. Очевидно, слово «вегетарианский» не входит в словарь системы из 132 слов.

«Я хотел бы вегетарианские блюда», — смущенно произнес Роу в микрофон.

«Я хотел бы рейс ноль восемь на Сизтл», — выдала АИС.

«Она, кажется, питает слабость к восьмеркам», — виновато говорит Роу. Что ж, в конце концов у каждого из нас есть свои предпочтения.

АИС не знает, чего она не знает. В рамках исследовательского проекта, система представляет заметное достижение, но, как указывает Роу, в реальной обстановке ей уже никто не простит, если она всем вегетарианцам будет предлагать лететь в Сизтл. По крайней мере система должна уметь признаваться, что не понимает вопроса.

Покинув АИС и пройдя по коридору, мы попали в небольшой конференц-зал,

ОПЫТНЫЙ ОБРАЗЕЦ МУЛЬТИМИДИИ "Life story" дает пользователям возможность всесторонне проанализировать различные вопросы, связанные с открытием ДНК. Образец, название которого заимствовано из радиоинсценировки, созданной Би-би-си в 1986 г., состоит из речевых фрагментов, видеоклипов, составленных компьютером диаграмм и мультигликационных сюжетов, а также сцен из самой радиопостановки. "Life story" — это продукт совместного творчества лаборатории мультимедиа фирмы Apple, Смитсоновского института и компаний Lucasfilm Ltd. и Adrian Malone Productions.

ренц-зал, где размещается система "Hu Ma Net" (от Human-Machine Network, или «сеть человек-машина»), достаточно разумная, чтобы игнорировать ваши слова, когда вы обращаетесь не к ней. Это важно, потому что система управляет освещением, звуковыми и видеоматериалами, а также каналами телефонной связи, к которым подсоединенена комната. Различные узлы системы реагируют на такие приказы, как «управление устройством», «управление базой данных» и «управление ЦСИУ». (ЦСИУ — цифровая сеть интегрированных услуг — канал связи, несущий как голосовой сигнал, так и цифровые данные.)

Д. Беркли — тренер системы "Hu Ma Net". «Управление устройством, выключить освещение», — говорит Беркли, и оно действительно выключается. Микрофоны, улавливающие речь, расположены не очень заметно над экранами для проектирования изображений; в комнате удобные диваны. «Управление базой данных, дать изображение», — говорит Беркли, и на одном из экранов появляется фотография древесной лягушки. «Управление базой данных, следующее изображение», — и появляется еще одна лягушка. «Управление ЦСИУ, позвонить в комнату 2», и "Hu Ma Net" набирает номер телефона. Комната прекращает прием, когда Беркли начинает объяснять, как она все это делает.

Сеть "Hu Ma Net" имеет словарь из 80 слов, включая слово «пожалуйста», потому что, как говорит Беркли, люди никак не могут отвязаться от привычки быть вежливыми. Компоненты системы основаны на персональных компьютерах и интегрированы с помощью рабочей станции "Sun". Коммуникация осуществляется посредством каналов связи ЦСИУ со скоростью передачи данных 144 тыс. бит/с. Между прочим, эта скорость является стандартом для систем ЦСИУ первого поколения, установленных уже более чем в 100 американских компаниях.

Парадигма полного охвата заложена также в основу популярной сейчас концепции мультимедиа (multimedia) — сочетания текстовой, графической, звуковой и видеинформации. В настоящее время такие крупные компании, как Apple, IBM, AT&T Bell Laboratories, Bellcore, а также отдельные предприниматели, подобные эксперту по специальным эффектам Р. Абелю, и небольшие организации, такие как научно-исследовательский институт обучения в Пало-Альто, экспериментируют с интерфейсами, в которых используются разнообраз-

ные способы взаимодействия человека с машиной. По оценкам консультативной фирмы Information Workstation Group в Александрии (шт. Виргиния), к 1994 г. мировой рынок средств мультимедиа достигнет 16,6 млрд. долл.

Приключения в мире мультимедиа

Большинство программ мультимедиа построены в виде «инфоразвлечения»: учебного процесса в форме видеоигры. Один из наиболее совершенных образцов, "Life Story" (Рассказ о жизни), разработан совместно Смитсоновским институтом, компаниями Lucasfilm, Adrian Malone Productions, а также группой пяти-шести специалистов, из которых состоит лаборатория мультимедиа фирмы Apple в Сан-Франциско. "Life Story" — это на самом деле название драмы, инсценированной Би-би-си в 1986 г. и повествующей об истории открытия структуры ДНК. В компьютерной версии "Life Story" материал радиопостановки используется как трамплин для более детального изучения биографических данных людей, участвовавших в открытии, и методов, с помощью которых удалось сделать это открытие.

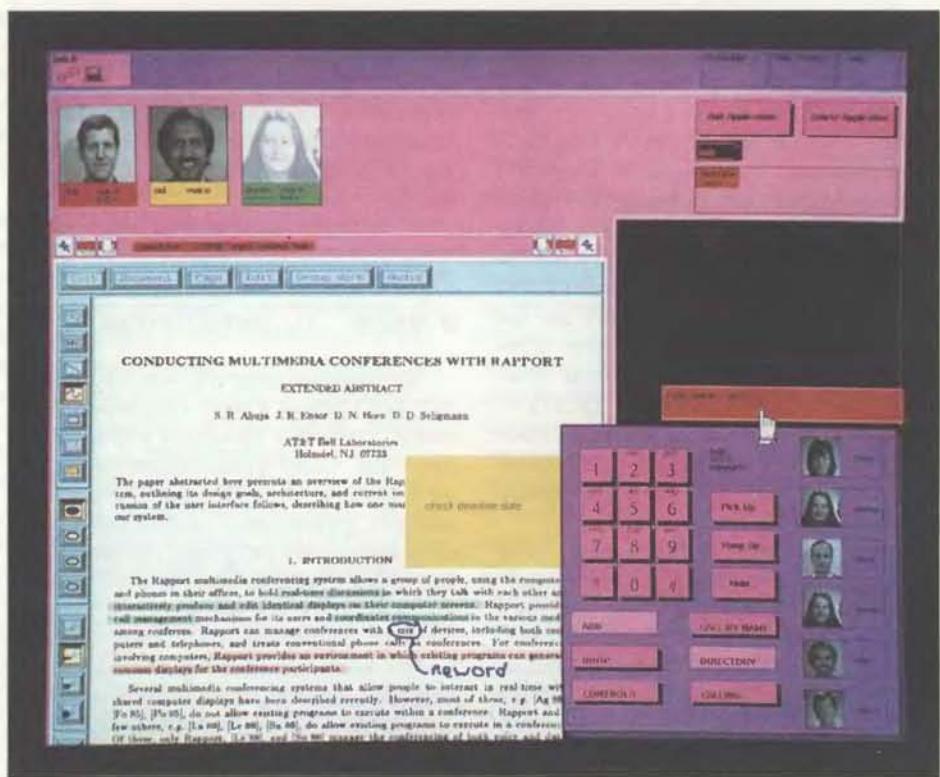
Один из главных архитекторов программы, энтузиаст своего дела Ф. Флорин, показал мне, как можно остановить сцену и разобрать ее в деталях. Мне дали послушать звуковой фрагмент, в котором биограф Анна Сэйер рассуждает о воспитании, полученном Розалиндой Франклин. Затем последовал видеоклип, в котором сам Джеймс Уотсон говорит о том, как была показана Франклин в демонстрируемой сцене. Вслед за этим я увидела мультфильм на тему о том, как ученым удалось открыть структуру ДНК. И наконец, интервью с Л. Полингом, который нехотя признал, что открытие Уотсона и Френсиса Крика, возможно, является величайшим открытием XX в. в биологии.

Я очень интересно провела время, много узнала и совершенно забыла, что собиралась задать Флорину ряд важных вопросов. Вдруг что-то в очередной «карточке» напомнило мне о прочитанном в одной из предшествовавших карточек. Я захотела вернуться, но никак не могла понять, каким образом можно вновь получить к ней доступ. Меня охватила паника.

«Я хотела бы вернуться назад», — растерянно сказала я Флорину.

«Куда назад? — спросил он. — Как можно описать карточку? Да бог с ней».

«Опять на начало!» — выпалила я.



КОМПЬЮТЕРНЫЕ СЕТИ, подобные проекту «Взаимопонимание» компании Bell Laboratories, позволяют людям, находящимся в разных местах, совместно работать с одними и теми же компьютерными файлами. Картинки в верхней части экрана указывают на речевые и видеосвязи («отсутствующая» Дори временно покинула свой терминал). Пользователи могут просматривать и редактировать текст (цветные строки в центре) с помощью электронного пера и прикреплять пометки к документу (желтый квадрат). Справа — клавиатура для набора телефонных номеров.



ЭКРАН ДЛЯ ТЕЛЕКОНФЕРЕНЦИЙ — разработка Bell Communications Research — связывает группы участников посредством телевизионного изображения и микрофонов, которые не нужно держать в руках. На половину экрана можно проецировать прозрачные слайды для совместного изучения.

Но это ведь гипермидия. Здесь нет начала. Место, с которого я начала, — это не обязательно то место, с которого все должны начинать. Я погрузилась в море информации без всякой системы координат. Однако Флорин невозмутим. Помогите!

Возможно, я нахожусь в плену «линейных» предрассудков, присущих западному образу мышления, но мне все же необходима какая-то путеводная нить, чтобы не терять ориентира. Т. Ландауэр, один из авторов «Суперкниги» компании Bellcore, сказал мне позже, что многие люди теряются в таких программах. Супер книга — это гипертекстовая среда (гипермидия). Информация в ней организована по различным уровням детализации. Она выводит на экран дерево поиска, на котором показано положение пользователя в данный момент — «вы сейчас здесь, на этом уровне». На душе стало как-то спокойнее.

Средства мультимедиа были также встроены в компьютеризованную систему связи для совместной работы (CSCW). По замыслу система должна позволить людям, удаленным на значительное расстояние, взаимодействовать друг с другом, с одними и теми же документами и файлами, в виртуальном пространстве, размеры которого могут варьироваться от нескольких метров до межконтинентальных расстояний. Некоторые проекты, такие как система «Взаимопонимание» фирмы Bell Laboratories и «Грифельная доска» — прототип, созданный корпорацией BBN Systems and Technologies, основаны на использовании терминалов. В других же, таких как «ВидеоОкно» компании Bellcore и «Колаб» исследовательского центра PARC, применяются также проекты (см. рисунок слева). Собирательное название для систем, подобных CSCW, — групповое программное обеспечение.

Виртуальная реальность

В смысле *полного* охвата каналов человеческого восприятия и способов общения технологии под названием виртуальной реальности по праву принадлежит пальма первенства. Предложенная впервые Национальным управлением по аэронавтике и исследованию космического пространства (NASA) и фирмой VPL Research, Inc. виртуальная реальность погружает человека в искусственный мир. Пользователь одевает специальный шлем со встроенными графическими экранами на месте очков, перчатки или целый костюм, оснащенный сенсорами положения и пронизанный проводами из оптического во-

локна, по которым компьютеру передается информация о движениях, совершаемых человеком. В виртуальном пространстве можно ходить туда-сюда или «летать», указав пальцем направление полета, захватывать и перемещать предметы в пространстве. Два человека могут одновременно войти в одну и ту же реальность и взаимодействовать друг с другом под виртуальными масками.

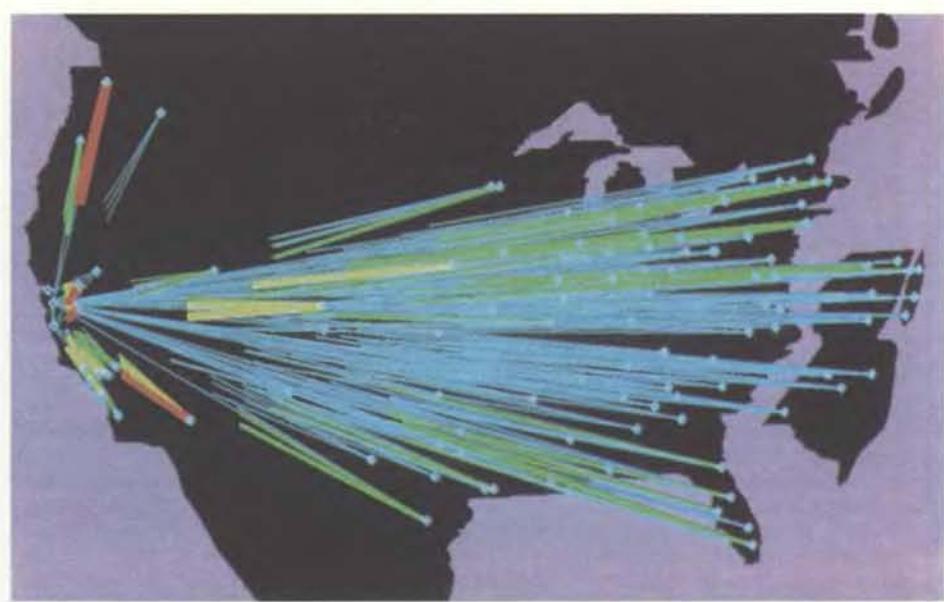
Подобно разговаривающим машинам фирмы AT&T Bell Laboratories и показывающим и рассказывающим системам мультимедиа компании Apple, виртуальная реальность ищет себе практических приложений. В будущем она, возможно, станет основой систем «визуального контроля за работой сложных объектов», «просмотра проектов архитектурных сооружений, планов городской застройки и конструкции изделий» или «моделирования сборки в трехмерном пространстве», говорится в рекламных материалах фирмы VPL. А пока это просто забава.

«Осторожнее», — говорит Дж. Ланье, основатель и один из руководителей VPL Research, надевая шлем виртуального мира на свою голову. «Много писателей-фантастов не вернулось отсюда». В данном случае это было виртуальное воссоздание вечеринки у сумасшедшего шляпника из «Алисы в стране чудес». Сейчас Алиса — это я.

«Вам нравится роль Алисы? — спрашивает Ланье, — но вы можете быть и сумасшедшим шляпником, если хотите. Иногда, — добавляет он, — мужчины очень сердятся, увидев себя в роли Алисы». Я слышу голос Ланье, но все, что я вижу перед собой, — это цветастая перспектива геоморфных форм, горы на горизонте, стол, подготовленный для чаепития, сумасшедший шляпник, парящий в воздухе на безопасном расстоянии, рука, которая при более внимательном рассмотрении оказывается моей собственной.

«Если задать направление указательным пальцем, то можно полететь», — говорит М. Тейтель, ведущий инженер фирмы VPL, специалист по оптическим устройствам. Но сначала я хочу осмотреться. Медленно поворачиваю голову направо, затем налево; медленно, потому что система Ланье в этот день работает приблизительно на четверть своей мощности, и если я повернусь голову быстро, графический интерфейс, создающий мой мир, не будет за мной послевать. Тогда у меня закружится голова и я упаду — а в этом, как выясняется, тоже часть развлечения.

Я указываю пальцем и стремительно подлетаю к подножию горного



ПРОБКА В ТЕЛЕФОННОЙ СВЯЗИ после землетрясения в заливе Сан-Франциско иллюстрирует кризисные ситуации, которые могут возникнуть в системах управления связью. Эти линии показывают телефонные звонки, которые не «пробились» через 90 мин после землетрясения 17 октября 1989 г. Толщина и цвет линий указывают на размеры блокирования; синий цвет соответствует наименьшему числу звонков, оставшихся без ответа, красный — наибольшему их числу. Такие пробки возникают также во время телевизионных викторин с ответами по телефону или во время продажи билетов на концерты группы «Роллинг-Стонз».

хребта, затем медленно поворачиваюсь, чтобы посмотреть на то место, откуда только что прилетела. Это очень далеко, и мне сразу стало как-то одиноко. Назад, на вечеринку.

«Вы можете брать предметы», — говорит Тейтель. Он наблюдает за моей реальностью в стандартный графический монитор. Я делаю несколько неловких попыток взять чашку, в то время как он и Ланье громко подбадривают меня. Когда же я наконец привыкаю пользоваться своей новой рукой, меня охватывает безудержное желание бросать предметы. Наверное, это ощущение испытывают младенцы.

Такая забава стоит, однако, недешево. VPL продаёт однопользовательскую версию своей системы РП2, «реальности, построенной для двоих», за 225 тыс. долл., включая стоимость компьютеров фирмы Silicon Graphics IRIS, управляющих потоком данных, которые поступают на каждый глаз. Если вы решитесь сжечь все мосты и приобрести РП2 для двоих пользователей, то VPL сбавит 20 тыс. долл. со второго набора и продаст вам всю систему за 430 тысяч.

Продолжая сеанс, Ланье, Тейтель и я строим свою реальность, населенную летающими насекомыми, напоминающими по форме бомбардировщик «Стелс». Эти «комары» должны жужжать вокруг моей головы, не удаляясь от меня больше чем на пару

метров, как и подобает мошке. Но когда я погружаюсь в эту новую реальность, я не вижу никакой мошки. Тейтель сообщает мне, что все насекомые здесь, но по какой-то причине скрываются у меня за затылком, вне поля моего периферийного зрения. Я делаю несколько безуспешных попыток быстро повернуть голову и застать насекомых врасплох, у меня начинает кружиться голова и я падаю.

Тейтель не удержался от возможности сострить: «Должно быть, в программу попала муха».

Новые линии связи

С помощью таких проектов, как «Hu Ma Net», «Life Story», «Superbook» (Суперкнига) и «виртуальная реальность», крупные и мелкие компании настойчиво пытаются устранить сопротивление на пути проникновения компьютеров в те сферы, где сегодня прочно утвердились телевидение и радио. Почти все опытные образцы перечисленных выше систем требуют чрезвычайно больших объемов памяти для хранения данных. Многие из них предполагают также наличие каналов передачи данных с очень высокой пропускной способностью.

Для цифровой передачи полноценного телевизионного или видеозображения и звука необходим канал связи со скоростью 45 млн. бит/с. Даже один неподвижный кадр телевизи-



Япония приветствует волоконную оптику

Если планы, обнародованные в октябре прошлого года Японской телеграфной и телефонной службой (ЯТТ), будут реализованы, то к 2015 г. все жители страны будут связаны волоконно-оптической системой коммуникаций, которая проникнет буквально в каждый дом и каждое учреждение. «Цифровая сеть интегрированных услуг» (ЦСИУ) обеспечит доступ к таким видам услуг, как телефон и электронные газеты 50 млн. клиентам, связав острова архипелага подводным кабелем и спутниковой связью с аналогичными сетями Запада. По оценкам ЯТТ, эта служба будет иметь около 7000 абонентов в более чем 200 городах ко времени второй годовщины своего существования в апреле нынешнего года.

Сеть ЯТТ, подобно системам ЦСИУ в других странах, обычновенно работает со скоростью 65 000 бит/с и имеет максимальную пропускную способность 1,5 млн. бит/с. Даже нижний, узкополосный режим в 50 раз превышает нормальную скорость передачи данных по телефонным линиям связи, которая для модема составляет около 1200 бит/с. И все же эта сеть еще не способна передавать полноценное движущееся видеоизображение, поддерживать трансляцию передач телевидения высокой четкости или служить связующим звеном между локальными сетями ЭВМ. Поэтому ЯТТ планирует внедрение широкополосных ЦСИУ, которые позволят передавать до 150 Мбит/с. И. Тода, ветеран ЯТТ и один из руководителей отдела исследований и разработок компании, сообщил корреспонденту «Scientific American», что в лабораториях ЯТТ изучается возможность повышения скорости передачи данных до 10 млрд. бит/с.

Недавние предложения правительства расчленить ЯТТ несколько охладили пыл энтузиастов ЦСИУ, однако, с точки зрения представителей ЯТТ, единственный серьезный вопрос заключается в том, когда и как компания сделает гигантские капиталовложения — по оценкам специалистов, от 25 до 30 триллионов юен (соответственно, от 174 до 208 млрд. долл.), — необходимые для того, чтобы «пронизать» весь японский архипелаг непрерывной сетью. И в самом деле, имея в штате 280 тыс. сотрудников и располагая большим капиталом, чем какая бы то ни было другая компания в мире (11 559 млрд. юен, или 80,3 млрд. долл.), ЯТТ должна быть в состоянии справиться с этой задачей.

Не все в Японии выражают бурный восторг перед электронным будущим. Сто лет назад самураи, рассматривая новые телефонные провода как угрозу, проходили под ними, держа белые веера над головой, чтобы отогнать нечистую силу. И в наше время экстремисты иногда портят кабели ЯТТ. Но компания все же думает о будущем, когда информационные сети начнут объединяться в мировом масштабе. — Хенри С. Стоукс, Токио.

онного изображения «съедает» 24 млн. бит памяти в компьютерном файле. Телефонные линии связи передают голосовые сигналы со скоростью лишь 64 000 бит/с, а передача цифровых данных осуществляется еще медленнее: стандартный модем передает данные по телефонным линиям со скоростью не более 2400 бит/с. Таким образом, на передачу одного телевизионного кадра без звука с помощью модема понадобится почти три часа.

Согласно последним сообщениям, кабели из оптического волокна способны передавать информацию со скоростью один триллион (10^{12}) бит в секунду. За последнее десятилетие, как сообщила экономическая информационная служба Kessler Marketing Intelligence, скорости передачи данных, достигаемые в волоконно-оптических системах связи, возросли в 100 раз, в то время как стоимость оптического волокна упала с 3 долл. до 15 центов за метр. Телефонная компа-

ния AT&T, другие службы системы связи в США, а также министерства почты, телеграфа и телефонной связи в других странах прокладывают миллионы миль оптического кабеля ежегодно. «Мощности уже существуют, — говорит Б. Лаки. — Вопрос в способах их использования».

В связи с этим вопросом возникли серьезные политические и экономические разногласия. «Я не знаю другой такой области, где бы требовалось решать так много сложных вопросов по увязке различных технических стандартов, как в области международных сетей связи», — заявил И. Доррос, вице-президент отделения технического обслуживания в Bellcore. Доррос говорит, что сообщество поставщиков, пользователей и координаторов должно прийти к консенсусу относительно целого комплекса вопросов, связанных с тем, где прокладывать кабели, кто должен платить за их прокладку, кто будет владельцем готовой сети и какие услу-

ги она должна оказывать. Все эти вопросы, в свою очередь, связаны со стандартизацией сети, устанавливающей скорость передачи данных, тип переключательных устройств, характер программного обеспечения и т. д. «Пока все эти вопросы не будут решены, — говорит С. Бухсбаум, вице-президент отделения AT&T по взаимоотношениям с клиентурой, — ваша глобальная деревня останется миражом».

Вот здесь и нарушаются согласованность действий и взаимопонимание между компаниями, производящими вычислительную технику, и компаниями, выпускающими средства связи. Телефонные компании не привыкли к специальному режиму передачи цифровых данных, а компьютерные компании не могут усвоить основных категорий системы всеобщего пользования. «Существует проблема настоящего культурного разрыва между нами и телефонной службой», — заявил Д. Кларк, сотрудник лаборатории вычислительной техники и информатики Массачусетского технологического института (МТИ).

Кларк руководил созданием гигантской компьютерной сети «Интернет». Эта сеть возникла в процессе хаотического разрастания, как он выразился, четырехузловой сети, учрежденной в 1969 г. министерством обороны США. Теперь она превратилась в невидимое восьмое чудо света, объединив в себе 936 сетей, по меньшей мере 175 тыс. компьютеров и бесчисленную армию пользователей из более чем 35 стран мира. Люди говорят о ней так, будто это живое существо. Кларк охарактеризовал ее рост как «анархическую демократию в ее лучших проявлениях».

Многие эксперты полагают, что подобная «Интернет» версия сети, рассчитанная на общественное пользование, могла бы сыграть важную роль в повышении конкурентоспособности американской промышленности на мировом рынке. «Не исключено, что она оказала бы существенное влияние на нашу экономику», — заявил М. Дертоузос, руководитель лаборатории вычислительной техники и информатики МТИ, бывший председатель университетской комиссии по производительности труда в промышленности (см. статью С. Бергер, Л.М. Дертоузоса, Р.К. Лестера, Р.М. Солоу, Л.С. Тероу, «К новой индустриальной Америке», журнал «В мире науки», 1989 г., № 8). В докладе комиссии Дертоузос высказывается в пользу создания общенациональной информационной инфраструктуры. Однако, подчеркивает он, в отличие от

сети «Интернет», такая инфраструктура не возникнет сама собой.

Правительственная служба научно-технической политики на самом деле поддержала предложение, внесенное в мае прошлого года сенатором А. Гором от шт. Теннесси, о создании государственной компьютерной сети для научно-исследовательских организаций и учебных заведений. Эта сеть NREN должна связать университетские центры страны с правительственными учреждениями и промышленными компаниями. В предложении предусматривается также создание справочной службы о пользователях и ресурсах, крайне необходимой, по общему мнению абонентов, для существующих компьютерных сетей.

Пока конгресс размышляет над предложением Гора, Международный консультативный комитет по делам телефонной и телеграфной связи уже разработал международные стандарты для объединенных голосовых и цифровых каналов ЦСИУ. На первом этапе линии ЦСИУ должны обеспечивать два звуковых канала со скоростью передачи данных 64 000 бит/с и один канал для данных со скоростью 16 000 бит/с. Эти скорости являются верхним пределом для стандартного медного кабеля. В Европе и Японии государственные монополии сразу приняли эти стандарты. Однако из-за конкуренции на рынке США стандарты сами по себе еще не дают экономического стимула для создания общественных «высокоскоростных магистралей» данных, которые должны обеспечить быструю передачу информации каждому члену общества.

«Для бизнеса интерес представляют не глобальные, а скорее частные сети, — поясняет Лаки. — Каждая крупная корпорация имеет свою собственную сеть, поскольку здесь интенсивность обмена информацией особенно велика. Около 95% всех контактов осуществляется в пределах этих небольших островков». С другой стороны, если вы намереваетесь создавать глобальную сеть, то «это будет сеть для миллионов и миллионов людей, которая возьмет на себя лишь 5% общего числа контактов, осуществляемых с помощью сетей».

Капор из компании ON Technology упрекает разработчиков прикладных систем в неспособности обеспечить стимулы для капиталовложений и политического консенсуса, необходимых для более универсальных систем связи. «Вряд ли Вашингтон заинтересуется этой проблемой в ее абстрактной постановке, — говорит он. — Никто пока не думает о конкретном содержании подобных проектов».

«Ноботы»

Конечно, некоторые люди все же задумываются над содержанием революции, происходящей в вычислительной технике и средствах связи. Пока ее смысл многими понимается по-разному, кроме одного аспекта: все согласны, что одной из главных особенностей информационной эры будет потребность в исключении «лишней» информации. Дело в том, что средний житель глобальной деревни будет буквально завален потоком всевозможных сведений. И как предупреждал сам Маклюэн, «чем больше информации вам приходится просматривать, тем меньше вы знаете».

«Основная проблема заключается в том, что наш мозг способен воспринимать не более 50 бит/с. Техника тут ничего не изменит», — говорит Бушбаум, специалист из AT&T. Этот показатель характеризует количество информации, которое человек в состоянии усвоить, что значительно меньше того потока информации, который воздействует на наши сенсорные органы. «Человеческий мозг не переделаешь, — продолжает Бушбаум. — Мы аналоговые существа». Где же выход? Одна из возможностей заключается в умении отключаться. Э. Смит из компании Pixar в Сан-Рафаэле (шт. Калифорния), специализирующейся на производстве графопостроителей, предсказывает расцвет контркультуры, которая будет развиваться в стороне от основного русла процессов, протекающих в обществе. Однако большинство из нас оказалось уже вовлеченым в этот поток.

Можно заплатить другим людям, чтобы они сократили информационный поток. Как указывает Н. Негропонте из Лаборатории средств коммуникаций, именно этим и занимаются уже консультанты, журналисты и секретари. Совсем не обязательно, считает Негропонте, чтобы эту работу по исключению излишней информации выполняли живые люди, имеющие очень низкую пропускную способность. Эксперты по искусственному интеллекту в исследовательских лабораториях компаний Xerox, IBM, AT&T, МТИ, а также других частных и академических организациях работают над программами, которые выбирают то, что представляет для вас интерес и исключают ненужную вам информацию. Откуда же программа знает, что вам нужно, а что не нужно? На основании выводов, которые она делает, наблюдая за вашей деятельностью, «точно так же, как секретарь», как сказал один исследователь.

Такие программы называются автоматическими агентами или «нобо-

тами» (по аналогии с «роботами», но от слова know — знать). Т. Мэлоун из Слоуновской школы МТИ написал простейший вариант нобота, который сортирует его электронную почту, руководствуясь такими критериями, как, например, поступило ли сообщение от его начальника. В конечном итоге ноботы смогут обеспечить системную защиту от компьютерных «вирусов» и препятствовать несанкционированному доступу посторонним людям к конфиденциальным данным. Они могут также играть роль персональных эмиссаров, детективов или решительных защитников личности от назойливого любопытства других людей.

«Машины будут говорить с машинами — от вашего имени», — сказал Негропонте. Он говорит также, что готов платить 100 долл. в год за то, чтобы нужная ему информация из каждого номера журнала "Scientific American" представлялась в виде рецензии, объемом не более одной страницы. «Компьютерам это под силу. В будущем они будут работать на обоих концах линии связи. Я не говорю, что они заменят нас — нет, они будут говорить друг с другом от нашего имени. Но это уже будем не мы с вами».

Капор не заходит слишком далеко в своих прогнозах. «Я не думаю, чтобы можно было все полностью автоматизировать, да вы, наверное, и сами бы не захотели этого. Люди всегда будут иметь преимущество перед чисто механическими исполнителями». Пока же у нас нет выбора. Ноботы — это что-то из фантастики или кошмаря, в зависимости от вашего отношения к такой перспективе.

И опять о деревне

В настоящее время процесс сближения между вычислительной техникой и средствами связи характеризуется разнообразием потенциальных возможностей, с одной стороны, и недостаточно четкой направленности этого процесса — с другой. «Свободный доступ к информации приведет к тому, что люди, организации и государства начнут мыслить и действовать по-новому», — считает Бушбаум. Вопрос, как именно? «Очевидно, власть и богатство перераспределятся, — говорит П. Шварц из консультативной фирмы Global Business Network, специализирующейся на разработке прогнозов будущего. — Однако эти перемены не обязательно будут происходить предсказуемым образом».

Неопределенность на информационном рынке в значительной мере

объясняется тем, что никто не знает, сколько стоит информация, и, следовательно, сколько должны стоить ее передача и обработка. «Очень трудно определить цену информации в практическом смысле, — считает социолог Д. Белл. — Информация не потребляется и не уничтожается, как, например, потребляются и уничтожаются продукты питания».

Б. Лаки называет информацию «экономическим эфиром». Очевидным примером может служить пиратство в программном обеспечении. Можно снова и снова отдавать программы и, несмотря на это, по-прежнему владеть ими. Это свойство информации, напоминающее притчу о том, как Христос накормил множество людей семью хлебами, не имеет параллелей в системе понятий капиталистической экономики.

«Все аксиомы нашей экономической системы базируются на понятии собственности, — говорит М. Порат. Если предметы собственности по самой своей природе существуют в ограниченном и недостаточном количестве, то об информации этого не скажешь, подчеркивает он; следовательно, «неоклассическая модель экономики в сфере информации не работает». Информационное содержимое порции пиццы, например (реклама, расходы на юридические процедуры и т. п.), обуславливает большую часть ее стоимости по сравнению с тем, что непосредственно съедается покупателем, считает Х. Келли и А. Викофф из Бюро технологических оценок при конгрессе США.

В то время как экономисты и менеджеры пытаются дать новое определение понятию стоимости, информационная экономика стирает еще одно классическое понятие: государственной границы. «Абсолютным императивом информационной эры является необходимость создания всемирной экономики, — утверждает Пенсиас из Bell Laboratories. «Предположим вы пришли на вечеринку и кто-то спрашивает: «Какова ваша стратегия глобализации?» Если вы ответите: «А что это такое?», то с вами никто не станет больше разговаривать».

Глобальные масштабы экономики совсем не обязательно создают такие условия, при которых все жители планеты потребляют одно и то же, наоборот, они предвещают обратное. «Поговорите хотя бы со специалистами по рекламе, — сказал Д. Белл. — Ключевое понятие у них — это "ниша". По мнению организации Think-Net Commission, в Париже широкое внедрение сетей связи будет способствовать «массовой индивидуализации» потребителей, поскольку позво-

лит анализировать индивидуальные склонности клиентов. Покупатели в Сингапуре и Штуттгарте смогут приобретать автомашины, одежду и занавески, сделанные по их собственному выбору, благодаря тому что поставщики получат возможность собрать точные сведения о спросе на то или иное изделие.

То, что дает свободу в одном отношении, может налагать ограничение в другом. В своей книге «Технологии свободы», выпущенной в 1983 г., Илья де Сола Пул из МТИ (ныне покойный) предупреждал, что постепенный перевод в цифровую форму всех видов человеческого самовыражения может создать лазейку для ущемления прав человека, изложенных в первой поправке к американской конституции. Пул отметил, что радио и телевизионные студии уже частично примирились с неявным нарушением этих прав; если правительство решит отнести всю цифровую информацию к одной и той же категории, предупреждал он, то оно может попытаться установить контроль над любыми материалами, передаваемыми по электронным каналам.

В любом случае издательствам, киностудиям, радиовещанию и телеви-

дению придется искать новые пути, чтобы действовать в условиях, существенно отличающихся от тех, в которых они привыкли работать. Потребители будут сами все больше вторгаться в их сферу. Располагая быстродействующими сетями связи и интерфейсами мультимедиа, как считает Капор и другие обозреватели, писатели смогут распространять свои труды, не прибегая к услугам издателей, композиторы и музыканты смогут собирать аудитории без контрактов на записи своих произведений, а любой человек, имеющий видеокамеру, сможет отснять и распространить свой фильм.

Пока еще рано говорить, какие из рассмотренных возможностей станут реальностью. В статье, опубликованной в 1987 г., Белл уподобил «мировое сообщество», пронизанное информационной технологией, набору гигантских, взаимосвязанных блоков — мобилей, «постоянно переходящих от одного неустойчивого состояния к другому... Точно уловить их конфигурацию очень трудно». Другими словами, поживем-увидим, а пока будем ждать новых сообщений.

Наука и общество

Есть рекорд!

ВПЕРВЫЕ в истории, по крайней мере, если верить документам, вертолет, приводимый в движение одной лишь мускульной силой человека,... полетел? Нет. Оторвался от земли? Больше, чем просто оторвался. Смог зависнуть в воздухе? Будем точными: 10 декабря 1989 г. 45-килограммовый аппарат под названием "да Винчи III", построенный студентами Политехнического университета шт. Калифорния, поднялся в воздух на высоту 20 см и продержался в таком положении 6,8 с. Этого было достаточно, чтобы эксперт из Национальной ассоциации аэронавтики зафиксировал новый рекорд.

Проект "да Винчи", получивший свое название по имени первого конструктора вертолета, начал осуществляться силами студентов Политехнического университета почти 10 лет назад. Аппарат "да Винчи III" включает в себя 30-метровый несущий винт, приводимый во вращение пропеллерами, которые установлены на концах его лопастей; энергию для вращения обеспечивает человек при помощи педального привода.

Эта машина ведет себя более устой-

чиво и, кроме того, на 9 кг легче, чем ее предшественница, на которой два года назад, несмотря на несколько попыток, так и не удалось взлететь (см. "Наука и общество" в сентябрьском номере журнала за 1988 г.). Другим существенным усовершенствованием, по словам Нила Сайки, студента-старшекурсника, руководящего проектом, стал "намного более сильный пилот".

К нынешней осени студенты надеются построить и испытать новый, еще более совершенный вертолет. Их цель — выиграть приз имени Игоря Сикорского в 25 000 долл., учрежденный Американским вертолетным обществом; приз должен быть присужден конструкторам первого аппарата, приводимого в движение мускульной силой человека, который поднимется на высоту 3 м над землей и продержится на этой высоте в течение 1 минуты.

Кто сдает карты?

ПОДОБНО тому как в игре в покер при раздаче карт 52 листа могут составить 2,6 млн. различных комбинаций, в иммунной системе из нескольких сотен отдельных последова-

тельностей ДНК составляются гены, кодирующие миллиарды различных антител. Комбинирование генных фрагментов критически важно: если бы клетки иммунной системы, называемые лимфоцитами, должны были содержать полный набор самостоятельных генов для всех антител, какие могут понадобиться для защиты организма от чужеродных агентов, то ни на какие другие нужды в этих клетках уже не хватило бы ДНК.

Недавно две группы исследователей — в США и Японии — идентифицировали гены, кодирующие два различных белка, один из которых, возможно, представляет собой рекомбиназу — давно разыскиваемый фермент, “сдающий карты” для образования генов антител. Поиски носители этой ферментативной активности начались в 1976 г., когда С. Тонегава и Н. Ходзуми (в то время работавшие в Институте иммунологии в Базеле) показали, что гены, кодирующие иммуноглобулины (белки, являющиеся антителами), собираются случайным образом из раздельных сегментов трех типов — V (от англ. variable, что значит изменчивый), J (от англ. joining — соединяющий) и D (от англ. diversity — разнообразие). (См. статью: Тонегава С. Молекулы иммунной системы, “В мире науки”, 1985, № 12.) Гипотетический фермент, у знающий и соединяющий эти сегменты, был назван V(D)J-рекомбиназой.

Несколько лет лучшим кандидатом на роль V(D)J-рекомбиназы представлялся белок — продукт гена *scid* (от англ. severe combined immunodeficiency — тяжелый комбинированный иммунодефицит). У мышей с мутантным геном *scid* не происходит правильной сборки генов иммуноглобулинов. Ген *scid* не идентифицирован, но известно, что он находится в хромосоме 16.

Весной 1986 г. Д. Шатц и Д. Балтимор из Института медико-биологических исследований Уайтхеда приблизились к идентификации гена, играющего центральную роль в V(D)J-рекомбинации. Они показали, что ДНК из лимфоцитов может вызывать в фибробластах (клетках соединительной ткани) перетасовку генных сегментов иммуноглобулинов, которая обычно в них не происходит. Позже в журнале “Cell” Шатц, Балтимор и М. Эттингер сообщили, что им удалось выделить ген, ответственный за эту рекомбинацию. Его обозначили RAG-1. Этот ген и ген *scid* — не одно и то же. Установлено, что они расположаются в разных хромосомах.

Кодирует ли ген RAG-1 собственно V(D)J-рекомбиназу или он управляет другими ферментами, осуществляющими

выбор и соединение генных сегментов? Шатц признает, что имеющиеся на сегодняшний день данные неоднозначны и что это критический вопрос, от ответа на который зависят будущие исследования. Однако, по его мнению, ряд косвенных данных указывает на то, что белок — продукт гена RAG-1 и есть V(D)J-рекомбиназа. Этот белок сохранился в ходе эволюции в основном без изменений и практически одинаков у таких далеко не родственных животных, как лягушка, лошадь, курица и человек, что свойственно жизненно важным ферментам. В норме экспрессия гена RAG-1 имеет место только в развивающихся лимфоцитах и только на тех стадиях развития, когда происходит перетасовка генов иммуноглобулинов. Важно, что ген RAG-1, по всей видимости, не придает фибробластам никаких других свойств, кроме способности к V(D)J-рекомбинации; регуляторный же белок, скорее всего, привносил бы и иные изменения.

На роль V(D)J-рекомбиназы предлагается также белок — продукт гена RBP-2, о котором недавно сообщили в журнале “Nature” Г. Хондо и его коллеги из Университета в Киото. Белок — продукт гена RBP-2 специфически связывается с “узнающей” последовательностью, располагающейся в начале и конце J-сегментов генов иммуноглобулинов перед V(D)J-рекомбинацией. Этот белок обладает большим сходством с белками, называемыми интегразами, которые встраивают новую ДНК в бактериальную хромосому. Однако пока нет доказательств участия RBP-2 в V(D)J-рекомбинации.

По мнению Ф. Олта из Колумбийского университета, пока нельзя четко сказать, какое место занимают гены RAG-1, RBP-2 и *scid* в общей картине V(D)J-рекомбиназной активности. Возможно, белок — продукт гена RAG-1 является собственно рекомбиназой, а белки, кодируемые генами RBP-2 и *scid*, выступают в качестве необходимых вспомогательных факторов. Альтернативное предположение заключается в том, что белок, кодируемый геном RAG-1, служит переключателем, приводящим в действие V(D)J-рекомбиназы — продукты гена RBP-2 и других генов.

Обнадеживающий результат

ГИБКИЕ провода из высокотемпературных сверхпроводников смогли бы открыть дорогу к производству принципиально новых видов изделий, например, сверхпроводниковых

электродвигателей, но изготовить такие провода пока трудно. Специалисты из Технологического института шт. Джорджия в Атланте разработали метод, который позволит покрывать сверхпроводящими материалами волокна, а затем соединять их в провода.

У. Лаки и его коллеги усовершенствовали обычный метод нанесения покрытий — химическое осаждение из газовой фазы, при котором наносимое вещество нагревается до тех пор, пока оно не превратится в газ; затем газ поступает в другую камеру и конденсируется на подложке.

Поскольку компоненты для получения сверхпроводящих материалов состоят из таких элементов, как иттрий, барий и медь, которые могут испаряться только при очень низких давлениях, они медленно переходят в камеру с подложкой, что снижает скорость осаждения до 1 мкм/ч. Процесс осаждения усложняется также тем, что каждая компонента сверхпроводящего материала должна испаряться отдельно и поступать в камеру в смеси с другими компонентами. Для этого необходимо поддерживать на нужном уровне одновременно давление, температуру и скорость потока всех трех газов.

После нескольких месяцев интенсивных экспериментов Лаки осенила идея: почему бы не заменить газ мелкодисперсным порошком? Измельчив все три компонента в тонкий порошок и смешав их в определенной пропорции, Лаки с помощью специальной системы вводил эти материалы в камеру с подложкой. При нагреве мелкодисперсный порошок испарялся и осаждался на подложке.

Этим исследователям удалось получить высококачественные слои осажденных сверхпроводников при скоростях осаждения 200 мкм/ч. До сих пор учёные работали только с плоскими подложками, но теперь Лаки разработал конструкцию установки с системой протяжки, которая, как он надеется, позволит покрывать длинные волокна по мере их протягивания.

По сообщению Лаки, первые полученные образцы были способны выдерживать токи до 40 000 А/см² — этого достаточно, чтобы такие сверхпроводники можно было использовать в некоторых областях. Специалисты Технологического института шт. Джорджия теперь надеются получить длинные сверхпроводящие провода, которые будут пропускать большой ток. Если их исследования завершатся успешно, американская компания Magnetics, Inc. в Ок-Ридже (шт. Теннесси) изготовит из этих проводов опытный образец магнита.

Позвоночные-фильтраторы

Животные, добывающие пищу путем фильтрации воды, могут, пользуясь обилием планктона, размножаться в огромных количествах либо вырастать до гигантских размеров

С. ЛОРИ САНДЕРСОН, РИЧАРД ВАССЕРСУГ

Головастики, сельди, гигантские и китовые акулы, фламинго, кряквы и синие киты вместе составляют довольно необычную компанию. В эту группу входят от самых маленьких свободноживущих позвоночных до самых огромных; среди них и амфибии, и рыбы, и птицы, и млекопитающие. Все эти животные питаются взвешенным в воде материалом: пропуская через свой ротовой аппарат большие объемы воды, они извлекают из нее мелкие живые организмы и кусочки органического вещества.

Взвешенные в воде мельчайшие животные и растения слишком малы, чтобы обнаруживать и ловить их по отдельности. Обычно за один прием пищи их поедают во множестве и без разбору. К примеру, гигантская акула 10-метровой длины может поглотить более 540 л зоопланктона в день — миллионы крохотных существ, каждое не более миллиметра длиной. За час через акулий рот проходит по меньшей мере 1850 м³ воды. Менее крупные рыбы-фильтраторы, такие как менхэден и пестрый толстолобик, постоянно питаются фитопланктоном (микроскопическими растениями), диаметр которых всего 10 мкм. Некоторые головастики могут извлекать из воды частички размером с бактерию; чтобы существовать при таком рационе, им приходится каждые несколько минут процеживать объем воды, равный объему собственного тела.

Планктоноядные рыбы важны и в экологическом, и в экономическом отношении, поскольку они находятся у основания трофической пирамиды (пищевой цепи). Растения — фитопланктон и более крупные формы — составляют основание пирамиды; растительноядные образуют второй уровень, хищники, которые ими питаются, — третий, и так далее. Каждый следующий уровень пирамиды имеет меньшую биомассу, чем предыдущий. У хищников, поедающих своих жертв «поштучно», только 10% пищи включается в биомассу; остальное идет на основной метаболизм, а также расходуется на преследование и

ловлю добычи. Большинство питающихся планктоном являются либо растительноядными, либо хищниками, поедающими растительноядный зоопланктон, поэтому их популяции могут иметь огромную биомассу. Такие планктоноядные виды, как анчоусы, сельди и карпы, составляют более трети годового улова океанической и пресноводной рыбы. Колossalные ресурсы пищи дают возможность существовать также и гигантским животным; синий кит — самое огромное из современных животных, питается крилем, представляющим собой растительноядный зоопланктон.

ПИТАНИЕ взвешенным в воде пищевым материалом не только один из наиболее широко распространенных способов питания, но и один из древнейших. По гипотезе Р. Гленна Норктуффа из Океанографического института Скриппса и К. Ганса из Мичиганского университета, первые позвоночные питались именно так. Личинки каких-то предков позвоночных, возможно, питались планктоном (как современные головастики) и затем, претерпев метаморфоз, превратились в активно плавающих хищников. А такие признаки, как специальные чувствительные органы и эффективные способы передвижения в воде, возникли в связи с переходом от питания взвешенными в воде частицами к активной охоте за более крупной добычей.

Хотя современные хищные позвоночные, которые охотятся за каждой жертвой по отдельности и поедают добычу, откусывая куски или заглатывая целиком, скорее всего имеют предков-фильтраторов, это не означает, что современные фильтраторы являются реликтовыми формами, которых каким-то образом миновала эволюция. Разнообразие животных, питающихся взвешенным в воде материалом, свидетельствует о том, что этот способ питания возник в ходе эволюции многократно; в самом деле, он наиболее удобен для добывания большого количества пищи, присутствующей в низких концентрациях в различных водных местообитаниях.

Помимо специализированных структур для фильтрации воды, задерживающих пищевые частицы, другие части тела таких животных — туловище, шея, голова и челюсти также модифицированы в соответствии с характером питания. Конвергентная эволюция в разных систематических группах дает замечательную возможность анализа структурных особенностей, связанных с различными способами питания взвешенным в воде материалом.

Недавно мы сделали обзор механизмов питания взвешенным в воде материалом всех известных позвоночных такого рода с целью выявить корреляции между структурными признаками и способом питания. Особенное внимание уделялось признакам, общим для представителей разных систематических групп, принадлежащих к различным эволюционным линиям: эти элементы сходства могли дать ключ к пониманию физических механизмов, использующихся при питании взвешенными в воде частицами.

Наиболее важное различие в способах питания взвешенным материалом обнаруживается между подвижным способом, при котором животное использует свое продвижение вперед для нагнетания воды в рот, и всасывающим, когда животное активно поглощает воду, практически оставаясь неподвижным. Это различие резко разделяет таксономические линии; суть его в разных способах, которыми организмы доставляют воду к своим фильтрам.

Когда речь идет о процеживании воды, прежде всего вспоминаются особенности черепа, такие как увеличенные челюсти, но не менее важна и специализация средств передвижения. Животное, которое нагнетает воду к своим фильтрам за счет движения вперед, не нуждается в сложном ротовом мускульном насосе, и поэтому специализация его черепа — помимо увеличения собственно фильтров — может быть относительно небольшой.

И подвижные, и всасывающие фильтраторы далее подразделяются

на питающихся постоянно, которые непрерывно пропускают воду через рот, и питающихся периодически, которые, сделав глоток, извлекают пищу из захваченного объема воды и лишь затем делают следующий глоток. Постоянно всасывающие воду животные во время кормежки остаются неподвижными. Это требует radicalной адаптации черепа — не только развития насосного механизма, но и системы клапанов, которые обеспечивали бы ток воды через фильтры только в одном направлении. Неудивительно, что животные, которые наилучшим образом приспособлены к водной локомоции, используют подвижный способ, а те, которые не плавают постоянно — птицы, головастники, личинки миног и др., — питаются путем всасывания.

Непрерывное активное плавание при питании наиболее распространено; так питаются более 20 видов рыб, в том числе веслонос, манта, гигантская, китовая и большегорячая акулы, а также некоторые анчоусы, сельди, сардины и скумбрии. Эти рыбы плавают с широко открытым ртом; попадающая в рот вода выходит через жаберные щели позади головы, проходя через тончайшие фильтры. Способ питания этих рыб был описан как фильтрация по типу планктонной сетки, поскольку также действует планктонная сетка, которую тянут за судном на бечеве в океанографических исследованиях.

Способ питания, при котором активное плавание осуществляется периодически, состоит в том, что животное быстро наполняет ротовую полость за один бросок вперед с открытым ртом. Только киты-полосатики, относящиеся к числу наиболее крупных китов, достаточно массивны, чтобы пользоваться таким способом питания. Для того чтобы он был эффективен, сила инерции должна быть очень велика: вода, содержащая добычу, должна оставаться на месте, в то время как животное движется вперед и его рот захватывает воду вместе с добычей.

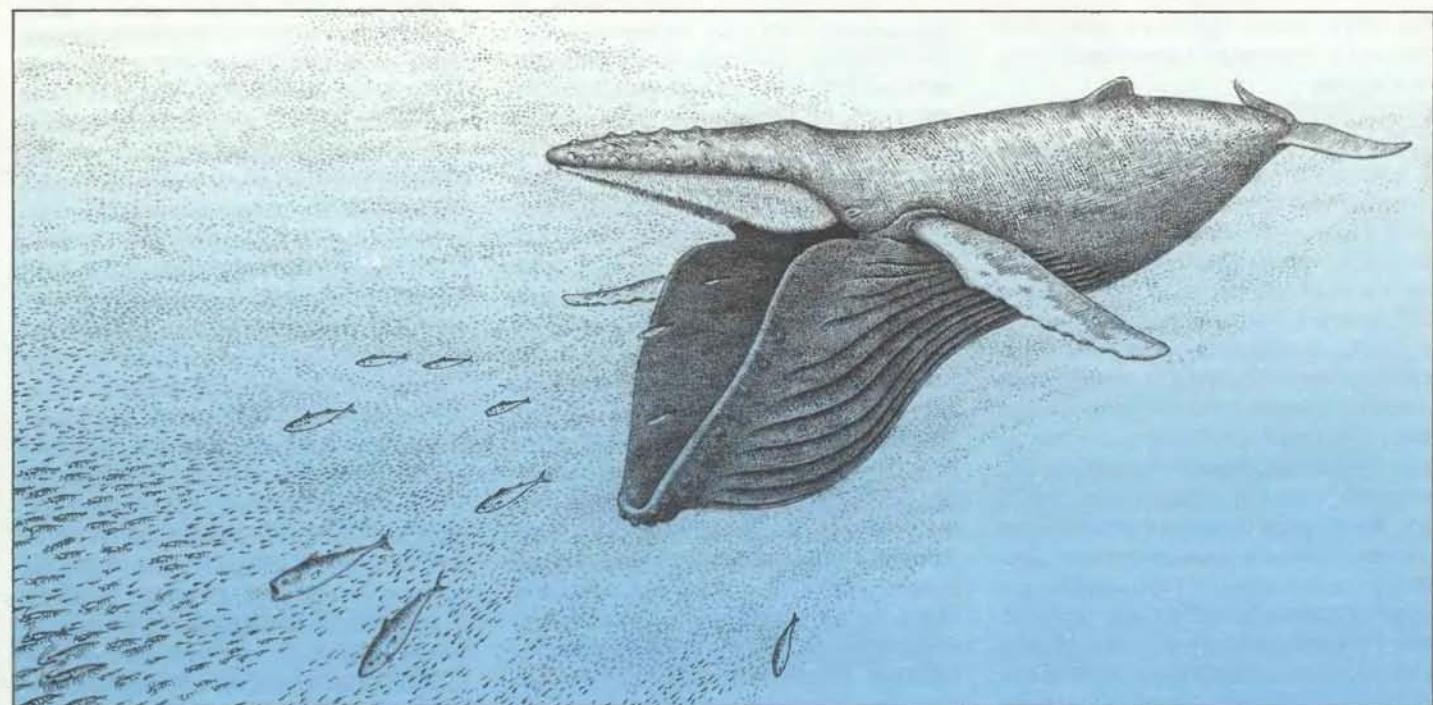
СТРОЕНИЕ тела у всех активно плавающих фильтраторов в общих чертах сходно, хотя по размеру они могут различаться на несколько порядков. Животные, питающиеся путем всасывания, гораздо более разнообразны. К этой категории относятся пескоройки (личинки миног), головастники, утки, фламинго и некоторые костистые рыбы. У пескороек, головастиков, уток и фламинго вибрирующий насос в горле и дно ротовой полости генерируют движения, обеспечивающие ток воды с пищей, в то время как само животное остается на месте.

У пескороек и головастиков система поглощения пищи тесно связана с дыхательным аппаратом: внутренние поверхности придатков, улавливающих пищевые частицы, составляют

часть жаберной системы. А у фильтрующих птиц, напротив, поверхности для улавливания пищевых частиц анатомически независимы от дыхательных поверхностей; утки и фламинго процеживают воду при помощи тонких роговых пластинок наподобие расчески на краях клюва. Животные обеих групп питаются частичками, которые очень малы по сравнению с их собственными размерами. Один из авторов этой статьи, а именно Вассерсуг, обнаружил, что некоторые головастники могут развиваться до стадии метаморфоза, питаясь одноклеточными организмами диаметром менее 10 мкм.

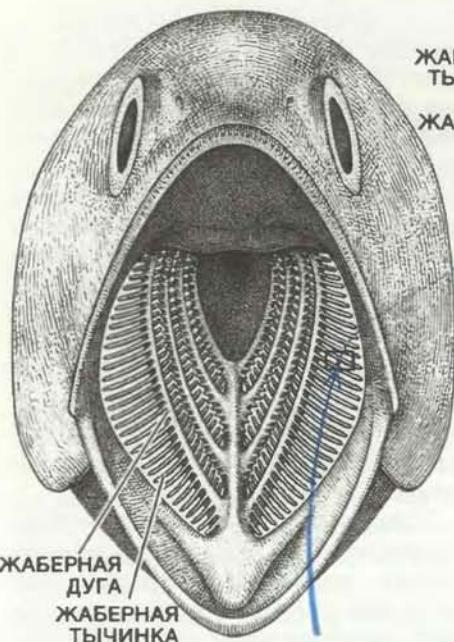
Животные, использующие способ периодического всасывания, относительно неспециализированы. Они мало чем отличаются от множества рыб, питающихся не путем фильтрации воды, а отдельными частичками планктона, обнаруживая и заглатывая их поштучно. Принадлежащие к группе периодически всасывающих отличаются тем, что они не изменяют скорости или направления своего движения в сторону отдельных планктонных организмов.

Периодическое всасывание занимает промежуточное положение между постоянным активным плаванием при питании путем процеживания воды и заглатыванием отдельной добычи. В зависимости от условий питания может происходить сдвиг в сторону того или иного из этих двух способов.

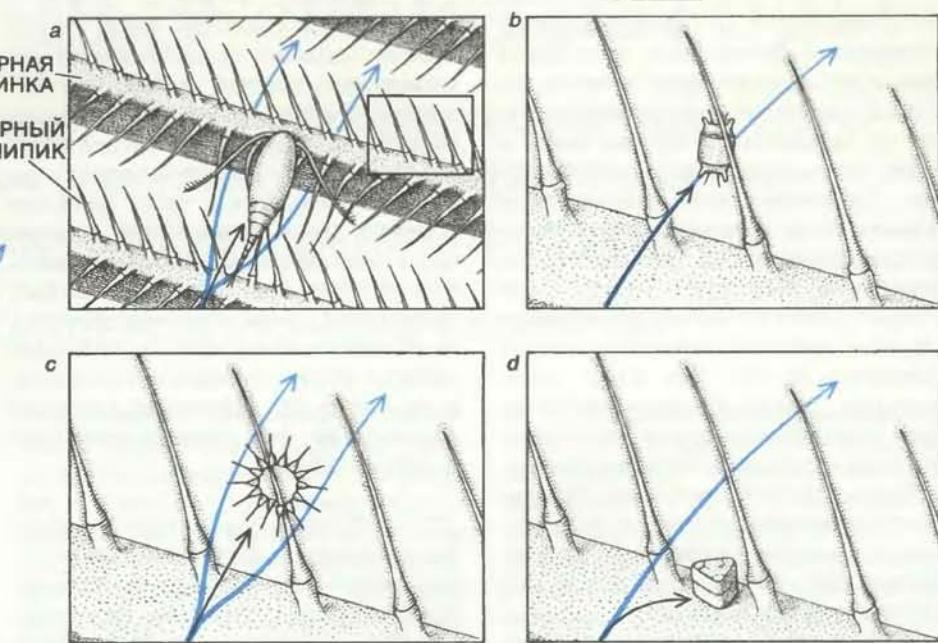


КИТЫ-ПОЛОСАТИКИ питаются крилем и скумбriями-планктонофагами в периоды активного плавания. Животное, совершая бросок вперед, делает один гигантский «глоток» воды, содержащей множество рыб и ракообразных. Затем оно закрывает рот и вода изгоняется через сви-

сающие с верхней челюсти пластины «китового уса», которые задерживают добычу. Скумбрия же питается при постоянном активном движении: рыба плывет вперед, держа рот все время открытым и отфильтровывает из попадающей в него воды зоопланктон.



ЖАБЕРНЫЕ ТЫЧИНКИ рыб-фильтраторов извлекают пищевые частицы из воды и направляют их к пищеводу. Вода проходит через жаберные тычинки и вытекает наружу между жаберными дугами. Для улавливания частиц, слишком мелких, чтобы задержать их путем простого проце-



живания по принципу сите (а), могут использоваться три механизма: налипание на покрытые слизью поверхности (б); инерционное столкновение со структурами, отклоняющими водный поток (с); оседание под действием силы тяжести (д).

Хищник, у которого челюсти раскрываются достаточно широко, чтобы заглатывать одновременно более одной жертвы, может переходить к периодическому всасыванию в тех случаях, когда добыча распределена слишком разреженно или слишком велика для непрерывного питания. Свет также может играть важную роль: южная доросома, к примеру, в полной темноте предпочитает периодическое всасывание, но при ярком лунном свете может находить добычу визуально и атаковать одиночных крупных жертв.

КАКИМ образом животные извлекают свою добычу из огромных объемов воды, проходящей через рот? Пожалуй, лучше всего изучен механизм процеживания у гладких, или настоящих, китов. У них добыча застrevает в барабоме пластин «китового уса», которые спускаются с верхней челюсти. Пластины эластичны, так что пористость их барабомы, вероятно, меняется в зависимости от таких гидродинамических факторов, как давление воды и направление течения. Жесткость барабомы различается у разных видов в зависимости от особенностей питания. У серого кита, который кормится грубой жесткой пищей, зачерпываемой со дна океана вместе с илом, пластины короткие и жесткие, с толстой незластичной барабомой. У сивала же, предпочитающего мельчайших ракообразных, пластины значительно длиннее, а барабома тонкая (волосовидная) и плотная.

Однако недостаточно знать, что «китовый ус» и подобные ему биоло-

гические фильтры отделяют добычу от воды. Как конкретно это делается? М. Ла Барбера из Чикагского университета, основывая свои аргументы на морфологии пищеулавливающих структур, утверждает, что фильтры у питающихся взвешенным материалом рыб и настоящих китов функционируют по принципу сите: расстояние между элементами фильтра меньше, чем размеры большей части их добычи.

Но многие такие позвоночные задерживают частицы, которые достаточно малы для того, чтобы проскочить между элементами фильтра. Более того, неподвижные сите сильно препятствуют току воды и быстро засоряются. Для нужд промышленности инженеры нашли другие механизмы, во многих случаях более эффективные, чем сите; у живых организмов такие механизмы могут действовать совместно с механизмом сите или независимо от него. Основные из них обеспечивают это прилипание частиц к клейким (покрытым слизью) поверхностям пищеулавливающих структур; инерционное столкновение, при котором частицы, которые чуть плотнее окружающей жидкости, удаляются о поверхности пищеулавливающих структур, в то время как жидкость их обтекает; оседание вследствие силы тяжести, когда объекты плотнее воды оседают из потока; электростатическое связывание, когда заряженные поверхности пищеулавливающих структурдерживают преимущественно частицы определенного заряда или определенной степени гидрофобности.

Д. Рубенштейн из При斯顿ского

университета и М. Кэль из Калифорнийского университета в Беркли, исходя из теоретических соображений, предположили, что инерциальное столкновение может использоваться у китов и крупных рыб, питающихся при активном движении, когда пищевые частицы относительно большие и плотные и скорости их движения высоки. Тот факт, что на фильтрах песконосков, головастиков и некоторых видов рыб обнаружена слизь, также свидетельствует о действии механизмов, не сводящихся к процеживанию через сите. Например, у головастиков над жабрами расположены специальные органы, покрытые слизью — жаберные улавливатели пищи, которые собирают взвешенные пищевые частицы, хотя и не имеют пор.

Из нашего обзора стало ясно, что общим свойством фильтров у позвоночных, поедающих взвешенную в воде пищу, является эластичность: размер пор не фиксирован. Даже относительно жесткие фильтры изменяют свою пористость, например жаберные тычинки рыб, когда жаберные дуги перемещаются взад-вперед относительно средней линии тела, и роговые пластины птиц, когда клюв раскрывается или закрывается. У китов и головастиков фильтры устроены таким образом, что под давлением проходящей воды их пористость изменяется. (Давление, конечно, тоже изменяется в зависимости от плотности добычи и другого материала на фильтрах.) Все эти факторы влияют на поток процеживаемой воды, поэтому трудно установить, какие из механизмов улавливания добычи ока-

зываются эффективными в том или ином случае.

ДЛЯ КАЖДОЙ из выделенных на-
ми групп потребителей взвешен-
ной пищи характерны свои анатоми-
ческие адаптации. Питающиеся при
активном плавании отличаются ог-
ромной головой, которая, к примеру,
у гигантской акулы, пелагической
большеротой акулы и китовой акулы
составляет 25—28% общей длины тела.
У настоящих китов голова может
достигать трети длины тела.

Несмотря на большие размеры голо-
вы, мозг у животных, питающихся
во время активного плавания, относи-
тельно меньше, чем у родственных форм,
питающихся иначе — не путем проце-
живания воды. Глазницы и са-
ми глаза тоже мельче, и расположены так,
что смотрят скорее в стороны, а не вперед; дей-
ствительно, зрение не играет важной роли для ловли добычи.
(Однако у некоторых более мел-
ких организмов, таких как анчоусы и скумбрии, глазницы большие; напри-
мер, у обыкновенной скумбрии глазни-
цы составляют половину длины че-
репа. Эти виды могут переключаться с активного проце-
живания на питание индивидуальной добычей в зависи-
мости от размера, плотности и местополо-
жения добычи.)

Гладкие, или настоящие, киты слу-
жат примером того, сколь велика
может быть специализация организма
в приспособлении к постоянной
фильтрации при активном плавании.
По сравнению со своими зубатыми
родственниками голова у них огромна.
На задней стороне черепа имеется
большая наклонная поверхность, к
которой прикреплены мускулы спи-
ны, своим сокращением противостоящие
отклоняющему усилию, возникаю-
щему от напора воды, когда открыт
рот. Форма черепа такова, что сила,
которой должны противостоять эти
мышцы, уменьшается: это обеспечи-
вается тем, что кости черепа подняты
вверх и сдвинуты назад, так что, ког-
да рот открыт, он находится на одной
линии с продольной осью позвоноч-
ника. Кроме того, шея у настоящих
китов относительно короче, чем у
всех других млекопитающих; шейные
позвонки слиты, что сильно ограни-
чивает движения головы.

Вдобавок к изменениям в форме че-
репа у животных, питающихся при
непрерывном активном плавании,
меньше зубов, и они мельче, чем у
родственных организмов; бывает,
что зубы вообще отсутствуют, как у
настоящих китов. Кости верхней и
нижней челюсти также приспособле-
ны к питанию взвешенными в воде ча-
стицами; они могут быть удлинены и
расширены, но обычно не утолщены

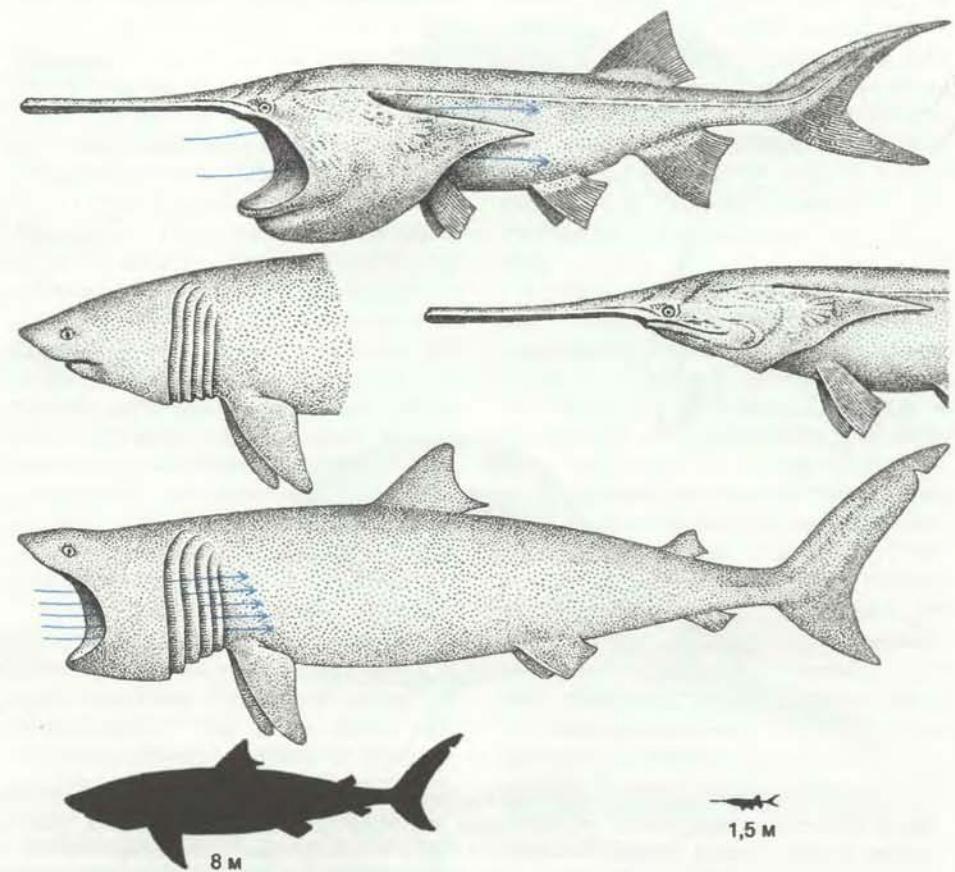
и не имеют тяжеловесных окостене-
ний. Эти свойства соответствуют их
роли регуляторов тока воды во рту,
что не требует такой мощи, как ак-
тивная функция при хватании или пе-
режевывании добычи.

Рыбы, питающиеся при непрерыв-
ном активном движении, отличаются
высокой развитостью жаберного аппа-
рата. Например, у индийской скум-
брии гребнеподобные жаберные ты-
чинки, задерживающие пищевые ча-
стицы, когда вода проходит через жа-
берные дуги, такие длинные, что вы-
ступают за уголки рта, когда он от-
крыт.

Кроме развития жаберных тычи-
нок и утрате зубов у планктоноядных
рыб, таких как сельдь, шэд, сардины
и менхэден в ходе эволюции возникли
добавочные органы, называемые эпи-
браниальными. Эти органы пред-
ставляют собой пару карманов в верх-
ней части заднего конца глотки, пря-
мо перед пищеводом. По-видимому,
движением жаберных тычинок мел-
кие пищевые частицы сгоняются в эти
карманы, где соединяются в комок,
который рыба проглатывает. Эти орга-
ны участвуют в основном в питании
мелкими пищевыми частицами.

Гренландский и южный киты — са-
мые крупные среди животных, пита-
ющихся при постоянном активном
плавании. У них фильтрующие струк-
туры во рту оказывают значительное
сопротивление потоку воды; резуль-
тирующая сила давления замедляет
движение животного, когда его рот от-
крыт. Поэтому эти киты не способны
ловить крупную, подвижную добычу,
которая может отплыть в сто-
рону от надвигающегося открытого
рта; их пищу составляют относитель-
но мелкие, медленно плавающие орга-
низмы. Например, они ловят весло-
ногих раков, «снимая пенки» с по-
верхности воды открытым ртом.

ХАРАКТЕРНЫЙ внешний признак
китов-полосатиков, питающихся
в периоды активного плавания, —
продольные борозды на поверхности
тела в области горла. Когда в рот на-
бирается вода, эти борозды расправ-
ляются и кожа растягивается. У сине-
го кита нижняя челюсть может отки-
дываться на 90°, и за несколько се-
кунд животное может поглотить
60 м³ воды, что составляет приблизи-
тельно половину от объема тела. Дно



ШИРОКО РАСКРЫВАЮЩИЕСЯ ЧЕЛЮСТИ у животных, питающихся при посто-
янном активном плавании, позволяют пропускать через рот при движении впе-
ред огромные объемы воды. Веслонос (вверху) кормится преимущественно у
илистого дна реки. Хотя в основном его рацион составляет пресноводный
планктон, веслонос ненароком может проглотить и более мелкую, чем он сам,
планктоноядную рыбу. Гигантская акула (внизу) кормится в средних слоях океана.

рта у кита растяжимо, так что большой объем воды поглощается быстро; иначе давление, создаваемое движущимся вперед телом, выталкивало бы пищу и воду изо рта. Добычей полосатиков оказываются не только относительно медленно двигающиеся организмы, такие как крылья, но также стаи рыб и кальмаров.

Такой способ питания возможен благодаря огромным размерам тела и соответственно большой инерции плывущего кита. Согласно модели, разработанной Л. Ортон из Университета Дьюка и П. Броди из Нью-Бедфордского института океанографии (пров. Новая Шотландия, Канада), у финвала при обычной скорости движения давление на морду достаточно велико, чтобы полностью раскрыть рот, как только он начинает открываться. Мягкие ткани, окружающие рот, специализировались таким образом, чтобы оказывать малое сопротивление этому раскрыванию. В языке, к примеру, вдоль средней линии имеется «расщелина», которая позволяет языку под напором воды складываться и полностью убираться во впадину между мышцами дна рта, освобождая пространство для воды с добычей.

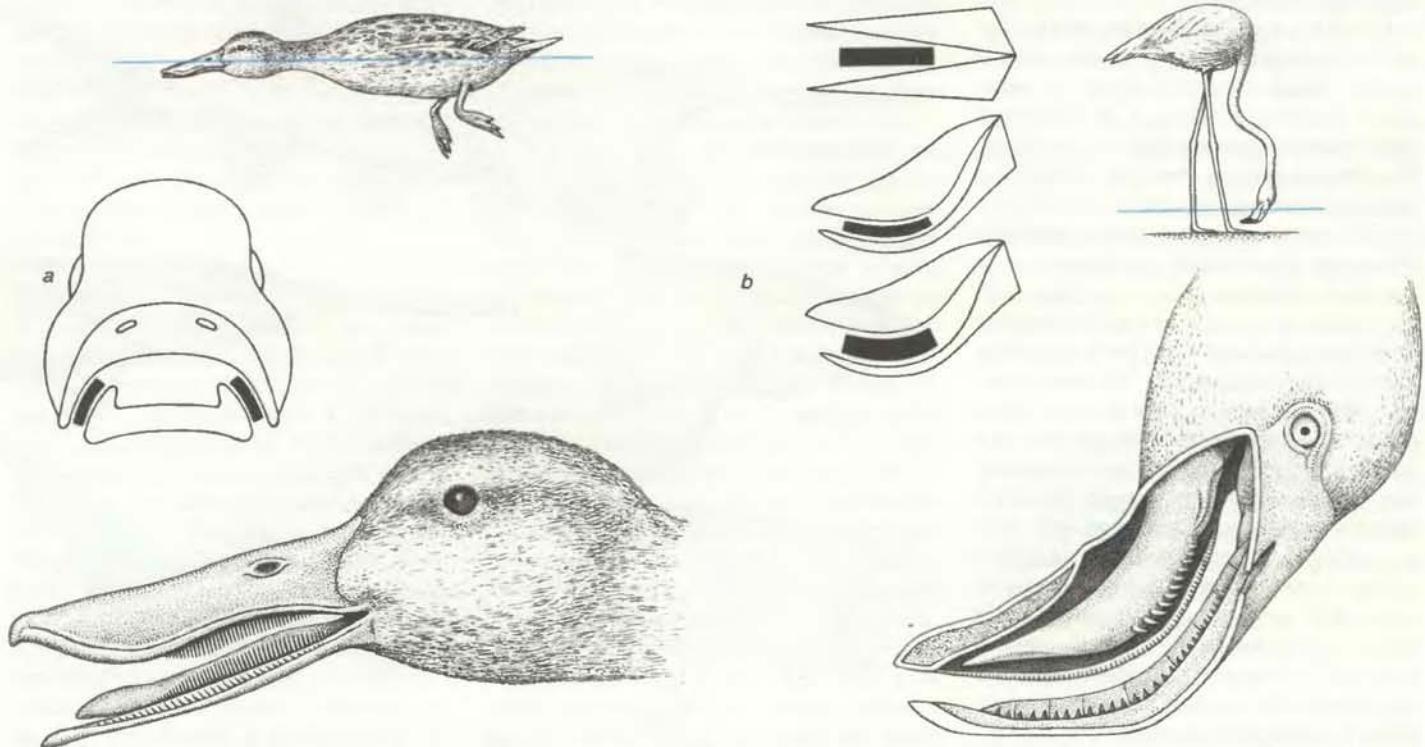
Чтобы не дать добыче уплыть, челюсти должны быстро сомкнуться вокруг набравшейся в рот воды. Челюстные кости и двигающая ими мускулатура специализированы для выполнения этой задачи. У китов-полосатиков кости нижней челюсти не слиты в подбородке, как у большинства млекопитающих, а соединены мягкой тканью. Сочленение челюстных костей с черепом (височно-нижнечелюстной сустав) подвижнее, чем у других млекопитающих; кости нижней челюсти подвижны относительно своей продольной оси, а также могут подниматься, опускаться, двигаться влево и вправо. У одного из видов, кроме того, височно-нижнечелюстной сустав охватывается волокнистой хрящевой тканью, которая накапливает энергию, когда рот пассивно раскрывается под напором воды и затем, подобно растянутой пружине, выделяет ее, помогая захлопнуть челюсти.

В ПРОТИВОПОЛОЖНОСТЬ животным, питающимся при активном плавании, которые, для того чтобы заглотнуть добычу, открывают рот как можно шире, у питающихся способом постоянного всасывания ротовое

отверстие уменьшено. Узкое отверстие не дает попадать в рот крупным частицам; это особенно важно, когда животное кормится у самого дна, где много различного несъедобного материала, который может засорить фильтрующую систему.

Среди организмов, питающихся способом постоянного всасывания, наибольшее разнообразие морфологических структур, связанных с питанием, демонстрируют головастики. Некоторые «пасутся» на дне водоема, при помощи острых клювов, отрывая и всасывая большие пищевые частицы, такие как донные растения. Другие, живущие обычно в средних слоях воды, могут поедать только микроскопическую добычу, не имея твердых структур в ротовом аппарате. У видов обеих групп механизмы всасывания воды и улавливания пищевых частиц по существу одинаковы, но у головастиков, питающихся микроскопическим планктоном, мускулы, нагнетающие воду, меньше, чем у тех, которые живут вблизи дна.

Когда пищевые частицы попадают в рот головастика, ряды сосочеков на внутренней поверхности рта действуют как сита и одновременно как воронки: они направляют крупные ча-



ПТИЦЫ отфильтровывают пищевые частицы из воды с помощью роговых пластинок, образующих подобие гребня с обеих сторон клюва. Вода втягивается в рот и быстро выталкивается наружу колебательными движениями языка вперед и назад. У широконосого (слева) пластиинки расположены по внешнему краю подклювья и по внутреннему краю надклювья. Выпуклости на переднем и на заднем концах языка позволяют засасывать воду спереди клюва и выпускать ее с боков через пластинки; язык действует как поршень и одновременно как клапан. Язык фламинго (справа)

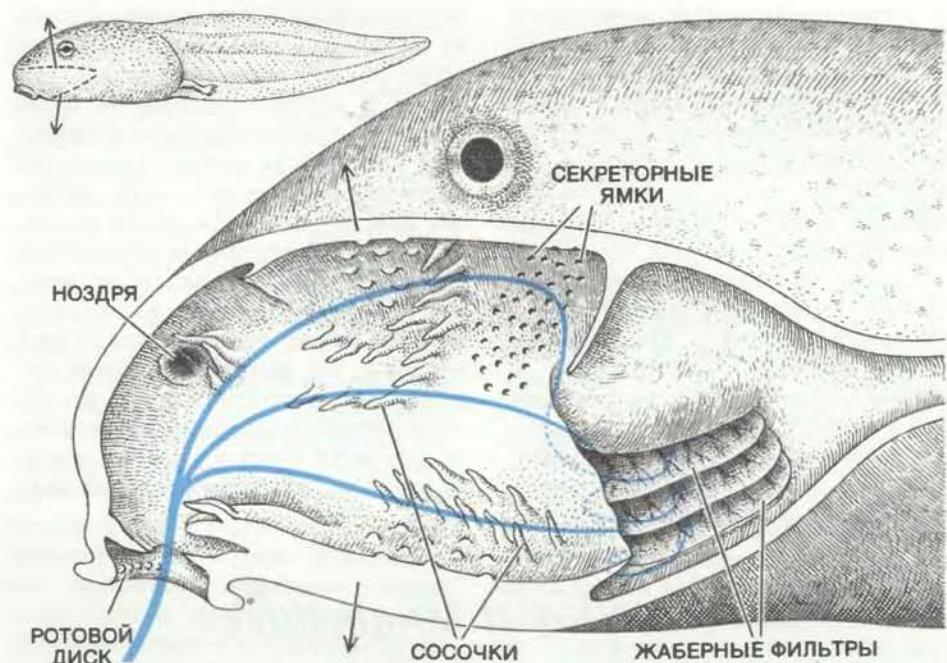
действует как простой поршень; птица регулирует ток воды, слегка приоткрывая и закрывая клюв синхронно с движениями языка. Благодаря резкому изгибу клюва расстояние между надклювьем и подклювьем на всем протяжении от изгиба до кончика клюва более постоянно, чем это было бы при прямом клюве (b). Эта одинаковость сохраняется независимо от того, насколько широко раскрыт клюв. То же свойственно утиному клюву (a), из-за кривизны надклювья и подклювья и перекрывания между ними.

стицы прямо в пищевод, а более мелкие — в глотку. Дальше в глотке расположены жаберные фильтры и покрытые слизью жаберные улавливатели пищи; мелкие пищевые частицы пристают к поверхностям ловушек и перемещаются вниз к жаберным фильтрам; механизм этого перемещения еще не вполне изучен. Размеры и пористость жаберных фильтров у различных видов головастиков примерно коррелируют с величиной частиц, служащих пищей данному виду, но обычно улавливаются частички гораздо более мелкие, чем поры фильтров. Один из авторов этой статьи (Вассерсуг) на основании данных анатомических исследований утверждает, что непосредственное улавливание пищевых частиц на покрытых слизью поверхностях может быть столь же важно, как и процеживание.

У ПТИЦ, питающихся взвешенным в воде материалом, нет каких-либо фильтрующих структур для улавливания пищевых частиц, подобных тем, которые имеются у китов, рыб и головастиков. Вместо этого их клювы снабжены рядами роговых пластинок, которые могут отсеживать из воды мелкие частички. К примеру, у крякв, у которых клюв относительно длинный и широкий, когда рот закрыт, надклювье полностью закрывает подклювье и язык, а когда рот слегка приоткрыт, смежные роговые пластинки надклювья и подклювья вместе действуют как сито.

Язык уток также специализирован для питания взвешенными в воде частицами; он широкий, с большими выпуклостями спереди и сзади. Когда язык движется вперед, передняя выпуклость перемещается вниз от свода рта, позволяя тем самым воде спереди попадать в рот; при этом челюсти слегка приоткрываются для того, чтобы всасывать воду. При движении языка назад, передняя выпуклость давит на свод рта, способствуя току воды назад и в сторону через роговые пластинки клюва. На задней выпуклости имеются по обеим сторонам выступы, называемые языковыми скребками; когда язык движется вперед и назад, эти скребки снимают пищевые частицы с роговых пластинок и перемещают их к пищеводу. У крякв кончик языка продвигается примерно на 11 мм вперед и назад каждые 60—70 мс. Это быстрое колебание создает ток воды с большой скоростью, так что роговые пластинки могут улавливать пищевые частицы как за счет инерции их движения, так и путем процеживания.

У фламинго — птицы, крайне специализированной в связи с питанием



ЖАБЕРНЫЕ СТРУКТУРЫ головастика играют роль фильтров для извлечения из воды пищевых частиц. Мускулатура дна рта и боков головы, действуя подобно насосу, гонит воду через жабры. Выделения клейкой слизи на поверхностях, расположенных над жаберными фильтрами, улавливают проплывающие мимо пищевые частицы. Некоторые головастики поедают кусочки донных растений; другие могут питаться только микроскопическими частицами, такими как бактерии, отфильтровывая их из воды.

взвешенным материалом — строение рта еще более специфично приспособлено к прокачиванию воды и отфильтровыванию из нее пищи. Язык фламинго более узкий и имеет более цилиндрическую форму, чем у уток; он лежит в костном желобе глубокой нижней части и колеблется обычно от 4 до 17 раз в секунду, когда фламинго кормится. Изнутри на надклювье имеется выступ, формирующий над языком чашу. Теснота остающегося для языка пространства указывает на то, что он действует как простой поршень. Шипы, расположенные по задней части языка, вероятно, помогают частицам пищи передвигаться к пищеводу, но область контакта между языком и множеством рядов тончайших роговых пластинок надклювья и подклювья гораздо меньше, чем аналогичная область у уток.

Как и у уток, у фламинго с каждым циклом движения языка клюв слегка приоткрывается и закрывается. Эти едва заметные движения челюстей обеспечивают ток воды через рот только в одном направлении: вода поступает спереди и вытекает через роговые пластинки с боков. Приоткрывание и закрывание, а также боковые движения челюстей могут значительно изменять расстояние между пластинками и таким образом регулировать их пропускную способность.

Как именно роговые пластинки клюва птиц задерживают пищевые

частички, пока не вполне ясно. До недавнего времени предполагалось, что действует только один механизм — процеживание по принципу сита. Как и у других позвоночных-фильтраторов, имеет место некоторая корреляция между плотностью и числом фильтров, величиной пор, с одной стороны, и типичным размером потребляемых пищевых частиц — с другой.

Однако эта корреляция не абсолютна; у некоторых уток невозможно предсказать структуру потребляемой пищи по строению роговых пластинок клюва. Я. Коолоос, Г. Цвеерс и их коллеги из Лейденского университета показали, что у уток постоянно поддерживается соответствие между пористостью фильтра и размером потребляемых пищевых частиц, что достигается за счет изменения зазора между пластинками. Некоторые утки, такие как кряквы и хохлатые чернети, могут успешно питаться даже при обширных повреждениях роговых пластинок клюва. В таком случае должны действовать механизмы, отличные от сита, но для полного их понимания требуются дальнейшие исследования.

ВО МНОГИХ отношениях позвоночные, питающиеся взвешенным материалом, — это «черный ящик»: пищевые частицы попадают в рот, а обратно не выходят. Хотя бы-

ли установлены многие анатомические элементы этого типа питания, его детальная гидродинамика еще неясна. Основная мускулатура языка и глотки у многих таких животных тоже не изучена; исследовалось содержимое желудка многих китов, но остались без внимания черепные мышцы, которые помогают пище попасть в желудок.

Правда, некоторый прогресс достигнут. К примеру, одному из нас (Сандерсон) вместе с Дж. Кечем из Калифорнийского университета в Дейвисе недавно удалось ввести эндоскоп в полость рта свободно плавающей планктоноядной рыбы и наблюдать, как пищевые частицы взаимодействовали с фильтрующими эле-

ментами. Была также сделана попытка определить скорость воды. Предварительный анализ показывает, что характер вводного потока не соответствует предполагаемым механизмам улавливания частиц. Только дополнительные эксперименты позволяют выяснить, применимы ли эти результаты к другим позвоночным-фильтраторам. Для анализа механизмов питания взвешенным в воде материалом сейчас применяются новые подходы, от высокоскоростной киносъемки в рентгеновских лучах до компьютерного моделирования потока жидкости через рот рыбы; какие-то из них могут оказаться плодотворными.

месяц). Харвуд не обнаружил существенного снижения доходов домовладельцев, жильцы которых изредка употребляли наркотики, включая марихуану, кокаин и героин. Значит ли это, что однократное употребление даже сильных наркотиков (за исключением уж слишком больших доз марихуаны) не приводит ни к каким потерям? «Это действительно так», — уверяет Харвуд.

Выступая перед конгрессом и на национальных конференциях, представители Торговой палаты США заявляли, что для служащих, употребляющих наркотики, вероятность получения травмы или нанесения физического повреждения другому человеку на рабочем месте в 3,6 раза больше и они в 5 раз чаще подают прошение о компенсации. Фармацевтический гигант Hoffmann-La Roche — наиболее активный участник кампании против наркотиков, производящий большую долю продукции для проведения тестирования на употребление наркотиков, — также приводит эти цифры в своей образовательной литературе.

Но, как писал в 1988 г. в журнале "University of Kansas Law Review" Дж. Морган с медицинского факультета Нью-Йоркского университета, исследование, на которое опираются заявления представителей Торговой палаты, не относится к наркоманам. Морган, считающийся авторитетом в области наркотиков, нашел источник, на основании которого были сделаны эти заявления, — это информация фирмы Firestone Tire and Rubber Company об обследовании служащих, лечащихся от алкоголизма.

В интервью журналу "Scientific American" М. Уолш, руководитель отдела прикладных исследований в NIDA, убежденный сторонник проверки на употребление наркотиков, выделил две работы, которые, по его словам, должны были показать, что наркоманы чаще бывают причиной несчастных случаев, пропускают работу и пользуются денежной компенсацией за ухудшение здоровья, чем другие служащие. Эти исследования проводились на двух предприятиях: Utah Power and Light Company в шт. Юта и Georgia Power Company в шт. Джорджия. В контрольную группу включили 12 служащих первой и 116 второй компаний, у которых возникали какие-либо "проблемы", как-то: несчастный случай, прогулки, лечение от алкоголизма; тщательно изучались причины этих затруднений. Критики отмечали, что было бы неудивительно, если бы у этих служащих обнаружили более высокий по отношению к среднему уровню процент употребления наркотиков.

Наука и общество

Наркотики: противоречивые оценки

СОГЛАСНО сообщениям Национального института по изучению злоупотребления наркотиками (NIDA), у более чем 8 млн работающих американцев были проведены анализы мочи на присутствие наркотиков. Около 15 млн подвергнутся этой проверке в текущем году. По сведениям Американской ассоциации по менеджменту, количество компаний, которые проводят проверку сотрудников на употребление наркотиков, возросло от 21% в 1986 г. до более чем 50% в прошлом году. Число таких компаний, видимо, будет увеличиваться: большинство откликнувшихся на опрос Института Гэллапа считают, что необходимо подвергать проверке всех работающих американцев.

Что лежит в основе этой практики, которую консервативно настроенный член Верховного суда А. Скалия назвал ненужным унижением? Чтобы продемонстрировать, как дорого обходится употребление наркотиков, сторонники проверки приводят тревожные статистические данные. Однако при ближайшем рассмотрении оказывается, что они не всегда точно отражают результаты исследований, на которых основаны. Так, используя их, можно "доказать", что употребление наркотиков приводит к незначительным отрицательным или даже к положительным последствиям. Рассмотрим некоторые примеры.

В прошлом году президент Джордж Буш объявил, что употребление наркотиков среди американских рабочих обходится государству от 60 до 100 млрд долл. в год из-за связанных с их действием прогулов, несчастных слу-

чаев, обращений к врачу и краж. Варианты подобной статистики используются в дискуссиях об употреблении наркотиков и часто повторяются без достаточно квалифицированного объяснения средствами массовой информации. Однако все эти сведения заимствованы из одной и той же работы, которая, согласно утверждению NIDA (являющегося спонсором исследований по злоупотреблению наркотиками), основана на предположениях, нуждающихся в дополнительном подтверждении.

Эта работа проводилась Исследовательским институтом в Трайэнгле в 1982 г. путем опроса 3700 домовладельцев. Было установлено, что средний заявленный доход домовладельцев, у которых проживает хотя бы один человек, когда-либо употреблявший марихуану ежедневно (20 раз и более в месяц), был на 28% ниже среднего дохода. Эта разница в доходе была расценена как потеря из-за употребления марихуаны; если экстраполировать эти данные на все население, то они составили бы 26 млрд долл. Затем исследователи прибавили к ним потери, обусловленные несчастными случаями и преступлениями, так или иначе связанными с наркотиками, и расходы на восстановление здоровья. Все это вместе составило 47 млрд долларов — плата общества за употребление наркотиков. По словам Х. Харвуда, руководившего этим исследованием и работающего сейчас в одном из отделов Белого дома, заявление Буша опирается на приведенную цифру с учетом инфляции и роста населения.

Исследование включало также вопрос о тех людях, которые используют наркотики изредка (хотя бы раз в

Удивительно другое. Согласно докладу, опубликованному NIDA в прошлом году, Utah Power выплатила каждому наркоману — участнику контрольной группы — компенсацию по здоровью на 215 долл. в год меньше, чем в среднем по группе. Служащие компании Georgia Power, имевшие положительную реакцию, быстрее среднего продвигались по служебной лестнице. Более того, у имевших положительную реакцию только на марихуану (они составили около 35% от общего числа "положительных") прогулов было на 30% меньше среднего. В целом по стране, по словам Моргана, среди всех случаев положительной реакции на наркотики на марихуану приходится до 90%. Тому есть две причины. Во-первых, это наиболее распространенный из запрещенных наркотиков, и, во-вторых, следы марихуаны в моче сохраняются почти целый месяц. Другие же наркотики можно обнаружить лишь в течение 2 суток после их употребления.

В последнее время сторонники проверки на наркотики чаще всего используют результаты, полученные Почтовой службой. Эта организация проверила 4396 человек при найме на работу в 1987—1988 годах и, сохранив результаты в тайне, проследила за их дальнейшей судьбой (у 9% всех обследованных наблюдалась положительная реакция). По сообщениям Почтовой службы, к сентябрю прошлого года 15,4% "положительных" и 10,5% "отрицательных" были уволены. Кроме того, "положительные" пропустили по болезни в среднем на 6 дней в год больше, чем "отрицательные".

Если рассматривать результаты обследования, учитывая и другие показатели, например расовую принадлежность, возраст и пол, то, по словам психолога и консультанта по проверке на наркотики Т. Розена, они вышли бы за рамки, намеченные компанией. Как признал Ж. Норман, возглавлявший обследование, у представителей национальных меньшинств чаще обнаруживалась положительная реакция, а на основании ранее проведенных исследований можно заключить, что они и чаще прогуливают.

Кроме того, Морган отметил, что результаты исследований, проводимых Почтовой службой (как и все ранее упоминавшиеся), не были опубликованы в сравнительных обзорах. Фактически только одно обследование, в котором сравнивались люди, имевшие положительную и отрицательную реакцию на наркотики, попало в обзор. В прошлом году Д. Пэриш с медицинского факультета Университета Мерсер (шт. Джорджия) опуб-

ликовал результаты проверки 180 служащих больниц. У 22 из них была обнаружена положительная реакция. Пэриш рассмотрел характеристики, данные начальством, и другие показатели, полученные после года службы, и не обнаружил разницы между "положительными" и "отрицательными". Он отметил, однако, что в этот период было уволено 11 человек с отрицательной реакцией и ни одного с положительной.

Сторонники проверки на наркотики часто повторяют, что злоупотребление наркотическими препаратами среди работающих американцев увеличивается. Например, брошюра, выпущенная фирмой Hoffmann-La Roche, приводит слова Уолша: "Употребление наркотиков настолько распространилось в Америке, что любая компания может столкнуться с проблемой наркомании среди своих сотрудников".

Однако NIDA в 1989 г. сообщила, что за последние 10 лет употребление наркотиков стало сокращаться, и за

последние 5 лет темпы этого снижения увеличились. С 1985 по 1988 г. количество людей, изредка употребляющих марихуану и кокаин (хотя бы раз в месяц), уменьшилось на 33% и 50% соответственно. Но, по оценкам NIDA, среди людей, иногда употребляющих наркотики, растет число тех, кто делает это все чаще. Число употребляющих кокаин раз в неделю увеличилось за тот же период с 647 тыс. до 862 тыс. человек, а принимающих ежедневно — с 246 тыс. до 292 тыс. NIDA утверждает, что пристрастие к кокаину (включая "крэк") особенно сильно среди безработных, которых проверка не охватывает.

Безусловно, проблема наркомании стоит в США очень остро. Не получится ли так, что ни повсеместные обследования на предприятиях, стоимость которых достигнет в этом году почти 500 млн долл., ни тревожная информация, распространяемая сторонниками проверки на наркотики, не помогут решить эту проблему?

Книги издательства „Мир“

СОЕДИНЕНИЯ ФТОРА: СИНТЕЗ И ПРИМЕНЕНИЕ

Перевод с японского
Под ред. Н. Исикавы

Книга написана 22 крупнейшими японскими специалистами в области химии фтора и основана на материалах, мало доступных советскому читателю. Основной упор сделан на два направления, связанных с новейшей технологией, где развитие происходит особенно быстро: это получение новых материалов с уникальными свойствами (фотозластомеры, покрытия, фторхимикаты для электронной промышленности, новые ПАВ и др.) и фторсодержащие физиологические активные вещества: лекарства, пестициды, диагностические материалы, вещества специфического действия.

Содержание: Свойства, применение и получение фторуглеродных веществ. Реакции синтеза с применением HF и F₂. Использование специфики соединений фтора в аналитической химии. Фторполимеры и фторэластомеры. Покрытия на

основе фторсодержащих материалов. Фторхимикаты в электронной промышленности. Свойства и применение поверхностноактивных фторсодержащих веществ. Соединения фтора и физиологическая активность. Реакции моно- и дифторирования. Реакция трифторметилирования. Синтез и применение фторароматических соединений. Синтез и использование фторсодержащих синтонов. Синтез и физиологическая активность фторсодержащих аминокислот. Фторсодержащие синтетические бактерициды. Фторсодержащие пестициды — направление последних разработок и новые тенденции в планировании свойств на молекулярном уровне.

Для работников химической и электронной промышленности, сельскохозяйственных НИИ, фармакологов.

1990 г. 35 л. Цена 7 р. 30 к.

Эту книгу вы сможете заказать в магазинах — опорных пунктах издательства «Мир»



Подсознательная работа разума

Точные количественные исследования психотерапевтического воздействия бросают вызов некоторым широко распространенным представлениям о том, как функционирует подсознание и почему в процессе психотерапии улучшается состояние пациентов

ДЖОЗЕФ ВЕЙСС

КАК ЛЕЧИТ психотерапевт? За последние годы я и мои коллеги из научно-исследовательской группы психотерапии при больнице Маунт-Сион в Сан-Франциско обнаружили весьма любопытные ответы на этот и другой, неотделимый от первого и не менее фундаментальный вопрос: как функционирует подсознание?

Согласно общепринятым мнениям, люди не способны подсознательно осуществлять те виды интеллектуальной деятельности, которые производятся сознательно, например, составление планов или оценку риска. Однако наши исследования психотерапевтических методов лечения свидетельствуют, что человек способен подсознательно мыслить, предвидеть последствия, принимать решения, составлять и реализовывать планы. Но это еще не все: можно сделать так, чтобы эти способности содействовали выздоровлению больных, помогая управлять иррациональными установками, эмоциями и поведением.

Большинство представлений о подсознательной работе разума и процессе психотерапевтического воздействия сложилось у врачей на основе клинических наблюдений — зафиксированных в виде записей или оставшихся в памяти впечатлений. Этот подход плодотворен для возникновения новых идей, но он не позволяет оценить их относительную значимость. Вот почему в научно-исследовательской группе психотерапии при больнице Маунт-Сион, руководителем которой я являюсь совместно с Г. Сэмпсоном, было решено выйти за рамки пассивных клинических наблюдений и получить надежные данные путем точных количественных исследований, целенаправленно спланированных для проверки определенных гипотез.

ЦЕЛЬЮ наших исследований было сравнение двух различных психоаналитических (фрейдовских) гипотез

о природе подсознательной работы разума, имеющих ценность для понимания механизмов терапевтического процесса. Эти гипотезы можно оценить эмпирически, поскольку они позволяют сделать четкие, поддающиеся проверке предсказания о том, как больные будут вести себя во время лечения.

Согласно теории психоанализа, у человека, начиная с самого раннего детства, мощные психические образования, "запретные" для сознания, могут вытесняться в подсознание своего рода "цензурой", которая представляет собой силы, не дающие подавленному психическому материалу вновь проникать в сознание. Однако эти вытесненные в подсознание психические образования (к ним Фрейд вначале относил главным образом сексуальные и агрессивные импульсы, а затем причислил к ним убеждения, суждения и такие переживания, как стыд и чувство вины) продолжают влиять на настроение и поведение человека. Следовательно, они могут усугублять симптомы, заставляющие человека обращаться к психотерапевту, — необъяснимую депрессию, беспредметную тревогу и неадекватное поведение, которые, похоже, плохо поддаются контролю со стороны сознания.

Поскольку "цензура" ограничивает осознание человеком причин собственных поступков и переживаний, ограничивая тем самым и его контроль над различными структурами собственной личности, основное внимание в психоаналитической терапии уделяется тому, чтобы помочь пациенту ослабить силы вытеснения и осознать ранее подавленный психический материал. Психотерапевт предлагает пациенту прибегнуть к свободным ассоциациям, т. е. облечь в слова все приходящие на ум мысли, образы, воспоминания или переживания. Подобные ассоциации дают ключ к пониманию неосознанных влечений и интересов пациента. Психоте-

рапевт соответствующим образом интерпретирует заявления пациента, объясняя ему, какие желания, страхи, убеждения, чувство вины или иные психические образования лежат, вероятно, в их основе. Считается, что объяснения психотерапевта помогают больному постичь, каким образом подсознание влияет на его осознанные мысли, переживания и поведение.

Обе гипотезы, на которых мы сосредоточили свое внимание, согласуются с основными положениями теории психоанализа, но они существенно расходятся в положении о том, в какой степени человек способен контролировать работу своего подсознания. Первая, более популярная, гипотеза, которую я называю динамической, базируется в основном на ранних работах Фрейда и предполагает, что человек вообще не способен или лишь в малой степени способен контролировать свою подсознательную психическую жизнь. По этой гипотезе деятельность подсознания складывается главным образом из сил двух типов. С одной стороны, требующие удовлетворения сексуальные и агрессивные импульсы стремятся проникнуть в сознание; с другой стороны, им противодействуют силы вытеснения. Подсознательные импульсы и силы вытеснения взаимодействуют подобно тому, как взаимодействуют физические силы. Так, две противоположные силы взаимоуничтожаются, если они равны по величине, а большая сила преодолеет сопротивление меньшей. Взаимодействие этих сил определяет поведение человека.

Вторая гипотеза, которую я называю гипотезой контроля подсознания (или проще — гипотезой контроля), зиждется на идеях Фрейда, изложенных в ряде его поздних работ. Эта гипотеза допускает, что человек способен в некоторой степени контролировать работу своего подсознания: импульсы и другие психические образования хранятся в подавленном состоянии не из-за того, что силы вытесне-

ния неизбежно превалируют над неосознанными импульсами, но благодаря тому, что человек может, основываясь на своем прошлом опыте и оценивая настоящее, бессознательно решить, что переживание либо выражение тех или иных вытесненных ранее психических образований представляло бы для него опасность. Так, возможно подсознательно принять решение о том, что проявление любви к определенному человеку грозит унижением.

Гипотеза контроля, кроме того, предполагает, что пациенты, решившиеся прибегнуть к психотерапии, имеют сильное подсознательное желание вылечиться, а следовательно, подсознательно (равно как и сознательно) хотят осознать вытесненный психический материал и уяснить его значение. Можно думать поэтому, что подсознательно они могут решиться на извлечение подавленного ранее психического материала и на его осознание, если это больше не представляется им опасным.

Мы сравнили динамическую гипотезу и гипотезу контроля подсознания, изучив различные объ-

яснения, которые они дают некоторым часто встречающимся в психотерапии явлениям. Так, нередко пациенты спонтанно начинают осознавать подсознательный психический материал (например, свою враждебность к брату или сестре) без какого-либо упоминания об этом со стороны врача.

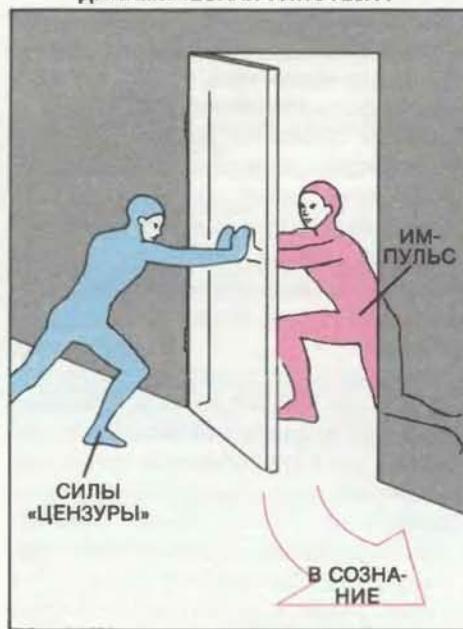
Объясняя этот феномен, обе гипотезы на первый план выдвигают некоторые специфические особенности взаимоотношений между пациентом и врачом. Эти взаимоотношения носят сугубо профессиональный и конфиденциальный характер и имеют место только в кабинете психотерапевта; кроме того, врач держится по отношению к пациенту как беспристрастный исследователь. Однако каждая гипотеза сосредоточивает внимание на своем аспекте этих взаимоотношений.

Динамическая гипотеза выдвигает на первый план фruстрацию, вызываемую у пациента отношением к нему психотерапевта. Предполагается, что во время лечения врач играет роль объекта подсознательных импульсов пациента; скажем, на него перемещаются подавленная враждебность и

подсознательная злоба к брату-сопернику. Отчужденное поведение врача не дает удовлетворения подсознательным импульсам пациента, которые вследствие этого могут стать еще сильнее — подобно тому, как усиливается неудовлетворяемый голод. Не получающие удовлетворения импульсы со все возрастающей силой пытаются прорваться в сознание пациента, но в большинстве случаев благодаря противодействию "цензуры" до него не доходят.

Согласно динамической гипотезе, усиливающиеся импульсы могут spontанно проникнуть в сознание пациента вопреки "цензуре" двумя путями. Либо они становятся настолько мощными, что преодолевают сопротивление сил вытеснения (так, на малейшую провокацию со стороны психотерапевта пациент может реагировать взрывом гнева), либо проходят через барьер "цензуры" в замаскированном виде — в этом случае сознания достигает видоизмененный, смягченный вариант импульса. Поскольку маскировка импульса скрывает его интенсивность и первоначальное содержание, он не подвергается действию обычных сил вытеснения. На-

ДИНАМИЧЕСКАЯ ГИПОТЕЗА I



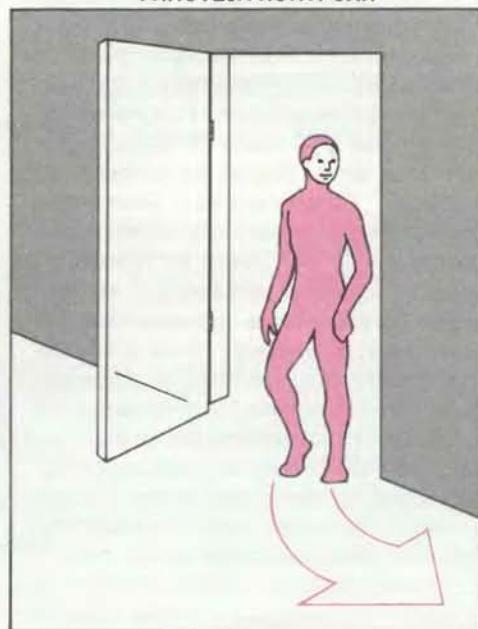
ПРЕДСКАЗАНИЕ: Высокий уровень тревоги
(Сила переживания не предсказывается)

ДИНАМИЧЕСКАЯ ГИПОТЕЗА II



ПРЕДСКАЗАНИЕ: Низкий уровень тревоги
Слабое переживание

ГИПОТЕЗА КОНТРОЛЯ



ПРЕДСКАЗАНИЕ: Низкий уровень тревоги
Сильное переживание

АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ГИПОТЕЗЫ о работе подсознания проверялись по их предсказаниям относительно переживаний и действий пациентов при спонтанном осознании подсознательного психического материала, не обсуждавшегося психотерапевтом. Согласно динамической гипотезе, запретный подавленный импульс способен спонтанно проникнуть в сознание двояко. Во-первых, он может преодолеть силы "цензуры" (слева), что приведет к конфликту между осознанным импульсом и "цензурой", а вследствие этого — к появлению у пациента тревоги. Во-вторых, подсознательный импульс может быть замаскирован (в цент-

ре) и тогда он проникнет в сознание не замеченным "цензурой"; в этом случае пациент должен испытывать лишь слабую тревогу (так как нет конфликта между импульсом и "цензурой"), но и переживать демаскированный импульс он будет тоже слабо. Гипотеза контроля подсознания (справа) предполагает, что подсознательный импульс осознается в том случае, когда пациент снимает "цензуру", решив, что он может безопасно переживать этот импульс. Тревога при этом должна быть слабой, зато переживание осознанного психического материала — сильным.

пример, злоба пациента, направленная на психотерапевта, может проникнуть в сознание в виде, казалось бы, не имеющем никакого отношения к делу "глупого" желания сбить врача с толку.

Динамическая гипотеза предсказывает, что если подсознательный импульс проникает в сознание, преодолевая сопротивление сил "цензуры", он вступит с этими силами в конфликт; в таком случае пациент должен испытывать напряжение и тревогу. Если же подсознательный импульс проникает в сознание в замаскированном виде, тревоги у пациента не возникнет; поскольку при этом истинная сила импульса не осознается, человек не будет сильно переживать.

Следует отметить, что слово "переживание" здесь имеет вполне конкретный смысл и поддается оценке с помощью стандартной процедуры по так называемой шкале переживаний. Считается, что человек переживает чувство или мысль сильно, если он способен четко их сформулировать и сосредоточен на уяснении их значимости. О человеке, который выражается расплывчато и слова которого лишь отдаленно касаются предмета разговора, говорят, что он переживает мысль или чувство слабо.

В противоположность динамической гипотезе, гипотеза контроля предполагает, что беспристрастное отношение психотерапевта к пациенту и конфиденциальность их взаимоотношений не только не вызывает у пациента фрустрации, но создает атмосферу безопасности. Благодаря этому человек может подсознательно решить, что ему ничто не угрожает, если в сознание проникнут те или иные вытесненные психические образования. К примеру, если враждебные импульсы, постоянно подавлялись из страха перед возможным, то во время психотерапевтического сеанса, когда нет опасения наказания, злоба может излиться на врача, а в результате исчезнут силы вытеснения, противодействовавшие этой злобе.

По гипотезе контроля пациенты не должны испытывать значительной тревоги при осознании ранее вытесненного психического материала, поскольку этот материал извлекается из подсознания только после того, как подсознательно преодолен страх перед возможными последствиями. Кроме того, так как при этом нет необходимости маскировать свои мысли и чувства, человек может "смотреть им прямо в лицо" и размышлять над ними; иначе говоря, осознанные мысли и чувства должны переживаться сильно.

Таким образом, разные гипотезы

дают четко различающиеся предсказания о поведении человека в ходе психотерапии. Согласно динамической гипотезе, при осознании подавленного психического материала пациент должен испытывать либо сильную тревогу, либо — в случае проникновения в сознание замаскированного импульса — небольшую тревогу в сочетании со слабым переживанием осознанного материала. Согласно гипотезе контроля подсознания, тревога во время психотерапии должна быть, наоборот, слабой, а переживание осознанного психического содержания сильным.

ЧТОБЫ выяснить, какое из этих предположений верно, мы изучили психическую деятельность одной из наших пациенток, С., во время психоанализа — интенсивной формы психотерапии, при которой пациент посещает врача 4—5 раз в неделю. (Такое лечение проводят специалисты-психоаналитики, т. е. психотерапевты, прошедший специальный курс обучения, который включает глубокое изучение теории Фрейда и овладение техникой психоанализа; на приобретение такой квалификации требуется несколько лет.)

Теоретически основная задача нашего исследования представлялась довольно просто: определить уровень тревоги и переживаний С. в тот момент, когда она осознает ранее подавленный психический материал. Однако, как можно судить по сильно упрощенному описанию проведенной нами тщательной, потребовавшей немало времени работы, осуществить эту задачу на деле оказалось далеко не просто.

Во всех наших исследованиях ведутся дословные записи психотерапевтических сеансов, которые с согласия пациента регистрируются на магнитную ленту. Эти записи содержат точные и исчерпывающие данные, что позволяет работу, проделанную одной группой исследователей, повторно анализировать другим исследователям.

В исследовании, о котором идет речь, нами были изучены записи первых 100 сеансов психоанализа С., проводившихся с нею психотерапевтом-мужчиной. Чтобы идентифицировать материал, вытесненный в подсознание в начале курса психоанализа, но позднее вновь появившийся в сознании, мы прежде всего выделили все психические структуры — мысли, убеждения, воспоминания и чувства, которые выявлялись в записях более поздних сеансов (с 41-го по 100-й), но отсутствовали в ранних. К примеру, было обнаружено, что на одном из поздних се-

ансов пациентка вспомнила, как хотела убить своего брата, о чем раньше ни она сама, ни лечивший ее психоаналитик не упоминали.

В сущности С. вполне могла осознавать некоторые из таких вновь возникавших тем, даже хотя прежде она о них не говорила. Эти темы нельзя было считать вытесненными, и из анализа их следовало исключать. Здесь мы прибегли к помощи "арбитров", в роли которых выступили 20 практикующих или проходящих обучение психоаналитиков. Каждый арбитр получал перечень вновь возникших тем и краткое словесное описание первых 10 сеансов психоанализа. Основываясь на собственном понимании проблем пациентки, он решал, какие, на его взгляд, темы были вытеснены в подсознание на первых 10 сеансах (при этом исключалась всякая внешняя информация, которая могла бы повлиять на решение). Кроме того, арбитр оценивал по пятибалльной шкале, с какой степенью уверенности он выносит то или иное решение. Мы включали в анализ только те темы, для которых решение о вытеснении в подсознание принималось достаточно надежно, а именно при степени уверенности в решении 4—5 баллов.

В результате получился новый перечень тем, сначала вытесненных в подсознание, а затем заново осознанных. Теперь надо было идентифицировать и исключить темы, которые могли быть каким-либо образом подсказаны пациентке врачом. Для этого арбитрам дали новый перечень тем и полную запись всего сказанного психоаналитиком на протяжении первых 100 сеансов. Арбитры выявили лишь одну тему, обсуждавшуюся врачом, которая и была исключена из анализа.

ПРОДЕЛАВ все это, мы, наконец, приступили к оценке уровня тревоги и степени переживаний С. при осознании ранее подавленного психического материала. Записи 5-минутных фрагментов ее разговора во время сеансов психоанализа оценивались двумя группами арбитров по одной из двух шкал для определения уровня тревоги — по шкале Мала либо по шкале Готтшалка — Глезера. Записи включали все фрагменты, предположительно содержащие вытесненный психический материал, а также многочисленные наугад выбранные фрагменты. Арбитры не знали, что собой представляет тот или иной фрагмент. При оценке тревоги по шкале Мала учитывается частота разрывов в речи; чем обрывистее речь, тем сильнее тревога. По шкале Готтшалка — Глезера об уровне тревоги судят на основ-

вании частоты обращения пациента к определенным темам (например, увечьям, стыду, смерти).

По средним значениям оценок арбитров мы заключили, что во время осознания ранее подавленного психического материала С. тревожилась не больше, чем обычно. Более того, оценки по шкале Мала свидетельствовали о том, что, когда вытесненный психический материал проникал в сознание, уровень тревоги у пациентки был гораздо ниже обычного. (За ис-

ключением особо оговариваемых случаев все обсуждаемые в этой статье результаты имеют высокую статистическую значимость.)

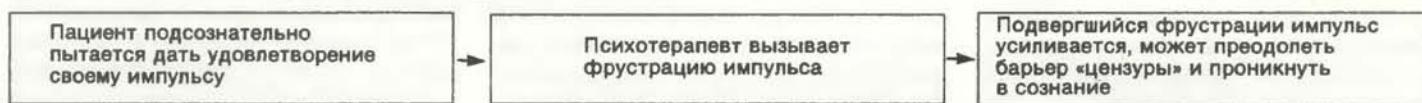
О том, насколько сильно С. переживала осознаваемый психический материал, судили по шкале переживаний. Анализируя те же фрагменты разговоров с врачом, мы обнаружили, что она переживала осознание ранее вытесненного психического содержания острее, чем случайного материала.

Низкий уровень тревоги и сильное переживание при осознании ранее вытесненного психического содержания согласуются с гипотезой контроля подсознания и идут вразрез с динамической гипотезой. Значит, в процессе психотерапии пациенты в основном спонтанно осознают ранее вытесненный психический материал благодаря возникновению чувства безопасности во время сеансов психоанализа, а не из-за усиления ранее подавленных импульсов в результате фрустрации.

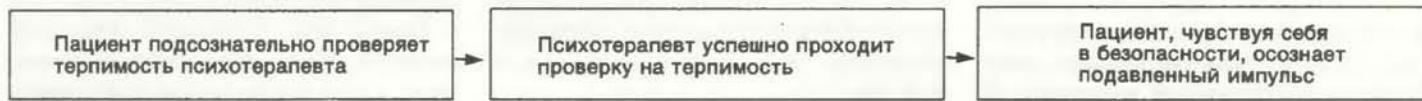
1. НАБЛЮДЕНИЕ



2. ОБЪЯСНЕНИЕ НАБЛЮДЕНИЯ В РАМКАХ ДИНАМИЧЕСКОЙ ГИПОТЕЗЫ



3. ОБЪЯСНЕНИЕ НАБЛЮДЕНИЯ В РАМКАХ ГИПОТЕЗЫ КОНТРОЛЯ ПОДСОЗНАНИЯ



4. РЕЗУЛЬТАТЫ

| ИЗМЕНЕНИЕ В ПОВЕДЕНИИ ПАЦИЕНТА | ПРЕДСКАЗАННОЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ ГИПОТЕЗОЙ | ПРЕДСКАЗАННОЕ КОНТРОЛЬНОЙ ГИПОТЕЗОЙ | РЕЗУЛЬТАТЫ |
|--------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|------------|
| Изменение в возбуждении | Усиление | Ослабление | Ослабление |
| Изменение в релаксации | Ослабление | Усиление | Усиление |
| Изменение в твердости | — | Усиление | Усиление |
| Изменение в любви | — | Усиление | Усиление |

ДИНАМИЧЕСКАЯ ГИПОТЕЗА И ГИПОТЕЗА КОНТРОЛЯ по-разному объясняют тот факт, что иногда пациент может осознать себя, предъявив подсознательное требование к психотерапевту (1) — например, замаскированное требование получить извинение (см. рисунок). Согласно динамической гипотезе (2), пациенты предъявляют такие требования из-за подсознательного желания удовлетворить свои импульсы (на рисунке — враждебный импульс). Если врач, не поддавшись требованию пациента, вызывает тем самым фрустрацию импульса, тот усиливается и может прорваться в сознание. (Женщина на рисунке может осознать, что она хочет уязвить своего врача.) Предполагается поэтому, что после осознания подавленных импульсов

тревога и напряжение пациента усиливаются. По гипотезе контроля подсознания (3), пациенты предъявляют к психотерапевту требования в виде проверки его на терпимость к подавленному материалу. Считается, что пациент, почувствовав спокойное отношение врача, обретет уверенность в себе и снимет «цензуру». (Женщина на рисунке может осознать, что ей нечего беспокоиться по поводу того, как бы своей враждебностью не задеть врача.) В результате тревога и напряжение пациента ослабнут, и он почувствует себя смелее и доверительнее к психотерапевту. Экспериментальная проверка таких предсказаний (4) подтвердила правильность гипотезы контроля.

Мы проверяли динамическую гипотезу и гипотезу контроля подсознания также путем изучения определенной последовательности событий, часто наблюдающейся во время психотерапии. Эта последовательность начинается с того, что пациент подсознательно предъявляет к врачу какое-нибудь мощное требование. Например, пациент-мужчина, описывая свои сексуальные фантазии, в которых участвует женщина, похожая на проводящую сеанс психоанализа женщину-врача, может тем самым бессознательно выражать желание вступить с последней в половую связь. Врач не идет навстречу такому требованию, а демонстрирует нейтральную реакцию, например, соответствующим образом интерпретирует заявление пациента или задает ему вопрос. В такой ситуации некоторые пациенты могут глубже понять собственные подсознательные побуждения, и их лечение становится более успешным.

Динамическая гипотеза объясняет эту последовательность событий, предполагая, что подобное требование, как правило, представляет собой попытку удовлетворить подавленные импульсы. Не поддаваясь требованию пациента, психотерапевт вызывает фruстрацию, что ведет к усилиению импульса. Если импульс становится достаточно мощным, он может прорваться через барьер "цензуры" в сознание; если же импульс остается подавленным, то благодаря его подсознательному давлению лечебный процесс может облегчаться.

Гипотеза контроля подсознания дает совершенно иное объяснение. Вспомним, что, согласно этой гипотезе, пациент бессознательно хочет осознать вытесненный материал. В то же время он осторожен, как бы выражение некоторых подавленных мыслей и чувств не испортило его отношений с психотерапевтом. Поэтому подсознательные требования пациента к врачу носят характер окольной проверки терпимости последнего к таким мыслям и чувствам. Если пациент убеждается, что врач вполне терпим к этим требованиям, у него может появиться то чувство безопасности, которое требует для проникновения подавленного психического материала в сознание. Например, пациент-мужчина, бессознательно пытающийся соблазнить женщину-врача, может обрести необходимую уверенность в себе, обнаружив, что хотя соблазнить ее и не удастся, но на его домогательства она не сердится; проникнувшись после этого доверием к ней, он может освободиться и от страха осознать свой к ней сексуаль-

ный интерес. (Гипотеза контроля предполагает также, что в некоторых случаях пациент считает психоанализика выдержавшим "проверку на терпимость" только тогда, когда тот подчиняется некоторым подсознательным требованиям пациента. В целях нашего исследования, однако, рассматриваются только те случаи, когда врач проходит эту проверку, не поддаваясь требованиям пациента.)

Каковы предсказания сравниваемых нами гипотез относительно реакции пациента, если психотерапевт не поддается его подсознательным требованиям? По динамической гипотезе, при таком поведении врача неудовлетворенные подсознательные импульсы пациента будут усиливаться, а их конфликт с силами подавления — усугубляться, что вызовет у пациента усиление тревоги и напряжения. Напротив, согласно гипотезе контроля, тревога и напряжение пациента, как правило, должны ослабевать, поскольку некоторые пациенты, столкнувшись с "неподатливостью" врача, начинают чувствовать себя увереннее.

Гипотеза контроля позволяет предсказать и ряд других аспектов поведения пациентов, которые динамическая гипотеза оставляет без внимания. Так, исходя из этой гипотезы, можно предполагать, что после того как врач прошел проверку на терпимость, пациент станет относиться к нему с большим расположением, так как отныне он видит в нем помощника. Мало того, поскольку пациент должен чувствовать себя в большей безопасности, он скорее всего будет вести себя и храбре, т. е. свободнее выражать свои истинные мысли и чувства.

Для проверки этих предсказаний мы вновь прибегли к изучению первых 100 сеансов психоанализа С. Как и ожидалось, этой пациентке, по всей видимости, больше пользы приносил такое поведение врача, когда он не поддавался на ее подсознательные требования, нежели когда шел им навстречу.

Мы идентифицировали большое число взаимодействий, в которых со стороны С. имело место предъявление к психотерапевту мощных подсознательных требований. Чтобы прямо сравнить предсказания динамической гипотезы и гипотезы контроля, анализировались только требования, отвечающие критериям обеих гипотез, т. е. те требования, которые могли трактоваться и как попытка дать удовлетворение подсознательным импульсам, и как подсознательная проверка врача на терпимость.

Для этого мы просили арбитров, придерживающихся динамической гипотезы, идентифицировать случаи, когда, по их мнению, С. пыталась дать удовлетворение подсознательному импульсу, а арбитров, предлагающих гипотезу контроля, — выбрать эпизоды, когда пациентка подсознательно подвергала психотерапевта важной для нее проверке на терпимость. Для анализа отбирались взаимодействия, выделенные и теми, и другими арбитрами.

Затем анализировалось участие психотерапевта в каждом из этих отобранных взаимодействий. Как и прежде, сторонников гипотезы просили оценить, в какой степени поведение врача способствовало фрустрации подсознательных импульсов С. А приверженцам гипотезы контроля предлагалось определить, насколько успешно в данном взаимодействии психотерапевт прошел подсознательную проверку на терпимость. Эта процедура позволила нам разграничить в поведении врача те действия и речи, которые обусловили фрустрацию подсознательных импульсов С. или были восприняты ею как доказательство его терпимости, и те, в которых он шел навстречу подсознательным требованиям пациентки или не выдержал проверки на терпимость. (Кроме того, мы сопоставили оценки двух групп арбитров и убедились, что в тех же случаях, когда поведение врача, по мнению арбитров одной группы, вызывало у С. фрустрацию подсознательных импульсов, он, по мнению арбитров второй группы, успешно выдерживал подсознательную проверку на терпимость.)

Теперь мы попросили арбитров провести оценку фрагментов разговора С. (до и после соответствующего влияния психотерапевта) по нескольким шкалам, предназначенным для определения уровня тревоги, расслабленности (напряжения), уверенности в себе и расположности к врачу. Разные группы арбитров пользовались различными шкалами, причем никто из них не знал, до или после влияния психотерапевта записывался тот или иной фрагмент. С помощью статистического метода, позволяющего рассчитать так называемый показатель относительного прироста, мы определяли изменения (по каждой шкале), произошедшие в состоянии пациентки в результате взаимодействия с психотерапевтом.

Обработка полученных данных показала, что когда врач не поддавался подсознательным требованиям пациентки (т. е. когда он выдерживал подсознательную проверку на терпимость либо вызывал фрустрацию

подсознательных желаний), тревога и напряжение у нее ослабевали, а уверенность в себе и расположение к врачу усиливались. Таким образом, все наши результаты подтверждают гипотезу контроля подсознания. Они свидетельствуют, что пациенты предъявляют к психотерапевту подсознательные требования с целью убедиться, что могут безопасно осознать те мысли, переживания и воспоминания, которые ранее были вытеснены в подсознание.

ЧТО НУЖНО делать психотерапевту, чтобы пациенту удалось постичь себя как можно лучше? Этого вопроса касается разработанный мною вариант гипотезы контроля, в

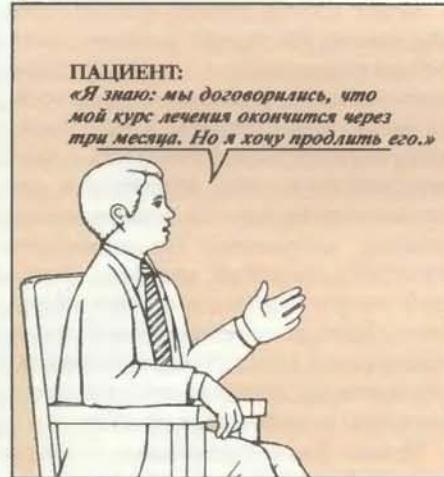
котором определяются типы интерпретаций подсознательного содержания, способные вызывать у пациентов непосредственные благотворные эффекты. Можно надеяться, что такие интерпретации повысят и общую эффективность психотерапии.

Согласно этой гипотезе, психические проблемы пациента коренятся не в подавленных импульсах, неадекватным образом ищущих удовлетворения (о чем говорит динамическая гипотеза), а в болезненных представлениях человека, называемых патогенными установками. Такие подсознательные иррациональные представления вызывают и поддерживают психическое расстройство. Они мешают человеку, так как препятствуют достижению им

определенных, особо желанных целей; эти установки предупреждают человека, что если он попытается достичь желаемой цели, то подвергнется опасности и будет страдать от страха, тревоги, вины, стыда или раскаяния. Патогенные установки у людей могут быть весьма различными. Так, один страдает от убеждения, что ему не следует стремиться к независимости, так как это принесет одиночество и несчастье его близким; другой мучается, воображая, что если станет домогаться нравящейся ему женщины, то будет жестоко за это наказан.

Люди, обращающиеся к психотерапии, в высшей степени заинтересованы в том, чтобы их патогенные установки были опровергнуты, ликвиди-

1



ПАЦИЕНТ:

«Я знаю: мы договорились, что мой курс лечения окончится через три месяца. Но я хочу продлить его.»



ПСИХОТЕРАПЕВТ: «Я не думаю, что вы нуждаетесь в продлении лечения. Вы, наверное, беспокоитесь, что меня заденет наше расставание; из-за этого вы испытываете тревогу и чувство вины. Всё же надо продолжать сеансы, чтобы сделать мне приятное. Я ничуть не обижена, а вы вполне можете обойтись без меня.»



ПАЦИЕНТ:

«Ну, вот опять мне люди кажутся более обидчивыми, чем на самом деле.»

(Цель пациента — не зависеть от врача, но в подсознании содержится патогенная установка, что врача уязвит уход пациента. Пациент чувствует себя виноватым.)

(Интерпретация, содействующая плану.)

(Пациент чувствует облегчение и его состояние улучшается.)

2. ЧТО АНАЛИЗИРУЕТСЯ



3. ЧТО ОПРЕДЕЛЯЕТСЯ



ИНТЕРПРЕТАЦИИ поведения пациента, сообщаемые ему психотерапевтом, влияют на состояние пациента. Интерпретации, содействующие подсознательному плану пациента, согласно гипотезе контроля, помогают ему опровергнуть свои подсознательные установки (1). Вариант этой гипотезы, сформулированный автором статьи, предполагает, что у пациента имеются подсознательные патогенные установки, предупреждающие его о негативных последствиях (вины, стыда) стремления к определенным целям. В процессе психотерапии пациент подсознательно планирует опровергнуть эти мешающие ему установки (слева). Комментарии врача "в духе" плана, т. е. содействующие ему (в центре), идут на пользу пациенту, так как способствуют осознанию подсознательных побуждений; возникающие при этом чувства переживаются сильно (справа).

Комментарии, идущие вразрез с планом, т. е. подкрепляющие патогенные установки, будут препятствовать осознанию подсознательных установок и их переживанию и, следовательно, пойдут во вред пациенту. Для проверки гипотезы анализировались фрагменты разговора пациента на сеансах психоанализа до и после его интерпретации психотерапевтом (2). По стандартным шкалам оценивались уровень осознания и степень переживания подсознательного материала (3). Независимо оценивалась степень содействия интерпретации психотерапевта подсознательному плану пациента. Высокая корреляция между этим показателем и изменениями уровней осознания и переживания подсознательного содержания свидетельствует о благоприятном влиянии интерпретаций, содействующих подсознательному плану, на психическое здоровье пациента.



ШКАЛА для оценки степени осознания пациентом своих мыслей, чувств и действий — один из многочисленных инструментов, которыми пользуются автор статьи и его сотрудники для количественного описания своих наблюдений. Представленная на этом рисунке шкала гораздо проще, чем упоминающаяся в тексте статьи шкала Моргана, но она позволяет получить сравнимые данные.

рованы, так как тогда они без опаски смогут добиваться цели, против которой остерегают их подсознательные убеждения. Пациенты стремятся опровергнуть эти убеждения, отчасти подсознательно проверяя их на психотерапевте, отчасти предъявляя к нему подсознательные требования, а иногда другими способами. Например, женщина, боящаяся своим стремлением к независимости причинить боль родителям и уязвить психотерапевта-мужчину, во время психоаналитических сеансов может "на пробу" демонстрировать независимость, отвергая доводы врача, а затем подсознательно наблюдать, не уязвила ли она его этим. А кроме того, пациенты используют интерпретации врача для того, чтобы постичь свои бессознательные установки и понять, что опасности, о которых эти установки их предупреждают, нереальны.

Поскольку все поведение пациента во время психотерапии подсознательно направлено на опровержение патогенных убеждений и достижение определенных целей, его можно назвать запланированным. В этой связи интерпретации, которые предположительно помогут пациенту реализовать подсознательные планы, я называю содействующими плану, а те, которые могут помешать этому, — препятствующими плану.

Чтобы разобраться в концепции интерпретаций, содействующих плану, рассмотрим гипотетический случай. Допустим, молодой человек испытывает чувство вины за свое желание стать независимым от родителей, будучи подсознательно убежден, что разлука с ним для них невыносима и

грозит бедой. В ходе психотерапии одним из его подсознательных планов будет сбор доводов против этого убеждения, чтобы, к примеру, он мог чувствовать себя спокойно, уходя из дома. Реализация такого плана может начаться с подсознательной проверки терпимости психотерапевта к претензиям пациента на независимость. Скажем, молодой человек примется обсуждать свое намерение поработать в другом городе. Содействующей его плану будет та интерпретация, согласно которой он не хочет относиться к этому намерению серьезно из боязни причинить боль семье и обидеть своего врача; интерпретацией, препятствующей реализации плана, будет предположение, что его намерение отражает подсознательное желание избежать осознания своей зависимости от врача и родителей.

Моя гипотеза предсказывает, что на интерпретации, содействующие плану, пациент будет реагировать иначе, чем на интерпретации, препятствующие тому или никакого того не касающиесяся. Когда пациенту предлагается интерпретация, содействующая плану, он должен осознать свои подсознательные убеждения и сильно переживать охватившие его при этом эмоции. Если же интерпретация идет вразрез с планом пациента, он ощущает себя в конфликтной ситуации; при этом процесс осознания будет менее глубоким, а переживание сопутствующих чувств — менее сильным.

ЭТИ ПРЕДСКАЗАНИЯ были нами проверены на примере трех пациентов, подвергшихся коротким (16 недельным) курсам психоанализа.

Связь между содействующими и препятствующими плану интерпретациями, с одной стороны, и уровнем переживаний и осознания подавленного психического материала — с другой, определялась следующим образом. Прежде всего мы просили арбитров-клиницистов выявить у пациента патогенные установки и цели, против которых эти установки предостерегали. Для этого они анализировали данные предварительного (сделанного до начала лечения) собеседования с пациентом и записи первых двух сеансов. На основании результатов анализа арбитры высказывали свое мнение о том, в чем заключался процесс осознания, содействовавшего плану, т. е. осознания, предположительно помогавшего пациенту опровергнуть патогенные установки.

Затем другой группе клиницистов мы давали для каждого пациента перечень его установок, целей и предположительно полезных эпизодов осознания, а также перечень, характеризующий влияние психотерапевта в ходе психоанализа, куда включались все его комментарии, провоцировавшие процесс осознания. На основании этих двух перечней арбитры (которым ничего не было известно о реакциях пациента) по специальной шкале оценивали, в какой степени комментарии врача содействовали плану пациента или же шли с ним вразрез.

Нужно было определить, в какой степени изменялись осознание и переживания пациента под влиянием тех или иных действий и слов психотерапевта. Для этого выделялись фрагменты разговора пациента непосредственно до и после того, как врач предлагал ему свою интерпретацию. Одна группа арбитров (которые не знали ни в каком порядке пациентом делались комментарии, ни содержания интерпретаций психотерапевта) оценивала каждый фрагмент разговора по так называемой шкале Моргана для определения степени осознания пациентом психического материала. Другая группа арбитров оценивала те же фрагменты по шкале переживаний. После этого рассчитывались показатели относительного прироста.

У каждого из трех пациентов мы выявили тесную корреляцию между интерпретациями, содействующими плану, и степенью осознания подсознательного содержания, а также уровнем переживаний. Например, корреляция между средним уровнем соответствия всех интерпретаций, сделанных во время данного сеанса, подсознательному плану пациента и средним показателем его переживаний во время этого сеанса оказалась весьма высокой: 0,78 — у первого пациента,

0,54 — у второго и 0,57 — у третьего. Такие результаты подтверждают мою гипотезу.

Приводит ли интерпретация врачом психического материала в духе подсознательного плана к долгосрочному улучшению психического состояния пациента или же благотворный эффект приурочен в основном к тому времени, когда делается соответствующая интерпретация? Чтобы ответить на этот вопрос, мы опросили пациентов и провели оценку их психического состояния (с помощью специальных тестов для определения долгосрочных лечебных эффектов) через 6 месяцев после того, как они прекратили посещать своих психотерапевтов.

Психическое состояние одного пациента было очень хорошим, другого — удовлетворительным, а третьего — неважным, причем эффект тесно коррелировал с типом интерпретаций, полученных пациентом в ходе курса психоанализа. Процентное соотношение интерпретаций, содействовавших подсознательному плану, противоречивших ему и носивших неопределенный характер, в случае первого пациента составляло 89:2:9 соответственно, в случае второго — 80:2:18 и в случае третьего пациента — 50:6:44. Хотя для большей убедительности необходимо изучить более многочисленную выборку пациентов, полученные результаты, тем не менее, явно указывают на то, что если врач предлагает больше интерпретаций в духе подсознательного плана пациента, тот будет чувствовать себя лучше, чем получая преимущественно интерпретации, идущие с этим планом вразрез.

КАКОВ же все-таки механизм психотерапевтического воздействия? В какой-то мере ответить на этот вопрос позволяют результаты наших исследований.

Мы показали, что врач, давая пациенту такую интерпретацию его поведения, которая содействует подсознательному плану пациента, приносит ему пользу, а интерпретации, препятствующие этому плану, влияют негативно. Тем самым подтвердилось предположение о том, что люди страдают от подсознательных патогенных установок и что они составляют и реализуют подсознательные планы их опровержения для того, чтобы преодолеть препятствия на пути к своим сознательным и подсознательным целям.

Мы получили также указания на то, каким образом реализуются такие планы. Наши результаты согласуются с предположением, что пациенты

осознают свои патогенные установки или иные подсознательные мысли и чувства только в том случае, если убеждаются, что могут сделать это безопасно для себя, т. е. не рискуя подвергнуться внутреннему (вины, стыд) или внешнему (отвергнутая любовь) наказанию. Нам удалось, кроме того, продемонстрировать, что пациенты активно ищут гарантии своей безопасности в этом отношении, подсознательно подвергая психотерапевта соответствующей проверке.

Похоже, что когнитивные способ-

ности подсознания до сих пор недооценивались. По всей видимости, человек может подсознательно решать самые разнообразные интеллектуальные задачи, включая составление и реализацию планов для достижения конкретных целей. Значение этого обстоятельства для психотерапии очевидно: хороший врач, тщательно уяснив себе подсознательные цели пациента, постарается дать его подсознательному материалу такую интерпретацию, которая будет способствовать достижению им этих целей.

Наука и общество

Необходим более жесткий контроль

СОГЛАСНО новым всесторонним данным, приведенным в работе Национального исследовательского совета "Биологические эффекты малых доз ионизирующих излучений (V)", оценка вероятности возникновения раковых заболеваний при воздействии единичной дозы радиации возросла приблизительно втрое по сравнению с ранее сделанными оценками, опубликованными в 1980 г. Совет не нашел той безопасной дозы, при которой риск развития рака был бы незначителен. В работе использовались последние данные о переживших атомные взрывы в Японии и о больных, подвергавшихся облучению в процессе лечения.

Новая работа, пятая в этой серии, затрагивает только рентгеновское и γ -излучение. Эта информация уже используется как аргумент в пользу снижения допустимой дозы облучения для работающих в ядерной промышленности.

Мнения о результатах исследований, проведенных в 1980 г., были весьма противоречивы: уже в то время двое из проводивших его специалистов опубликовали данные, ставящие под сомнение оценки риска возникновения рака. Последующий дополнительный анализ с помощью компьютеров подтвердил, что в исследований 1980 г. преуменьшалась опасность раковых заболеваний. Согласно новым данным, например, однократное облучение 100 тыс. человек дозой 10 бэр увеличит ожидаемое число жертв раковых заболеваний с 18 330 еще на 792. Риск возникновения рака (по крайней мере солидных опухолей), по всей видимости, пропорционален дозе радиации.

Увеличивается также количественная оценка риска отставания в умст-

венном развитии у детей, облученных в период от 8 до 15 недель внутриутробного развития, в то время как вероятность наследственных заболеваний оказывается ниже, чем предполагали ранее.

Председатель комитета, проводившего эти исследования, А. Аптон из Медицинского центра при Нью-Йоркском университете заявил, что новые оценки вовсе не революционны, так как они практически не затрагивают большую часть населения (среднедозовая доза, получаемая американцами, составляет менее 0,5 бэр и в основном обусловлена продуктами распада радона; кроме того, риск заболеть раком уменьшается по меньшей мере вдвое, если облучение происходит в течение длительного времени). Аптон тем не менее полагает, что рабочие, которые получают относительно высокие дозы, должны проходить более тщательное обследование. Он также подчеркнул, что эти выводы носят предварительный характер, так как наиболее молодые жертвы атомной бомбардировки сейчас достигли лишь среднего возраста; количественные оценки риска могут изменяться до самой смерти последних из этих людей.

Министр энергетики, адмирал Дж. Уоткинс, поручил своим сотрудникам определить, руководствуясь новыми данными, есть ли необходимость как-либо изменить работу его департамента. Национальный совет по вопросам радиации и Комиссия по ядерному контролю также тщательно изучают новые данные. Группы активистов, например Служба информации в Вашингтоне, намереваются использовать эти новые сведения для достижения своей главной цели — реализации предложения Комиссии по ядерному контролю об изменении порядка хранения отходов с очень низким уровнем радиоактивности.

История происхождения индоевропейских языков

Авторы считают, что общий источник происхождения этих языков обнаруживается в Азии, а не в Европе. Ставится под сомнение считавшееся ранее ясным различие между восточной и западной ветвями этой языковой семьи

Т. В. ГАМКРЕЛИДЗЕ, В. ВС. ИВАНОВ

НАУКА о языке — лингвистика — дает возможность гораздо дальше заглянуть в прошлое человечества, чем это позволяют сделать самые древние письменные памятники. Она сравнивает родственные языки, восстанавливая их предшествующие состояния, а в конечном счете и их первоначального общего предка — праязык. В свою очередь праязык проливает свет на жизнь людей, говоривших на этом языке, локализуя их во времени и пространстве.

Эта наука получила свое развитие благодаря изучению большой семьи индоевропейских языков, которая далеко превосходит остальные по количеству языков и числу говорящих на них людей. Для почти половины человечества родным языком служит один из индоевропейских языков, к этой большой семье принадлежат шесть из десяти языков, на которых публикуется журнал «Scientific American» — английский, французский, немецкий, итальянский, русский и испанский.

За последние 200 лет языковеды все более уверенно и глубоко осуществляют реконструкцию словарного состава и синтаксиса гипотетического индоевропейского праязыка. Они пытаются проследить пути, по которым шло разделение этого языка на ряд родственных языков, распространявшихся по всей Евразии, стремясь обнаружить в начале этих путей местонахождение самого праязыка. Понапачалу исследователи полагали, что родиной праязыка была Европа и что затем пути миграции разделившихся языков привели к четкому делению на восточную и западную ветви. Наши же работы показывают, что праязык возник более 6 тыс. лет назад в восточной части Анатолии (Малой Азии), а затем в процессе миграции сначала на восток, а позднее и на запад сформировались несколько родственных языков.

Реконструкцию древних языков можно сравнить с методами молекулярной биологии, применяемыми для изучения эволюции жизни на Земле. Биохимики выявляют молекулярные соединения, выполняющие аналогичные функции в самых различных организмах, чтобы вывести характеристики первоначальных структур, из которых предположительно произошли эти соединения. Аналогичным образом языковед ищет соответствия в грамматике, синтаксисе, словаре и звуковом строе известных языков, чтобы реконструировать их ближайших предков, а затем и первоначальный праязык. Живые языки можно непосредственно сопоставлять друг с другом, звуки же мертвых языков, сохранившихся лишь в письменной форме, могут быть обычно восстановлены на основе внутриязыковых данных. Однако реконструировать мертвые бесписьменные языки можно лишь сопоставляя их языки-потомки и затем прослеживая их эволюцию в обратном направлении на основе законов, управляющих фонологическими изменениями. Фонология — наука о звуковых элементах слов — имеет первостепенную важность для исторического языкознания, поскольку звуки на протяжении веков оказываются более устойчивыми, чем значения слов.

Первоначально исследования индоевропейских языков охватывали языки, наиболее знакомые европейским ученым: итальянской, кельтской, германской, балтийской и славянской языковых групп. Близость этих языков к индоарийским языкам, на которых говорили в далекой Индии, была замечена путешественниками-европейцами еще в XVI в. А в 1786 г. Уильям Джонс, английский юрист, изучавший культуры Востока, впервые предположил, что у всех у них мог быть общий предок. Таким образом, он положил начало тому, что позднее стало известно как «индоев-

ропейская гипотеза» и что послужило главным толчком для возникновения исторического языкознания XIX в.

РЕКОНСТРУИРУЯ индоевропейский праязык, языковеды в первое время широко использовали закон Гrimma o Lautverschiebung («передвижение звуков»), согласно которому ряды согласных с течением времени сменяют друг друга регулярным и предсказуемым образом. Закон этот сформулировал в 1822 г. Якоб Гrimm, который больше знаменит сборником сказок, составленным им вместе с его братом Вильгельмом. Закон Гrimma, в частности, объясняет, почему некоторые звонкие согласные в германских языках сохранились, несмотря на общую тенденцию их замены глухими согласными. Ряд «звонких» согласных «б», «д», «г» (при произнесении которых происходит мгновенная вибрация голосовых связок и которые предположительно существовали в праязыке) был, согласно прежним взглядам, изменен на соответствующий глухой ряд «п», «т», «к». Согласно закону Гrimma, это произошло путем «оглушения» этих согласных (например, «п» не сопровождается вибрацией голосовых связок). Отсюда слово «dhar» в санскрите рассматривается как архаическая форма, соответствующая английскому «draw», которое в свою очередь более древняя форма, чем немецкое «tragen» (все три слова означают «тащить»).

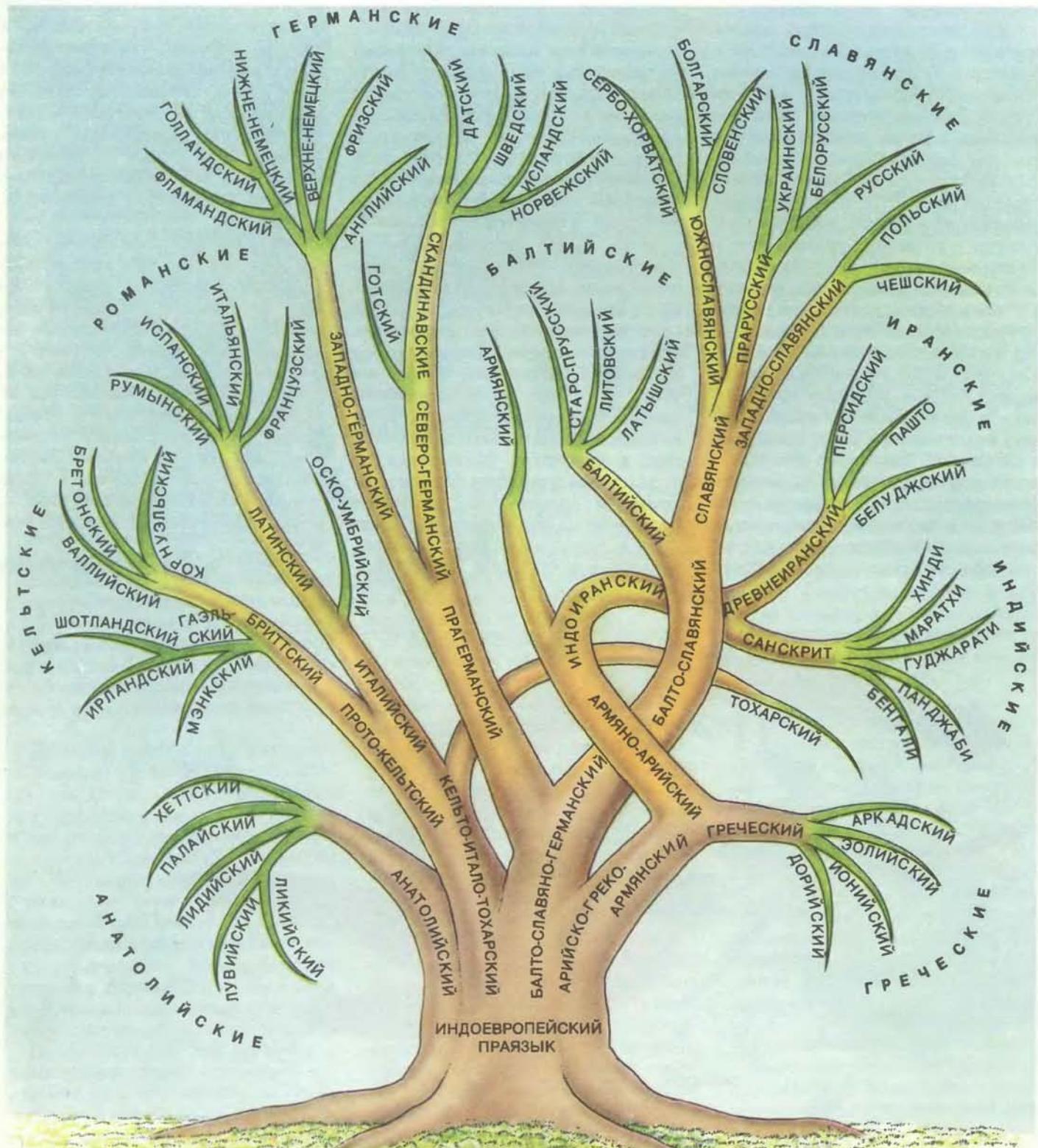
Подобные правила использовались и при реконструкции индоевропейских слов, по которым можно судить о жизни их носителей. Такие слова называли элементы пейзажа и климата, которые первоначально языковеды относили к району Европы между Альпами на юге и Балтийским и Северным морями на севере (см.: Paul Thieme. The Indo-European Language, "Scientific American", October, 1958).

Более поздние исследования указывают в качестве вероятного места

происхождения индоевропейского языка район Ближнего Востока. К настоящему времени уже три поколения археологов и лингвистов откопали и расшифровали древние рукописи почти на дюжине языков при раскопках

в современной Турции и более восточных районах вплоть до Таджикистана. Эти открытия, а также новые общеязыковедческие теории вызвали необходимость в пересмотре установленных взглядов на развитие языков.

Район, которому соответствуют названия элементов пейзажа в праязыке, согласно сегодняшним представлениям, должно быть, находился где-то в пределах «полумесяца», охватывающего южное побережье Черного



ГЕНЕАЛОГИЧЕСКОЕ ДРЕВО индоевропейских языков восходит к праязыку, существовавшему более 6000 лет назад. Праязык раздробился на ряд диалектов, из которых образовались отдельные языки. Последние затем распались на многие поколения родственных языков. Тохарский — мертвый язык, существовавший в Азии, связан с кельт-

ским — древним европейским языком. Сходные черты у языков балто-славянской и индоиранской семейств свидетельствуют об их влиянии друг на друга, прежде чем народы, говорившие на этих языках, переселились соответственно на север и на юг.

го моря, юг Балканского полуострова, древнюю Анатолию и Кавказские горы (см. рисунок внизу страницы). Революция в земледелии создала здесь излишки продуктов питания, что побудило индоевропейцев основать поселения и города, откуда около 6000 лет назад они начали свою миграцию по Евразийскому материку.

Часть переселенцев около двадцати веков до н. э. вторглась с востока в Анатолию и создала царство хеттов, овладевших к XIV в. до н. э. всей Анатолией. Государственный язык хеттов был первым индоевропейским языком, сохранившимся в письменных памятниках. В начале нашего столетия Беджих Грозный, языковед, работавший в Венском университете, а затем в Карловом университете в Праге, расшифровал хеттские надписи (сделанные клинописью, древней системой письма, состоящего из клинообразных элементов) на табличках, найденных в столичной библиотеке в Хаттусасе в 200 км восточнее современной Анкары. В библиотеке хранились также клинописные таблички на двух родственных языках: лувийском и палайском. Эволюцию лувийского языка можно проследить по иероглифическим надписям, сделанным около XII в. до н. э. после падения империи хеттов. К этой группе языков лингвисты относят также лидийский (близ-

кий к хеттскому) и ликийский (близкий к лувийскому), которые известны по надписям, относящимся к концу первого тысячелетия до нашей эры.

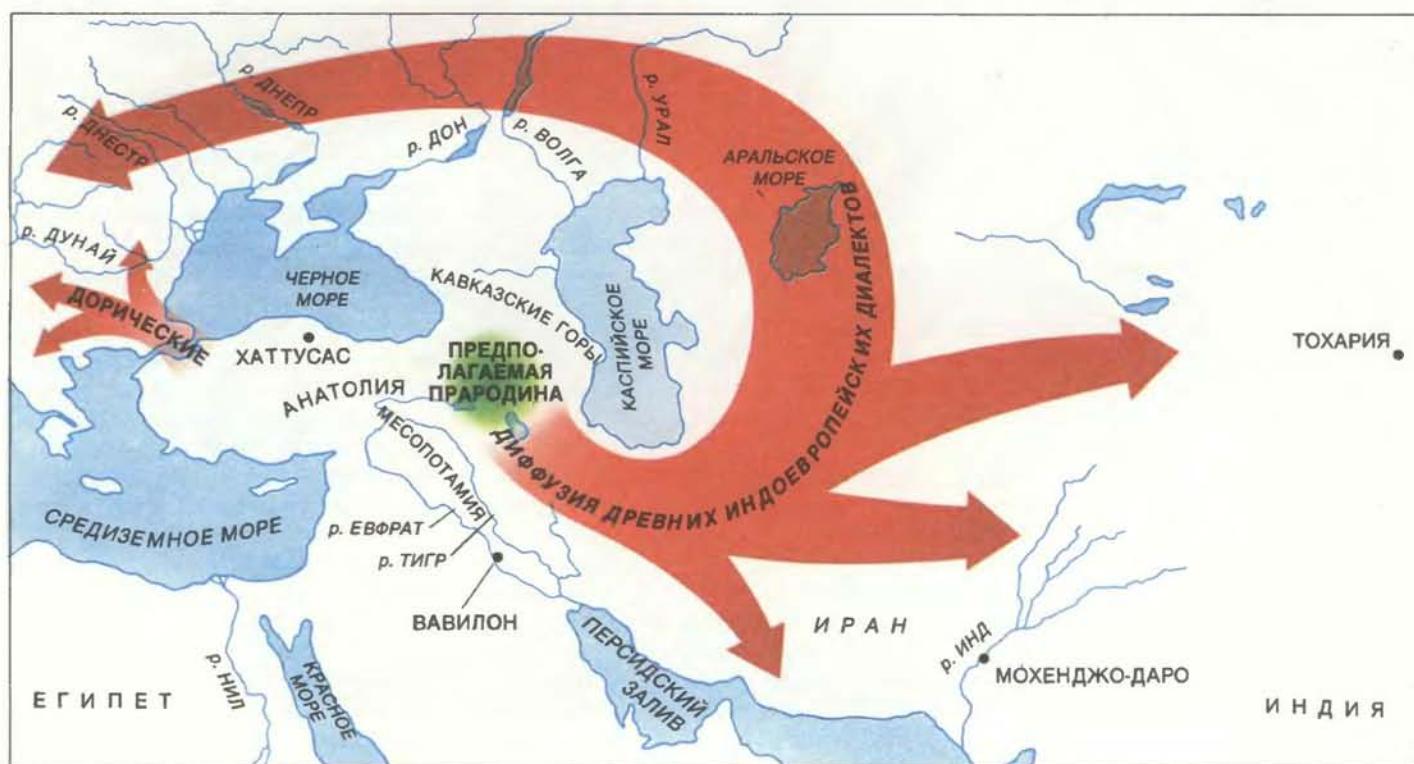
ПОЯВЛЕНИЕ хеттского и других анатолийских языков на пороге между третьим и вторым тысячелетиями до н. э. устанавливает абсолютный временной предел распада индоевропейского прайзыка. Поскольку выделившийся из последнего анатолийский прайзык в свою очередь уже распался к этому времени на ряд родственных языков, исследователи считают, что он отделился от индоевропейского прайзыка не позже чем в четвертом тысячелетии до н. э., а возможно, и значительно раньше.

Такой вывод подтверждается и имеющимися сведениями об оставшейся части индоевропейской общности после отделения анатолийской семьи языков. От нее сохранились языки, на которых были созданы письменные памятники. Первой от этой части общности отделилась греко-армянская-индоиранская группа языков. Должно быть, это произошло в четвертом тысячелетии до н. э., так как в середине третьего тысячелетия происходило дальнейшее разделение на две группы: индоиранскую и греко-армянскую. Таблички, найденные в Хаттусасе, свидетельст-

вуют о том, что к середине второго тысячелетия до нашей эры из индоирянской группы развился язык, на котором говорили в Митаннийском царстве на юго-восточной границе Анатолии и который уже отличался от древнеиндийского (обычно именуемого санскритом) и древнеиранского. Вместе с тем оказалось, что крипто-микенские тексты, относящиеся к тому же времени, что и митаннийские, и расшифрованные в начале 50-х годов XX в. английскими учеными Майклом Дж. Ф. Вентрисом и Джоном Чедвиком, принадлежат к ранее неизвестному диалекту греческого языка. Все эти языки развивались каждый своим путем, отличным от армянского.

Еще одной языковой семьей, которая очень рано отделилась от индоевропейского прайзыка, была тохарская. Тохарский — это один из сравнительно недавно обнаруженных индоевропейских языков, впервые открытый в первые десятилетия XX в. благодаря текстам, найденным в Западном Китае. Эти тексты относительно легко поддавались расшифровке, так как они написаны на разновидности письма брахми и представляют собой главным образом переводы известных буддистских сочинений.

Не так давно английский ученый



МИГРАЦИЯ И ВЗАИМОПРОНИКОВЕНИЕ КУЛЬТУР ПРИВЕЛИ к распространению индоевропейского прайзыка с его родины, которую авторы помещают в Закавказье, и к его распаду на ряд диалектов. Некоторые из них распространились на запад, в Анатолию и Грецию, другие — на

юго-запад, в Иран и Индию. Большинство европейских языков произошло от восточной ветви, обогнувшей Каспийское море. Контакты с семитскими языками в Месопотамии и с картвельскими языками на Кавказе привели к заимствованию многих иностранных слов.

У. Н. Хеннинг предположил, что тохары — это гутии (кутии), которые упоминаются в вавилонских клинописных надписях (на семитском аккадийском языке), датируемых концом третьего тысячелетия до н. э., когда царь Саргон создавал первую великую Месопотамскую империю. Если предположение Хеннинга правильно, то тохары будут первыми индоевропейцами в известной нам истории древнего Ближнего Востока. Элементы общности в тохарском и итало-кельтском словаре свидетельствуют о том, что представители этих двух языковых семей обитали на их индоевропейской родине до того, как тохары начали свое переселение на восток.

По расходящимся путям языковых преобразований и переселений людей можно теперь «двигаться вспять» до того момента, когда они сходятся в индоевропейском прайзыке и прародине. Наши выводы явились результатом пересмотра сложившихся взглядов на индоевропейскую фонологию, о которых мы уже упоминали. Например, одной из особенностей звуковой системы прайзыка бесспорно является почти полное отсутствие или редкость одного из трех губных смычных согласных «п», «б», «бх» (то есть согласных, произносимых посредством смыкания губ). Традиционно считалось, что отсутствовал согласный «б». Однако последующие фонологические исследования показали, что если в языке отсутствует один из трех губных согласных, то вероятнее всего это будет не звук «б», который имеется в русском, английском и других живых европейских языках.

ИСХОДЯ из сказанного выше, мы решили пересмотреть всю систему согласных, восстанавливаемых для прайзыка, и еще в 1972 г. предложили для этого языка новую систему согласных. Наше предложение вызвало горячую полемику, которая в любой науке является условием формирования общего мнения. В настоящее время основные споры вызывают черты, соотносящие индоевропейский прайзык с другими большими языковыми семьями и дающие наконец основания говорить об их общем предке.

Предлагаемые для прайзыка в классической теории «смычные» согласные (при произнесении которых образуется преграда на пути выдыхаемой струи воздуха, вызывающей вибрацию голосовых связок) делятся на три группы (см. таблицу). В первой колонке таблицы находится губной смычный согласный «б» (здесь и далее транслитерировано. — Ред.) являющийся звонким согласным. Он помещен в скобки, что указывает на

| ЗВОНКИЕ | ЗВОНКИЕ ПРИДЫХАТЕЛЬНЫЕ | ГЛУХИЕ |
|------------------|------------------------|-----------------------|
| (b) | bh | p |
| d | dh | t |
| g | gh | k |
| ГЛОТТАЛИЗОВАННЫЕ | ЗВОНКИЕ/ПРИДЫХАТЕЛЬНЫЕ | ГЛУХИЕ/ПРИДЫХАТЕЛЬНЫЕ |
| (p') | b/bh | p/ph |
| t' | d/dh | t/th |
| k' | g/gh | k/kh |

ТРИ РЯДА СМЫЧНЫХ СОГЛАСНЫХ (при произнесении образуется преграда на пути выдыхаемой струи воздуха) были характерны для индоевропейского прайзыка. Классическая модель (верхняя часть таблицы) предполагает, что один ряд согласных был звонкий (при произнесении происходит вибрация голосовых связок, например звук «г» в слове «нога», другой ряд был звонкий и аспирированный (сопровождаемый звуком «h», которого нет в английском и русском языках), и третий был глухим (как звук «к» в слове «рука»). В модели, предлагаемой авторами (нижняя часть рисунка), согласные первой серии произносились с гортанной смычкой или твердым приступом (то есть глухо, путем создания преграды у голосовых связок, как, например, при произнесении звука «t» в слове «Bottle» на лондонском диалекте «кокни»), вторая серия имела звонкую и звонко-придыхательную формы, третья — глухую и глухо-придыхательную формы. Гортанные смычки обозначены штрихами, отсутствующие смычки показаны в скобках.

его предполагаемое отсутствие в прайзыке. Этот звук связан с двумя другими звонкими смычными согласными: «д» (образуемый смыканием передней части языка и мягкого нёба) и «г» (образуемый смыканием задней части языка и мягкого нёба).

В разработанной нами схеме (см. нижнюю часть таблицы) реконструируются соответствующие согласные, произносящиеся с гортанной смычкой или «твердым приступом»: полным смыканием голосовых связок в горле, препятствующим выдыханию струи воздуха. Предполагается, что отсутствовал такой глухой губной смычный согласный («п'»), сопровождавшийся гортанной смычкой. Гортанская смычка была и при «т'» и «к'»; («п'») относится к («б») как глухой к звонкому, и такое же соотношение существует между «т'» и «д'» и между «к'» и «г». Гортанные смычки наблюдаются во многих различных языковых семьях, особенно, например, в северокавказской и южнокавказской (картвельской). Гортанская смычка, делающая согласный смычно-гортанным, имеет тенденцию к ослаблению и полному исчезновению в разных языках мира. Отсюда мы заключили, что среди губных смычных согласных скорее всего отсутствовал в индоевропейском прайзыке смычно-гортанный «п'», а не «б».

Наша так называемая «гортанская» (глоттальная) индоевропейская система, которая была сконструирована

на основе сопоставления фонологических систем живых и исторически зафиксированных индоевропейских языков, представляется более вероятной, чем классическая система. Почти полное отсутствие губной фонемы («п'») получает естественное фонологическое объяснение, связанное с эволюцией двух других гортанных смычных и всей системы смычных.

ПЕРЕСМАТРИВАЯ систему согласных индоевропейского прайзыка, мы также подняли вопрос о путях его преобразования в исторические индоевропейские языки. Предложенная нами реконструкция согласных в прайзыке показывает, что он более близок к таким произошедшим из него языкам, как германские и хёттский, чем к санскриту. Это почти полностью опровергает классическую концепцию, согласно которой в этих языках произошли систематические звуковые передвижения, в то время как в санскrite хорошо сохранилась первоначальная звуковая система.

Изменение согласных при переходе от прайзыка к родственным языкам можно проиллюстрировать на примере слова «cow» в английском языке и «Kuh» в немецком; в санскрите «бык» называется «gáuh», а в греческом — «boüs». Все эти слова давно считались произошедшими из одного и того же индоевропейского слова, означавшего «быка» или «корову». Однако в гортанной и в классической системах

ПРАЯЗЫК

РОДСТВЕННЫЕ ЯЗЫКИ

| | | |
|---|-------------------|--|
| (земля) | ХЕТТСКИЙ | tekān |
| | САНСКРИТ | ksam- |
| | ГРЕЧЕСКИЙ | khthōn |
| | ЛАТИНСКИЙ | humus |
| (человек) | РУССКИЙ | земля |
| | ТОХАРСКИЙ | saumo |
| | ЛАТИНСКИЙ | homo |
| | ГЕРМАНСКИЙ | готский guma древнеанглийский guma древневерхненемецкий gomo |
| "yator- (вода) | ХЕТТСКИЙ | watar |
| | ГРЕЧЕСКИЙ | hydōr |
| | ГЕРМАНСКИЙ | АНГЛИЙСКИЙ water НЕМЕЦКИЙ Wasser |
| | САНСКРИТ | gáuh |
| "k' "ou- (корова) | ГРЕЧЕСКИЙ | boüs |
| | ЛАТИНСКИЙ | bōs |
| | ГЕРМАНСКИЙ | АНГЛИЙСКИЙ cow НЕМЕЦКИЙ Kuh |
| | ЛАТИНСКИЙ | grānum |
| "kr-po- (зерно) | ГЕРМАНСКИЙ | АНГЛИЙСКИЙ corn НЕМЕЦКИЙ Korn |
| | РУССКИЙ | зерно |
| | САНСКРИТ | rātha- (колесница) |
| | ЛАТИНСКИЙ | rota- (колесо) |
| "rot-ho- (колесо, колесница) | НЕМЕЦКИЙ | Rad (колесо) |

ГЕНЕАЛОГИЯ СЛОВ прослеживается по литературным источникам, а затем реконструируется для дописьменного периода на основе законов, управляющих изменениями звуков. Реконструированные слова отмечены звездочкой. Во многих индоевропейских языках слова со значением «человек» или «земля» происходят от основы *d^heg^homt — в праязыке.

это слово получает разную форму. Согласно гортанной системе, оно имело глухой согласный *k' "ou- (звездочка перед словом указывает на его принадлежность к праязыку), что делает его фонетическую форму более близкой к форме соответствующих слов в английском и немецком языках, чем в греческом и санскрите.

В классической системе слово имеет форму *gwou, которая почти совпадает с санскритской. Согласно закону Гримма, преобразование этого слова в немецком языке предполагает оглушение начального согласного «g» в «k». Представляется, что глоттальная система более логична: она избегает необходимости предполагать оглушение и устанавливает соответствие глухих смычных согласных в германских языках (немецкий, английский, датский и другие скандинавские) и глухих смычных в индоевропейском праязыке, от которого они произошли. В этом отношении германские языки более архаичны, чем санскрит и греческий. Соответственно гортанная система может рассматриваться как более консервативная, чем классическая, так как она приблизила праязык к некоторым родственным языкам, не прибегая к таким трудным фонологическим преобразованиям, как изменение «gg» в «k».

Исследование других аспектов реконструкции словаря позволяет сделать некоторые заключения о жизни древних индоевропейцев. Например, некоторые слова относятся к технологии земледелия, которая существовала еще за 5000 лет до н. э. К тому времени аграрная революция уже распространилась к северу от места своего возникновения в «Плодородном полумесяце», где, по данным археологии, первые свидетельства возделывания земли относятся самое позднее к 80 в. до н. э. Из этого района сельское хозяйство распространилось также на юг, где на его основе возникли цивилизации Месопотамии, и на запад к Египту. Индоевропейские названия для «ячменя» и «льна»; для «яблок», «вишен» и соответствующих деревьев; для «шелковицы» и «тутового дерева»; для «винограда» и «виноградной лозы»; и для различных орудий для обработки земли и сбора урожая указывают на образ жизни, который в Северной Европе был неизвестен до третьего или второго тысячелетия до нашей эры, к которым относятся первые археологические данные о его появлении.

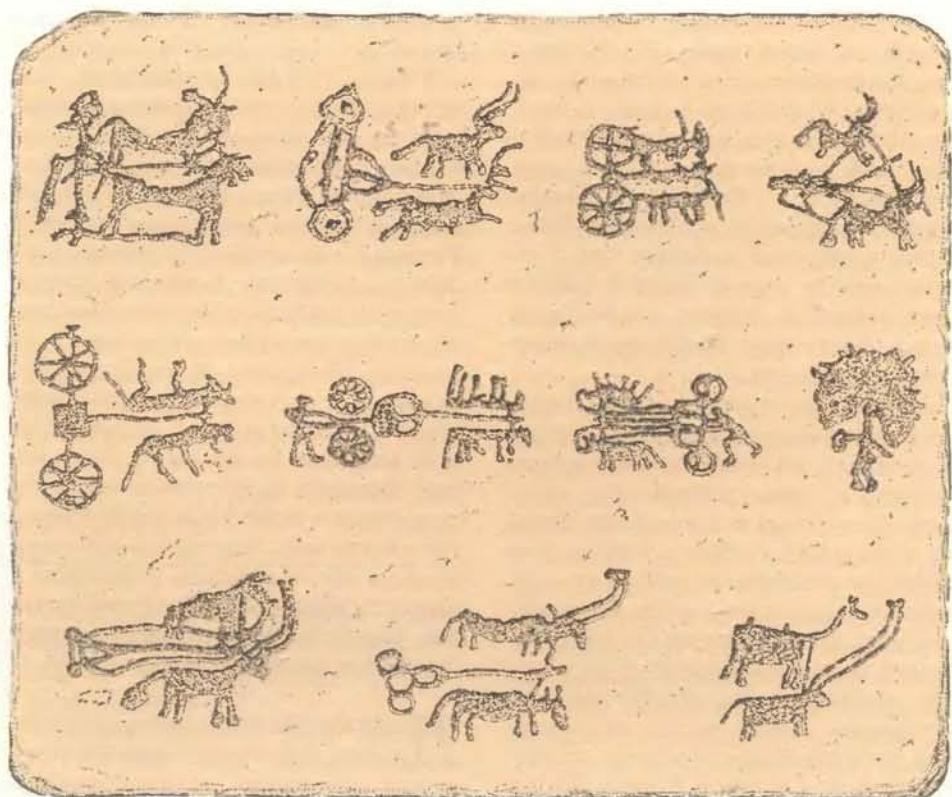
Пейзаж, описываемый реконструированными словами индоевропейского праязыка, относится к гористой местности, о чем свидетельствует множество слов, обозначающих вы-

сокие горы, горные озера и быстрые горные реки. Такая картина никак не подходит ни для равнин Центральной Европы, ни для степей к северу от Черного моря, которые предлагались в качестве возможной родины индоевропейцев. Напротив, эти слова хорошо соответствуют пейзажу Восточной Анатолии и Закавказья, окаймленных великолепием Кавказских гор. Язык «оживляет» пейзаж названиями растительности данного региона, включая такие слова, как «горный дуб», «береза», «бук», «граб», «ясень», «ива» или «белая ива», «тис», «сосна» или «ель», «вереск» и «мох». В языке также имеются слова-названия животных, которые не водятся в Северной Европе: «леопард», «обезьяна» и «слон».

Наличие слова, обозначающего «буковое дерево», использовалось, между прочим, как довод в пользу признания возможной индоевропейской родиной европейской равнинны, а не нижней Волги. Конечно, бук не растет восточнее линии, идущей от Гданьска на Балтийском море до северо-восточной части Черного моря. Однако в современной Турции произрастают два вида букового дерева (*Fagus orientalis* и *F. sylvatica*). В противовес «буковому аргументу» выдвигается «аргумент дуба»: данные палеоботаники говорят о том, что дуб (название которого входит в число реконструированных слов прайзыка) изначально не рос в последледниковой Европе и начал проникать туда с юга лишь на границе четвертого и третьего тысячелетия до н. э.

Еще одним важным ключом к определению родины индоевропейцев служат названия для колесного транспорта. В индоевропейском словаре есть названия «колеса» (**gh̥o-*), «ось» (**hakʰs-*), «ярма» (**iukʰom*) и названия элементов сбруи. «Лошадь» именуется **ekʰos*, а «жеребенок» — **r̥h̥olo*. Названия бронзовых частей колесницы и бронзовых орудий, с помощью которых колесницы изготавливались из твердых пород горных деревьев, включают слова, обозначающие плавку металлов. Петроглифы — изображения символов на камне, найденные в районе от Закавказья до верхней Месопотамии между озерами Ван и Урмия, представляют самые древние картины колесниц, в которые запрягали лошадей (см. рисунок на этой странице).

Предполагаемая родина индоевропейцев — это, если и не единственный, то, несомненно, один из тех районов, где завершилось одомашнивание лошади и она начала использоваться в упряжи как тягловое живот-



ПЕТРОГЛИФЫ из Узбекской ССР (относящиеся ко второму или третьему тысячелетию до н. э.) дают археологическое подтверждение лингвистическим данным о том, что у индоевропейцев были колесницы. Колесные повозки такого типа, какые изображены на рисунке, облегчали ведение сельского хозяйства и способствовали миграции в связи с острой нехваткой земли.

ное в четвертом тысячелетии до нашей эры. Отсюда колесные повозки распространились с миграцией индоевропейцев в третьем и втором тысячелетии до нашей эры на восток в Среднюю Азию, на запад на Балканы, вокруг Черного моря и дальше в Центральную Европу.

Колесницы дают веские доказательства смешения культур, так как участвуют в погребальных и других религиозных ритуалах как у индоевропейских народов, так и в Месопотамии. О контактах с другими культурами Ближнего Востока свидетельствует и общность различных мифологических сюжетов, например легенда о похищении Геркулесом яблок Гесперид и аналогичные легенды на древнерусском и кельтском языках. Аналогичным образом как семитские, так и индоевропейские языки все отождествляли человека и землю. На древнееврейском языке (иврите) *adam* означает «человек», а *adamat* означает «земля», и оба слова происходят от одного корня в семитском прайзыке (см.: «Книга бытия» (2:7), «...создал Господь Бог человека из праха земного...»). Слова «*human*» и «*humus*» пришли в английский язык через латынь (*ho no*, *humus*) из **d̥h̥egʰom* — слова, означавшего в индоевропейском языке «земля» и «человек» (этимологически «земное существо»).

Предположение, что истоки индоевропейских языков находятся в Восточной Анатолии, подтверждается также многочисленными заимствованиями из многих существовавших там языков: семитских, картвельских, шумерского и даже древнеегипетского. Со своей стороны индоевропейские языки были источниками заимствований в этих языках. Николай Иванович Вавилов, выдающийся советский ботаник и генетик, отмечал яркий пример такого взаимообмена: русское слово «виноград», итальянское «*vinum*» и германское (немецкое) «*wein*». Все эти слова восходят к индоевропейскому **woi-no* (или **wei-no*), протосемитскому **wajnu*, египетскому **wns*, картвельскому **wino* и хеттскому **wijana*.

Мы СОЗНАЕМ, что на большой территории, куда мы поместили родину индоевропейцев, археологи не обнаружили свидетельств особой культуры, которая безоговорочно принадлежала бы им. Однако археологи нашли целый ряд очагов материальной и духовной культуры, сходной с той, которую подразумевают значения индоевропейских слов. В халафской культуре Северной Месопотамии в качестве украшений встречаются религиозные символы — изображения бычьих рогов, а иногда бараньих го-

лов, символизирующие мужественность, и ритуальные изображения шкуры леопарда. Эти же символы характерны и для более ранней культуры Чатал-Хююк, существовавшей в Западной Анатолии в седьмом тысячелетии до н. э. Обе культуры имеют черты сходства с культурой Закавказья, возникшей впоследствии в регионе между реками Кура и Аракс и охватывавшей южную часть Закавказья, Восточную Анатолию и северную часть Ирана.

В третьем-четвертом тысячелетии до н. э., прежде чем индоевропейцы, оставшиеся на своей родине, начали создавать свою письменную историю, революция в земледелии привела к демографическому взрыву в их обществе. Можно предположить, что избыток населения вызвал образование ряда последовательных миграционных волн в плодородные области, где земля еще не обрабатывалась. Языковые свидетельства перемещения индоевропейской родины на территории от Северной Европы до Малой Азии заставляют подвергнуть коренному пересмотру теории, касающиеся путей распространения индоевропейских языков по Евразии. Так, гипотетические арийцы, которые, как утверждалось, принесли так называемый арийский или индоиранский язык из Европы в Индию и которых нацистская мифология взяла на вооружение в качестве нордических суперменов, оказываются просто подлинными индоиранцами, совершившими более вероятную миграцию из Малой Азии вдоль северных склонов Гималайских гор, через территорию современного Афганистана, и осевшими в Индии. Поэтому Европа оказывается не исходным, а конечным пунктом индоевропейской миграции.

Народы, говорившие на хеттском, лувийском и других анатолийских языках, сравнительно недалеко переселились со своей родины, и их языки вымерли вместе с ними. Более обширная миграция носителей греко-армянско-индоиранских диалектов началась при распаде основного индоевропейского сообщества в третьем тысячелетии до нашей эры. Две группы носителей индоиранских диалектов направились на восток во втором тысячелетии. Одна из них, говорившая на нуристанских (кафирических) языках, существует до сих пор в Нуристане, на южных склонах Гиндукуша в северо-восточной части Афганистана. В своей посмертно опубликованной книге «Пять континентов», где он рассказывает о своих многочисленных ботанических экспедициях с 1916 по 1933 г., Вавилов высказал правильное предположение, что кафиры могли сохранить некоторые «первонач-

чальные реликты» индоиранского языка.

Вторая группа индоиранцев, избравшая более южную дорогу в долину Инда, говорила на диалекте, от которого произошли исторические (индоарийские) языки Индии. Их самый древний предок запечатлен в гимнах Ригведы, написанных на древнем варианте санскрита. Коренное население долины Инда, известное благодаря археологическим открытиям в их столице Мохенджо-Даро, было, по-видимому, вытеснено индоевропейцами. После отделения индоиранцев и их миграции на восток греко-армянское население еще в течение некоторого времени оставалось на своей родине, где, судя по многочисленным заимствованиям, оно находилось в контакте с картвельскими языками. Одним из таких заимствований из картвельского было гомеровское «koas» — «руно».

ДВУЯЗЫЧНАЯ клинописная табличка, найденная в архивах Хаттусаса, содержит мифологический рассказ об одном охотнике, написанный на хуритском языке, вместе с его переводом на хеттский язык. Эта замечательная находка открыла для нас хуритское слово *ashī*, откуда, видимо, происходит гомеровское *askós* — «шкура» или «мех». До миграции греков к Эгейскому морю они заимствовали хеттское слово *kursa*, которое благодаря известному фонологическому изменению превратилось в *búrsa*, еще один греческий синоним со значением «руно». Эти слова, по-видимому, подтверждают веру греков в то, что их предки пришли с Ближнего Востока, как повествует миф о Язоне и аргонавтах, которые искали Золотое Руно в Колхиде на восточном побережье Черного моря. Данные о том, что греки пришли на свою историческую родину оттуда, заставляют по-новому взглянуть на греческие колонии на северном берегу Черного моря. Их можно теперь рассматривать как очень древние поселения, созданные в начале миграции греков к их окончательному дому у Эгейского моря.

Исторические европейские языки, на которых имеются литературные памятники, дают нам свидетельства о том, что диалекты, от которых они произошли, проникли в Среднюю Азию вместе с тохарскими языками. У этих языков много общего. Примером может служить слово со значением «лосось», которое раньше считалось веским доводом в пользу помещения родины индоевропейцев в Северную Европу. Лососи водились в изобилии в Европе в прибалтийских реках, и слово *lohs* — (немецкое *Lachs*) в германских языках, вероят-

но, связано с *lak*-в хинди, обозначающего лак розового цвета, который напоминает цвет лососины. Одна из разновидностей лосося *Salmo trutta* живет в реках на Кавказе, и слово с корнем **lak-s* — означает «рыба» в ранней и поздней формах тохарского языка, а также в древних европейских языках.

Миграция в Среднюю Азию народов, говоривших на некоторых древних индоевропейских диалектах, подтверждается заимствованиями из языков финно-угорской семьи, от которых произошли современные финский и венгерский языки. Под влиянием финно-угорских языков в тохарском языке произошло полное изменение системы согласных. Существующие в древних европейских языках явные заимствования из алтайских и других языков Средней Азии являются еще одним свидетельством того, что их носители когда-то жили в этом районе.

Переселяясь по дуге обратно на запад, древние европеицы временно поселились к северу от Черного моря, образовав весьма свободную совокупность народов. Поэтому не будет ошибкой считать этот район их второй родиной. С конца третьего тысячелетия до конца первого тысячелетия до нашей эры носители древних европейских языков постепенно расселялись по Европе. Их приход отмечается археологами как возникновение полукоевой культуры «курганов», когда умерших хоронили в шахтах или курганах.

Антрапометрия — наука, занимающаяся измерением тела человека, пытается наложить облик древних хеттов, запечатленный в хеттских изображениях, на внешность некоторых народов Европы. Синеглазый, светловолосый нордический тип должен все же рассматриваться как результат смешанных браков между индоевропейскими захватчиками и их предшественниками, населявшими до них Европу. Культура коренного населения Европы отражена в памятниках в виде мегалитических строений, таких как Стоунхендж в Англии, которые они строили на побережье континента.

Языки предыдущих жителей Европы, за исключением баскского — неиндоевропейского языка, у которого, возможно, есть отдаленные родственники на Кавказе, — были вытеснены индоевропейскими диалектами. Тем не менее эти языки оказали влияние на семьи исторических европейских языков, что и объясняет существование в них некоторых различий. Изучая мегалитические культуры и их исчезновение, а также распространение земледелия в древности из

района Ближнего Востока, английский археолог Колин Ренфю пришел к выводам относительно прихода индоевропейцев, которые хорошо согласуются с нашими (см.: Колин Ренфю. 'Происхождение индоевропейских языков. «В мире науки», 1989, № 12).

Наши заключения основываются главным образом на лингвистических данных, и они нуждаются в подтверждении археологическими исследованиями, которые еще предстоит провести. Без сомнения, и подсчет заимствования основных пар в ДНК человека

ческих клеток будет способствовать построению фамильного древа носителей индоевропейских языков и составлению карты их миграций. Антропометрия и история также могут внести вклад в составление полной картины. До проведения такой работы по уточнению и корректированию наших исследований мы можем утверждать с высокой степенью вероятности, что родиной индоевропейцев, колыбелью значительной части мировой цивилизации был в древности Ближний Восток: «Ex oriente lux!» («Свет с Востока!»).

танским университетам и национальным лабораториям возможность свободно работать с другими агентствами по патентованию и продаже технологий, положив таким образом конец монополии БТГ на изобретения.

Трудности взвесили БТГ. Харви намерен продемонстрировать, что БТГ с 1500 патентами и ежегодным объемом лицензионных сборов около 24 млн фунтов стерлингов лучше подготовлена для работы с патентами, чем более мелкие организации. Чтобы доказать это, Харви сразу после прихода в БТГ в 1985 г. активно начал отстаивать интересы своей организации в пяти наиболее важных судебных процессах против крупных иностранных компаний, в одном из которых ответчиком была американская фирма Johnson & Johnson, нарушившая лицензионное соглашение об использовании патентов БТГ на метод магнитного резонанса. БТГ представила на суде 20 патентов на ММР, выданных ученым трех британских университетов. Johnson & Johnson согласилась уладить этот вопрос в 1986 г. Выплаты изобретателям за использование их патентов в прошлом году составили около 3 млн фунтов стерлингов. Тяжба с Пентагоном США по делу о нарушении права БТГ на патент Hovercraft продолжается. Харви надеется, что вызов, брошенный БТГ могущественным оппонентам, придаст ей репутацию стойкого и удачливого судебного истца.

Сейчас у БТГ имеются причины для беспокойства за свое положение, так как ее главное достоинство — патенты на метод магнитного резонанса и пиретрина через несколько лет перестанут приносить доход. Агентство стремится пополнить свой портфель американскими технологиями. Первым клиентом из США стала в марте 1989 г. та же Johnson & Johnson, которая, свернув производство диагностического оборудования, передала БТГ права более чем на 100 патентов, которые компания держала в странах Европы и Дальнего Востока.

Тем не менее, как утверждает один из предпринимателей из шт. Коннектикут (США) А. Уолтон, БТГ сталкивается с большими трудностями в поиске американских технологий, которые она готова представлять. "Университеты все больше становятся связанными с местными источниками финансирования, — утверждает он. — И самые крупные фирмы с большим желанием готовы платить даже небольшой компании, которая берется за внедрение их технологий". Скоро выясняется, сможет ли британское агентство утвердиться в американском коммерческом мире.

Наука и общество

Патенты — дело хлопотное

ОТКРЫТИЕ пенициллина в 20—30-х годах прославило двух английских ученых, но не дало им ни шиллинга. Британское правительство бескорыстно раскрыло всему миру секрет лекарства, получаемого из плесневого грибка. Когда бушевала вторая мировая война министерство сельского хозяйства США воспользовалось этим открытием и разработало ферментативный процесс производства пенициллина в больших количествах. В итоге британские фирмы были вынуждены платить американцам за использование их технологии. Наученное горьким опытом британское правительство создало в 1949 г. специальное агентство по защите идей, рождающихся в лабораториях университетов Великобритании.

Теперь четыре десятилетия спустя это ранее мало известное ведомство, получившее название Британской технологической группы (БТГ), активизирует свою коммерческую деятельность по мере того, как в странах Западной и Восточной Европы ломается старая экономика и устраняются политические барьеры. БТГ надеется также представлять интересы изобретателей США на международном рынке интеллектуальных ценностей.

БТГ считается самой большой в мире организацией, занимающейся исключительно передачей технологий от разработчиков к потребителям. В штате БТГ 60 технических специалистов, которые сначала находят проблемы, возникающие в промышленности, а затем опрашивают британские академические лаборатории в поисках идей, потенциально пригодных для решения этих проблем. "Передача технологии — это творческий процесс, а не просто поиск информации в базе данных, — говорит Я. Харви, исполнительный директор БТГ. — Не-

обходимы люди, которые хорошо знают спрос на технологии и предложения и могут творчески соединять одно с другим".

Первые крупные удачи пришли к БТГ в 50-е годы, когда агентство обеспечило юридическую защиту патентов на антибиотики второго поколения (так называемые цефалоспорины), разработанные в Оксфордском университете, и на транспортное средство на воздушной подушке фирмы Hovercraft. Немало затраченных усилий принесло доход лишь по прошествии нескольких лет, в течение которых БТГ финансировала новые разработки. Так, на протяжении 20 лет БТГ выделяла средства на разработку пиретрина, почти безвредного для природы пестицида, а широким спросом он стал пользоваться только в 1982 г. Точно так же агентство 10 лет вкладывало средства в разработку диагностики методом магнитного резонанса (ММР), и только в 1984 г. эти затраты стали окупаться. В настоящее время лицензионные платежи за использование патентов на ММР и пиретрин составляют 50% доходов БТГ.

Неудач, конечно, больше чем успехов в таком рискованном деле, как вкладывание денег в разработку технологии. Но, как указывают обозреватели, помимо финансовых просчетов БТГ допускала и другие оплошности. Д. Льюис, юрист-патентовед фирмы McKenna & Company в Лондоне, вспоминает, что к концу 70-х годов "она стала слишком большой организацией" — вялой, несговорчивой и безразличной к положению на рынке.

В начале 80-х годов правительство стало оказывать давление на БТГ, существовавшую на средства британских налогоплательщиков, пытаясь улучшить эффективность ее работы. Администрация М. Тэтчер сочла необходимым продать ее в частные руки. Правительство предоставило бри-



ИНФРАКРАСНОЕ ТЕПЛОВОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ

РАДИОТЕПЛОВОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ

АКУСТОТЕПЛОВОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ

ОПТИЧЕСКАЯ ХЕМИЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ

ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПОЛЕ

МАГНИТНОЕ ПОЛЕ

ХИМИЧЕСКАЯ МИКРОАТМОСФЕРА

Физические поля человека и животных

Тело человека генерирует различные поля и излучения, изучая которые можно многое узнать о функционировании организма. Это открывает новые диагностические возможности

Э. Э. ГОДИК, Ю. В. ГУЛЯЕВ

ВСЯКИЙ живой организм — будь то человек, животное или другое существо — в процессе жизнедеятельности создает вокруг себя различные физические поля и излучения. Сложная картина этих полей отражает работу физиологических систем организма, обеспечивающих его гомеостаз, т. е. постоянство внутренней среды. Фактически это — "рабочий стук" физиологических механизмов. Регистрация полей и излучений биологического объекта может быть положена в основу новых неинвазивных методов ранней функциональной диагностики.

Институт радиотехники и электроники АН СССР, в котором мы работаем, традиционно занимается так называемым пассивным дистанцион-

ФИЗИЧЕСКИЕ ПОЛЯ И ИЗЛУЧЕНИЯ, возникающие вокруг тела человека в процессе жизнедеятельности, позволяют многое узнать о физиологическом состоянии организма. Инфракрасное тепловое излучение характеризует функционирование сети капиллярного кровотока в коже, обеспечивающего терморегуляцию тела. Радиотепловое и акустотепловое излучение несут информацию о температурной динамике внутренних органов. Электрическое и магнитное поля отражают биоэлектрическую активность органов, в первую очередь сердца и мозга. По оптической хемилюминесценции можно судить о насыщении тканей кислородом. Кроме того, возникает химическая "микроатмосфера", образуемая выдыхаемыми газами, испарениями через кожу и др.

© Э. Э. Годик, Ю. В. Гуляев, 1990.

ным зондированием — получением информации об удаленных объектах по их физическим полям и излучениям. Этот радиофизический метод успешно применяется для исследования планет, земных покровов, глубин океанов. В 1982 году мы решили применить этот метод для изучения физических полей и излучений человека. С этой целью была создана исследовательская группа, в которую вошли приглашенные нами молодые физики и математики, в основном выпускники Московского физико-технического института.

Следует отметить, что к началу нашей работы целый ряд научных групп в мире, в том числе и в нашей стране, занимался исследованием физических полей и излучений человека, особенно инфракрасным тепловидением и магнитометрией с использованием сквидов (сверхпроводящих квантовых интерферометров). Однако каждая из этих групп работала лишь с одним из видов излучения или поля, т. е., говоря языком радиофизики, использовалась лишь один из каналов дистанционного зондирования. В то же время любой функционирующий орган посылает информацию одновременно по многим каналам, одни из которых характеризуют его быстрое функционирование (биоэлектрическая активность нейронов, мышц и т. д.), другие — медленное функционирование (метаболизм, микроциркуляция крови и др.). Мы в нашем институте ставили своей целью комплексно реализовать методологию пассивного дистанционного зондирования примени-

тельно к живому организму, как это сделано, например, при радиофизических исследованиях Земли с летательных аппаратов. При таком подходе крайне важно сосредоточить в одной лаборатории всю аппаратуру и методы, необходимые для получения информации одновременно по всем каналам. Это особенно важно, когда речь идет о такой динамичной нестандартной системе, как организм человека. Лишь при комплексном подходе можно выявить интегральные, присущие организму в целом, закономерности.

В результате предварительного анализа мы отобрали шесть основных видов полей и излучений, которые содержат информацию о физиологических процессах.

Инфракрасное тепловое излучение характеризует температуру кожи, определяемую капиллярным кровотоком.

Радиотепловое излучение несет информацию о динамике тепловых полей внутренних органов и мозга.

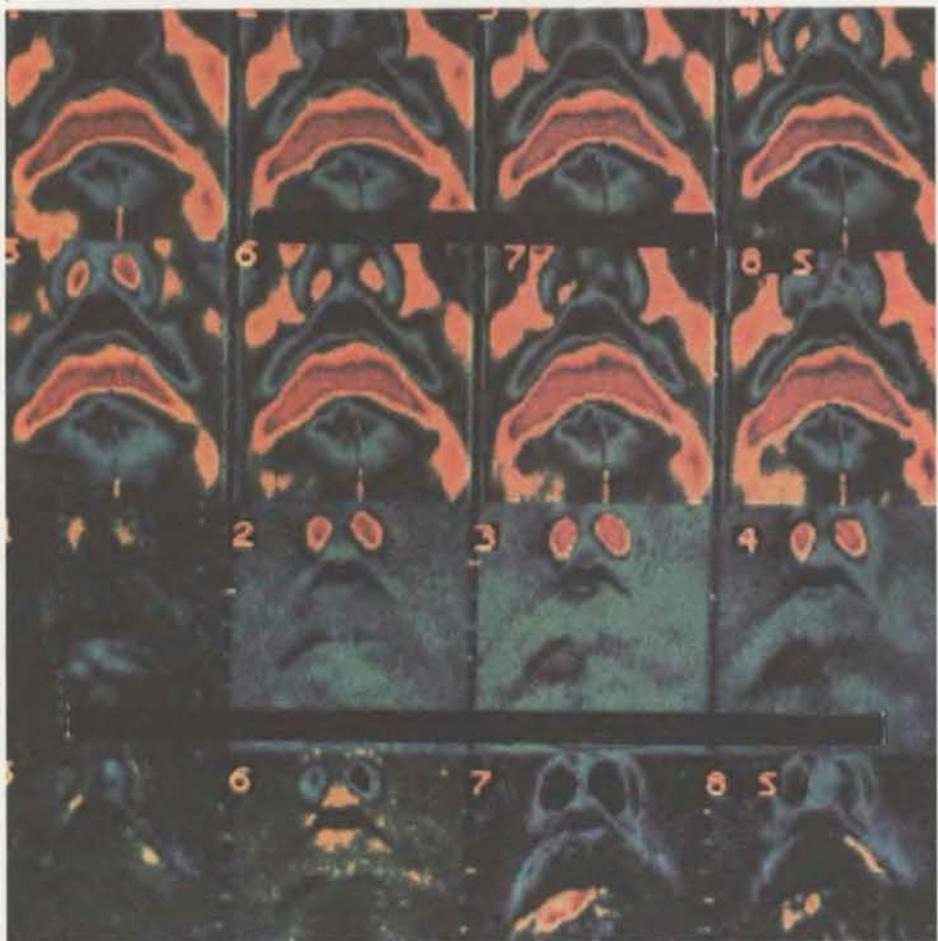
Акустотепловое излучение в ультразвуковом диапазоне волн характеризует распределение температуры внутри тела с более высоким пространственным разрешением, чем радиотепловое (так как длина ультразвуковой волны много меньше электромагнитной, выходящей с той же глубины). Низкочастотные акустические сигналы несут также информацию о физиологической механике внутренних органов (сердца, легких, мышц и др.).

Электрическое поле отражает био-

электрическую активность мозга, сердца, мышц и других внутренних органов. Кроме того, электрические

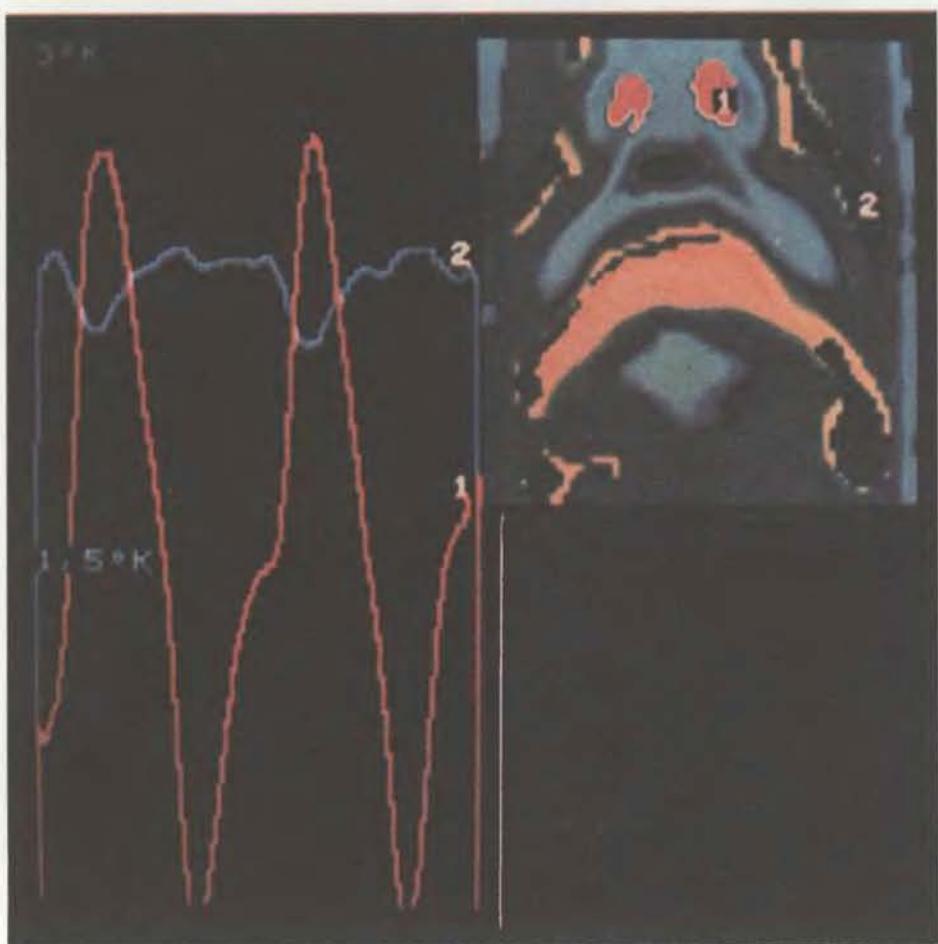
поля вокруг человека связаны с трибоэлектрическим зарядом (т. е. зарядом, возникающим в результате тре-

ния) на роговом слое эпидермиса, обладающим высоким сопротивлением, и потому отражают физиологическую "сейсмичность" торса.



ДИНАМИЧЕСКОЕ ИНФРАКРАСНОЕ ТЕРМОКАРТИРОВАНИЕ производится при помощи оптико-механического сканирующего устройства с инфракрасными детекторами, интерфейсом для аналого-цифрового преобразования инфракрасных изображений и накопления их временных последовательностей в видеопамяти системы цифровой обработки изображений. Пространственное разрешение установки $100 \times 100 \text{ мкм}$, минимальный временной интервал между кадрами около $0,1 \text{ с}$ (12 кадров в секунду). Видеопроцессор обрабатывает 128 кадров, включающих 128×128 элементов или 512 кадров размером 64×64 элемента. Использование пространственно-временной суммации позволяет повысить чувствительность до $0,01^\circ$. При исследовании периодических процессов, например кардио-или дыхательной пульсации кровенаполнения, с помощью синхронного накопления возможно повышение чувствительности до нескольких тысячных градуса.

Вверху слева показано изменение температуры лица в процессе специального (вызывающего гипоксию) дыхания. Цветовая гамма условно отражает распределение яркости собственного инфракрасного свечения кожных покровов, пропорциональной их температуре (перепад температур от темносинего цвета до красного 3°). Верхние два ряда кадров — временные последовательность визуализированных изображений лица человека в собственном инфракрасном свете за период дыхания. Нижние два ряда кадров — результат цифрового дифференцирования по времени верхних кадров, подчеркивающего временную динамику яркости инфракрасного свечения в процессе дыхания. На 2-ом, 3-ем и 4-ом кадрах третьего ряда видно противофазное поведение яркости кожных покровов лица и ноздрей в фазе выдоха. Графики (внизу) отражают изменения температуры ноздрей (красная кривая) и щек (синяя кривая). Видно, что во время выдоха температура этих областей изменяется в противофазе. Внизу, в квадрате — полученный в результате обработки функциональный образ лица в процессе дыхания (одинаковым цветом окрашены области с синхронной временной динамикой).



Магнитное поле более прямо, чем электрическое, отражает распределение биоэлектрической активности мозга и внутренних органов, так как практически не экранируется диамаг-

нитными тканями организма и одеждой. Можно сказать, что биоэлектрический "пейзаж" внутри организма через "магнитное окно" виден, как через прозрачное стекло, в то время как че-

рез "электрическое окно" — с искажениями, как через витраж.

Оптическая хемилюминесценция, связанная в первую очередь с перекисным окислением липидов, несет информацию о насыщении тканей кислородом, антиоксидантном статусе организма и др.

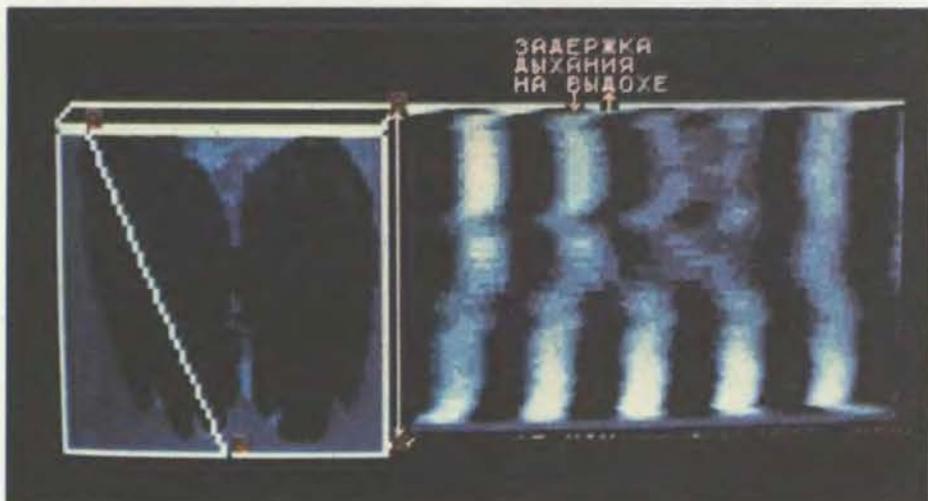
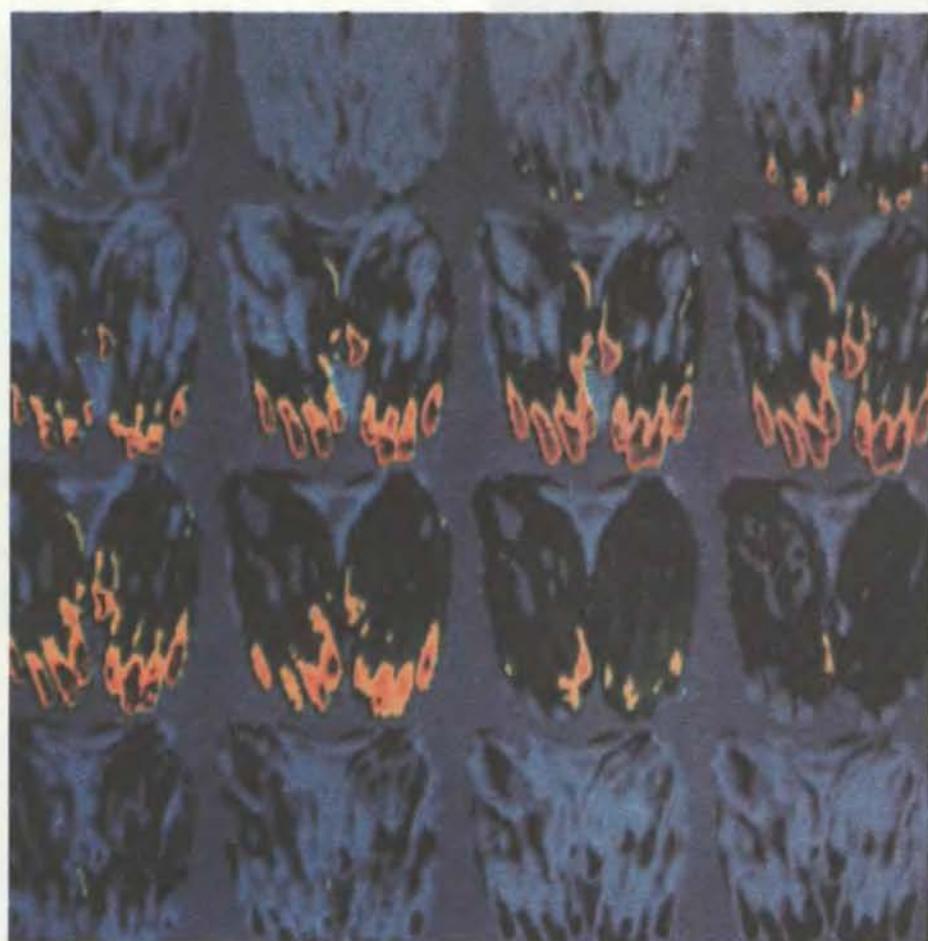
Кроме того, информацию о функционировании биологического объекта содержит специфическая химическая атмосфера ("химическое поле"), связанная, например, с выдыханием газов, переносом воды и других компонентов через кожу в процессе неощущимой перспирации и др.

В каждом из названных полей и излучений физиологическая информация заключена в пространственно-временном распределении сигналов, т. е. в их динамических изображениях.

Используя богатый опыт, накопленный в нашем институте при создании аппаратуры и методов дистанционного зондирования космоса, земли и океанов, мы разработали уникальный измерительно-вычислительный комплекс для регистрации и обработки динамических изображений биологических объектов, создаваемых их собственными физическими полями и излучениями. Ниже приведены примеры динамических изображений и возможности их использования для ранней медицинской диагностики.

Инфракрасное тепловое излучение

ТЕПЛОВОЕ излучение человека наиболее сильно в среднем инфракрасном диапазоне волн (3—14 мкм), где его интенсивность составляет около 10 мВт/см², т. е. более 100 Вт со всей поверхности тела. Характер-



ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ осцилляций яркости инфракрасного свечения конечностей дает функциональный "портрет", по которому можно выявлять нарушение кровообращения на самых ранних стадиях. Вверху кисти рук здорового человека; видны спонтанные колебания температуры. В середине: реакция на задержку дыхания (желтые стрелки) в среднем пальце; интервал между "горячими" (светлые) и "холодными" (темные) полосами — около 5 мин. Угол наклона полос характеризует скорость волны перераспределения кровотока. Видно, что при задержке дыхания увеличивается скорость и падает амплитуда перераспределения кровотока. Внизу: после болевой стимуляции (желтая стрелка) в указательном пальце возникают быстрые волны охлаждения, обусловленные спазмом капилляров (интервал между полосами — около 20 с).



ИНФРАКРАСНЫЕ ТЕРМОРЕАКЦИИ, т. е. распределение амплитуд охлаждения, дентометров сердца (слева) и печени (справа) на функциональные пробы: физическую нагрузку и прием сахара у пациентов со стенокардией и циррозом печени.

ная глубина поглощения такого излучения в биологических тканях около 100 мкм, поэтому оно несет информацию о температуре кожных покровов, отражающей состояние микроциркуляции (капиллярного кровотока) в коже.

Инфракрасное тепловидение существует и используется в медицине и технике уже 20 лет. Однако до последнего времени оно давало лишь статическое распределение температуры кожных покровов. Это позволяло выявлять заболевания лишь на поздних и, как правило, необратимых стадиях. В то же время сеть капиллярного кровотока в коже, обеспечивающая терморегуляцию тела, очень динамична. В ней отражается физиоло-

гическая активность практически всех основных регуляторных систем организма. Это проявляется в непрерывном перераспределении кровенаполнения капилляров, а следовательно, и в изменениях яркости инфракрасного теплового свечения с различными постоянными временем. Образно говоря, на поверхности человеческого тела непрерывно демонстрируются инфракрасные "фильмы", отражающие его функционирование и открывающие возможность раннего обнаружения функциональных (и потому еще обратимых) нарушений. Чтобы увидеть эти "фильмы", уже в начале 80-х годов мы разработали систему динамического инфракрасного термокарттирования, которая позволяет регист-

рировать временные последовательности инфракрасных термограмм через промежутки времени, дифференциальные по сравнению с постоянными времени изменчивости микроциркуляции.

Создано оригинальное программное обеспечение, позволяющее осуществлять пространственную и временную Фурье-фильтрацию, дифференцировать (реперировать) изображения, а главное выделять области с однотипным или синхронным функциональным поведением и таким образом трансформировать временные последовательности кадров в функциональные образы — карты, в которых одинаковым цветом окрашены области с одинаковой временной динамикой температуры или другого физического параметра. Такие карты характеризуют функциональную организацию и состояние микроциркуляторного поля как в его спонтанной динамике, так и (что наиболее информативно) в ответ на различные функциональные пробы (рефлекторные, гуморальные и др.). Таким образом, удается выявлять и идентифицировать нарушения микроциркуляции на самых ранних стадиях патологии, а также определять границы затронутых патологией областей.

Наиболее динамичны и информативны изображения открытых частей тела — лица и рук. В этих областях сеть капиллярного кровотока действует особенно активно, обеспечивая терморегуляцию. Наблюдается пульсация и перераспределение кровотока, связанные с дыханием и работой центра терморегуляции. Это характеризует функциональное состояние сети капилляров и позволяет обнаруживать самые ранние стадии — фактически предвестники — патологии. По такому функциональному "портрету" можно без специальных функциональных проб на очень ранних стадиях выявлять нарушения кровообращения конечностей. Нарушения проводимости нервных стволов, например при рассеянном склерозе, проявляются в виде десинхронизации функциональной динамики кровотока на кистях разных рук.

Динамическое инфракрасное тепловидение позволяет диагностировать состояние симпатической нервной системы, определяющей терморегуляционные реакции сосудов на кистях рук. Простой рефлекторный тест — задержка дыхания на выдохе — в норме вызывает охлаждение кистей рук, обусловленное спазмом сосудов.

Инфракрасные динамические изображения кожи отражают также состояние внутренних органов. Известно, что внутренние органы рефлек-



ОБЛАКО ВЫДЫХАЕМОГО УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА можно увидеть при помощи инфракрасного динамического термокарттирования. (Для улучшения контраста регистрация проводится через фильтр, пропускающий характерную линию поглощения CO_2 на длине волн 4,3 мкм.) Это открывает возможность естественного непрерывного контроля газодинамики в процессе дыхания.

торно (через нервную систему) связанны с определенными участками кожи — так называемыми дерматомерами, или зонами Захарьина — Геда. По этой причине функциональная нагрузка на тот или иной орган уже в процессе воздействия проявляется в виде реакции соответствующего дерматомера (см. рисунок на с. 78).

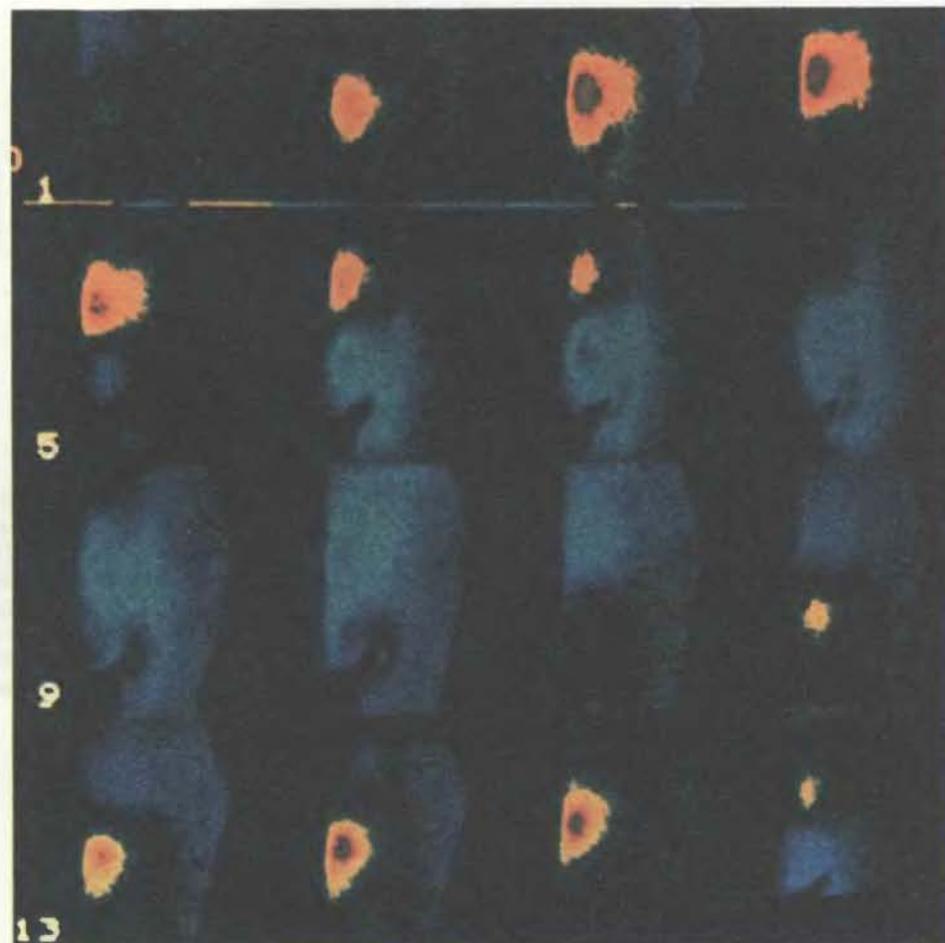
Инфракрасное динамическое термокартирование позволяет визуализировать выдыхаемые газы и вести непрерывный контроль газодинамики в процессе дыхания.

В 1984 году, узнав о разработанном нами методе инфракрасного динамического термокартирования, к нам обратилась нейрофизиолог Г. Д. Кузнецова из Института высшей нервной деятельности и нормальной физиологии АН СССР, известная своими исследованиями синергетических волн распространяющейся депрессии в коре головного мозга, с предложением попробовать применить нашу аппаратуру для визуализации этих волн в мозгу экспериментальных животных. Первые же эксперименты привели к успеху, причем удалось наблюдать это интереснейшее явление в коре головного мозга крысы через кость. Как показали дополнительные эксперименты, время термопроектирования (менее 10 секунд) оказалось намного меньше постоянной времени развития процесса. В дальнейшем группа нейрофизиологов из того же института под руководством И. А. Шевелева вместе с группой Кузнецовой выполнила очень много экспериментов по инфракрасной визуализации функциональной динамики коры головного мозга животных. В результате появился новый эффективный метод нейрофизиологических исследований — термоэнцефалоскопия.

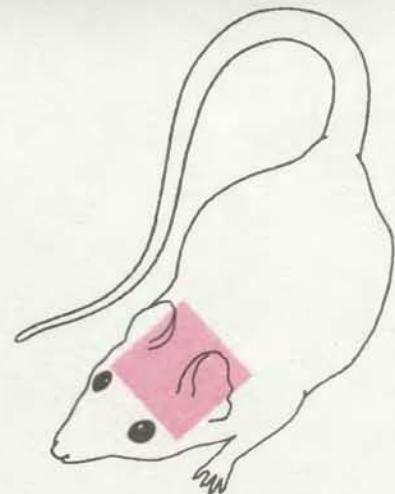
Тепловые излучения из глубины тела

РАДИОТЕПЛОВОЕ излучение человеческого тела очень слабое: его интенсивность в дециметровом диапазоне порядка 10^{-12} Вт/(Гц·см²). Однако характерная глубина поглощения такого излучения в биологических тканях составляет несколько сантиметров (примерно одну десятую длины волн в открытом пространстве). В связи с этим радиотепловое излучение человека и животных отражает функциональную изменчивость температуры мозга, внутренних органов и мышц, характеризующую метаболическое выделение тепла и перераспределение локального кровотока.

Яркость радиотеплового свечения на определенной длине волн даёт так

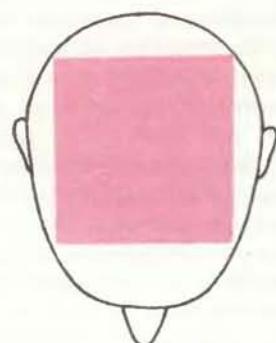
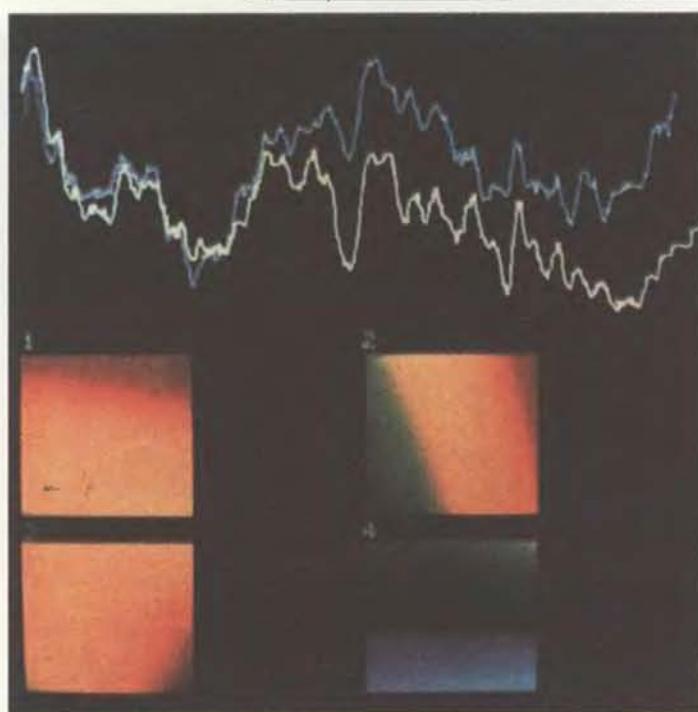


ВОЛНА РАСПРОСТРАНЯЮЩЕЙСЯ ДЕПРЕССИИ в коре головного мозга крысы, вызванная инъекцией раствора хлорида калия в лобную долю правого полушария. Визуализируется при помощи инфракрасного термокартирования, поскольку эта электрическая волна, возникшая вследствие деполяризации нейронов, сопровождается волнами метаболического разогрева (их амплитуда до 1°), движущимися вдоль правого полушария от лба к затылку со скоростью 2–3 мм/мин. (На схеме цветом показана область инфракрасной съемки на голове животного.)

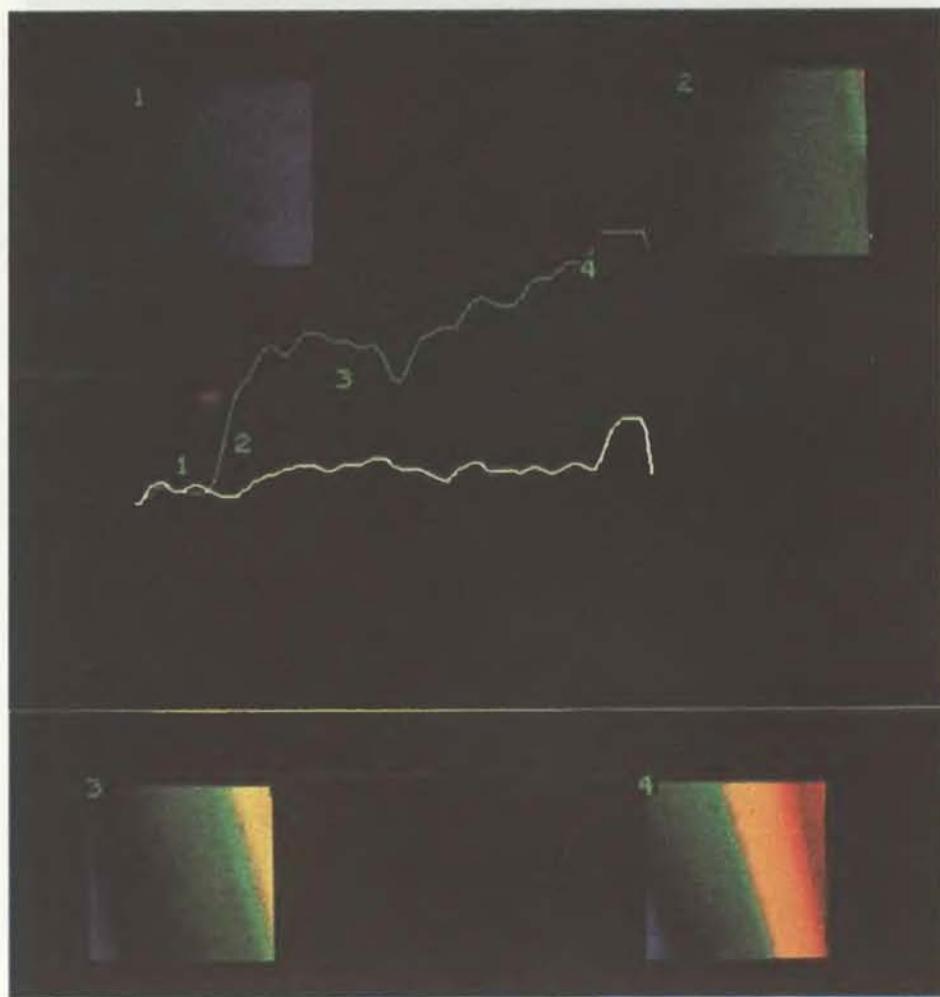


называемую радиояркостную температуру — интегральный показатель, зависящий не только от абсолютной температуры тканей на характерной длине волны поглощения, но и от распределения диэлектрической проницаемости тканей, т. е. их излучательной способности. Чтобы получить информацию об абсолютной температуре тела и ее распределении по глубине, нужно проводить измерения радиотеплового излучения на нескольких длинах волн с различной глубиной поглощения. Нами создан 10-канальный радиотермограф, работающий на длинах волн 10, 18 и 30 см. Диэлектрическая проницаемость биологических тка-

ней составляет около 50, поэтому длина волн в тканях примерно в 7 раз меньше, чем в открытом пространстве. Кроме того, значительная часть выходящего из глубины тела радиотеплового излучения отражается от поверхности тела. В связи с этим для повышения пространственного разрешения и чувствительности используются контактные антени-аппликаторы, согласованные по импедансу с биологическими тканями. При этом достигается пространственное разрешение 1–2 см и чувствительность лучше $0,1^\circ$ при времени интегрирования 1 с. Для быстрого опроса антенн-аппликаторов используется мультиплексор



РАДИОТЕПЛОВОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ (внизу — схема регистрации) характеризует динамику температурного поля коры головного мозга человека. Радиотепловой "фильм" отражает функциональную динамику температурного поля коры головного мозга человека (слева вверху — естественный сон; внизу — при гипнотическом сне; видна асимметрия полушарий). На рисунке цветом показана область радиокарттирования на голове человека. Графики показывают временную динамику радиояркостной температуры правого (верхняя кривая) и левого (нижняя белая кривая) полушарий.



на $p-i-n$ -диодах. Время опроса 10 антенн — 10 мс. Для получения кадра с указанной чувствительностью необходимо затратить 10 с (по 1 с на антенну). Таким образом, информация по всем каналам поступает практически одновременно. Обычно снимается не менее нескольких десятков

кадров.

При естественном засыпании радиояркостная температура мозга уменьшается более чем на градус. При этом наблюдаются всплески яркости свечения, которые, по-видимому, связаны со сновидениями. В процессе гипнотического сна, в отличие

от естественного, наблюдается выраженная асимметрия: правое полушарие светится намного ярче, чем левое.

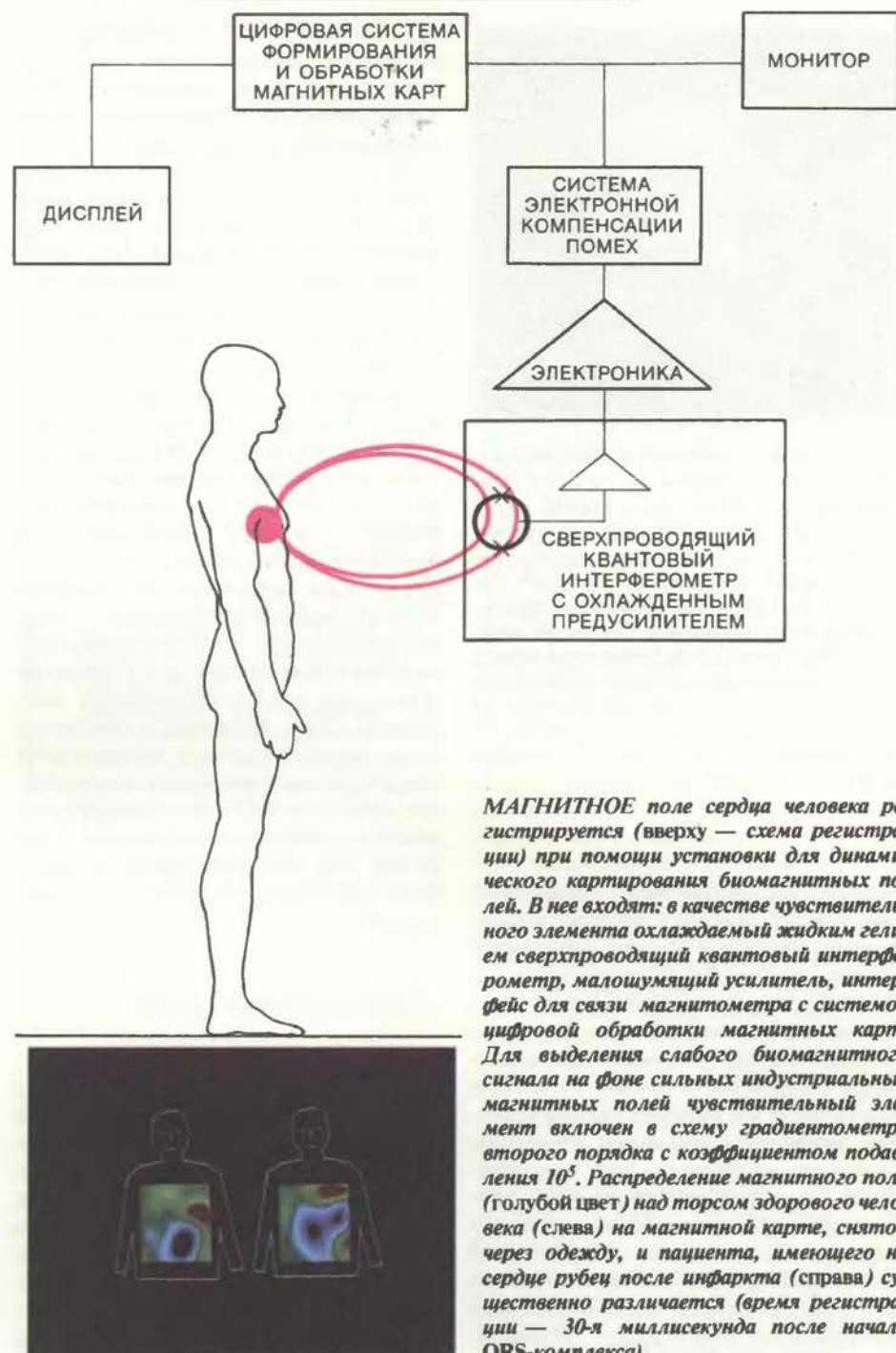
Физиологическая активация любого внутреннего органа сопровождается увеличением теплопродукции и притоком крови, что должно отражаться в увеличении яркости его ра-

диотеплового свечения. По этой причине динамические радиотепловые карты позволяют контролировать как функциональную готовность отдельных внутренних органов, так и функциональные связи между ними. Так, регистрируются радиотепловые функциональные образы абдоминальной области (желудка, кишечника, поджелудочной железы, печени и др.) в ответ на прием глюкозы или различных фармакологических стимуляторов. Это позволяет формировать представления о функциональной норме и на ранних стадиях выявлять отклонения.

Чтобы аналогичным образом анализировать функционирование головного мозга, можно использовать просто задержку дыхания (на выходе), вызывающую гиперкопнию, т. е. избыток углекислого газа. При этом в нормальных областях наблюдается увеличение яркости свечения, а в патологических — уменьшение.

Для визуализации радиотеплового излучения на длинах волн 3 см и 8 мм использовалось сканирующее эллиптическое зеркало, в одном фокусе которого располагался объект, а в другом — приемное устройство. Для водосодержащих тканей (например, мышц) характерная глубина, с которой выходит такое излучение, примерно 0,3 мм и 1,5 мм соответственно, т. е. должна получаться информация, близкая к той, которую дает инфракрасное термокартирование кожных покровов. Однако в отличие от инфракрасного излучения для коротковолнового радиотеплового излучения прозрачны ороговевшие слои эпидермиса, волосы, одежда, поэтому коротковолновое радиотепловое картирование открывает дополнительные возможности неинвазивного мониторинга функциональной динамики кожного кровотока.

Биологические ткани достаточно прозрачны для акустических волн в ультразвуковом диапазоне частот 1—10 МГц. В этом "окне прозрачности" можно регистрировать акусто-тепловое излучение (ультразвуковой тепловой шум) внутренних органов, мышц, и др. Его интенсивность очень невелика, порядка 10^{-16} Вт/см² в полосе частот 100 кГц. Однако длина волны акусто-теплового излучения в указанном диапазоне порядка 1 мм, что намного меньше, чем для радиотеплового излучения, выходящего с той же глубины (несколько сантиметров). Благодаря этому можно значительно повысить пространственное разрешение при таком акустическом термокартировании внутренних органов. Сейчас у нас разработан акусто-термометр, позволяющий измерять



МАГНИТНОЕ поле сердца человека регистрируется (вверху — схема регистрации) при помощи установки для динамического картирования биомагнитных полей. В нее входят: в качестве чувствительного элемента охлаждаемый жидким гелием сверхпроводящий квантовый интерферометр, малошумящий усилитель, интерфейс для связи магнитометра с системой цифровой обработки магнитных карт. Для выделения слабого биомагнитного сигнала на фоне сильных индустриальных магнитных полей чувствительный элемент включен в схему градиентометра второго порядка с коэффициентом подавления 10^5 . Распределение магнитного поля (голубой цвет) над торсом здорового человека (слева) на магнитной карте, снятой через одежду, и пациента, имеющего на сердце рубец после инфаркта (справа) существенно различается (время регистрации — 30-я миллисекунда после начала ORS-комплекса).

температуру на глубине несколько сантиметров с контрастной чувствительностью 0,2° при времени усреднения 30 с.

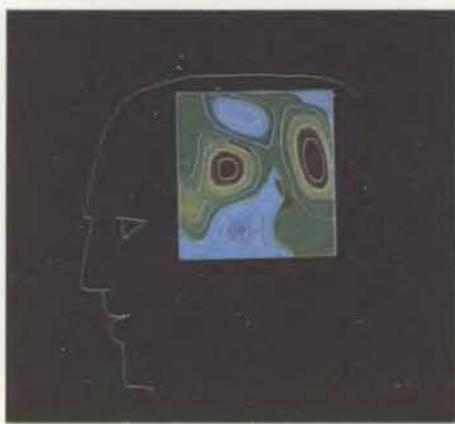
Магнитные поля сердца и мозга

МАГНИТНЫЕ поля, создаваемые биоэлектрическими источниками, очень слабы — в десятки и сотни тысяч раз меньше геомагнитного поля. Однако для магнитного картирования электрических источников в мозге и сердце "магнитная прозрачность" биологических тканей дает большие преимущества по сравнению с традиционно применяемыми для

этого картами электрических потенциалов (в которых информация о пространственном распределении первичных электрических источников исказяется из-за неоднородности электропроводности тканей, окружающих сердце и мозг).

Чувствительность установки для динамического картирования биомагнитных полей около $10 \text{ фT/Гц}^{1/2}$ в полосе частот от 1—100 Гц (для сравнения: уровень спонтанной магнитной активности мозга около $30 \text{ фT/Гц}^{1/2}$), так что удается с хорошим отношением сигнала к шуму регистрировать магнитные поля сердца и магнитные ответы мозга, вызванные сенсорной стимуляцией.

Регистрация магнитного поля сердца



КАДР ИЗ МАГНИТНОГО "ФИЛЬМА", отражающего реакцию на звуковую стимуляцию на 100-й миллисекунде после стимула коры головного мозга человека с нарушенным слухом (интенсивность звука 110 децибел, частота звука 250 Гц, псевдослучайная последовательность импульсов длительностью 100 мс со средним интервалом 1,5 с). Видно, что наряду с источником электрической активности в слуховой коре (красная стрелка справа) возникает дополнительный источник возбуждения в роллановой борозде (стрелка слева вверху).

(магнитокардиограмма) проводится над торсом бесконтактно через одежду в узлах сетки 6×6 точек (расстояние между точками 2,5 см) синхронно с одним из стандартных отведений электрокардиограммы. Затем с помощью нелинейной интерполяционной процедуры строятся мгновенные магнитные карты 64×64 элемента. Таким образом, получается временная последовательность до 400 таких карт с интервалами 2 мс. Этот массив данных, отражающий функциональную динамику сердца, мы называем динамической магнитной картой. Для их построения и обработки разработано специальное программное обеспечение. Динамические магнитные карты сердца интерпретируются с помощью биофизической модели возбуждения миокарда как волны деполяризации с фронтом из однородно распределенных токовых диполей. Магнитное картирование мы применяли для сопоставления с нормой различных патологических состояний сердца, в частности экстрасистолии, инфаркта, ишемической болезни и др. (см. рисунок на с. 81). Оценки показывают, что, пользуясь динамическими магнитными картами, можно установить локализацию патологической области в сердце с точностью около 1 см. Кроме того, этот подход открывает дополнительные возможности распознавания функциональных образов различных нарушений в сердце, что важно для ранней дифференциальной диагностики.

Путем динамического магнитного

картирования сердца можно надежно выделить парциальную структуру магнитного поля, связанную с распространением возбуждения вдоль проводящей системы сердца, называемой пучком Гиса, на фоне более сильного сигнала реполяризации предсердия. Обычно для получения такой информации используют инвазивную процедуру — катетеризацию сердца. А при анализе на магнитокардиографе пациенту даже не нужно снимать одежду.

Мы проводили также динамическое магнитное картирование головного мозга человека. Интересные результаты дает анализ магнитных откликов на слуховую стимуляцию (см. рисунок слева). Многополосная структура магнитного поля указывает на одновременное возбуждение двух источников возбуждения в коре головного мозга. Разработанное программное обеспечение для обработки временной последовательности магнитных карт вызванных сенсорной стимуляцией ответов (с интервалами 1 мс) позволяет определить координаты нескольких (2—3) одновременно возбуждающихся источников, что важно для изучения процесса обработки сенсорной информации в коре головного мозга.

Электрические поля человека и животных

НАРЯДУ с рассмотренными выше биоэлектрическими источниками, создающими в пространстве, окружающем биологический объект, очень слабые электрические поля, наиболее интенсивным источником внешнего электрического поля является трибоэлектрический заряд, накапливающийся на коже на поверхности рогового слоя эпидермиса, обладающего высоким сопротивлением.

Время релаксации внешнего электрического поля определяется стеканием трибозаряда через роговой слой в глубь тела. Это время может изменяться в широких пределах — от 15 мин до 10 с — в зависимости от по-перечного сопротивления эпидермиса. Его сопротивление варьирует в пределах 10^{11} — 10^9 Ом/см² в связи с интенсивностью важного физиологического процесса — диффузии воды через микрокапилляры в роговом слое эпидермиса в ходе неощущимой перспирации, являющейся одним из основных механизмов терморегуляции. В результате динамика электрического поля вокруг тела отражает терморегуляционные реакции организма.

Кроме того, из-за вибрации заря-

женной поверхности тела, связанной с механическим функционированием внутренних органов, внешнее электрическое поле модулируется ритмами сердца, дыхания, перистальтики желудка, микротремора мышц и др. Таким образом, пространственно-временное распределение электрического поля в окружающем любой биологический объект пространстве в реальном времени отражает функционирование его физиологических систем.

Новые подходы в науке о человеке

ПРИРОДА дала нам возможность видеть человека и животных лишь в узком интервале частот электромагнитных волн, причем в отраженном свете. Описанные выше методы динамического картирования и визуализации физических полей и излучений биологических объектов позволяют существенно расширить возможности нашего видения, заглянуть, причем в собственном "свете", в глубь тела и мозга, наблюдать физиологическую жизнь в процессе ее изменений во времени. В этом, наряду с медицинскими приложениями, важный познавательный аспект таких исследований.

Для медицинской диагностики методы, основанные на регистрации собственных физических полей и излучений человека, ценные тем, что они являются абсолютно чистыми и неинвазивными, что особенно важно в наше экологически напряженное время. Кроме того, такие методы являются основой для ранней функциональной диагностики, так как функциональные нарушения появляются обычно задолго до возникновения необратимой патологии. По аналогии с классической томографией, которая дает морфологическую картину тела, речь фактически идет о функциональной томографии. Следует отметить, что и классическая томография активно развивается в направлении функционального картирования. Методы диагностики, основанные на динамическом картировании физических полей человека, имеют интегральный характер, и потому должны базироваться на системном общеорганизационном подходе к описанию состояния гомеостаза, его устойчивости. Для этого необходимо развитие методов системного моделирования физиологических процессов.

По нашему мнению, в будущем главное направление в медицинской диагностике должно быть основано на широком скрининге населения, в том числе с помощью описанных вы-

ше неинвазивных методов функционального картирования, нацеленном на выявление пациентов, гомеостаз которых начинает терять устойчивость. Диагностика должна "ловить" пациента на выходе из динамического диапазона устойчивости его гомеостаза. Для этого нужно научиться распознавать "дисгармонию" в описанном выше "рабочем шуме" физиологических механизмов.

Ближайшие перспективы

На первом этапе о результатах которого рассказано выше, мы создали аппаратуру, отработали методики и провели исследования динамических изображений человека и животных в каждом канале по отдельности. На втором этапе в ближайшем будущем, мы планируем приступить к дистанционному зондированию организма человека одновременно по многим каналам. Приведем лишь два примера. Первое — функциональное картирование мышц при регистрации электрических потенциалов, магнитных полей (характеризующих быстрое функционирование мышц — приход запускающих импульсов по мотонейронам, распространение объемного электрического возбуждения по мышце), а также радиотеплового и акусто-теплового излучений, отражающих медленное функционирование, связанное с метаболическим обеспечением мышечной работы и микроциркуляции крови. Кроме того, разрабатываются системные модели, описывающие работу мышцы как целостного органа. Второе — исследование медленных процессов в коре головного мозга одновременно с помощью магнитного картирования (отражающего биоэлектрическую активность коры) и радиотеплового, характеризующего метаболизм и микроциркуляцию крови. При этом разрабатываются автоволновые модели коры.

В прикладном отношении наши ближайшие задачи — создать на основе первых достаточно сложных экспериментальных устройств для динамического картирования физических полей и излучений человека портативные, надежные и не слишком дорогие образцы новой медицинской аппаратуры, которые будут поставлены в медицинские клиники для широкой верификации с целью наработки специализированных банков данных, включающих характерные функциональные образцы предвестников различной патологии. Основная трудность в этой работе — достигнуть хорошего взаимопонимания физиков с медиками.

Вниманию читателей!

ГОТОВЯТСЯ К ПЕЧАТИ
очередные номера переводного журнала
ТИИЭР

ТИИЭР, т. 78 № 1
(январь 1990)

Статьи

ЭВОЛЮЦИЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ И ЭЛЕКТРОНИКИ И ЖУРНАЛ PROCEEDINGS OF THE IRE (1938-1962)

Бриттен

Вторая статья цикла. Первая опубликована в ТИИЭР № 6 за 1989 г.

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДВУМЕРНЫХ СИГНАЛОВ ПО ПЕРЕСЕЧЕНИЯМ ЗАДАННЫХ УРОВНЕЙ

Захор, Оппенгейм

Рассмотрен ряд новейших результатов исследования схем восстановления сигналов по пересечениям заданных уровней. Применяемые методы перебрасывают мостик между методами найквистовских выборок и представлениями сигналов по точкам пересечения нуля.

МНОГОСКОРОСТНЫЕ ЦИФРОВЫЕ ФИЛЬТРЫ, БАТАРЕИ ФИЛЬТРОВ, ПОЛИФАЗНЫЕ СЕТИ И ИХ ПРИМЕНЕНИЯ: МЕТОДИЧЕСКИЙ ОБЗОР

Вайдьянатхан

Дан обзор основного аппарата исследований и рассмотрены достижения в области многоскоростной обработки сигналов, а также их применение в цифровых звукоспроизводящих системах, при подполосном кодировании, в закрытых системах речевой связи.

МАЛЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ВЫПУСК СКОРОСТНЫЕ СЕТИ СВЯЗИ

Четыре обзорные статьи, посвященные архитектурным и программным вопросам создания скоростных сетей ЭВМ, в том числе с применением волоконно-оптических кабелей.

Заказы до 1 июля 1990 г.

ТИИЭР, т. 78, № 2
(февраль 1990)

Тематический выпуск

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ В ЭЛЕКТРОНИКЕ

В выпуск включено 9 обзорных и оригинальных работ по следующим проблемам: проектирование топологии СБИС, синтез многоуровневых логических схем, высоковысокий синтез цифровых систем, методы архитектурно-генерируемого синтеза при СБИС-реализации алгоритмов цифровой обработки сигналов, синтез СБИС-систем с ориентацией на рабочие характеристики, автоматизированное проектирование с учетом технологичности схем на основе СБИС, электронные базовые системы САПР, направления в области проектирования интегральных схем, статистические методы управления технологическими процессами при производстве СБИС.

Заказы до 1 августа 1990 г.

ТИИЭР, т. 78, № 3
(март 1990)

Тематический выпуск

МНОГОМЕРНАЯ ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ

В выпуск включены 15 работ, посвященных теоретическим вопросам многомерной обработки сигналов и синтезу соответствующих фильтров. Рассмотрено применение многомерной обработки в геофизике и для визуализации изображений, например в томографии. Объем выпуска 25 авт. л.

Заказы до 1 сентября 1990 г.

Цена номера 3 р. 30 к.

Читатели Москвы и Подмосковья могут оформить предварительный заказ в Московском Доме книги (пр. Калинина, 26, секция «Мир») и магазине № 19 «Мир» (Ленинградский пр., 78, близ станции метро «Сокол»). Иногородним читателям заказы следует направлять на открытках по адресу: 129820, ГСП, Москва, И-110, 1-й Рижский пер., 2, издательство «Мир», редакция ТИИЭР.



Занимательная математика

О математических спекуляциях и заблуждениях



А. К. ДЬЮДНИ

Придавать значение всяким глупостям и хлопать при этом глазами — легче, чем думать.

Уильям Каупер.
Учимся всему

ОДНА моя знакомая медсестра считает, что во время полнолуния рождается больше детей, чем обычно. Недавно она сказала мне: "На прошлой неделе была полная луна, и у нас было вдвое больше родов по сравнению со средним количеством. И так каждый раз". Другой мой знакомый отказался от запланированной поездки в Европу прошлым летом, испугавшись террористов, действующих на авиалиниях, однако он совершенно не задумывается об опасности при ежедневных поездках на автомашине. Приятель, в течение 20 лет игравший на бирже, готов доверить удачливому маклеру крупную сумму: "Любой менеджер, который сможет в течение восьми лет подряд систематически выигрывать на бирже, получит мои деньги".

Приведенные примеры иллюстрируют различные проявления математических заблуждений, причина которых в неспособности или нежелании применить простейший логический анализ к определенным ситуациям, постоянно возникающим в нашей повседневной жизни. Много других примеров приведено в книге Дж. А. Паулоса "Математическая неграмотность". Того, кто не способен оперировать простейшими математическими понятиями, можно назвать "математически неграмотным" точно так же, как человека, не умеющего читать и писать, мы называем просто неграмотным. Я предпочитаю говорить о математических заблуждениях, поскольку вкладывают в это понятие более широкий смысл. Оно включает в себя ошибки, которые не являются математическими в строгом смысле слова, и, кроме того, здесь присутствует моральный фактор. Мы проявляем неправильное отношение к математике своим неумением применить то немногое, что знаем к ложным или

сомнительным утверждениям, с которыми сталкиваемся в повседневной жизни. Мы не хотим, чтобы нас дурачили, хотя большинство из нас то и дело становится жертвами одурачивания и со стороны политических деятелей, и средств массовой информации, и даже приятелей.

Читатели нашего журнала (которых мы относим к числу наиболее математически грамотных) должны проявлять особую ответственность в том, чтобы распознавать и бороться со всеми случаями математических заблуждений и спекуляций. В чем, например, заключается ошибочность утверждения, что во время полнолуния рождается больше детей, чем обычно? У этой идеи определенно есть своя привлекательность, и я никак не огорчился бы, если бы оказалось, что она соответствует действительности. Однако предположим, что утверждение ошибочно — что во время полнолуния рождается столько же детей, как и в фазе новой луны или первой и последней ее четвертях. Если это так, то почему медсестра могла утверждать, что пик деторождения приходится на полнолуние?

Предположим, что, зафиксировав в один прекрасный день рождение 15 младенцев, сестра выглядывает в оконечку и видит полную луну. Ну вот, опять! Через месяц в родильном отделении относительно спокойно, но сестра не стала проверять фазу луны. Если человек следит только за теми явлениями, которые подкрепляют его убежденность, то он упускает из виду явления, свидетельствующие о противоположном. Этую нашу склонность Паулос называет фильтром.

С фильтрами мы сталкиваемся всегда и всюду. Казино, в которых установлены десятки игровых автоматов, оглашаются звуками, свидетельствующими о том, что люди выигрывают. Каждый раз, когда на экране три маленькие вишеники выстраиваются в ряд, машина высыпает на поднос горсть двадцатипятицентовых монет. С другой стороны, проигрыш сопровождается тишиной. Человек, вошедший в казино, может подумать, что все кругом только и делают, что выигрывают. Ведь даже



Какое событие более вероятно: что я выиграю в лотерее или что рядом со мной упадет метеорит?

В статьях новой рубрики «Занимательная математика» мы будем размышлять над числами, заниматься логикой и всевозможными вычислениями. Однако, пожалуйста, не выключайте вашу думающую машину; компьютеры часто будут необходимы вам для математических приключений. Статьи «Занимательной математики» будут чередоваться со статьями рубрики «Наука вокруг нас».

несколько монет, на которые падает выигрыш в среднем в одной из десяти попыток, могут производить более или менее постоянный звон в помещении, где установлено всего десять автоматов.

Явление фильтрации, помимо иллюзии "беспрогрессного казино", лежит в основе и многих других заблуждений. Оно может сослужить плохую службу при решении вопроса о том, как выгоднее всего вложить деньги. Был ли прав мой приятель, выражая такую уверенность в пакете акций, который повышался в цене восемь лет подряд? Существует очень простой способ разобраться с этим вопросом. Для начала предположим просто, что успех капиталовложения зависит лишь от воли случая — скажем, от такого случайного события, как бросание монеты. Если выпадает "орел", то в этом году ваше капиталовложение принесет выигрыш. Другими словами, полная стоимость акций, составляющих ваш пакет, будет возрастать быстрее, чем биржевой индекс, — усредненная по всем акциям на бирже величина. Если же выпадет "решка", то ваши акции упадут в цене ниже индекса. Допустим, что в 1982 г. в биржевых операциях участвовали акции 1024 компаний. Рассмотрим их судьбу на протяжении следующих 8 лет. В 1983 г. половина акций, 512 компаний, превзошла индекс. В 1984 г. половина из этого количества, 256, опять превзошла индекс. С каждым годом число акций, стоимость которых растет быстрее индекса, уменьшается вдвое: 128, 64, 32, 16, 8, 4. В последнее число попали самые "горячие акции", приносившие особенно высокие прибыли каждый год за период с 1982 по 1989 г.

Было забавно смотреть телевизионное интервью менеджера компании, которой принадлежат эти горячие акции. Каковы же были причины такого необычного успеха? Менеджер долго распространяется о всевозможных "волнах", "циклах", "быках" и "медведях". Однако в действительности своим успехом он может быть просто обязан счастливому стечению обстоятельств. Простейшая вероятностная модель достаточно адекватно объясняет явление горячих акций. С учетом этой модели людям, вкладывающим свои капиталы в акции, следует воспринимать рассуждения биржевых специалистов с известной долей скепсиса.

На аналогичном математическом заблуждении может быть основана одна интересная возможность надувательства, связанного с игрой на бирже. Биржевой агент рассыпает письма 1024 клиентам. В половине из этих писем агент предсказывает, что



Эту диаграмму следует признать виновной по крайней мере по четырем статьям нарушения законов для диаграмм

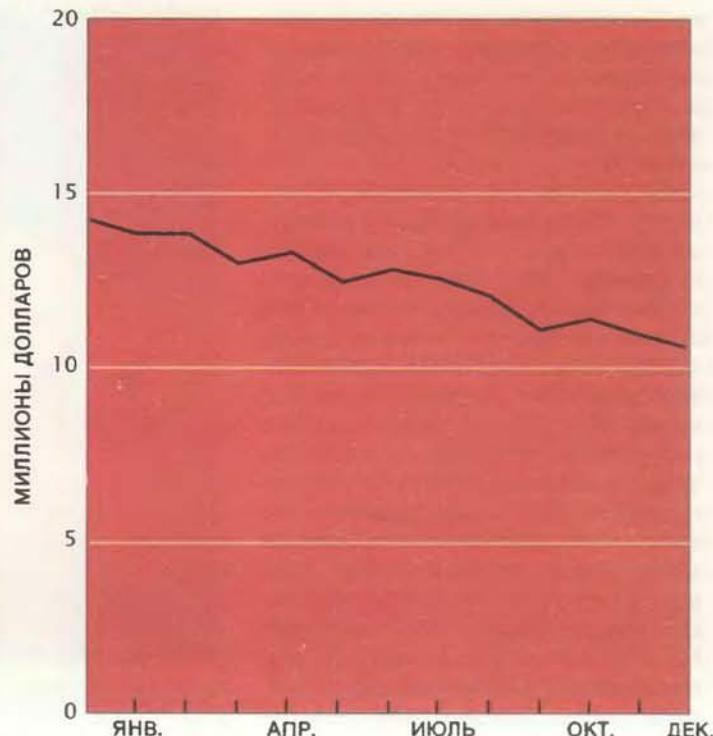
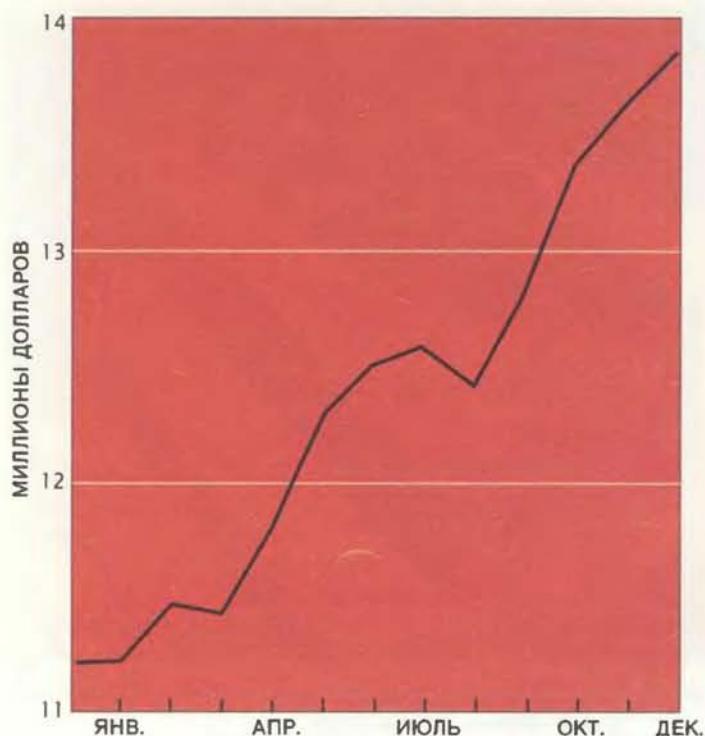
акции фирмы United Suspenders возрастут в цене на протяжении предстоящих нескольких дней. В другой половине писем он предсказывает, что их цена упадет. Теперь агент ждет, каким образом изменится цена акций. Если она поднимается, он рассыпает письма 512 клиентам первой группы, напоминая, что его предсказание оказалось верным, и делает новое предсказание. В 256 новых письмах он предсказывает, что цена акций будет продолжать расти, а в оставшихся 256 письмах сообщает, что она будет падать. Теперь вам, наверное, ясно, в чем состоит уловка. Все уменьшающаяся группа клиентов получает все более весомые доказательства того, что агент обладает безошибочным чутьем. В результате небольшая группа людей доверяет свои капиталы биржевому агенту, хотя разумнее было бы оставить свои деньги в сберегательном банке. Умышленное злоупотребление математикой иногда очень трудно обнаружить.

Примеры таких умышленных спекуляций, хотя и менее коварных, но значительно более распространенных, мы часто видим во всякого рода официальных и неофициальных диаграммах. Возможны два вида злоупотреблений. Я называю их "сжимающим успокаиванием" и "растягивающим вымогательством". В первом случае вертикальный масштаб сжимается, чтобы сгладить резкие взлеты и падения переменной величины. Например, чтобы падение доходовказалось менее резким, компания может представить свои доходы на графике, который сжимает величину уменьшения в семь раз. Для этого до-

статочно просто взять шкалу от 0 до 21 млн. долл., хотя доходы компании варьировали от 1 до 4 млн. долл. на протяжении последних 30 лет. Напротив, компания, доходы которой возрастают, может прибегнуть к методу растяжения, чтобы ее финансовое положение выглядело более впечатляющим; для этого шкала растягивается и положительный наклон кривой, увеличиваясь, создает впечатление, что компания испытывает "взлет" (см. рисунок на следующей странице).

Паулос приводит поразительный пример опасной математической безграмотности в области судопроизводства. Человека ограбили на улице и он утверждает, что грабитель был негр. Однако при многократном воссоздании сцены преступления в ходе судебного следственного эксперимента при сходных условиях освещенности жертва правильно определяет расовую принадлежность "нападающего" лишь в 80% случаев. Какова вероятность, что грабитель был действительно негр? Большинство людей сразу ответят: "Конечно, 0,8".

Паулос анализирует эту задачу, делая ряд разумных предположений. Во-первых, что население района состоит из 10% негров и 90% белых. Далее он допускает, что люди обеих рас с одинаковой вероятностью могут быть грабителями, и наконец, жертва с одинаковой вероятностью может ошибиться в определении цвета кожи нападающего в любом направлении, т. е. белого принять за черного, а черного за белого. При этих условиях, указывает Паулос, "из 100 случаев ограблений... жертва в среднем охарактеризует 26 грабителей как



Всегда можно сделать так, чтобы хорошие тенденции выглядели на диаграмме лучше (слева), а плохие — выглядели не так уж плохо (справа)

негров — 80% от десяти, которые в действительности были неграми, или 8, плюс 20% от девяноста, которые были белыми, или 18, в сумме 26. Таким образом, поскольку лишь 8 из 26, охарактеризованных как негры, окажутся в действительности неграми, вероятность того, что жертва подверглась нападению со стороны негра, с учетом показаний жертвы и следственного эксперимента, составит лишь 8/26, или приблизительно 31%. Суд может совершенно по другому отнести к этой информации, по сравнению с первоначальной грубой оценкой, несмотря конечно на некоторую разумную долю сомнения.

Прекрасным введением в теорию вероятностей и примером ее злоупотребления могут послужить лотереи. Каковы мои шансы выиграть в лотерее? Рассмотрим случай, когда лотерейный билет содержит 6 чисел. Играющие покупают билеты, на которых они отмечают по шесть чисел в диапазоне от 1 до 100. Должно быть соблюдено условие, что любая последовательность чисел дает одинаковую вероятность выигрыша: например, последовательность 1, 2, 3, 4, 5, 6 с таким же успехом может оказаться выигрышной, как и 6, 33, 45, 56, 69, 92.

Вероятность выигрыша можно вычислить по простейшей формуле исчисления вероятностей:

$$\frac{\text{число случаев выигрыша}}{\text{полное число случаев}}$$

Если я куплю, скажем, 5 билетов и на каждом из них выбирай различные последовательности чисел, то числитель дроби будет равен 5. Чтобы определить знаменатель, придется провести некоторые расчеты. Сколькими способами можно выбрать 6 предметов из шапки, содержащей 100 предметов? Первый выбор может оказаться одним из 100 возможных вариантов. Второй выбор осуществляется уже из 99 оставшихся возможностей. Таким образом, первые два предмета будут отобраны из 100, умноженных на 99 вариантов, или из 9900. В лотерее числа, конечно, могут быть выбраны в произвольном порядке. Поскольку два числа могут быть упорядочены двумя различными способами, число различных исходов лотереи будет равно 9900, деленным на 2, или 4950. Однако вычисление еще далеко не закончено. Третий предмет предстоит выбрать из оставшихся 98. Однако третья часть получающихся последовательностей будет излишней. Число исходов лотереи становится теперь равным 4950, умноженным на 98 и деленным на 8, в результате получим 161 700. Очевидно, знаменатель дроби растет весьма быстро.

Чтобы вычислить полное число возможных исходов лотереи, это число нужно умножить на 97, затем на 96 и наконец на 95, после чего поделить результат на 4, затем на 5 и наконец на 6. Ответ едва ли уместится на табло карманного калькулятора: 1 192 052 400. Если я приобрету один билет, мой

шанс выиграть в лотерее будет равен приблизительно одному из миллиарда, а вероятность составит около 0,000000001!

Шансы выиграть в такой лотерее примерно вдвое меньше шансов, что на площадь в один квадратный километр, окружающую меня, упадет метеорит. Сделав это заявление, я пытаюсь бороться с еще одним видом математических заблуждений и спекуляций: неправильным представлением величины. Чтобы адекватно оценить, насколько мало или велико то или иное число, его следует сопоставить с другим числом, смысл которого более понятен.

Возьмем пример с падением метеорита на Землю. Площадь поверхности планеты составляет около 510 000 000 квадратных километров. Шанс, что метеорит упадет на область в один квадратный километр, равен, следовательно, одному из 510 000 000, а вероятность соответственно составит величину около 0,000000002. Поскольку эта вероятность примерно вдвое больше моих шансов выиграть лотерею с одним билетом, мне нужно будет купить два, чтобы уравновесить вероятности этих двух событий. (У читателей будут намного лучшие шансы выиграть гипотетическую лотерею, о которой речь пойдет в конце статьи.)

Числа, большие и малые, часто вводят в заблуждения большинство людей, включая и меня. С большими числами мы встречаемся ежедневно,

но зачастую нас подводит чувство масштаба. Определенные группы людей часто пользуются этим в своих интересах. Послушаем, например, политического деятеля. Он возмущенно восклицает: "В прошлом году партия моего противника в своей предвыборной кампании перерасходовала 3 млн. долл. Я спрашиваю вас, какой финансовой ответственности можно ожидать от такой партии?" Для большинства из нас 3 млн. долл. звучит как огромная сумма денег, особенно если это сумма задолженности. На первый взгляд она ассоциируется у нас с суммой национального долга, составляющего на данный момент около 3 триллионов долларов.

Насколько велико число 3 триллиона? Один из способов сделать его более ощутимым, особенно если это долг, — разделить его на число работающих в США. Примерно 100 млн. американцев получают зарплату в том или ином виде. Задолженность в 3 млн. долл., распределенная на это население, составит немногим более 3 центов на человека. Однако задолженность в 3 триллиона распределится уже в сумме 30 тыс. долл., которые задолжал каждый работающий в стране человек. (Продолжив этот анализ еще на один шаг, мы вычислим, что выплата 30 тыс. долл. при займе под 8% потребует регулярных платежей приблизительно по 4470 долл. на протяжении 10 лет.)

Меня беспокоят также случаи, когда представители общественных движений, с которыми я солидарен, бьют тревогу, искажая действительное положение дел. Эту форму математических злоупотреблений можно было бы назвать "умножительным терроризмом". Не так давно представители движения в защиту окружающей среды предсказали стократное увеличение риска ракового заболевания для жителей местности, в которой имел место выброс диоксинов. На первый взгляд перспектива кажется просто ужасающей. На ум приходит мысль: не лучше ли переехать куда-нибудь в другое место? Само по себе предсказание, возможно, и верно, но каков на самом деле риск? Приняв вероятность ракового заболевания, обусловленного вдыханием диоксина в "чистом" регионе, равной лишь 0,00001, мы получим, что в загрязненной области она составит 0,001. Насколько это опасно? Вероятность раковых заболеваний со смертельным исходом при учете всех канцерогенных факторов уже итак равна в среднем по стране 0,2. Стоит ли продавать дом и переехать в другое место из-за разлиния между 0,200 и 0,201? Каждый, конечно, будет решать этот вопрос

по-своему, но чтобы принять решение, человек должен быть правильно проинформирован.

Еще один вид математических злоупотреблений связан с так называемым сложным процентом. Обычно мы плохо представляем себе это явление и игнорируем его последствия. Если величина возрастает на определенную свою часть через равномерные промежутки времени, то результат может нарастать очень быстро — намного быстрее на самом деле, чем представляет себе большинство людей. Предположим, что кто-то отложил 1000 долл., заработанных тяжелым трудом, на специальный вклад, приносящий, скажем, 10% в год, и эта прибавка также остается на вкладе, тогда результирующая сумма может стать очень большой за относительно короткий промежуток времени. Сумма, вложенная под 10%, удвоится всего через семь лет и три месяца.

Непонимание сложного процента может подвести нас не только в случае роста, но и в случае уменьшения денежных сумм. Покупательная способность денег постепенно снижается вследствие инфляции. Если уровень инфляции составляет приблизительно 5% в год, то деньги теряют свою покупательную способность по закону сложного процента. С каждым годом они обесцениваются на 5% по сравнению с предыдущим годом. Через сколько времени они обесцениются вдвое? При уровне инфляции в 5% это произойдет через 20 лет.

Можно часто видеть банковские рекламы, в которых используется недостаточно хорошее понимание сложного процента: "Если бы вы вложили в наш банк 10 тыс. долл. в 1970 г., то сейчас имели бы уже 42 тысячи!" Это действительно так, но реальное увеличение не столь велико, как может показаться на первый взгляд. При уровне инфляции 5% в год 10 тыс. долл., вложенные в 1970 г., имели бы ту же реальную стоимость, какую сейчас имеют 20 тыс. долл. Таким образом, в действительности вклад возрос бы не в четыре, а только в два раза.

Даже относительно скромные навыки при оперировании основами теории вероятностей, большими числами и решения других математических задач могут избавить вас от многих математических заблуждений. Однако необходимо еще и сделать над собой некоторое усилие, чтобы попытаться применить на практике эти знания, защищая себя тем самым от неприятных последствий лености мышления.

В начале статьи я обещал описать гипотетическую лотерею. Розыгрыш происходит в ней, как только вы купи-

ли билет. В одном из его углов напечатано число, скажем, 372 981. Купив билет, вы получаете право сокрести наклейку из фольги в другом углу, под которой скрывается еще одно число, скажем, 448 372. Не повезло! Конечно, там могло быть и 372 981. В этом случае вы получили бы ровно один миллион долларов, без всякого налога.

Такую лотерею устроить совсем несложно, и очень может быть, что она уже существует. В одном углу билетов печатаются последовательные числа, такие как 244 718, 244 719, 244 720 и т. д. В другом — другое шестизначное число, но оно выбирается случайным образом (из тех чисел, которые еще ни разу не были выбраны для этого места на билете). Затем это число закрывается.

Такая процедура таит в себе некоторую опасность как для играющих, так и для учредителей лотереи. К примеру, может получиться так, что никто не выигрывает, даже если все билеты будут распроданы. Какова вероятность такого исхода? (Как ни странно, она почти не зависит от количества билетов в лотерее. Даже если бы в лотерее использовались только одноразрядные числа и она насчитывала лишь 10 билетов, вероятность того, что никто не выигрывает, едва ли отличалась бы от вероятности выигрыша в лотерее с большим числом билетов!)

Куда более серьезная опасность подстерегает компанию, учредившую лотерею, когда может выиграть каждый играющий. Сколько в среднем может быть выигравших? Формулу можно представить в виде:

$$(0 \times P_0) + (1 \times P_1) + (2 \times P_2) + \dots,$$

где P_0 — вероятность того, что никто не выиграет, P_1 — вероятность того, что выиграет один человек, P_2 — вероятность того, что выиграют двое, и т. д. Если эти числа помножить соответственно на 0, 1, 2, ... и сложить произведения, то полученная в результате сумма даст вероятное число выигравших. Кто бы мог подумать, что ожидаемое число выигравших будет в точности таким же, как если бы выигрышное число вытягивалось бы по жребию, скажем, из шапки? То есть, вероятное число выигравших оказывается равным единице! Читателям предоставляется два месяца (достаточное время на размышления), чтобы решить обе сформулированные задачи, прежде чем я опубликую решения.

Я буду также благодарен нашим читателям, которые напишут мне о любых других примерах математических заблуждений и спекуляций, с которы-

ми им приходилось сталкиваться. Наиболее интересные письма будут опубликованы.

КОМПЬЮТЕРЫ по всему миру подверглись нашествию "тырмитов" — кибернетических организмов, описанных в "Занимательном компьютере" в ноябрьском номере журнала за прошлый год. Начав жизнь в бесконечной решетке черных квадратиков, каждый тырмит начинает перекрашивать клетки согласно своей таблице переходов между состояниями. На самом деле тырмит представляет собой двумерную машину Тьюринга, а цвета, в которые окрашиваются клетки решетки, обычно рассматриваются как символы, считываемые или записываемые машиной Тьюринга. Даже простейшие машины, с одним состоянием, способны порождать изящные и замысловатые узоры, как показал Г. Тэрк, персонаж статьи, посвященной тырмитам.

Т. Храпкевич из Дербиона (шт. Мичиган) говорит, что наблюдать за передвижениями тырмита намного интереснее, чем рассматривать получающиеся в результате узоры. Храпкевич написал короткую программу для простейшего тырмита, который порождает выглядящее случайным скопление цветных клеток, а затем уходит по регулярной кривой. Понаблюдав за поведением тырмита, Храпкевич заинтересовался вопросом, что будет делать тырмит, встретившись с уже нарисованной линией на решетке. Выяснилось, что тырмит любит двигаться вдоль нарисованных линий, а иногда по ходу своего движения перемещает их. Эти наблюдения привели Храпкевича к идею разбросать по решетке "снег": случайным образом расположенные нечерные клетки, с которыми тырмит может взаимодействовать. При этом практически гарантируется, что тырмит никогда не войдет в бесконечный цикл.

Т. Дэрхем, известный английский писатель-фантаст, запрограммировал некоторых тырмитов из коллекции Тэрка, в частности тех, которые порождают своеобразные, симметричные прямоугольные структуры. Меня интересовал вопрос, возникнет ли двусторонняя симметрия у тырмита, таблица поведения которого обладает лишь циклической симметрией. Дэрхем открыл противоположную версию этого тырмита, которая сводит на нет все, что порождает его "непротивоположный" собрат.

Из Гонконга Л. Пратт сообщил о своей тырмитной программе, которая принимает любую таблицу с двумя состояниями, указанную пользо-

вателем. Эта программа позволила Пратту проследить за несколькими вариациями на тему с двумя состояниями. Изменение лишь одного элемента таблицы чаще всего приводит к появлению совершенно нового племени тырмитов.

О. Олсен из Трондхейма (Норвегия) выпустил на одну и ту же решетку сразу двух тырмитов, чтобы понаблюдать за тем, как они снуют по хаотическому облачу раскрашенных пикселов. Через некоторое время один из них уходит в бесконечность, оставляя за собой кружевной след. В конце концов, оставшийся в одиночестве его приятель нападает на этот след и "пускается в погоню за первым, чтобы сказать ему, что он неправ".

Наконец, я не могу не упомянуть и о красивых картинках, присланных Х. Уэтсом из Колумбии (шт. Виргиния). Экспериментируя с вариациями четырехцветного тырмита, Уэтс обнаружил одну разновидность, порождающую продолговатую каплю, из которой периодически выбрасываются конечные "спиральные рукава". Однако тырмит всякий раз возвращается к капле, усложняя ее форму, делая ее более продолговатой и придавая ей более случайные очертания, прежде чем опять отправится по очередному рукаву. При разведении тырмитов девять десятых удовольствия, конечно, заключается в том, чтобы наблюдать за ними.

Наука и общество

Тренировка обоняния

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ биологические исследования нередко находят свое оправдание в разработанных на их основе средствах медицинской практики — лекарствах, методах лечения или диагностики и т. п. Неожиданное применение нашли результаты исследований, посвященных сложнейшей биологической проблеме — механизму восприятия запахов.

Речь идет о ликвидации аносмии, т. е. неспособности ощущать определенный запах, в данном случае запах андростенона — летучего соединения из группы стероидов, содержащегося в смеси газов, выдыхаемой человеком, и в слюне диких свиней, чей запах подобен запаху мочи или пота. Эта специфическая аносмия встречается примерно у 50% взрослых людей. Почти у каждого обнаруживается та или иная из более 100 известных видов аносмии. Однако для человека неспособность к восприятию какого-то запаха нельзя считать существенным недостатком, если, конечно, она не чревата реальной опасностью или не приятностью, как, скажем, может быть при отсутствии чувствительности к бытовому газу или зловонию скунса. Собственно говоря, в условиях городской перенаселенности неспособность воспринимать некоторые запахи даже дает преимущество.

В журнале "Proceedings of the National Academy of Sciences of the U.S.A." Ч. Уисоки, К. Доррис и Г. Башам из Монелловского центра по изучению хеморецепции в Филадельфии сообщают, что им удалось ликвидировать аносмии к андросте-

нууу у 10 из 20 человек путем ежедневной тренировки на протяжении 6 недель (тренировка состояла в том, что испытуемый в определенном режиме подвергался воздействию данного запаха).

Вообще, удивительно, что аносмия может исчезать. Как отмечает Уисоки, коль скоро аносмия генетически обусловлена (а это показано в исследованиях восприятия запахов у однои разноживотных близнецовых), можно ожидать, что она является устойчивым индивидуальным признаком. К идею эксперимента с тренировкой Уисоки пришел лишь после того, как обнаружил, что его собственная нечувствительность к андростенону исчезла через несколько месяцев периодического воздействия этого запаха.

По мнению Уисоки, ключ к тайне восприятия запахов заключен в двух свойствах, которыми обонятельные нервные клетки отличаются от других нейронов — способности распознавать множество различных чужеродных агентов и способности размножаться. Обоими этими свойствами они напоминают клетки иммунной системы. На их сходство обратил внимание в 1974 г. Л. Томас (работавший тогда в Онкологическом центре им. Слоана и Кеттеринга в Нью-Йорке). Он даже высказал предположение, что между системой хеморецепции и иммунной системой есть генетическая связь. Впоследствии было установлено, что мыши могут просто по запаху распознавать особей, единственное отличие которых заключено в так называемом главном комплексе тканевой совместимости, играющем важную роль в иммунном

ответе. У человека такая связь между запахами и иммунной системой не продемонстрирована, однако на нее есть указания в результатах изучения обоняния у больных СПИДом.

Как может исчезнуть аносмия? Согласно гипотезе Уисоки и его коллег, молекулы данного пахучего соединения, например андростенона, стимулируют размножение определенных обонятельных рецепторов — примерно так же, как антиген стимулирует размножение определенных лимфоцитов и образование растущих клонов клеток с нужной специфичностью. Возможны два варианта исчезновения аносмии. Первый состоит в том, что у человека с аносмиией очень мало нейронов, несущих рецепторы к данному веществу (андростенону), и сенситизация вызывает размножение этих нейронов. Второй вариант: число нейронов остается неизменным, но количество рецепторов на каждой клетке возрастает. В любом случае в результате сенситизации происходит увеличение числа рецепторов, так что предшествовавшая исходно незначительная чувствительность к андростенону повышается до уровня, при котором человек ощущает его запах.

Теперь Уисоки намерен проверить гипотезу экспериментами, например измеряя у животных изменения электрического потенциала нейронов в ответ на воздействие запаха или же исследуя способность изолированных мембран нейронов избирательно связываться с молекулами пахучих соединений.

Есть еще ряд обстоятельств, по всей вероятности имеющих значение для изучения хеморецепции. Рецепторы обонятельных нервных клеток, как считается, похожи на синаптические рецепторы (при помощи которых нейроны принимают электрохимические сигналы друг от друга). Понимание одного механизма проливает свет на другой. Изучение сенситизации обоняния может также прояснить процесс роста аксонов новообразованных обонятельных нейронов и образование ими синапсов в мозге. По словам Уисоки, если бы удалось установить причины изменений в обонятельных нейронах, возможно, открылось бы, каким образом нужно стимулировать нервы, чтобы они регенерировали.

Взаимоконтроль — основа коллектива

РАБОЧИЕ особи медоносной пчелы часто служат вдохновляющим примером самоотверженного труда на благо общества. В то время как

пчела-матка и трутни занимаются только размножением, рабочие особи делают все необходимое для жизнедеятельности улья: собирают нектар и пыльцу, строят соты, растят потомство матки. Однако судя по новейшим данным, рабочие пчелы вовсе не такие уж альтруисты; они производят впечатление добровольной преданности главе своей пчелиной семьи, а на деле жестко контролируют друг друга, взаимно подавляя попытки конкурировать с маткой в производстве потомства.

Суть этой "семейной тайны" проясняется, если рассмотреть родственные отношения между особями в пчелином улье. Обычно все они являются детьми одной крупной яйцекладущей самки — матки. Матка, спарившись с двумя десятками трутней из других роев, производит на свет самок, которые становятся рабочими. Она также откладывает неоплодотворенные яйца, из которых получаются самцы-трутни, приходящиеся братьями всем рабочим особям данного роя.

Хотя рабочие особи не могут спариваться, они не стерильны. Когда матка умирает, рабочие самки нередко откладывают неоплодотворенные яйца, из которых, как и из яиц матки, выходят самцы-трутни. Однако очень редко бывает, чтобы рабочие особи размножались при живой матке. По данным П. Вишера из Калифорнийского университета в Риверсайде, в улье лишь 0,1% трутней являются потомками рабочих пчел.

Почему рабочие особи не производят больше потомства при наличии матки? В конце концов, сын рабочей пчелы несет больше ее генов, чем ее братья, каковыми являются трутни — потомки матки. Согласно современной теории эволюции, рабочая пчела может увеличить свою приспособленность (определенную количеством генов данной особи, переданных следующим поколениям), если наряду с яйцами матки (или вместо них) она обеспечит успешное развитие собственных. Но приспособленность этой особи уменьшится, если место сыновей матки займут сыновья других рабочих особей, поскольку эти самцы приходятся данной пчеле наполовину племянниками.

Основываясь на этих соображениях, Ф. Ратникс из Калифорнийского университета в Беркли два года назад высказал предположение, что в улье рабочие пчелы каким-то образом прекращают попытки размножения других таких же особей. С целью проверить эту гипотезу Ратникс и Вишер подкладывали в улей неоплодотворенные яйца, отложенные рабочими особями и маткой. Как и ожидалось, рабочие



РАБОЧАЯ ПЧЕЛА находит и съедает яйцо, отложенное другой рабочей особью. (Фотография Ф. Ратникса.)

пчелы в улье быстро выявляли и поедали практически все яйца таких же, как они, особей, но почти не трогали яйца матки. Сейчас исследователи пытаются установить, обычное ли это поведение рабочих пчел или же большинство их удерживается от откладывания яиц.

В комментарии к статье Ратникса и Вишера, опубликованной в журнале "Nature", Дж. Сегер из Университета шт. Юта сравнивает социальную организацию медоносных пчел с тоталитарным государством, изображенном Дж. Оруэллом в романе "1984". По мнению Ратникса, принуждение может лежать в основе кооперации особей и у других высокоорганизованных общественных насекомых, таких как муравьи. "Возможно, насекомые больше похожи на людей, чем мы думали", — говорит он.

Книги

Искусство электроники; на небесных просторах; полынnyй океан; фотографии рассказывают



ФИЛИП МОРРИСОН

Пол Хоровиц, Уинфилд Хилл. Искусство электроники. Второе издание
THE ART OF ELECTRONICS, by Paul Horowitz and Winfield Hill, Second edition. Cambridge University Press, 1989 (\$ 49.50)

СТРЕМИТЕЛЬНОЕ развитие электронной техники — характерная примета нашего времени. Во втором издании этого объемистого, написанного живым языком и ставшего чрезвычайно популярным учебного и справочного пособия (переведенного на восемь или девять языков) предлагается новая, необычная единица для измерения изменений — один «нилометр» цифрового потока. Книга рассчитана не на тех, кто работает с компьютерами в банках, конторах и дома, а на ученых и инженеров практически любой специальности, нуждающихся в понимании смысла терминологии, используемой в современной электронике и информатике.

О первом издании книги, выпущенном в 1981 г., мы уже отзывались с похвалой в нашем журнале. Тогда мы отмечали и ее подлинную глубину и импонирующий рядовому читателю добродушно-шутливый тон изложения (язык, на котором говорят в научных лабораториях), а также удачно сбалансированную структуру книги, включающей теоретические рассуждения и практические рекомендации — от конструирования до техники безопасности. Методология подачи материала сохранилась и во втором издании: подробное объяснение с расчетом на максимальное усвоение с переходом к практическим примерам. Это не теоретический труд, а скорее практическое пособие, но необходимое изложение теории в ней не исключается. «Под словом «искусство» в заголовке мы понимаем мастерство и опыт, достигаемые на основе подробного знакомства с реальными элек-

тронными схемами и устройствами», — говорится в книге.

Основы электроники последовательно раскрываются по главам. Первые три посвящены описанию электронных схем для маломощных устройств; затем речь идет о транзисторах и их функциях; далее следует подробная информация о полевых транзисторах, широко используемых в устройствах, работающих на очень слабых токах. В четвертой главе раскрывается смысл одного из важнейших понятий — обратной связи, и опять-таки не само по себе, а в контексте работы операционных усилителей и большого арсенала других аналоговых устройств (только перечисление их существующих моделей занимает более десятка страниц) для усиления, генерирования, регулирования или сравнения сигналов. Каждый операционный усилитель — это единый кремниевый блок в виде интегральной электронной схемы, в которой имеется не менее 10, а то и больше взаимосвязанных транзисторов.

Много внимания уделяется цифровой электронике. Ей посвящено почти 400 страниц, причем 300 из них включены в новое издание дополнительно. Излагаемый в этой главе материал легко усваивается и может служить в качестве пособия тем, кто изучает электронику не более одного-двух семестров и выполняет лабораторные работы с осциллографом. Приведенные здесь сведения окажутся полезными не только новичкам, но и тем, кто уже посвящен в эту область и желает пополнить свои знания.

Изложение начинается с рассмотрения логических операций и их кодирования, а завершается подробным описанием взятых в качестве примера устройств с центральным процессором, ЦПУ, компьютера, целиком собранного на одном кристалле. (В частности, за предмет рассмотрения взята микросхема Motorola 68 000, используемая в архитектуре IBM PC.)

Поясняется, что хорошее ЦПУ требует еще 9 вспомогательных интегральных микросхем, одна из которых имеет «невероятное множество режимов работы», и в результате получается небольшой универсальный компьютер, способный решать разнообразные задачи в зависимости от программного обеспечения. В качестве примера рассмотрена схема для усреднения многократно повторяющихся аналоговых сигналов, которая требует втрое большей программы по сравнению с той, которая используется для шестиканального счетчика.

Подобное устройство можно собрать на печатной плате с дискретными элементами. Проволочные проводники на ней заменяются отпечатанными проводящими полосками из тонкого слоя металла. Не исключено, что такое устройство из десятка блоков можно сконструировать вручную. Однако если вам нужна плата с пятьюдесятью или сотней микросхем, то в ней должно быть не менее полутораиниц слоев с проводящими путями. Здесь уже невозможно предусмотреть все, и «вам потребуется месячный отпуск, чтобы прийти в себя после той колоссальной концентрации внимания, которая необходима для разводки проводящих путей».

Решение проблемы возможно только с помощью компьютера. Логические правила построения электронных схем закладываются в программу; выходом программы является расположение всех слоев металлизированных дорожек и всех отверстий в этих слоях с точным указанием их позиций и точек, в которых должна осуществляться пайка. Следуя этому методу, можно производить печатные платы на заказ в любых количествах.

Техника неразрывно связана с культурой и ее уровень определяется уровнем культуры. Джозеф Генри для изготовления электромагнита не мог купить даже такого пустяка, как изолированная проволока, и вынужден был обматывать ее обрезками материи, которые он брал в пошивочной мастерской. Чтобы построить микроКомпьютер, вам потребуется значительно больше. Почти на 100 страницах книги — вдвое больше чем в предыдущем издании — приведены таблицы, содержащие последние данные о соглашениях и кодах, перечень всевозможных поступающих в продажу компонентов — от батареек и вентиляторов до таких полупроводниковых устройств, как переключатели и дешифраторы — короче, все винтики и пружинки этой новой, функционально очень сложной современной культуры, почти неотделимой от научно-технического прогресса.

Ричард Скорер, Арьян Веркейк. На Небесных просторах

SPACIOUS SKIES, by Richard Scorer and Arjen Verkaik. David & Charles Publishers, 1989. Distributed by Sterling Publishing Co., Inc. (\$ 35).

Предмет этой современной, богато иллюстрированной книги — совершенно особое явление природы. Подобно тому как невидимые атомы составляют основу окружающего нас видимого мира, так почти незаметные глазу водяные капельки (или кристаллики льда) образуют все невероятное разнообразие облаков, украшающих наш небосвод. Но в отличие от атомов облачные капли не просто появляются и исчезают из поля зрения наблюдателя — они то и дело возникают и разрушаются в данной точке пространства, тем самым делая картину неба еще более переменчивой.

Прекрасные большие иллюстрации, помещенные в рецензируемой книге, делятся на два типа. Это, во-первых, контрастные черно-белые фотографии, снятые с метеорологических спутников NOAA; с их помощью мы можем охватить эти огромные пространства континентов и океанов. Другой тип — это цветные снимки, сделанные с Земли; мы словно бы сами, подняв голову, видим в голубом небе багряные и золотые облака, плывущие по небосводу, ограниченному линией горизонта всего в нескольких десятках километров от наблюдателя.

Авторы делят книгу на 12 глав в соответствии с масштабом описываемого явления и методами его изучения. Впервые познакомившись лет пять назад, они обнаружили, что их связывает общее страстное увлечение — интерес к земному небу. Арьян Веркейк вместе с женой Джерриной за последние 10 лет исколесил всю Северную Америку с целью отразить на фотоснимках красоту и суть любопытных атмосферных явлений. Что же касается Ричарда Скорера, то он, хотя и является крупным теоретиком в области метеорологии, никогда не был кабинетным ученым, приросшим к своему креслу и компьютеру. Начав со службы прогноза погоды, он переключился на экспериментальные исследования облаков с помощью планета и в конце концов стал специалистом по волнам в атмосфере и облакам.

В результате совместной работы двух увлеченных авторов на свет появилась книга, рассказывающая о нашем непрестанно меняющемся небе. Она открывается кратким введением, знакомящим читателя с воздушными массами и фронтами, устойчивостью и процессами перемешивания, класси-

фикацией облаков, спутниковыми наблюдениями и образованием капель. Текст и сопровождающие его прекрасные фотографии объясняют, с какими физическими процессами связаны те или иные формы облаков. Однако наивно рассчитывать на то, что, следуя за ясным и не перегруженным формулами авторским изложением, читатель сразу откроется все тайны этой сложной науки. Основная цель авторов — развить у нас интуицию в этой области, вооружив определенным начальным опытом, чему и служат яркие иллюстрации и доходчивый комментарий. Для читателя, уже знакомого с метеорологией, эта книга послужит примером блестящего изложения знаний.

Некоторые моменты кажутся по-разному простыми и в то же время удивительными. Так, облако с четким ярким краем образовалось недавно: в нем еще сохранилась масса больших и малых капелек, которые делают его непрозрачным и отражают свет. По мере перемещения в область с более сухим воздухом маленькие капли испаряются, и ставшее менее плотным облако выглядит более прозрачным и уже не кажется таким белоснежным на свету. Другой любопытный факт: отдельные кучевые облака, образующиеся при наличии волн в атмосфере, имеют более аккуратный вид, чем простые конвективные облака.

Конденсационный след от самолета, так же как и обратное явление — опускание разогретого двигателями воздуха, которое вызывает образование "промоин" в облаках, подробно описаны и показаны в книге как своеобразные недолговечные формы облаков. Оказывается, и морские суда оставляют за собой неожиданно длинный след в атмосфере: разумеется, не в недавно пришедшей материевой воздушной массе, а в чистом воздухе восточной Атлантики, практически лишенном ядер конденсации. Другое удивительное явление, описанное в книге, — это ветровая тень, "отбрасываемая" островами, вставшими на пути постоянных воздушных потоков в холодном климате. Сфотографированные со спутниковой орбиты цепочки облаков, выстраивающиеся с подветренной стороны островов Ян-Майен и Кроэз (и, возможно, служащие ориентиром перелетным птицам), образуют поразительные рисунки — вихревые дорожки и волновые следы, которые можно сравнить лишь с картинками, получаемыми в аэродинамической трубе.

На другой превосходной серии снимков (место действия — озеро Онтарио) мы видим длинную цепь пушистых кучевых облаков, вопреки всем

ожиданиям образовавшимся в холодном октябрьском воздухе, а также причудливо разбросанные пятна снега, выпавшего из них. Можно без труда определить единственный возможный источник этой белоснежной процесии: все еще теплое озеро, пары которого, конденсируясь в холодном воздухе, породили облака и преждевременный снег. Проследив за их полетом, авторы получили серию великолепных фотографий кучевых облаков, "медленно плывущих по небу подобно стае белых лебедей", поднимающейся все выше и выше. Другая удача Веркейков — это огромный многоцентровый циклон над территорией Техаса, заснятый как с Земли, так и из космоса. На спутниковых снимках мы видим, как огромная наковальня превратилась в гигантское яйцо, которое, отделившись от основной облачной массы, за ночь распало над теплыми водами Мексиканского залива.

Не забыты в книге и атмосферные вихри всех масштабов. Так, торнадо рассматривается как часть многоцентрового циклона: ведь именно сложная система нисходящих и восходящих потоков порождает вихревую структуру, внутри которой образуется узкая воронка смерча. Как мы видим, эта модель значительно отличается от традиционного представления о смерче как об отдельном сильно закрученном вихре. Один из таких торнадо наши бесстрашные фотографы преследовали на своем автомобиле; не оставили они без внимания и кажущийся игрушкой по сравнению с опасным собратом пылевой смерч, диаметром не превышающий три метра. Гигантские циклоны и антициклоны, чьи масштабы — размеры континентов и океанов, и мощные струйные течения на их периферии знакомят читателя с наиболее крупномасштабными структурами в воздушном океане нашей планеты, которая на снимках из космоса лежит перед нами, словно голубой шарик.

Стивен Тримбл. Полынный океан: Естественная история большого бассейна

THE SAGEBRUSH OCEAN: A NATURAL HISTORY OF THE GREAT BASIN. Text and photographs by Stephen Trimble. University of Nevada Press, 1989 (\$ 34.95)

Волны полыни, бегущие через этот сухопутный океан, разбиваются на востоке о хребет Скалистых гор, круто сбегающий к пригородам Солт-Лейк-Сити, а на западе — об отвесные скалы Сьерра-Невады у озера Тахо. На севере Большой Бассейн грани-

чит с безбрежными полынными степями, относящимися к бассейну реки Снейк; на юге он переходит в земли с более теплым климатом, поросшие кустарником. (Автор помещает южную границу непосредственно к северу от американского полигона для подземных ядерных испытаний.) Множество людей ежедневно пересекает полынный океан, следя по автостраде № 80, причем большинство предпочитает делать это ночью, чтобы избежать утомительной 12-часовой езды по палящей жаре. Пожалуй, среди всех американских ландшафтов этот наиболее обделен вниманием писателей и художников, — а ведь именно его ровная (под стать мостовой) поверхность привлекла переселенцев на Запад, несмотря на отсутствие здесь воды. Глубокие колеи, оставленные повозками, кое-где можно увидеть и сегодня.

В какие только удаленные уголки Большого Бассейна не забирался неутомимый писатель-натуралист Тримбл — от солончаков до альпийской тундры! От испытана на себе все крайности сурового климата, отыскал леса реликтовой остистой сосны и заснял на плёнку быстрый бег "перекати-поля". Кстати, именно леса, покрывающие хребет Снейк, были родиной самого старого обитателя Земли: увы в 1964 г. сосна-рекордсмен, простоявшая более 4900 лет (судя по количеству колец на срезе) была случайно спиlena. В рецензируемой книге, которую отличает необычайная широта взгляда на предмет, автор знакомит нас с экологией и биогеографией уникального полынного океана и не менее удивительного архипелага гор, поднимающихся с его дна. Книга, посвящена главным образом природным сообществам. Ее никак нельзя назвать путеводителем: вы практически не встретите рекомендаций, как добраться в то или иное место. Если другие тома из этой серии подробно описывают особенности геологии, растительности, мира пернатых и рыб Большого Бассейна, то эта стоящая несколько особняком книга привлекает читателя именно общим подходом к удивительному разнообразию на первый взгляд скучной природы.

За необычностью ландшафта стоит своеобразная геологическая история этих мест. Менее 10 млн лет назад огромные блоки земной коры, поднявшись, образовали отдельные "острова", возвышающиеся над плоской равниной. Выкованные в жаркой подземной кузнице, на западной границе Большого Бассейна вздыбились хребты Сьерра-Невады и Каскадных гор. Поднявшись, они встали на пути западных ветров, несущих влагу с Тихо-

го океана. По мере подъема по западным склонам хребтов океанские ветры охлаждаются и вся влага конденсируется и выпадает в виде дождя. Затем иссушенный воздух нагревается, опускаясь вниз. Эти сухие ветры превращают равнины Большого Бассейна в пустыню — солнечную, с холодными зимами. Та скучная влага, которая все же достается ей, не возвращается в океан, а стекает во внутреннюю часть бассейна.

И все же годовое количество осадков близко к максимальному для пустынь. Хотя солнечная Невада и является самым засушливым из всех американских штатов, годовая сумма осадков здесь — почти 30 см — гораздо больше, чем в таких пустынях, как Сахара или безводное Чилийское побережье. Жизнь здесь вынуждена приспособливаться к тому, что интенсивное испарение вызывает сильное засоление и выщелачивание почвы. В разгар последней ледниковой эпохи (около 25 000 лет назад) испарение было незначительным, а лето прохладным. В то время здесь возникли два гигантских озера глубиной порядка 300 м, по размерам сравнимые с современным озером Мичиган. Небольшие горные хребты были покрыты снегом и изобиловали ледниками: "кажется просто невероятным, что сегодняшней пустыне предшествовал этот идиллический пейзаж в голубых и белых тонах!"

Затем началось повсеместное потепление и вскоре испарение стало играть главенствующую роль. От обоих древних озер остались лишь редкие соленые водоемы, кишащие креветками, тогда как их берега заняты полчищами мух-береговушек. Плоские равнины, на которых разбросаны реликтовые водоемы, — это высохшие днища древних озер с глинистыми почвами, кое-где покрытыми отложениями соли. Во влажный сезон они превращаются в мелкие (глубиной в 5 см) озерца, и тогда на мелководье бурно расцветает своеобразная жизнь; она спешит воспользоваться кратким весенним периодом и столь же внезапно отмирает с его окончанием.

Лет сто назад фермеры-скотоводы наконец добрались до полынского океана (сегодня он покрывает 45% территории Большого Бассейна). В последующие четыре десятилетия стала с числом голов в полмиллиона паслись на его просторных равнинах. Многолетние местные злаки, весь жизненный цикл которых был введен в короткий весенний сезон, не перенесли столь интенсивного выпаса. Устояла лишь полынь (ее длинные корни могут высасывать влагу из глубоких

слоев почвы), которая даже зимой сохраняет часть листьев (к тому же скоту не нравится ее горький вкус). За какие-нибудь 40 лет все злаки были уничтожены, и со скотоводством было покончено.

После этого долгие годы полынь, как заправская монокультура, почти безраздельно царствовала на пыльных равнинах Невады. Шаг за шагом экологический вакуум заполнялся "пришлыми" растениями. Например, "перекати-поле" американского запада, — это главным образом поташник. Затем последовала многоактная драма повторного завоевания Большого Бассейна злаковыми травами и скотоводами, и стада смогли вернуться на свои пастбища. Весь этот район и окружающие его равнины представляют собой сейчас "сплошное коровье пастбище", с тщательно продуманной технологией функционирования, где главную роль играет русский пырей, устойчивый к выпасу скота, гербициды и борьба с вечно угрожающими этой сухой степи пожарами.

Мейнард Брей, Карлтон Пинейро. Херришоф из Бристоля: История в фотографиях крупнейшей американской судостроительной компании

HERRESHOFF OF BRISTOL: A PHOTOGRAPHIC HISTORY OF AMERICA'S GREATEST YACHT AND BOAT BUILDERS, by Maynard Bray and Carlton Pinheiro. WoodenBoat Publications, 1989. Brooklyn, Me. 04616 (\$ 45)

Вскоре после окончания Гражданской войны Джон Браун Херришоф основал небольшую судостроительную верфь на принадлежащем его семье участке в Бристольской гавани (залив Наррагансетт). Несмотря на постигшее его несчастье — в пятнадцатилетнем возрасте он потерял зрение, — Джон слыл отличным конструктором, и ему было суждено построить самые быстрые во всем заливе суда. Натаниэл Грин Херришоф, младший брат Джона, был талантливым инженером-механиком, выпускником недавно созданного Массачусетского технологического института.

В 1878 г. братья основали совместное предприятие — компанию Herreshoff Mfg. Co. по строительству малых судов. Они сразу воспользовались новинкой — безопасным змеевидным паровым котлом, незадолго до этого запатентованным их братом Джеймсом, химиком по специальности. Змеевик был сравнительно дорог в эксплуатации, но очень компактен и позволял судну развивать большую

скорость, чем другие котлы. За год до этого братья по заказу кубинских повстанцев спроектировали и взялись построить быстроходное паровое судно "Эстель". За "Эстелью" "присматривал" правительственный сторожевой катер, который находился под парами, даже стоя на якоре, на тот случай, если новое судно вздумает улизнуть. После ходовых испытаний власти конфисковали "Эстель", а братья «легли на новый курс».

Представленная в книге коллекция фотографий кораблей, мастерских и людей отражает историю компании Herreshoff Mfg. Co. с момента ее создания до "бабьего лета" в ее деятельности, пришедшегося на вторую мировую войну, когда компания выполняла правительственные заказы по созданию патрульного берегового флота. Книга подтверждает легенды, которые росли вокруг братьев до того самого момента, когда в 1915 г. неожиданная смерть унесла Джона, бывшего выдающимся администратором. Далее внимание авторов скрепоточивается на другом из братьев Нэт — независимом капитане и талантливом конструкторе. В 1930 г. он ушел на заслуженный отдых, но и в последующий, менее блестательный, период своей деятельности фирма Herreshoff Mfg. Co пользовалась услугами членов прославленной семьи.

Продукция фирмы радует глаз не посвященного читателя, но еще больше восхищает профессионала. Мы видим элегантные суда в открытом море, в доках, во время спуска на воду и "в зачаточном состоянии" в залитой солнечным светом мастерской. Целую стену занимают столы любимые Нэтом модели судов. Далее перед читателем предстает масса придуманных им великолепных якорей для яхт. А вот и механическая мастерская — ведь Нэт проектировал, а компания изготавливала не только корпуса кораблей, но и паровые машины. Разведененные под потолком мастерской вальы и приводные ремни приводились в движение паровыми машинами конструкции Нэта.

Различные весельные лодки свидетельствуют о безупречном вкусе и мастерстве их создателей, одинаково талантливо работавших и в больших, и в малых формах. На изготовление лодок шли кедр, красное дерево, сталь, бронза, алюминий.

На страницах книги мы видим грозный эсминец (1895 г.), паровую яхту, принадлежавшую Уильяму Рандольфу Херсту, личный пароход Дж. П. Моргана, а также великолепный 46-футовый шлюп "Глория" (1891 г.), который оправдал свое имя — "Слава", выиграв все гонки года. На одном из сним-



Шлюп "Альтаир" на верфи фирмы Херришоф (предположительно 1902 г.)

ков полным ходом идет самое большое из всех когда-либо спущенных на воду одномачтовых судов: это победитель американских гонок 1903 г. "Рейлейнс", чуть-чуть "толстоватый" с точки зрения капитана Нэта. Мачтой судна служила стальная труба высотой 57 м, команда состояла из 66 человек, а стальной корпус, обшитый снаружи медью, по форме напоминал фюзеляж самолета. И наконец, четыре 23-метровых судна из алюминия и стали (прозванные "павлинами") — участники гонок периода Великой депрессии (1930 г.).

Книга представляет собой летопись семьи, посвятившей себя в равной степени двум видам человеческой деятельности: спорту и войне, и больше всего спорту, напоминающему войну. Книга повествует о богатых спонсорах, одаренных архитекторах и безвестных мастерах. Интересно, что еще в конце прошлого века компания

платила своим работникам самую высокую в Новой Англии заработную плату. О том, какая атмосфера царила в мастерских, свидетельствует одна из фотографий: рабочие оставили открытыми свои ящики с инструментами там, где их застал конец рабочего дня: на долгостоящие инструменты никто не посягнет.

Теперь на территории, в свое время принадлежавшей компании, находятся несколько новых зданий, в том числе морской музей. Сотрудники музея представили в распоряжение составителей большое количество материалов из семейных архивов, а также фотографии. Однако лучшим памятником основателям фирмы служат великолепные спортивные суда, бороздящие воды у побережья Новой Англии. Сделанные из современных материалов, они несут на себе отпечаток старых традиций, заложенных семейством Херришоф.

Наука и общество

Завоевания рынка через суд

В ПРОШЛОМ ГОДУ фирма E. I. Du Pont de Nemours "натолкнулась на кирпичную стену". Она начала работать над технологией процесса цепной полимеразной реакции — новым методом получения фрагментов ДНК, впервые разработанным исследователями из фирмы Cetus. Но когда Du Pont попыталась приобрести лицензию на этот метод у Cetus, ей было отказано. В августе Du Pont нанесла ответный удар: она возбудила дело против Cetus, заявив, что патенты

на метод цепной полимеразной реакции, принадлежащие фирме Cetus, не имеют законной силы.

Конфликт между фирмами Du Pont и Cetus был всего лишь одним из тысяч судебных дел по вопросам защиты "интеллектуальной собственности", начатых в прошлом году. "Большинство юристов, специализирующихся в области патентоведения, считают, что за последние пять лет патенты приобрели еще большую ценность", — заявил Р. Кельгор, юрист-патентовед фирмы Burns, Doane, Swecker and Mathis из Александрии (шт. Виргиния), и поэтому ком-

пании теперь активно защищают свои интересы в судебных процессах. Некоторые надеются заставить конкурентов, использующих их патенты, платить отчисления; другие хотят скрушить конкурентов и устранить их с рынков. Такие тенденции преобладают в перспективных отраслях промышленности, которые стремятся с самого начала обеспечить защиту своей интеллектуальной собственности.

"Ажиотаж среди американских корпораций в отстаивании права на интеллектуальную собственность разгорелся в конце 70-х годов, когда США начали ощущать торговый дефицит", — указал М. Блуммер, возглавляющий Американскую ассоциацию по законности и защите авторских прав в Арлингтоне (шт. Виргиния). Беспокоясь за свою способность выдержать конкуренцию с производителями, как внутри страны, так и за рубежом, компании стали более внимательно относиться к своим свободным активам, включая портфели патентов.

Однако не всегда можно было предугадать исход судебного процесса. Поскольку каждый окружной суд разбирал и патентные случаи, и апелляции, хлынул поток конфликтных решений. "Ваш патент мог стоить, а мог и не стоить того, от чего зависело, допустят ли ваше дело до слушания в суде", — говорит Блуммер.

Кельгор сказал, что патенты при администрации Рейгана стали рассматривать как первейшее средство конкурентной борьбы. Примерно в то же время конгресс стал уточнять патентное законодательство, которое не менялось с 50-х годов; за это время вышло уже более 10 законов. Наиболее важным из них было соглашение поверенных, утвержденное в 1982 г. единственный апелляционный суд для всех случаев, связанных с защитой патентов.

Апелляционный суд федеральных округов начал быстро разбирать ряд стандартных судебных дел. Его решения также ясно продемонстрировали значения патента в 1985 г. по делу между фирмами Polaroid и Eastman Kodak. При закрытых дверях суд утвердил патенты фирмы Polaroid, оставив Kodak не у дел. "Использование патентов для устранения конкурентов с рынка было новой идеей", — говорит С. Кетш, представитель фирмы Weil, Gotsal and Manges из Нью-Йорка. — Победивший на суде становится сильнее".

Актом о торговле, принятым в 1988 г., конгресс усилил защиту отечественных патентов от "иностранных нарушителей". Ранее иностранным компаниям запрещалось безли-

цензионная продажа запатентованной продукции в США. Но это правило не распространялось на запатентованные технологические процессы, за исключением тех случаев, когда держатели патентов в США могли доказать, что они понесли значительный экономический ущерб. В Акте о торговле добавлено это требование, что обеспечило патенты на готовую продукцию и технологии одинаковой защитой.

Хотя патентное право было укреплено, новые отрасли, такие как производство компьютерного программного обеспечения и биотехнология, стали предпринимать меры по защите своей интеллектуальной собственности. Пока что существующие авторские права и патенты оказывались достаточно гибкими. Например, в конце 80-х годов в нескольких судах начали использовать авторское право, защищавшее "вид и содержание" компьютерных программ, обычно выражавшиеся в графических элементах, или пиктограммах. Эти первые судебные решения породили поток процессов, включая два, возбужденные фирмой Apple Computer против Microsoft и Hewlett-Packard.

Основатель фирмы Apple С. Джобс впервые увидел элементы компьютерной графики в 1979 г. при посещении исследовательского центра фирмы Xerox. Позднее использование пиктограмм в программном обеспечении для персональных компьютеров помогло фирме Apple достичь огромного успеха; Xerox, наоборот, потерпела неудачу в своих попытках вступить в дело.

Теперь, когда суды поддерживают авторские права, фирма Xerox пытается возместить убытки за проведенную ранее работу. В начале декабря она предложила фирме Apple внести плату за лицензию. Apple отказалась, и Xerox стала настаивать на снятии авторских прав Apple из федерального списка. Кроме того, Xerox желает получить более 150 млн. долл. за понесенные убытки.

Биотехнологическая промышленность также охвачена судебными разбирательствами. "Рынок совершенно новый. Сколько будет стоить лекарство от СПИДа? Мы не знаем", — говорит Кетш. "Некоторые биотехнологические компании делают ставку на один или два вида продукции, в результате чего им очень важно быть единственными поставщиками на рынок", — добавляет Кельгор.

Неопределенность судебных решений породила случаи недовольства и желания обратиться к конгрессу с предложением о выработке более жестких законов. Примером может

служить длительный конфликт между Amgen и Genetics Institute (GI) по поводу белко-эритропоэтина, участившего в регуляции формирования эритроцитов (красных кровяных телец). "Amgen считается научным лидером", — говорит Р. Мердес с факультета права и законодательства Бостонского университета. "Тем не менее недавнее решение суда, признавшего, что обе компании имеют некоторые права на эритропоэтин, поставила Amgen в невыгодное положение", — добавляет он. Ситуация усложнялась присоединением GI к японской фирме Chugai Pharmaceutical. Компания Amgen довела слушание дела до конгресса, утверждая, что существующее патентное законодательство направлено против отечественных компаний.

При настоящих требованиях других биотехнологических фирм, особенно Genentech, ожидается, что в этом году конгресс рассмотрит по крайней мере два законопроекта о защите интеллектуальной собственности. Один будет направлен на облегчение получения патентов на процессы на основе комбинированных технологий, другой будет пытаться усилить защиту от "иностранных нарушителей".

А пока конфликт из-за метода цепной полимеразной реакции между Du Pont и Cetus продолжается. Это — борьба за рынок. В начале прошлого года Cetus передал исключительные права по лицензии на использование цепной полимеразной реакции для целей диагностики фирме Hoffmann-La Roche. По словам М. Остраха, генерального советника фирмы Cetus, Roche надеется играть главную роль в производстве диагностического оборудования. Cetus намеревается стать обладателем крупной доли ее доходов.

Однако фирме Du Pont в свою очередь не хотелось оставаться вне игры, которая, как предполагают, сулит прибыль в 1 млрд. долл. менее чем за 10 лет. "Обнародовав два документа, которые были опубликованы более 10 лет назад и которые она называет "явным предвосхищением" метода цепной полимеразной реакции, компания Du Pont подала в суд на Cetus, объявив ее патенты недействительными", — говорит Г. Франк, старший советник фирмы Du Pont.

Du Pont и Cetus едины в одном мнении: новый метод синтеза ДНК заслуживает издержек на борьбу. Судебный процесс может стоить каждой компании около 2 млн. долл. в год и тянуться более двух с половиной лет. (Здесь не учтена стоимость продолжающихся исследований; Du

Pont, например, планирует израсходовать более 15 млн. долл. на исследования метода цепной полимеразной реакции в течение последующих трех лет.)

"Мы взвешиваем наши возможности, — говорит Острак. — Предположим, что рынок оценивается в 500 млн. долл. Если Du Pont считает, что у нее больше 1 шанса из 100 выиграть процесс, — наши шансы равны", — продолжает он. "Мы тоже провели некоторые расчеты", — отвечает Франк. Du Pont и Cetus встречаются лицом к лицу на суде 7 августа.

Елизабет Конкоран

Астрономическая смесь

ВЯНВАРЕ 1990 г. состоялось собрание Американского астрономического общества в Вашингтоне с участием 1700 ученых, на котором обсуждались последние достижения в исследовании космоса. Вероятно, самым удивительным сообщением оказалось то, что спутник COBE (Cosmic Background Explorer), запущенный 18 ноября прошлого года, уже провел точные измерения изотропного микроволнового и инфракрасного излучений, которые считаются реликтом Большого Взрыва, положившего начало нашей Вселенной.

Истинная ценность этих данных состоит в отсутствии заметных эффектов. Спектр фонового излучения не имеет особых отличий от спектра абсолютно черного тела, что опровергает результаты наблюдений 1987 г., указывавшие на наличие необъяснимых нерегулярностей. Спутник COBE также не обнаружил никаких признаков скоплений или взрывов в ранней Вселенной, которые могли бы объяснить наблюдаемую в настоящее время астрономами клочковатую структуру. Измерения со спутника COBE продолжаются, и их точность будет увеличена еще на порядок величины. Если и на этом уровне неоднородности не обнаружатся, космологи вынуждены будут отказаться от многих из существующих теорий формирования галактик.

В то же время растет число свидетельств того, что Вселенная заполнена огромными сложными структурами. Аллан Дресслер из Института Карнеги в Вашингтоне и Сандра Фабер из Калифорнийского университета в Санта-Крус построили карту движения галактик вокруг обнаруженного ранее "Великого аттрактора" — громадного конгломерата галактик, занимающего третью неба в Южном полушарии и притягивающего нашу и все соседние галактики. Они показа-



ВЗАИМОДЕЙСТВУЮЩИЕ ГАЛАКТИКИ могут образовывать временные "линзовидные" галактики (слева), которые затем могут превращаться в структуры с перемычками подобно недавно обнаруженной в Млечном Пути. При более тесном сближении галактик может происходить падение вещества на черные дыры в их центрах и формирование пар квазаров (вверху показан результат моделирования этого процесса).

ли, что аттрактор — это реальная структура с видимой дальней границей.

Э. Шая из Колумбийского университета и Р. Брент-Талли из Гавайского университета попытались вычислить массу Великого аттрактора, чтобы определить, может ли он обеспечить все движение Млечного Пути в этом направлении. Они нашли, что наблюдаемые галактики могут быть ответственны только приблизительно за 2/3 указанного движения, и поэтому предположили существование еще большего удаленного скопления, названного "Величайшим аттрактором".

Особенно интригующим было сообщение Т. Бродхарста и его коллег из Даремского университета (Англия). Они собрали свидетельства того, что плотность популяции галактик меняется регулярно поперек большей части видимой Вселенной с пиками в каждые 400 млн. лет. Механизм, который мог бы генерировать такие огромные когерентные структуры, совершенно неизвестен.

Другое интересное сообщение касалось обнаружения двойных квазаров. Большинство наблюдаемых пар квазаров считается оптическим обманом, вызванным искривлением световых лучей в гравитационном поле далеких массивных галактик. Группа под руководством Дж. Мейлона из Института космического телескопа объявила об открытии первой истинной пары квазаров. Эти два объекта находятся фактически на одном расстоянии от Земли — около 12 млрд. с.в. лет — и на расстоянии 100 тыс. с.в. лет друг от друга (меньше диаметра нашей Галактики).

Крайняя близость этих двух объектов должна приводить к их гравитационному взаимодействию. Существующие теории предсказывают, что сближение некоторых типов галактик может приводить к зарождению квазаров в их ядрах. Мейлон полагает, что обнаруженная ими пара квазаров является результатом именно такого сближения галактик и что "мы, возможно, наблюдаем рождение двух квазаров".

Теперь о более близких нам проблемах. Существовавшее десятилетия представление о нашей Галактике как о сферическом ядре из звезд с тянувшимися от него "рукавами" было опровергнуто Л. Блитцем из Мэрилендского университета в Колледж-Парке и Д. Спергелем из Принстонского университета. Они обнаружили, что внутренняя область Галактики на самом деле имеет форму, подобную мячу для регби, поэтому Млечный Путь является не просто спиральной галактикой, а "пересеченной спиралью", в которой спиральные рукава тянутся от "перемычки", а не от ядра.

Как могла появиться такая структура? Одна из возможностей была предложена Д. Эльмегрин из Вассер-Колледжа, которая изучала особый класс взаимодействующих галактик, оригинально названных ею "линзовоидными" (из-за сходства с формой глазного яблока). Она считает, что такие галактики довольно быстро по космическим меркам (возможно, за 200 млн. лет) приходят в устойчивое состояние, которое, весьма вероятно, и соответствует галактике в форме пересеченной спирали. У Млечного Пути есть две близкие соседние галактики — Магеллановы Облака, которые могли взаимодействовать в прошлом, но Эльмегрин заявила, что ее попытки смоделировать такое взаимодействие с помощью компьютера не привели к образованию наблюдаемой в действительности структуры, напоминающей по форме мяч для регби.

Проблема конвертируемости валюты

СОГЛАСНО некоторым рекламным агентствам по инвестициям, либерализация в странах Восточной Европы открывает для бизнесменов самые широкие со времени осуществления плана Маршалла возможности: экономика этих стран находится на низком уровне и нуждается в коренных преобразованиях, грамотная рабочая сила готова откликнуться на предложения по найму и поэтому может рассматриваться как потребитель, доходы же в форинтах, золотых и кронах будут исчисляться миллионами. Вопрос, однако, в том, кому нужны все эти форинты, золотые и кроны.

Конвертируемые валюты, например доллар и йену, можно свободно обменивать, поэтому они служат единительным звеном между экономическими соответствующих стран. Неконвертируемая же валюта (в странах Восточной Европы и ряде развиваю-

щихся стран) может обмениваться только с разрешения правительства, тем самым местная экономика оказывается изолированной от остального мира.

Неконвертируемость валюты препятствует иностранным капиталовложениям. Например, если какая-нибудь западная фирма вкладывает капитал в западногерманских марках на строительство завода в Румынии, то она получает прибыли в леях, которые может потратить только в Румынии. Пока эта фирма не получит разрешения обменять леи на марки, заработанные ею деньги не представляют для нее ценности. Лишь немногие фирмы соглашаются на такие условия, поэтому правительства стран с неконвертируемой валютой устанавливают искусственно завышенные курсы обмена, чтобы выжить как можно больше валюты из западных предпринимателей.

Однако в настоящее время страны Восточной Европы проявляют повышенное стремление привлечь иностранные капиталовложения. Им необходимы деньги для преобразования своей экономики и повышения уровня жизни до стандартов, сравнимых с западными. Как считают некоторые экономисты, этим странам необходимо прежде всего сделать свою валюту конвертируемой. Известным сторонником такого взгляда является Джейфри Д. Сачс из Гарвардского университета, который содействовал реализации программы по развитию экономики Боливии, а в настоящее время занимается экономическими вопросами Польши.

Другие экономисты полагают, что для восточноевропейских стран преждевременно и, возможно, даже рискованно делать сейчас свою валюту конвертируемой. (Польша, где наиболее тяжелое экономическое положение, может быть исключением, говорит Ричард Е. Кван из Принстонского университета.) Прежде чем делать свою валюту конвертируемой, отмечает Эдвард А. Хьюэтт из Института Брукингса в Вашингтоне (округ Колумбия), восточноевропейским странам необходимо найти выход из изолированной экономической системы, валюта которой не представляет ценности для остального мира. В экономике этих стран деньги служат пассивным средством бухгалтерского учета, а не средством обмена, с помощью которого цены на товары определяются их экономической стоимостью.

Например, в Советском Союзе, отмечает Рональд И. Маккиннон из Станфордского университета, существует по крайней мере три вида

валюты, неконвертируемые свободно друг в друга. Во-первых, люди могут иметь накопления в виде бумажных денег и монет, выпускаемых правительством, а предприятия нет. Во-вторых, прибыли предприятий поступают на счета государственный банк. Эти прибыли перечисляются на различные цели, и для того чтобы потратить прибыль, необходимо разрешение правительства. Наконец, государственный банк выделяет предприятиям "мягкие" деньги на покупку сырья и оборудования. Когда правительство распределяет все товары в законодательном порядке, то пассивная система работает хорошо, однако, как замечает Маккиннон, для свободного рынка такая практика порочна. Убыточные предприятия всегда будут занимать больше, а доходные не смогут вкладывать то, что они заработали, для увеличения производства.

Следующим важным фактором является система налогообложения. По словам Маккиннона, либерализация социалистической экономики неизменно приводит к огромному дефициту в государственном секторе и экономическому хаосу, поскольку "реформаторы не готовятся основательно к предстоящим изменениям".

Когда государству принадлежит почти все, деньги из "прибыльных" секторов экономики — тех, которые производят товары, пользующиеся спросом, — идут на субсидирование "неприбыльных" секторов, таких как национальная оборона. Необходима четко действующая система налогообложения, поскольку правительство может устанавливать размеры заработной платы и цены на товары на таких уровнях, которые позволяют ему взимать налог в необходимом ему размере. В отсутствие четко действующей системы налогообложения переход к частному предпринимательству означает резкое снижение государственных доходов. В Советском Союзе государственные доходы снизились с 47% национального валового продукта (НВП) в 1985 г. до 38% в 1989 г., а дефицит бюджета за этот период возрос с 2,7 до 13,1% НВП.

Без соответствующей денежной системы и системы налогообложения, отмечает Маккиннон, превращение валют восточноевропейских стран в конвертируемые может даже ухудшить их экономическое положение. На свободном рынке курс валют восточноевропейских стран резко был снизился, что привело бы к повышению цен на импортируемые товары и вызвало бы гиперинфляцию.

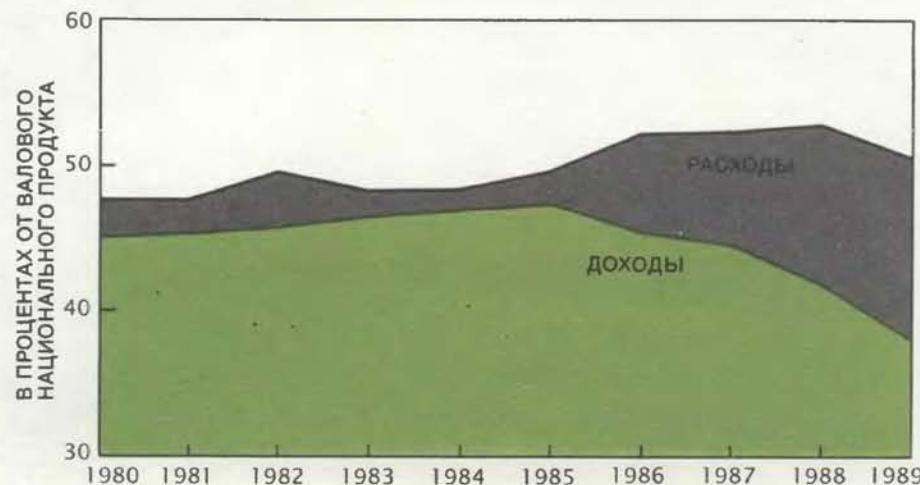
Перед восточноевропейскими странами встает дилемма: если, например, форинт или крона станут конвер-

тируемыми и это погубит местную экономику, то где можно будет взять деньги на капиталовложения. Некоторые экономисты, в том числе Маккиннон и Янош Хорват (который в 1956 г. был председателем Национального экономического совета реконструкции экономики Венгрии), полагают, что в данном случае следует рассчитывать на внутренние источники: предприятия должны быть отрезаны от всех кредитов и будут вынуждены финансировать расширение производства на основе удержаных заработков. Если этот драконовский метод даст такие же результаты, как и в ФРГ в конце 40-х годов, то компании увеличат цены, а потребители будут финансировать капиталовложения на основе своих накоплений, которые в противном случае будут бесполезными. Как только экономика станет процветать, то можно будет говорить и о том, как конвертировать валюту.

С другой стороны, иностранные капиталовложения могут быть необходимой частью перестройки в восточноевропейских странах, как это было и при осуществлении плана Маршалла в Западной Европе. В таком случае, отмечает Хьюэтт, меры, посредством которых будет достигнута пусть даже неполная конвертируемость, все равно окажутся привлекательными для западных предпринимателей с точки зрения доходов в твердой валюте. Некоторые компании в течение ряда лет практикуют бартерные сделки; наилучшим примером здесь, возможно, является поставка водки в обмен на прохладительные напитки. Другим способом могут быть аукционы с продажей товаров в твердой валюте. Предприятия могли бы обращать местные деньги, например, в йену или западногерманские марки, но не на "текущей" основе, характерной для денежной торговли на Западе.

Если будут существовать такие возможности, то ориентация на полную конвертируемость валюты может быть неверной, замечает Хьюэтт. Существуют другие препятствия капиталовложениям, например проблемы прав собственности, которые еще предстоит решить. Как только эти проблемы будут решены, Восточная Европа может быть столь же привлекательной для западных предпринимателей, как и любой другой развивающийся регион. Ее дороги и другие инфраструктуры лучше, чем в иных частях света, а рабочая сила более образованна.

Пол Уоллич
и Элизабет Коркоран



ДЕФИЦИТ ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТА СССР резко возрос с начала осуществления перестройки. Согласно Рональду И. Маккиннону из Стенфордского университета, сокращение государственных доходов вызвано либерализацией: "доходы" предприятий, ранее контролируемых государством, больше не поступают в Москву. Источник: Plancon.

Тайна водяного пара

В ПОСЛЕДНЕЕ время немногочисленная, но уверенная в своей правоте группа ученых стала подвергать сомнению прогноз, согласно которому в грядущие десятилетия климат Земли значительно потеплеет. Эти скептики совершенно справедливо указывают, что в компьютерные модели, предсказывающие потепление, заложены предположения, не имеющие солидных экспериментальных подтверждений. Разработчики моделей признают, что такие неопределенности действительно проявляются в результатах расчетов. Но теперь пришел их черед радоваться: появилось сообщение о том, что одно из ключевых предположений, используемых в моделях, подвергнуто критике известным представителем лагеря скептиков, подтверждается наблюдениями.

Новые экспериментальные результаты касаются той роли, которую в предполагаемом потеплении может играть водяной пар. В дискуссиях о возможных изменениях климата акцент, как правило, делается на диоксид углерода и другие газы, концентрация которых в атмосфере возрастает в результате хозяйственной деятельности человека. Газы способствуют нагреванию Земли посредством парникового эффекта: они пропускают прямую солнечную радиацию, но задерживают тепловое (инфракрасное) излучение планеты.

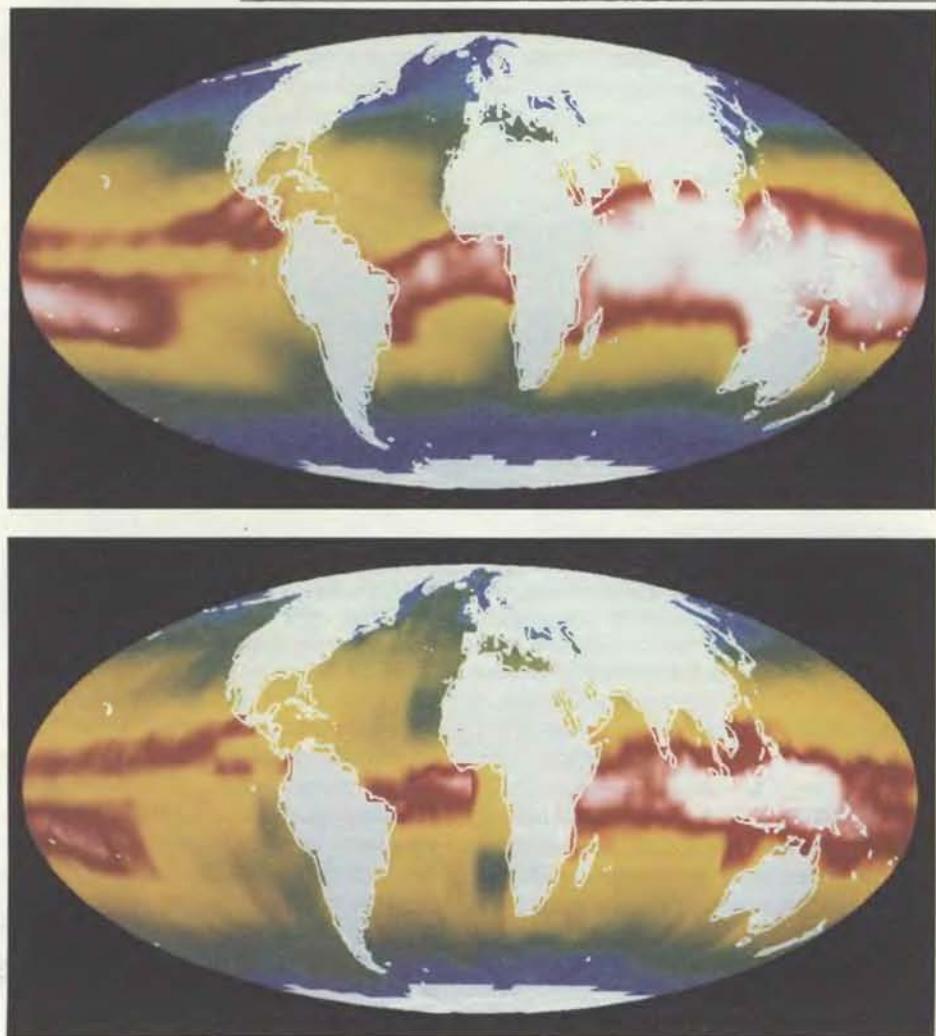
Водяной пар также относится к парниковым газам, причем среди них его концентрация в атмосфере наибольшая. В 1963 г. Фриц Мёллер высказал предположение, что водяной

пар может усиливать потепление, обусловленное другими парниковыми газами, вследствие эффекта положительной обратной связи: первоначальное потепление должно приводить к большему испарению воды из океанов, повышению содержания в атмосфере водяного пара, усилинию парникового эффекта и дальнейшему потеплению.

Это предположение, воспринятое большинством ученых как вполне вероятное, вошло составной частью в современные модели климата. Амит Равал и Верабхадран Раманатан из Чикагского университета стали первыми, кто подверг эту гипотезу детальной проверке.

Эти ученые проанализировали данные наблюдений над теми районами океана, где предположительно эффект положительной обратной связи должен быть наибольшим. Они рассчитали количество тепла, излучаемого данной акваторией океана, основываясь на данных измерений температуры с судов и буев. После этого они обратились к данным измерений со спутников, полученным в рамках программы под названием "Эксперимент по радиационному балансу Земли" (ERBE), чтобы установить, какое количество излученного океанами тепла ушло в космос, а какое было задержано благодаря парниковому эффекту. Эти результаты коррелировали с данными измерений влажности, полученными со спутника "Нимбус-7".

В статье, опубликованной в журнале "Nature", ученые приходят к выводу, что "согласно наблюдениям, парниковый эффект существенно возрастает с повышением температуры морской поверхности. Скорость это-



ТЕМПЕРАТУРА МОРСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ (вверху) хорошо коррелирует с измеренной величиной парникового эффекта (внизу), об этом свидетельствуют карты, полученные в Чикагском университете. Наличие корреляции, похоже, подтверждает предположение о том, что повышение температуры влечет за собой увеличение содержания в атмосфере водяного пара и, следовательно, усиление парникового эффекта. На обеих картах шкала цветов от фиолетового до красного соответствует диапазону изменений данного параметра от наименьших значений до наибольших.

го возрастания дает убедительные свидетельства существования положительной обратной связи между температурой поверхности моря, содержанием водяного пара и парниковым эффектом; величина обратной связи согласуется с той, что дают модели климата". Другие климатологи считают эти выводы убедительными. "Первоклассное исследование", — так характеризует эту работу Майкл Мак-Элрой из Гарвардского университета.

Полученные результаты наносят удар по гипотезе Ричарда Линдзена из Массачусетского технологического института, который считает, что водяной пар мог бы не усиливать, а ослаблять глобальное потепление. По мнению Линдзена, первоначальное потепление должно привести к усилению атмосферной конвекции, так что с осадками на землю будет возвращаться больше водяного пара; в ре-

зультате в атмосфере его количество уменьшится и парниковый эффект ослабнет.

"Мы не нашли ни малейшего подтверждения теории Линдзена", — заявил Раманатан. Он добавил, что многие другие неопределенности, связанные с моделями климата, остаются неразрешенными. "Полная неясность — в вопросе о влиянии облачности, — сказал он. — Создает ли она положительную обратную связь или отрицательную, этого никто не знает".

Новое в металлургии

КОНЦУ 90-х годов сталелитейные корпорации США надеются завершить разработку нового метода получения стали, который сделает ненужными экологически вредные и требующие больших затрат при заме-

не коксовальные печи и тем самым позволит снизить производственные затраты.

Я. Хьюджес, вице-президент фирмы Inland Steel Industries, считает, что этот метод, называемый прямым способом получения стали, мог бы обеспечить сталелитейным компаниям Северной Америки прочные позиции в конкурентной борьбе. Кроме того, как отмечают многие специалисты, прямой метод получения стали, если он будет успешно внедрен, мог бы привести к тому, что основной объем выплавки стали пришелся бы на небольшие сталелитейные предприятия.

Первый главный шаг на пути к внедрению прямого способа получения стали будет осуществлен весной этого года под Питтсбургом. К этому времени расположенный там опытный завод, финансируемый министерством энергетики США и Американским институтом железа и стали (AISI), начнет производство жидкой стали из железа и необработанного каменного угля. Этот завод, рассчитанный на производство 120 т жидкой стали в сутки, будет основным промышленным объектом в программе практической реализации новой технологии, которая разработана в конце 1988 г. по инициативе министерства энергетики и AISI и рассчитана на три года. Стоимость программы ориентировочно составит 30 млн долл. Промышленные корпорации выделяют на эту программу 7 млн долл., остальные расходы берет на себя министерство энергетики.

В отличие от обычного трехступенчатого метода производства стали прямой способ содержит один непрерывный процесс. В современной технологии выплавка стали осуществляется на больших заводах с интегрированным производством. Процесс начинается с нагревания угля без доступа воздуха, чтобы получить кокс, отличающийся высоким содержанием углерода. На следующем этапе кокс, железная руда и известняк продувается горячим воздухом и в результате получается жидкое железо. Затем это железо продувают кислородом и смешивают с другими компонентами, после чего получают очищенную жидкую сталь.

Однако превращение угля в кокс сопровождается выбросами в атмосферу больших количеств канцерогенных веществ. Ведущие специалисты в области производства стали утверждают, что существующие коксовые печи не смогут отвечать тем жестким стандартам на промышленные отходы, которые органы по охране окружающей среды собирают-

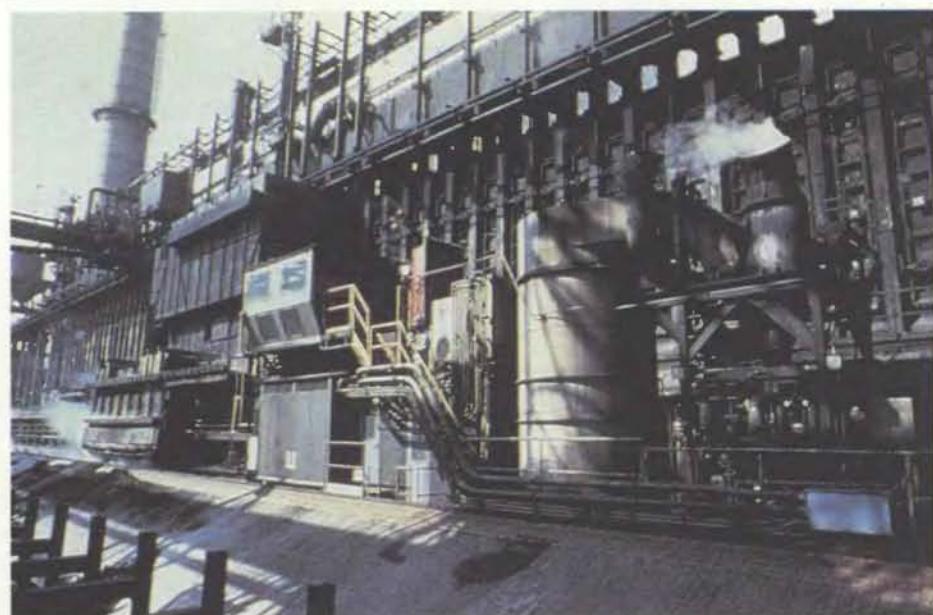
ся ввести в 90-е годы. Приобретение новых экологически чистых печей не слишком заманчиво, поскольку стоимость каждой такой печи будет составлять 250 млн долл. Поэтому, как указывает Р. Крэндол, экономист Института Бруингса, «крупные сталелитейные компании поставлены в тяжелые условия» и пытаются найти альтернативные решения.

Прямой метод выплавки упрощает процесс производства стали, поскольку он исключает потребность в коксе. Производственный цикл начинается со смешивания необработанного каменного угля, железной руды и металлического лома в ванной с расплавленным железом, а затем эта смесь продувается кислородом.

Уголь в этом случае выполняет двоякую роль, являясь одновременно и восстанавливющим агентом и топливом. В то же время металл очищается и превращается в «полусталь». Затем этот расплавленный металл выливается в ковш и вновь очищается до состояния полуготового продукта в виде слабов, которые затем раскатываются в листы.

То, что сталелитейная промышленность Северной Америки только теперь начала предпринимать меры к тому, чтобы обеспечить финансирование альтернативных методов получения стали, стало «характерным практически для всех отраслей промышленности США в последние 20 лет», заявил Дж. Эллиот, специалист в области металлургии, сотрудник Массачусетского технологического института (МТИ). Другие страны успешно работают над освоением прямого метода получения железа. Так, в Японии по инициативе министра международной торговли и промышленности разработан рассчитанный на 7 лет соответствующий проект стоимостью 100 млн долл.; аналогичные проекты по внедрению прямого метода получения железа разрабатываются в Австрии, Австралии, ЮАР, ФРГ и Советском Союзе. Ученые AISI заявляют, что их проект должен опередить конкурентов засчет того, что он предусматривает производство «полуготовой стали», которая требует незначительной последующей обработки по сравнению с неочищенным железом.

Ученым предстоит пройти еще длинный путь, прежде чем они смогут сделать скачок и перейти на производство стали по новой технологии. Сотрудники Университета Карнеги—Меллона и МТИ даже на стадии испытаний технологии плавки в ванне, отрабатываемой на опытном заводе в Питтсбурге, пытаются найти способ поддержания высокой темпе-



В КОКСОВАЛЬНЫХ ПЕЧАХ (на заднем плане) уголь сгорает без доступа воздуха; в результате образуется кокс. Когда створки открываются, кокс выталкивается из печей в вагонетки. Очистные сооружения (перед печами) предотвращают выбросы вредных веществ в атмосферу. Фотография любезно предоставлена Американским институтом железа и стали.

ратуры плавильной печи путем перекрывания и сжигания газов, образующихся при реакции уголь—железо. Если к концу 1991 г. эти работы завершаться успешно, промышленные компании выделят 100 млн. долл., а возможно и больше, на строительство показательного завода, оборудованного всем необходимым для прямой выплавки стали, заявил руководитель этого проекта Э. Аукраст. По его словам, повсеместное производство стали по новой технологии можно ожидать не ранее конца 90-х годов.

Кто же более всего выиграет от этого новшества? Крэндол считает, что наиболее эффективно оно будет использоваться на мини-заводах, а не на крупных сталелитейных комплексах. Эти небольшие предприятия, по его словам, лучше приспособлены для перехода на новый вид производства, поскольку над ними в меньшей степени довлеют силы бюрократии и жесткие правила взаимоотношений между администрацией и рабочим персоналом. Как заявил Эллиот, несмотря на то что мини-заводы процветают за счет выпуска относительно дешевой низкосортной стали из металлома, прямой метод выплавки стали мог бы еще более укрепить их позиции в конкурентной борьбе. В отличие от традиционных процессов прямой метод получения стали позволит мини- заводам рентабельно производить значительно более чистый металл при небольших масштабах производства и тем самым выйти на прибыльный рынок тонкого проката из высо-

кокачественной стали, который в настоящее время полностью контролируется крупными интегрированными производствами.

Фракталы сжимают изображения

В ЗАТЕМНЕНОЙ комнате, под звуки музыки Вагнера, Майкл Барнсли дает представление. На экране компьютерной рабочей станции Sun около минуты ничего нет, затем на нем внезапно возникает цветной портрет женщины. Этот портрет, говорит Барнсли, построен с использованием лишь 5800 байт компьютерной памяти — поразительно малого объема данных для создания изображения такого качества. Как же удалось это сделать? Барнсли говорит, что ему удалось открыть метод автоматического сжатия данных до уровня 500:1 или даже лучше.

В наше время изобилия информации найти в компьютере достаточно места для хранения всех нужных данных иногда очень трудно. В обычном режиме без сжатия изображение женского лица, построенного в цифровой форме, потребовало бы около 3 млн байт памяти; с помощью обычных методов сжатия можно упаковать эти данные в несколько сот тысяч байт. Однако для того, чтобы цифровые электронные устройства, подобные компьютеру, могли работать с цветными видеоизображениями, необходима еще большая степень сжатия.

Среди специалистов, которые ин-

тенсивно занимаются поиском новых методов сжатия данных, — М. Барнсли и А. Слоун, оба математики, прежде работавшие в Технологическом институте шт. Джорджа. Несколько лет назад Барнсли разработал алгоритмы, с помощью которых можно автоматически рисовать восхитительные папоротники и другие узоры на основе фракталов — нерегулярных геометрических структур, многократно повторяющихся в разных масштабах. (См. заметку "Стенограмма фрактала" в рубрике "Наука и общество", "В мире науки", 1988, 4, с. 57). Однако на это ушло очень много времени. "Толковые" аспиранты затрачивали приблизительно по 100 ч на кодирование каждого изображения, вспоминает Барнсли.

В 1987 г. Барнсли и Слоун решили попытаться разработать коммерческие методы сжатия данных на основе фракталов. Они основали компанию Iterated Systems, выбрали папоротник в качестве эмблемы и наняли группу математиков. Затем в середине 1988 г. Барнсли открыл класс теорем, которые позволили ему и его напарнику автоматически сжимать любое изображение — с небольшими модификациями.

Женский портрет, по его словам, был закодирован приблизительно в течение часа. Однако, в чем заключается суть метода, остается секретом фирмы. Люди "просто должны доверяться моей репутации", заявил Барнсли. (Компания уже подала заявки на два патента и готовит еще одну.) То, что он держит свой метод в секрете, раздражает некоторых математиков, у которых имеются какие-то сомнения по поводу его утверждений.

Они не верят, чтобы можно было найти универсальный метод, который позволял бы быстро закодировать любое изображение, воспользовавшись фракталами. "Похоже, что для такого кодирования требуется немало новых математических методов", — говорит Д. Салливэн из Национального института стандартов и технологий.

Прежде чем изображение может быть представлено в виде фрактала, его необходимо привести к равновесному состоянию. Для того чтобы реализовать это состояние, исследователи должны были найти и применить правила преобразования. Например, женский портрет, по словам Барнсли, требует порядка 1000 преобразований. Все, что нужно для воссоздания изображения, — это описание преобразований; поскольку эти правила можно выразить с помощью небольшого числа параметров, в принципе

возможно достичь высокой степени сжатия.

Многие математики сомневаются, что таким образом можно представить любое изображение. "Мы не располагаем хорошими определениями и теоремами, на основании которых можно было бы судить, насколько легко объект поддается кодированию", — говорит М. М. Шахшахани, математик из Лаборатории реактивного движения. Этот метод эффективен лишь в том случае, если не требуется чересчур большого количества преобразований.

"Вопросы и сомнения будут оставаться до тех пор, пока не появится готовый продукт", — замечает Слоун. По его словам, компания планирует начать поставки своих первых кодирующих устройств уже этим летом. В марте была готова другая половина системы: декодирующие устройства. (Как сказал Барнсли, декодеры, вставляемые в виде отдельной платы в персональный компьютер, будут восстанавливать фрактальные изображения, хранимые со сжатием выше 64:1 и выводить их на экран в серых тонах со скоростью 30 кадров в секунду.)

А пока кодирующих устройств нет в продаже, пользователи могут работать со сжатыми изображениями компании Iterated Systems. Слоун заявил, что клиенты должны будут высыпать свои фотографии или видеозаписи в адрес компании, где изображения будут закодированы и высланы обратно электронной почтой. Среди клиентов, заинтересованных в новой технологии, будут "телеаклеры" и агенты по продаже недвижимости, которые смогут передавать изображение своего товара через персональный компьютер.

"Мы лишь в начале пути," — считает Слоун, имея в виду как создание новой технологии, так и появление ее на рынке.

Математика на бирже

ЗДЕСЬ все выглядит, как сцена из фильма "Уолл-Стрит": на 29-м этаже здания финансовой компании Goldman Sachs на видеотерминалах мелькают данные о курсе акций. Биржевые агенты лихорадочно выкрикивают предложения о купле или продаже. А рядом с этой финансовой сутолокой уже в течение шести лет находится кабинет профессора Фишера Блэка — и совсем не случайно.

Хотя Блэк, в прошлом преподаватель Массачусетского технологического института (МТИ), спокойный и уравновешенный человек, ему при-

надлежит немалая заслуга в том, что Уолл-Стрит живет в таком бешеном ритме. Около 20 лет назад он и М. Шоулс произвели революцию в финансовом мире, разработав математическую модель, позволяющую определить стоимость опционов на бирже на основе учета таких переменных, как цены на акции и процентные ставки. (Опционы позволяют держателям акций продавать или покупать их по фиксированной цене до установленной даты в будущем.) "Значение [модели Блэка — Шоулса] невозможно переоценить, — заявил Р. Сандор, директор Drexel Burnham Lambert. — Блэк и Шоулс повлияли не только на опционную торговлю, но и на торговлю вообще".

Блэк, ставший партнером компании Goldman Sachs, продолжает выступать с новыми, оригинальными и зачастую неортодоксальными идеями. Среди его последних идей — модель капиталовложения, описывающая идеальный портфель акций международных корпораций и валют различных государств. Этой модели еще предстоит завоевать доверие экономистов, но, как представляется, фирма Goldman Sachs, несмотря на все сомнения, готова испытать ее на практике; недавно руководство фирмы назначило Блэка начальником отдела, распоряжающегося ее капиталами.

Для Блэка, которому сейчас 52 года, восхождение на Уолл-стрит было долгим и постепенным. Будучи студентом Гарвардского университета, он несколько раз менял свою специализацию, прежде чем получил степень бакалавра по физике в 1959 г., а пятью годами позже — степень доктора в области прикладной математики. Вскоре он стал консультантом фирмы Arthur D. Little в Кембридже (шт. Массачусетс), где познакомился с коллегой, ранее придумавшим модель для определения стоимости ценных бумаг и других составляющих капитала. Эта модель пробудила у Блэка интерес к финансовым теориям.

Модель описывала акции, а Блэк сосредоточил свое внимание на опционах, которые в то время не были предметом широкой торговли. В конце 60-х годов оценивание опционов производилось в отсутствие точных качественных критериев; при этом нужно было каким-то образом оценить будущую стоимость ценных бумаг с некоторой скидкой — обычно учитывая возмещение "риска" и размер процентных ставок.

Блэк начал с некоторых упрощающих предположений: он отказался от принятого способа оценивания скидки и заменил ее показателем, зависящим от текущего курса акций и легче под-

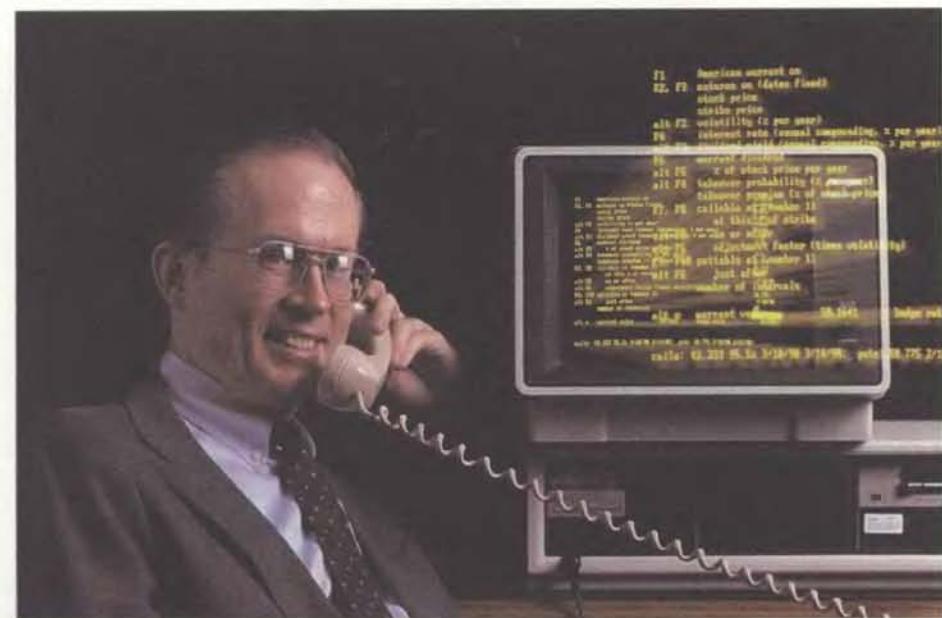
дающимся предсказанию по сравнению со степенью риска. Работая вместе с Шоулсом, специалистом из МТИ, Блэк продолжал попытки установить связь между различными параметрами модели. Оба ученых пришли к выводу, что теоретическая оценка текущей стоимости опциона зависит от ряда параметров, которые поддаются расчету: текущей стоимости акций, их "подвижности" (параметра, в значительной степени определяемого на основании изменений стоимости акций в прошлом), срока, в течение которого данная цена опциона имеет силу, а также преобладающего размера процентной ставки.

"Это было нечто похожее на способ изготовления опционов", — сказал Р. Мертон, сейчас работающий в Гарвардском университете. Подставляешь значения параметров в формулу и она выдает теоретическую стоимость акций, объясняет он. Блэк, Шоулс и Мертон быстро убедились в правильности своего подхода, испытав его в условиях рынка. Для того чтобы убедить других экономистов, потребовалось больше времени. Два научных журнала отвергли статью Блэка и Шоулса. В редакции третьего журнала им сказали, что модель опционов "слишком узка", как вспоминает Шоулс, и порекомендовали авторам обсудить возможность применения их теории в других областях.

Публикация статьи с описанием модели в 1973 г. в журнале "Journal of Political Economy" совпала по времени с открытием Чикагской палаты по торговле опционами. Желая поскорее воспользоваться новыми возможностями, бизнесмены сразу приняли на вооружение модель Блэка — Шоулса.

Данная модель — это не "руководство", с помощью которого можно делать деньги, подчеркивает Блэк. (Существование такого руководства — сколь бы желательным оно ни представлялось — неизбежно нарушило бы экономические принципы, а именно принципы рыночного равновесия.) Некоторые вкладчики пользуются этой моделью, чтобы обрести уверенность в предпринимаемых ими операциях с другими ценными бумагами, подыскивая, например, опционы, которые скомпенсировали бы изменения курса акций. Биржевые дельцы прибегают к модели Блэка — Шоулса, чтобы извлечь пользу из кратковременных колебаний цен на акции, которые ускользают от внимания других дельцов.

"Блэк — чуть ли не бог в том, что касается цен на опционы, — заявил Р. Дорнбуш из МТИ. — Нужно обязательно читать его работы на эту тему". Сам же Блэк считает, что его



ФИШЕР БЛЭК — один из авторов формулы для определения цены опционов, которая была разработана в начале 70-х годов и теперь запрограммирована в персональных компьютерах биржевых дельцов. Фото. Дж. Марчезе.

экономические исследования имеют более важное значение по сравнению с его финансовыми моделями. По его мнению, попытки Федерального резервного банка ограничивать выпуск денег в обращение оказывает незначительное влияние на развитие экономики страны. Он считает, что экономика преимущественно управляемая циклами деловой активности — в первую очередь подъемами и спадами спроса и предложения в частном секторе. "В условиях развитого финансового рынка денежная политика пассивна и должна оставаться таковой", — пишет он в своей книге "Циклы деловой активности и равновесие".

Эти взгляды значительно расходятся с общепринятыми. По словам Р. Лукаса, сотрудника Чикагского университета, в отличие от финансовых исследований Блэка, его теория о циклах деловой активности — "это скорее частная точка зрения. Тут нет формул, автоматически выдающих результат".

Однако в последнее время несколько экономистов внимательно изучают эмпирические данные и находят подтверждение идеям Блэка. Так, по оценке Э. Прескотта, советника отделения Федерального банка в Минneapolis, около 70% колебаний, наблюдавшихся в циклах деловой активности, не имеют отношения к количеству денег, находящихся в обращении, и связаны с другими экономическими факторами.

Формула Блэка, позволяющая определить идеальный международный портфель акций, также отличается от принятой доктрины подстраховки валютных вкладов. Многие

специалисты считают, что в долгосрочной перспективе вкладчики получают мало выгод, пытаясь защитить стоимость своих международных вкладов от изменений обменного курса.

Однако, потратив неделю на размышления над дифференциальными уравнениями, описывающими степень риска валютных вкладов и соответствующую прибыль, Блэк пришел к выводу, что вкладчики действительно могут выиграть, защищая свои валютные вклады от колебаний курсов. Более того, уверяет Блэк, поскольку международный рынок предоставляет вкладчикам в различных странах одинаковые возможности для риска, теоретически она могут защитить одну и ту же долю своего портфеля.

Теоретикам еще предстоит усвоить эти идеи. Но принимая во внимание достигнутые Блэком практические результаты, им следует серьезно задуматься над своим отношением к его идеям.

УВАЖАЕМЫЕ ПОДПИСЧИКИ!

По всем вопросам доставки журнала «В мире науки» просим обращаться в Центральное агентство зарубежных изданий «Союзпечать».

129110 ГСП Москва, Безбородский пер., д. 19, корп. 16
тел. 280-89-87, 280-90-88, 280-88-11.

Эссе

Защита планеты — дело всех людей



АЛЬБЕРТ ГОР

ЗЕМЛЯ переживает экологический кризис. Такого человечество еще не знало. Пока не будут предприняты радикальные меры по защите планеты, безопасность нашего будущего не гарантирована. Я призываю к тому, чтобы США немедленно приняли программу Стратегической экологической инициативы (СЭИ), по масштабам и объемам финансирования не уступающей программе Стратегической оборонной инициативы (СОИ).

Необходимость такой меры уже назрела: угроза ядерной войны утратила прежнюю остроту на фоне других мировых проблем. Многие политические лидеры основное внимание уделяют теперь угрозе, возникшей в связи с ухудшением глобальной экологической обстановки. В этих условиях назрела необходимость выдвинуть на передний план проблему охраны окружающей среды и создание «щадящей» экономики. По темпам реализации и объему ассигнований новая программа не должна уступать программе СОИ.

Осознание того, что человечество стоит перед лицом надвигающегося экологического кризиса, пришло не сегодня. Еще 20 лет назад, 20 апреля 1970 г., внимание миллионов американцев оказалось привязанным к первому заседанию конгресса под девизом «День Земли». В перерыве конгрессмены могли встретиться со своими избирателями и обсудить экологические проблемы. Средства массовой информации активно освещали события «Дня Земли». В результате проявленного энтузиазма было создано Агентство по охране окружающей среды (EPA) и приняты законы «О чистом воздухе» и «О чистой воде». Теперь EPA обрело статус министерства, и в США отныне будет министр по проблемам окружающей среды. Ожидается также принятие более действенного законодательства по охране окружающей среды. Однако перед мировым сообществом встают новые экологические проблемы, которые 20 лет назад практически никто не мог и предвидеть, и необходимость в принятии программы СЭИ стала более очевидной.

Леса на планете исчезают со скоростью полгектара в секунду. В стрatosферном слое озона образовалась огромная дыра. С невероятной скоростью происходит вымирание видов животных и растений — в 1000 раз быстрее, чем когда-либо за последние 65 млн. лет. Выбросы отходов химических производств оседают на земле, отравляя грунтовые воды, а накапливающиеся в атмосфере в огромных количествах диоксид углерода, метан и хлорфтоглероды угрожают изменением климата.

Со времен Христофора Колумба до начала нынешнего века население нашей планеты утроилось, достигнув 1,6 млрд человек. В этом веке численность населения еще утроилась и к 1975 г. достигла 5,2 млрд человек. Ожидается, что за следующие 75 лет численность населения удвоится, а может быть, и утроится. Количество «взрывов» наблюдается во всем, какой бы аспект современного индустриального общества мы ни взяли.

В 1914 г. американцы потребляли примерно 40 млрд кВт·ч электроэнергии. В прошлом году этот показатель составил в 60 раз больше. Производство синтетических химических веществ выросло практически от нуля до 100 млрд. кг в год. Потребление ископаемых видов топлива возросло в 10 раз, примерно во столько же раз увеличилось количество выбрасываемого в атмосферу диоксида углерода. Выбросы оксидов азота в США по сравнению с 1914 г. увеличились в 8 раз, а содержание метана в воздушной среде почти удвоилось. Выбросы хлорфтоглеродов (производство которых началось в 30-е годы) со времен второй мировой войны возросли во всем мире в 80 раз, угрожая разрушением защитного озонового слоя Земли.

Эти резкие изменения происходят не только потому, что растет численность населения и увеличиваются масштабы экономической деятельности людей, но и потому, что мы терпимо относились к экологическому вандальизму, принявшему глобальные масштабы. Чтобы избежать опасно-

сти, необходимо понять, что выживание человечества неразрывно связано с судьбой планеты. Для каждой страны проблема защиты окружающей среды превратилась в проблему обеспечения национальной безопасности и сохранения жизни.

Спасение планеты требует от нас принятия мер, предотвращающих потепление климата, разрушение озонового слоя, исчезновение биологических видов, уничтожение лесов, загрязнение океанов, выпадение кислотных дождей, отравление воздуха и воды. Во всех основных секторах экономики необходимо переходить на новые технологии.

Промышленно развитые страны должны соблюдать разумное равновесие между стремлением к промышленному росту и необходимостью бережного отношения к окружающей среде. Еще более трудная задача стоит перед развивающимися странами, где по сравнению с промышленно развитыми государствами проблему оптимального сочетания экономического развития и защиты окружающей среды решить гораздо труднее. Достаточно сказать, что к 2050 г. доля выбросов «парниковых газов», находящихся на развивающиеся страны, может увеличиться с 20 до 60%. Залогом успешного решения таких проблем, как глобальные изменения климата и утончение слоя озона, может быть сотрудничество развивающихся стран.

Налаживание такого сотрудничества потребует монополизации творческих усилий и материальных затрат в таких масштабах, какие до сих пор нужны были для обеспечения национальной безопасности. И эта мобилизация возможна лишь в том случае, если мы проявим готовность взять на себя тяготы реализации Стратегической экологической инициативы. В рамках этой программы экспорт новых технологий в развивающиеся страны, на долю которых в следующем столетии придется 95% всего прироста населения Земли, мог бы придать устойчивый характер сбалансированному развитию всех наций. В США СЭИ могла бы оказать заметное позитивное влияние на все отрасли экономики и стимулировать внедрение таких технологических новшеств, как автомобили с эффективным потреблением горючего или природоохранные методы землепользования.

Стратегическая экологическая инициатива — это, конечно, не панacea от ожидающих нас бед. Мы должны также научиться смотреть на себя по-новому: как на составную часть обширной экосистемы со множеством связей, которая поддерживает

Библиография

ет наше существование. Мы должны занять должное место в природе. Копече говоря, нам нужно все привести в равновесие. А чтобы достичь этого, необходимо перестроить нашу политику, перенеся акценты с насущных задач сегодняшнего дня на долговременные цели и перейти от конфликтов к сотрудничеству.

Хотя и медленно, но мы все же делаем нужные шаги в этом направлении. В начале этого года ученые, политики и религиозные деятели встретились в Москве, чтобы обозначить глобальные проблемы охраны окружающей среды. Советский руководитель М. Горбачев обратился к участникам встречи с речью, в которой высказал озабоченность экологической обстановкой на земном шаре. Этим он продемонстрировал такое понимание проблемы и внимание к ней, которые редко проявляют политические лидеры. В конце апреля я председательствовал на проводившейся в Вашингтоне межпарламентской конференции по окружающей среде. Здесь собрались представители многих стран мира, которые попытались определить политические меры, необходимые для спасения планеты от гибели.

День Земли 1990 г. должен помочь нам в достижении поставленной цели. Если мы действительно хотим положить конец глобальному экологическому кризису, нам недостаточно изменить законы, политику и программы. Решения, которые мы ищем, должны вырасти из новой веры в будущее, веры, которая оправдывает сегодняшние жертвы. Эти решения должны также вырасти из смелости, с которой мы обратимся к более высоким человеческим ценностям. Мы должны также с большей ответственностью и пониманием отнестись к роли человечества в естественном мире. Говоря словами толстовского Ивана Ильича «философа-энвайронменталиста», пора перестать бежать от «тени, которую бросает будущее».

НАПОМИНАЕМ АДРЕСА МАГАЗИНОВ — ОПОРНЫХ ПУНКТОВ ИЗДАТЕЛЬСТВА «МИР»

370105 Баку,
ул. Кукховели, 556/557,
квартал № 17, магазин № 28

125315 Москва, Ленинградский
просп., 78. Магазин № 19 «Мир»



ОБСЕРВАТОРИИ НА ЛУНЕ

LUNAR BASES AND SPACE ACTIVITIES OF THE 21ST CENTURY. Edited by Wendell W. Mendell. Lunar and Planetary Institute, 1985.

ENGINEERING, CONSTRUCTION, AND OPERATIONS IN SPACE. Edited by Stewart W. Johnson and John P. Wetzel. American Society of Civil Engineers, 1988.

FUTURE ASTRONOMICAL OBSERVATORIES ON THE MOON. Jack O. Burns and Wendell W. Mendell. NASA Conference Publication 2489, March, 1988.

EXTRATERRESTRIAL FACILITIES ENGINEERING. Steward W. Johnson in *Encyclopedia of Physical Science and Technology, 1989 Yearbook*. Edited by Robert A. Meyers. Academic Press, 1989.

Шевченко В. В., Чикмаев В. И. Лунная база — проект XXI века. Сборник статей «Итоги науки и техники», серия «Исследования космического пространства». — М.: ВИНИТИ, 1989, т. 30.

ИНТЕРЛЕЙКИН-2

CELLULAR IMMUNOLOGY. Sir Macfarlane Burnet. Melbourne University Press, 1969.

INTERLEUKIN-2. Edited by Kendall A. Smith. Academic Press, 1988.

INTERLEUKIN-2: INCEPTION, IMPACT, AND IMPLICATIONS. Kendall A. Smith in *Science*, Vol. 240, No. 4856, pages 1169—1176; May 27, 1988.

THE INTERLEUKIN-2 RECEPTOR. Kendall A. Smith in *Annual Review of Cell Biology*. Edited by G. E. Palade. Vol. 5, pages 397—425; 1989.

НОВЫЕ ВИДЫ РАДИОАКТИВНОСТИ

HIGH MASS-ASYMMETRY DISTRIBUTIONS OF FISSIONING NUCLEI. A. Sandulescu, H. J. Lustig, J. Hahn and W. Greiner in *Journal of Physics G: Nuclear Physics*, Vol. 4, No. 11, pages L-279-L-285; 1978.

CLUSTER RADIOACTIVITIES. Walter Greiner, Marin Ivascu, Dorin Poenaru and Aurel Sandulescu in *Treatise on Heavy Ion Science*, Vol. 8. Edited by D. A. Bromley. Plenum Press, 1989.

COMPLEX RADIOACTIVITY. B. Price in *Nuclear Physics A*, No. 502, pages 41c—58c; 1989.

TOPICAL REPORT: A NEW RADIOACTIVITY. A. Sandulescu in *Journal of Physics G: Nuclear and Particle Physics*, Vol. 15, pages 529—554; 1989.

Сандулецку А., Поенару Д. Н., Грайнер В. Новый тип распада тяжелых ядер, промежуточный между делением ядра и α -распадом. — Физика элементарных частиц и атомного ядра, 1980, т. 11, вып. 6, с. 1334.

Замятин Ю. С. и др. Классическая радиоактивность — достижения и перспективы. Эксперимент и теория. — Физика элементарных частиц и атомного ядра, 1990, т. 22, вып. 2, с. 537.

Новаций Б. Г., Оглоблин А. А. Новый вид радиоактивного распада атомных ядер. — Вестник АН СССР, 1988, № 1, с. 81.

Рубчена В. А., Чечев В. П., Явшич С. Г. Новый вид естественной радиоактивности. — Природа, 1987, № 6, с. 22.

Pashkevich V. V. PRECISION SHAPES OF SYMMETRICALLY FISSIONING VERY HEAVY NUCLEI. — Nuclear Physics A, 1987, Vol. 477, № 1, pages 1—17.

ПОЗВОНОЧНЫЕ-ФИЛЬТРАТОРЫ

THE FEEDING MECHANISMS OF BALEEN WHALES. August Pivorunas in *American Scientist*, Vol. 67, No. 4, pages 432—440; July/August, 1979.

A COMPARATIVE STUDY OF THE BUCAL PUMPING MECHANISM OF TADPOLES. Richard J. Wassersug and Karin Hoff in *Biological Journal of the Linnean Society*, Vol. 12, pages 225—259; November, 1979.

THE SUSPENSION FEEDING MECHANISM OF THE LARVAL LAMPREY PETROMYZON MARINUS. Jon Mallatt in *Journal of Zoology, London*, Vol. 194, Part 1, pages 103—142; May, 1981.

A REVIEW OF PLANKTIVOROUS FISHES: THEIR EVOLUTION, FEEDING BEHAVIOURS, SELECTIVITIES, AND IMPACTS. Xavier Lazzaro in *Hydrobiologia*, Vol. 146, pages 97—167; 1987.

COMPARATIVE MECHANICS OF FILTER-FEEDING OF *ANAS PLATYRHYNCHOS*, *ANAS CLYPEATA* AND *AYTHYA FULIGULA* (AVES, ANSERIFORMES). J. G. M. Kooloos, A. R. Kraaijeveld, G. E. J. Langenbach and G. A. Zweers in *Zoomorphology*, in press.

ПОДСОЗНАТЕЛЬНАЯ РАБОТА РАЗУМА

THE EMERGENCE OF WARDED-OFF CONTENTS. Suzanne Gassner, Harold Sampson, Joseph Weiss and Suzanne Brumer in *Psychoanalysis and Contemporary Thought*, Vol. 5, No. 1, pages 55—75; 1982.

Книги издательства „Мир“

КИНЕТИКА ЭЛЕКТРОХИМИЧЕС- КОГО РАСТВОРЕНИЯ МЕТАЛЛОВ

Л. Кии

Перевод с английского

В книге венгерского ученого рассматриваются кинетические характеристики важной группы электродных процессов — электрохимического растворения металлов; главное внимание уделено анондному растворению металлов, лежащему в основе многих современных технологий (электрохимическая размерная обработка металлов, электрополировка, химические источники тока и др.).

Из отзыва проф. В. И. Кравцова: «Актуальность книги определяется большим практическим значением процессов ионизации в растворах, поскольку они широко используются в гальванико-технике и гидроэлектрометаллургии, определяют скорость коррозии металлов».

Содержание: Равновесие химических и электрохимических реакций. Основы кинетики электродных процессов. Самоизвестные процессы, протекающие на металлических электродах.

Для электрохимиков — научных и инженерно-технических работников, аспирантов и студентов химико-технологических вузов.

1990 г. 17 л. Цена 2 р. 90 к.

Эту книгу вы сможете заказать в магазинах — опорных пунктах издательства «Мир»



THE IMMEDIATE EFFECTS OF TRANSFERENCE INTERPRETATIONS ON PATIENTS' PROGRESS IN BRIEF, PSYCHODYNAMIC PSYCHOTHERAPY. Polly Fretter. Doctoral Dissertation, University of San Francisco, 1984. *Dissertation Abstracts International*, Vol. 46, No. 6, University Microfilms No. 85—12112.

INSIGHT, THE MIND'S EYE: AN EXPLORATION OF THREE PATIENTS' PROCESSES OF BECOMING INSIGHTFUL. Jessica Broitman. Doctoral Dissertation, Wright Institute, 1985. *Dissertation Abstracts International*, Vol. 46, No. 8. University Microfilms No. 85—20425.

HOW DO INTERPRETATIONS INFLUENCE THE PROCESS OF PSYCHOTHERAPY? George Silberschatz, Polly B. Fretter and John T. Curtis in *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, Vol. 54, No. 5, pages 646—652; October, 1986.

THE PSYCHOANALYTIC PROCESS: THEORY, CLINICAL OBSERVATIONS AND EMPIRICAL RESEARCH. Joseph Weiss, Harold Sampson and the Mount Zion Psychotherapy Research Group. Guilford Press, 1986.

ИСТОРИЯ ПРОИСХОЖДЕНИЯ ИНДОЕВРОПЕЙСКИХ ЯЗЫКОВ

INDO-EUROPEAN AND THE INDO-EUROPEANS: A RECONSTRUCTION AND HISTORICAL TYPOLOGICAL ANALYSIS OF A PROTOLANGUAGE AND PROTOCULTURE. Parts I and II. Thomas V. Gamkrelidze and Vjacheslav V. Ivanov. Tbilisi State University, 1984.

ARCHAEOLOGY AND LANGUAGE: THE PUZZLE OF INDO-EUROPEAN ORIGINS. Colin Renfrew. Cambridge University Press, 1988.

RECONSTRUCTING LANGUAGES AND CULTURES: ABSTRACTS AND MATERIALS FROM THE FIRST INTERNATIONAL INTERDISCIPLINARY SYMPOSIUM ON LANGUAGE AND PREHISTORY, ANN ARBOR, NOVEMBER 8—12, 1988. Edited by Vitaly Shevoroshkin. Studienverlag Dr. Norbert Brockmeier, 1989.

IN SEARCH OF THE INDO-EUROPEANS: LANGUAGE, ARCHAEOLOGY AND MYTH. J. P. Mallory. Thames and Hudson, 1989.

WHEN WORLDS COLLIDE: INDO-EUROPEANS AND PRE-INDO-EUROPEANS. Edited by John Greppin and T. L. Markey. Karoma Publishers, Inc., 1990.

ФИЗИЧЕСКИЕ ПОЛЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

Гуляев Ю. В., Годик Э. Э. Физические поля биологических объектов. — Вестник АН СССР, 1983, № 8, с. 118—125.

Тараторин А. М., Годик Э. Э., Гуляев Ю. В. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ. — Доклады АН СССР, 1986, т. 287, № 5, с. 1088—1091.

Гуляев Ю. В., Годик Э. Э., Дементенко В. В., Калашников И. Э., Красюк Н. Я., Кузнецов И. В. РАДИОТЕПЛОВОЕ ДИНАМИЧЕСКОЕ КАРТИРОВАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ. — Доклады АН СССР, 1988, т. 299, № 5, с. 1259—1262.

Журавлев Ю. Е., Липович А. Я., Матлашов А. Н., Тараторин А. М., Валиев И. В., Платонов С. А., Годик Э. Э., Гуляев Ю. В. ДИНАМИЧЕСКОЕ КАРТИРОВАНИЕ МАГНИТНОГО ПОЛЯ СЕРДЦА. — Доклады АН СССР, 1986, т. 286, № 2, с. 451—454.

Годик Э. Э., Гуляев Ю. В., Матлашов А. Н., Журавлев Ю. Е., Липович А. Я., Тараторин А. М. ДИНАМИЧЕСКОЕ КАРТИРОВАНИЕ НЕЙТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ. — Труды 6-й Международной конференции по биомагнетизму. Токио, 1987, с. 270—273.

ЗАНИМАТЕЛЬНАЯ МАТЕМАТИКА

LIES, DAMN LIES, AND STATISTICS: THE MANIPULATION OF PUBLIC OPINION IN AMERICA. Michael Wheeler. Liveright, 1976.

THE VISUAL DISPLAY OF QUANTITATIVE INFORMATION. Edward R. Tufte. Graphics Press, 1983.

INNUMERACY: MATHEMATICAL ILLITERACY AND ITS CONSEQUENCES, John Allen Paulos. Hill and Wang, 1988.

В МИРЕ НАУКИ

Подписано в печать 24.04.90.
По оригинал-макету. Формат 60 × 90 ¼.

Гарнитуры таймс, гелиос.

Офсетная печать.

Объем 6,50 бум. л.

Бумага офсетная №1.

Усл.-печ. л. 13,00.

Уч.-изд. л. 16,94.

Усл. кр.-отт. 54,50.

Изд. № 25/7725. Заказ 354.

Тираж 26810 экз. Цена 2 р.

Издательство «Мир»

Госкомпечати СССР

129820, ГСП, Москва, И-110,

1-й Рижский пер., 2.

Набрано в Межиздательском

фотонаборном центре

издательства «Мир»

Типография В/О «Внешторгиздат»

Госкомпечати СССР

127576, Москва, Илимская, 7

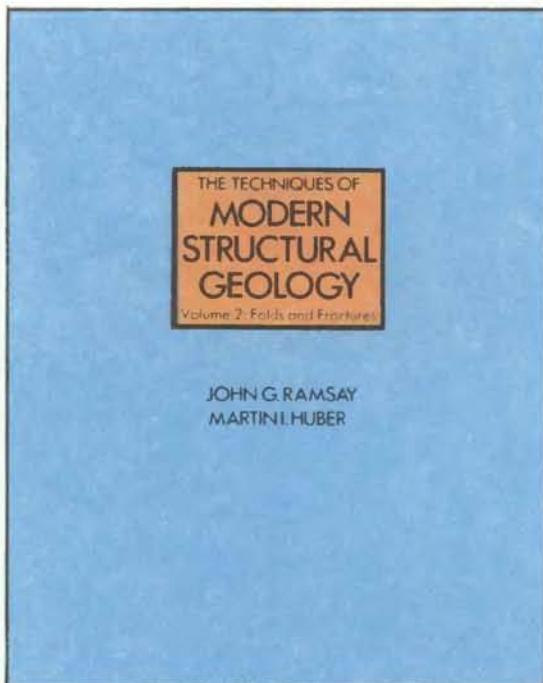


Вниманию читателей!

Дж. Рамзи, М. Хьюбер

МЕТОДЫ СОВРЕМЕННОЙ СТРУКТУРНОЙ ГЕОЛОГИИ: СКЛАДКИ И РАЗРЫВНЫЕ НАРУШЕНИЯ

Перевод с английского



K

нига известных геологов из Швейцарии представляет собой систематическое и полное изложение основ крупного

раздела современной структурной геологии, посвященного изучению складок и разрывных нарушений. Весь материал излагается на конкретных примерах, досконально изученных авторами. Рассматриваются морфология и классификация складок, методы их изображения на стереографических проекциях, построение сбалансированных разрезов, механизмы складкообразования, наложения складчатости, строение зон скальвания и другие вопросы.

Материал и построение книги направлены прежде всего на то, чтобы читатели овладели практическими навыками работы в области структурной геологии. Книга насыщена множеством иллюстраций. Авторы придают особое значение тому, чтобы читатель сумел тесно связать геометрические построения с реально существующими геологическими ситуациями. Они демонстрируют оригинальный подход к решению ряда часто встречающихся в геологической практике задач.

Для геологов широкого профиля, специалистов в области структурной геологии, преподавателей и студентов геологических вузов.

Готовится к выпуску в 1991 г. Цена 8 р. 70 к.

Эту книгу вы можете заказать в магазинах — опорных пунктах издательства «Мир»



В следующем номере:



УГРОЗА ТРОПИЧЕСКИМ ЛЕСАМ

ЧТО ПРОИСХОДИТ В ЦЕНТРЕ НАШЕЙ ГАЛАКТИКИ

НЕОБЫЧАЙНАЯ ИСТОРИЯ О ТОМ, КАК РОДИЛАСЬ
ПОЛИМЕРАЗНАЯ ЦЕПНАЯ РЕАКЦИЯ

ОБРАЗОВАНИЕ УДАРНЫХ КРАТЕРОВ НА ЗЕМЛЕ

ЛЕГКОВОДНЫЕ ЯДЕРНЫЕ РЕАКТОРЫ

КУНГ ИЗ ПУСТЫНИ КАЛАХАРИ

ДРЕВНИЕ ГЛАЗУРИ

ЧТО СООБЩАЕТ МОЗГ ГЛАЗУ

ЛАЗЕР НА ХЛОРИДЕ МЕДИ
