

ежемесячный научно-информационный журнал

# В мире науки

scientific american

тема номера:

№10 2004

## ГЕННЫЙ ДОПИНГ

ДИАГНОСТИКА  
коровьего бешенства

СЕНСОРНЫЕ  
сети

ФОРМЫ  
пространства

ЗАГАДКА  
манускрипта  
Войнича

КАК  
ПОБЕДИТЬ  
СТРЕСС



[www.sciam.ru](http://www.sciam.ru)

# содержание

ОКТАБРЬ 2004

## ГЛАВНЫЕ ТЕМЫ НОМЕРА

28 **ГЕННАЯ ИНЖЕНЕРИЯ**  
**ГЕННЫЙ ДОПИНГ**  
Ли Суини

*Генная терапия, способствующая увеличению мышечной массы у пожилых людей, только прокладывает себе дорогу, а спортсмены уже подумывают о том, чтобы использовать это достижение науки в своих целях. Генная терапия, способствующая восстановлению поврежденных мышц, может вытеснить традиционный допинг.*

36 **ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**  
**СЕНСОРНЫЕ СЕТИ**  
Дэвид Каллер, Ханс Малдер

*Крохотные компьютеры, оснащенные различными датчиками и объединенные в беспроводную сеть, свяжут кибернетический мир с реальным.*

44 **БИОТЕХНОЛОГИИ**  
**ДИАГНОСТИКА КОРОВЬЕГО БЕШЕНСТВА**  
Стэнли Прузинер

*Разработаны новые тесты, позволяющие быстро обнаруживать прионы – белковые агенты, ответственные за возникновение коровьего бешенства.*

52 **МАТЕМАТИКА**  
**ФОРМЫ ПРОСТРАНСТВА**  
Грэхем Коллинз

*Удалось ли российскому математику доказать гипотезу Пуанкаре?*

62 **ПСИХОЛОГИЯ**  
**НА ГРАНИ СТРЕССА**  
Анна Леонова, Дарья Костикова

*Стресс сам по себе не зло и не болезнь, а адаптационный механизм.*

72 **КРИПТОГРАФИЯ**  
**ЗАГАДКА МАНУСКРИПТА ВОЙНИЧА**  
Гордон Рагг

*Таинственный манускрипт может оказаться подделкой или бессмысленным набором символов.*

# В мире науки

Учредитель и издатель:  
Негосударственное образовательное  
учреждение «Российский новый университет»

**ЗАО «В мире науки»**  
Управляющий директор: С.И. Бек  
Генеральный директор: С.А. Бадиков  
Главный редактор: С.П. Капица  
Заместитель главного редактора: В.Э. Катаева

**Зав.отделами:**  
фундаментальных исследований А.Ю. Мостинская  
естественных наук В.Д. Ардаматская

**Редакторы:** Д.В. Костикова, А.А. Приходько  
**Ответственный секретарь:** О.И. Стрельцова  
**Секретарь редакции:** К.Р. Тиванова

**Научные консультанты:**  
профессор М.В. Конотопов,  
профессор А.Б. Леонова,  
профессор Е.Т. Соколова,  
доктор физ.-мат. наук В.Г. Сурдин

**Над номером работали:**  
Е.В. Базанов, И.А. Бескровный, О.А. Василенко,  
Ф.С. Капица, Б.А. Квасов, Т.М. Колядич,  
Э.В. Кононович, Д.А. Мисюров, С.Р. Оганесян,  
И.Е. Сацевич, В.И. Сидорова, М.Г. Смирнова,  
П.П. Худoley, Н.Н. Шафрановская

**Корректурa:** Ю.Д. Староверова  
**Старший менеджер по распространению:**  
С.М. Николаев

**Спецпроекты:** И.Б. Истомина  
**Менеджер по распространению:** В.Е. Солонин  
**Старший менеджер по PR:** А.А. Рогова

**Адрес редакции:**  
105005 Москва, ул. Радио, д. 22, к. 409  
**Телефон:** (095) 727-35-30, тел./факс (095) 105-03-72  
**e-mail:** edit@sciam.ru; www.sciam.ru

**Препресс:** Up-studio  
**Отпечатано:** ОАО «АСТ-Московский  
полиграфический дом»  
748-6733 Заказ №611

© В МИРЕ НАУКИ РОССИЯ, 2004

Журнал зарегистрирован в Комитете РФ по  
печати. Свидетельство ПИ №-77-13655 от 30.09.02

**Тираж:** 15 000 экземпляров  
Цена договорная.

Перепечатка текстов и иллюстраций только с письменного  
согласия редакции. При цитировании ссылка на журнал  
«В мире науки» обязательна. Редакция не всегда разделяет  
точку зрения авторов. Редакция не несет ответственности  
за содержание рекламных материалов.  
Рукописи не рецензируются и не возвращаются.

## SCIENTIFIC AMERICAN

ESTABLISHED 1845

**Editor in Chief:** John Rennie

**Editors:** Mark Alpert, Steven Ashley,  
Graham P. Collins, Carol Ezzell, Steve Mirsky,  
George Musser, Christine Soares

**News Editor:** Phillip M. Yam

**Contributing editors:** Mark Fichetti,  
Marguerite Holloway, Michael Shermer,  
Sarah Simpson, Carol Ezzell Webb

**Art director:** Edward Bell

**Vice President and publisher:** Bruce Brandfon

**Chairman emeritus:** John J. Hanley

**Chairman:** John Sargent

**President and chief executive officer:**  
Gretchen G. Teichgraeber

**Vice President and managing director,  
international:** Dean Sanderson

**Vice President:** Frances Newburg

© 2004 by Scientific American, Inc.

Торговая марка **Scientific American**, ее текст и шрифтовое  
оформление являются исключительной собственностью  
Scientific American, Inc. и использованы здесь в соответст-  
вии с лицензионным договором.

## РАЗДЕЛЫ

ОТ РЕДАКЦИИ

4 ТЕСТЫ НА БЕШЕНСТВО

6 50, 100, 150 ЛЕТ НАЗАД

8 НОВОСТИ И КОММЕНТАРИИ

- Надежность в работе компьютера
- Кольца Сатурна
- Пенсионеры палеолита
- Вода в невесомости
- Счетчик калорий
- Воинственные муравьи
- Сельское хозяйство США
- Принцип Кассандры
- Люди и клоны
- Где находится ледокол «Челюскин»?
- Северный полюс-33

НАУКА И ОБЩЕСТВО

20 КОНГРЕСС ВОСТОКОВЕДОВ

ПРЕМИЯ

22 ГОСПРЕМИЯ С НАДЕЖДОЙ НА БУДУЩЕЕ.  
ЛИРИКА ДЛЯ ФИЗИКА

ПРОФИЛЬ

24 ПОСЛЕДНЕЕ СТОЛЕТИЕ ЧЕЛОВЕЧЕСТВА?  
Жюли Уэйкфилд  
*Вероятность нашей цивилизации дожить до XXII в.  
не превышает 50%.*

ИННОВАЦИИ

26 ПРЕВЗОЙТИ САМОГО СЕБЯ  
Гэри Стикс

*Будет ли создана противораковая вакцина,  
мобилизующая иммунную систему организма?*

ОЧЕВИДНОЕ-НЕВЕРОЯТНОЕ

78 ИСКУССТВО БОРЬБЫ СО СТРЕССОМ  
*По материалам беседы с профессором кафедры  
клинической психологии МГУ Еленой Соколовой.*

ЗНАНИЕ – СИЛА

88 КОГДА ПРОСНЕТСЯ БАХ  
Марк Фишетти

*Конструкция и принцип музыкального колосса.*

ПУТЕШЕСТВИЯ

90 СТРАНА СНОВИДЕНИЙ  
Уэйт Гиббс

*Поездка в Австралийский национальный парк Какаду.*

## КОЛОНКИ

92 КНИЖНОЕ ОБОЗРЕНИЕ

СПРОСИТЕ ЭКСПЕРТОВ

94 *Что произойдет на нашей планете, если Солнце  
погаснет? Как Солнце влияет на погоду и климат на  
Земле? Что означает загадочное слово «дженерик»?*



Не стало основателя современного издания журнала *Scientific American* Джерарда Пила. Он скончался 5 сентября в Нью-Йорке в возрасте 89 лет. Это был во многих смыслах выдающийся человек. Не будучи ученым, он оказал значительное влияние на мировую науку, создав журнал, на котором было воспитано несколько поколений ученых и инженеров второй половины XX в.

Джерард Пил родился в 1915 г. в пригороде Нью-Йорка в семье пивовара, предки которого эмигрировали из Германии. В 1937 г. он с отличием окончил Гарвардский университет. Значительное влияние на него оказали взгляды его учителя Питирима Сорокина, одного из основателей современной социологии. Затем он стажировался в редакции известного журнала *Life*. Уже через год Пил был назначен редактором научного отдела, поскольку главный редактор заявил, что раз он, по общему мнению, ничего несмыслит в естественных науках, то сумеет доходчиво все объяснить рядовому читателю. Так началось его самообразование в науке.

В годы войны Джерард Пил продолжал работать в журнале, общался со многими американскими учеными. Годы спустя он рассказывал мне, как пришел к пониманию, что в США разрабатывается грандиозный проект создания атомной бомбы. Однако вскоре ему дали понять, чтобы он в это дело не лез. К концу войны Пил уже ясно понимал, какое значение приобретает наука в современном мире. Так родилась идея создать новый научно-просветительский журнал. С финансовой помощью друзей он приобрел права на *Scientific*

# ПАМЯТИ ДЖЕРАРДА ПИЛА

*American*. Этот старейший научно-популярный журнал существовал с 1845 г., но ко второй половине XX в. пришел в упадок. Однако Джерард Пил и его коллега Дэннис Фланаганн создали на его основе принципиально новый журнал. По существу Пил (ему тогда было всего 32 года) впервые начал рассказывать о науке и технике языком современной журналистики, основанной на четком изложении материала и выразительных иллюстрациях. Обладая поразительным чутьем на все новое в науке, Пил стал привлекать к написанию серьезных статей самих ученых, чтобы из первых рук получать информацию о последних разработках. В журнале были опубликованы статьи более сорока ученых разных стран, которые впоследствии стали лауреатами Нобелевской премии, – таково было необычайное чутье редактора.

Сегодня журнал выходит на 15 языках общим тиражом более 1 млн. экземпляров. И журнал, который вы держите в руках, входит в их число. На протяжении ряда лет в Советском Союзе под жесткой цензурой выходила фотокопия английского издания. Но Пил мечтал, чтобы журнал издавался на русском языке и не подвергался цензуре. В конце концов его усилия увенчались успехом, чему немало способствовала поддержка академиков В.А. Кириллина, Д.М. Гвишиани и Е.П. Велихова. Мне предложили стать редактором журнала «В мире науки», а моим заместителем стала Л.В. Шепелева.

Пил занимал четкие и прогрессивные позиции по основным проблемам науки и общества. В частности, журнал регулярно помещал статьи, посвященные военным научно-техническим разработкам, чем вызывал крайнее раздражение в определенных кругах. Так, нам пытались запретить печатать какие бы то ни было данные о ПРО, СПИДе и бактериологическом оружии. Однако в полном соответствии с лицензионным соглашением, нам всегда удавалось добиться публикации

этих материалов, объясняющих проблемы также и начальству разного уровня. По признанию наших дипломатов и переводчиков, в то сложное время они очень помогли им отстаивать интересы нашей страны при обсуждении острых международных проблем, в частности, вопросов контроля над вооружениями.

Заслуги Джерарда Пила были отмечены присуждаемой ЮНЕСКО международной премией Калинга за популяризацию науки и почетной степенью доктора Московского государственного университета, он был президентом Американской ассоциации развития науки.

Пил считал науку частью современной культуры. Он написал ряд книг по общим проблемам науки и общества, в том числе «Наука на службе человека» (1962 г.) и «Век науки: что ученые узнали в XX веке» (2001 г.). Обращаясь к самым сложным проблемам, он писал удивительно ясно и образно, не опускаясь при этом до элементарных объяснений, полагаясь на интерес и понимание читателя. Он болезненно переживал распространение в современном мире антинаучных тенденций, которые ведут к подрыву доверия к науке и ученым. Его беспокоили также вопросы коммерциализации науки и деформация идеалов истинных ученых. К сожалению, именно коммерческий успех его детища привел к тому, что Пил потерял контроль над ним: права на журнал были приобретены немецким издательским домом «Георг фон Хольцбринк».

Все, кто знал Джерарда Пила, помнят его необычайную энергию, ясный ум, четкие взгляды, поразительный оптимизм и здоровое чувство юмора. Во многом благодаря этим качествам он прожил яркую и плодотворную жизнь. Таким он и останется в нашей памяти.

Главный редактор



# ТЕСТЫ НА бешенство

**Немного** можно назвать **болезней страшнее**, чем коровье бешенство, которое передается человеку. Длительное время **оно протекает незаметно**, постепенно **превращая мозг** в пористую субстанцию, похожую на губку, и человек или животное погибает.

Согласно информации Всемирной организации здравоохранения, руководящих органов Европейского союза, Международного эпизоотического бюро, в последние годы в европейских странах значительно увеличилось количество заболеваний спонгиозной энцефалопатией крупного рогатого скота. В период с 1986 по 2003 г. только в Великобритании был зарегистрирован 183 191 случай, более 1300 – в Ирландии и более 800 – во Франции, Португалии. Отмечается рост заболеваемости в Бельгии, Германии, Испании, Швейцарии, а в 2003 г. коровье бешенство было обнаружено в США. По состоянию на 1 декабря 2003 г., болезнью Крейтцфельда–Якоба (БКЯ), вызываемой прионами, в мире заболело 153 человека: 6 – во Франции, 1 – в Канаде, 1 – в Ирландии, 1 – в Италии, 1 – в США и 143 – в Великобритании. Многие страны отказываются от импорта говядины из стран, где отмечены вспышки коровьего бешенства.

Россия закупает за рубежом больше половины потребляемой говядины. Основные поставщики – Австрия, Бельгия, ФРГ, Голландия, Дания, Испания, Польша, Франция,

США и Китай. Сейчас запрещен ввоз говядины из Великобритании, Португалии, Швейцарии, а ее отгрузка из стран ЕС должна проходить под контролем российского ветврача. Частичные ограничения введены на поставки из Ирландии и Франции. А ввоз говяжьих субпродуктов из большинства стран ЕС запрещен.

Многие исследователи связывают появление и распространение

Мозг коровы тестируется на прионы, вызывающие коровье бешенство.



прионных заболеваний в Великобритании и в других странах Европы с использованием мясокостной муки, полученной при переработке больных и павших животных, в том числе овец, пораженных скрепи. Минздрав и Департамент ветеринарии Минсельхоза России издали ряд методических и правовых актов, запрещающих ввоз мясокостной и костной муки для использования в качестве кормовых добавок из неблагополучных по ГЭ и скрепи овец стран. Ввоз животных, кормов, продуктов и сырья животного происхождения в Россию возможен только с письменного разрешения Департамента ветеринарии. Введен лабораторный контроль за содержанием животных компонентов в комбикормах, мясной и рыбной муке.

Возбудитель губчатой энцефалопатии – белок, названный прионом. В принципе он содержится в любом организме и выполняет определенные функции: регулирует обмен меди, процессы окисления и старения. Но измененный прион, попадающий в организм человека вместе с зараженным мясом, запускает процесс превращения нормального белка в аномальный. Как считают ученые, от зараженных

коровьим бешенством животных инфекция передается людям и вызывает болезнь Крейтцфельда–Якоба. Хотя достоверных методов прижизненной диагностики БКЯ у людей не существует, а иммунитет человека не в состоянии отличить «бешеные» прионы от нормальных.

Сейчас в национальном центре контроля болезней, вызванных прионами, Западного резервного университета США, где осуществляется вскрытие мозга, проводятся исследования, позволяющие определить, умер человек в результате заражения от бешеных коров или от оленей и лосей с хронической атрофией. Возможно, они помогут пролить свет на источники распространения заболевания.



надежные результаты. В европейских странах обычно обследуют животных от 30 месяцев и старше. Применение современных методов тестирования ко всем идущим на убой животным,

считает стоимость каждого килограмма мяса на несколько центов, а ежегодные расходы – на \$1 млрд. Поэтому, как считают эксперты, американцам, как и европейцам, следует проверять животных в возрасте старше 30 месяцев. Министерство сельского хозяйства США предполагает исследовать в этом году по крайней мере 200 тыс. голов крупного рогатого скота, что соответствует числу животных, имеющих заболевания суставов.

Возможно, новые исследования, о которых рассказывается в статье «Диагностика коровьего бешенства», позволят обнаруживать прионы у молодняка и в тех органах взрослого крупного рогатого скота, которые раньше считались неинфицированными. А также помогут

## Измененный **ПРИОН**, попадающий в организм человека вместе с зараженным мясом, **запускает процесс превращения** нормального белка в аномальный.

Чтобы не допустить возникновения болезни на территории России, в 2004 г. было принято постановление главного государственного санитарного врача РФ от 13.01.2004 г. №1 «Об усилении мер по предупреждению болезни Крейтцфельда–Якоба на территории Российской Федерации».

Прижизненной диагностики заболевания у животных в мире нет, его определяют либо по клиническому течению и поведению, либо посмертным исследованием мозга. Применяемые методы экспресс-анализа не дают надежных результатов в определении заболевания у большинства забиваемых животных. Наиболее достоверны они в тех случаях, когда в мозге уже накопилось достаточное для выявления болезни количество прионов.

В США большинство животных уже к 24 месяцам набирают вес, при котором они идут на убой, то есть до того, как тесты на бешенство могут дать

80% которых не достигли 30 месяцев, может привести к необоснованной уверенности в качестве говядины. Оправдана ли экономически и нравственно такая стратегия?

Тестирование одного животного в США обходится в \$25–35, что увели-

чивает точные диагнозы при обследовании людей с подозрением на БКЯ. Однако только после подтверждения полученных данных будет иметь смысл тестировать всех животных. В настоящее время более оправданы другие меры. ■



Крик и ДНК • Вода побеждает пар • Китобойный промысел и холера

**ОКТАБРЬ 1954**

**ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ПСИХОЛОГИЯ.** Понятие «насыщение рынка» основано на старомодной психологической аналогии с животным миром: например, когда зверь хочет есть, у него появляется стимул к поиску пищи; как только голод утолен, мотивация пропадает. Эта концепция нашла свое отражение в мрачных экономических прогнозах (см. рис.). Свыше 80% американских семей уже обладают всеми необходимыми товарами. Поэтому многие считают, что уровень спроса вскоре будет определяться в основном необходимостью замены вышедших из строя бытовых приборов и пришедшей в негодность одежды. Однако социальные мотивы отличаются от биологических: достижение одной цели непременно приводит к постановке следующей.

**СТРУКТУРА ДНК.** «Когда мы с Джеймсом Ватсоном работали в лаборатории Кавендиша при медицинском исследовательском центре Кембриджского университета, у нас появилась уверенность, что раскрыть структуру ДНК нам помогут масштабированные модели, построенные по результатам рентгенограмм, полученных Морисом Уилкинсом и Розалиндой Франклин в Лондонском королевском колледже. Сложнее всего было объяснить, почему период кристаллографических повторений оказался намного больше периода следования звеньев цепи. Мы предположили, что все химические связи в молекуле одинаковы, но рентгеновские лучи падают под одним и тем же углом, скажем, лишь на каждую десятую. Как же должна выглядеть такая цепь? Ответ прост: скорее всего она закручена в спираль» – Фрэнсис Крик. (В 1962 г. Крик, Ватсон и Уилкинс получили Нобелевскую премию за исследования структуры ДНК. – Прим. ред.) ■

**ОКТАБРЬ 1904**

**СМЕНА СИЛ.** Паровая тяга выходит из моды, уступая место гидроэнергии. В городах и селах почти все паровые

двигатели заменены на электрические моторы, питающиеся от гидроэлектростанций. Например, когда в железнодорожных мастерских Конкорда, штат Нью-Хэмпшир, были установлены электродвигатели мощностью 550 лошадиных сил, паросиловая установка попросту осталась не у дел. Преобразованная в электричество энергия падающей воды не только чище, безопаснее и удобнее, но и существенно дешевле энергии пара. ■



**КОШМАР ЭКОНОМИСТА** – насыщение товарами (1954 г.)

**ОКТАБРЬ 1854**

**ЗИМНЯЯ ОХОТА НА КИТОВ.**

Китобои узнали от эскимосов, что многие киты зимуют в арктических бухтах. Услышав об этом, капитан Пенни решил снарядить промысловую полярную экспедицию. 13 августа 1853 г. два специально подготовленных судна с 36 человеками на борту отплыли из шотландского порта Абердин. Предприятие оказалось успешным, несмотря на сорокаградусный мороз. У промысловиков было много работы, и никто не успел заболеть или соскучиться. Как ни странно, эпидемия холеры, унесшая жизни многих эскимосов, обошла удачливых китобоев стороной.

**ПОЕЗДА БУДУЩЕГО.**

На прошлом заседании Американского клуба фермеров было зачитано письмо судьи Мейгса, в котором он так описывает будущее: «Железные дороги станут абсолютно прямыми,

а рельсы – в десять раз более прочными, чем сейчас. Диаметр паровозных колес увеличится до двенадцати или пятнадцати футов, и поезда будут двигаться со скоростью не сто, а триста миль в час!» Давайте посчитаем. Ведущим колесам с длиной окружности в двадцать четыре фута придется совершать 1100 оборотов в минуту. Для этого паровой котел должен будет ежеминутно испарять целую тонну воды! Разве такое возможно?! ■



# БЕЗОПАСНОСТЬ И АНОНИМНОСТЬ

Венди Гроссман

## Как обеспечить надежность при работе компьютера с конфиденциальными материалами.

В связи с непрерывными нападениями хакеров, вирусами и воровством паролей в 2002 г. фирма *Microsoft* предложила схему *Palladium*, где используются специальные аппаратные средства. Она не должна исполнять «злонамеренные» программные коды или выдавать секреты пользователей. Идея «надежных вычислений» встретила возражения, главное из которых – удаленные организации смогут отслеживать, что пользователи делают



### КАКОВА СТЕПЕНЬ ДОВЕРИЯ?

Критики из *Electronic Frontier Foundation* полагают, что система надежных вычислений позволит изготовителям аппаратуры препятствовать использованию программного и аппаратного обеспечения конкурирующих фирм. Кроме того, хотя специалисты *Trusted Computing Group* утверждают, что внедрение системы цифровой аутентификации не входит в их планы, критики опасаются, что платформы надежных вычислений могут принять своих хозяев за злоумышленников. Тогда система могла бы позволить уже аттестованным посторонним пользователям удалять материалы из компьютеров без согласия их владельцев.

на своих ЭВМ. Новая технология должна обеспечить лучшую информационную защиту и избавить от опасности внешнего контроля.

Стратегию называют прямой анонимной аттестацией (*DAA*). У компьютеров должен быть безопасный режим, в котором будут исполняться только программы, аттестованные внешней сертифицирующей организацией. При этом данные организации не должны иметь возможность идентифицировать компьютеры и их владельцев. Чип защиты, установленный на материнской плате или в другом устройстве, мог бы исполнять обязанности сторожа, функционируя согласно спецификациям, установленным *Trusted Computing Group* – консорциумом, в который входят *Microsoft*, *Hewlett-Packard*, *Intel* и *IBM*.

*DAA* основана на проверке при нулевых знаниях, которая исследовалась в начале 1990-х гг. в *Bell Labs* и в Кембриджском университете: человек (или устройство) доказывает, что знает секретные данные, не раскрывая их. Прямая анонимная аттестация также включает концепцию криптографа Дэвида Чома (*David Chaum*), который предложил схему, с помощью которой руководитель может снабжать цифровой подписью сообщения от имени членов организации. Таким образом будет подтверждаться, что сообщение поступило от данной группы, но никто, кроме начальника, не будет знать, кто его автор.

В 2003 г. Ян Кэмениш (*Jan Camenisch*) из *IBM Research* в Цюрихе, Ликун Чен (*Liqun Chen*) из *Hewlett-Packard* и Эрни Брайкел (*Ernie Brickell*) из *Intel* создали *DAA*, для ре-

ализации которой раньше не хватало вычислительных мощностей. В чип безопасности (модуль платформы надежных вычислений) встроен закрытый шифровальный ключ. Для каждой группы таких ключей (возможно, для всех устройств конкретной модели) существует общий открытый ключ. Когда необходимо удостовериться в безопасности устройства, оно генерирует временный ключ на одну сессию, подписывает его закрытым ключом и посылает в сертифицирующую организацию, которая использует открытый ключ и полученную подпись, чтобы убедиться, что источнику можно доверять.

Сам чип защищен от копирования. Однако поставщики могут отзываться ключи, если заподозрят незаконную деятельность. Например, *DAA*-чип, получающий многократные запросы на открытие новых сессий, в то время как действительны уже существующие ключи, должен предположить, что кто-то сумел обойти защиту и создает тысячи поддельных клонов. Таким образом, проверяемый закрытый ключ сначала сверяется со списком отмененных.

В ситуации, когда правительство требует ужесточения контроля, кажется удивительным, что консорциум изготовителей больших компьютерных систем придумал чип безопасности, который обеспечивает анонимность. Однако еще в 1999 г. предложение *Intel* снабдить все процессоры *Pentium III* уникальными серийными номерами вызвало бурный протест общественности: пользователи не спешат отказываться от конфиденциальности в пользу безопасности.



# окольцованный

Дж. Минкель

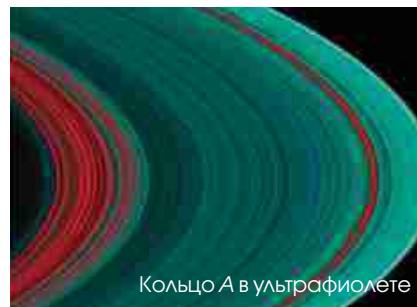
Космический аппарат *Cassini-Huygens* завершил свое семилетнее путешествие, проскользнув 30 июня в щель между кольцами Сатурна, и вышел на орбиту вокруг планеты.

Международный зонд стоимостью \$3 млрд. передал снимки колец в видимом, инфракрасном и ультрафиолетовом диапазонах, на которых видны комки, узелки, волнистая рябь и зубчатые края, возникшие под действием

притяжения спутников, а также вещество непонятного происхождения, расположенное между некоторыми кольцами.

Во внешней части среднего кольца *A* содержится больше ледяных частиц (бирюзовый), чем в ограничивающем его изнутри участке *Cassini* (светло-красный).

2 июля зонд прошел мимо южной полярной области Титана – спутника Сатурна. Он сделал снимки темных пя-



Кольцо А в ультрафиолёте

тен на поверхности, которые исследователи считают метановыми озерами, а также ярких областей, покрытых замерзшими углеводородами. Впрочем, некоторые детали изображений остались загадкой. К осени *Cassini* должен снять фильмы о погоде на Сатурне.

# ферменты

Чарльз Чой

Ферменты могут выполнять не одну, как считалось ранее, а разные функции, что зависит от их положения в клетке. Биохимики исследовали дезатуразы (*desaturases*) в траве *Arabidopsis*, которые выводят жир, удаляя атомы водорода из цепей жирных кислот. Клетки растения могут пометить дезатуразы, направляя их в хлоропласты, где и осуществляется фотосинтез.

В противном случае дезатуразы попадают в эндоплазматическую сеть, где образуют связи в различных местах вдоль цепей жирных кислот. Около 4% протеинов *Arabidopsis* имеют различные отметки, а значит, многофункциональные ферменты смогут помочь организму приспособиться к изменениям окружающей среды. Ученые из Брукхэвенской национальной лаборатории и из Калифорнийского университета в Риверсайде считают, что полученные данные помогут создать новые полезные сельскохозяйственные культуры, менее насыщенные жирами. Результаты исследований опубликованы в материалах Национальной академии наук США (*Proceedings of the National Academy of Sciences USA, July 13*).

ратории и из Калифорнийского университета в Риверсайде считают, что полученные данные помогут создать новые полезные сельскохозяйственные культуры, менее насыщенные жирами. Результаты исследований опубликованы в материалах Национальной академии наук США (*Proceedings of the National Academy of Sciences USA, July 13*).

# ПЕНСИОНЕРЫ палеолита

Чарльз Чой

30 тыс. лет назад люди чаще доживали до преклонного возраста. Антропологи изучили более 750 образцов зубов древних людей, живших на протяжении миллионов лет, от австралопитеков, неандертальцев до современного человека. Преклонным считается возраст, когда на два умножается возраст подростка, достигшего репродуктивной зрелости (обыч-

но в это время прорезается третий коренной зуб). Вычисляя соотношение старых и молодым гоминидов, Речел Каспари (Rachael Caspari) из Мичиганского университета в г. Анн-Арборе и Санг-Хи Ли (Sang-Hee Lee) из Калифорнийского университета в Риверсайде выявили тенденцию эволюционного развития, свидетельствующую о том, что тогда впервые

в истории современного человека старшее поколение стало преобладать над молодым. Люди преклонного возраста играют важную роль в развитии человеческой культуры, так как они передают знания и опыт своим детям и внукам, а также помогают укреплять связи в обществе. Исследования опубликованы в *Proceedings of the National Academy of Sciences USA, July 13*.

# СГУЩЕНИЕ ТЕМНОТЫ

Джордж Массер



Некоторые физики полагают, что загадочное темное вещество Вселенной состоит из огромных частиц размером в световой год или даже больше. Оказавшись в их окружении, обычное вещество подобно мыши, снующей под ногами динозавров.

Изначально идея возникла как объяснение свойств темного вещества, которое сгущается в гигантских масштабах, порождая таких монстров, как скопления галактик, но при этом сопротивляется слипанию в малых масштабах. Астрономы видят гораздо меньше маленьких галактик и субгалактических облаков газа, чем можно было ожидать. Поэтому многие полагают, что частицы темного вещества взаимодействуют друг с другом подобно молекулам газа, создавая давление, противодействующее гравитации.

Иной подход у гипотезы гигантских частиц: не наделяя темное вещество новыми свойствами, она использует свойство квантовых частиц противостоять удержанию. Если вы сжимаете частицу, то стабилизируете ее положение, но увеличиваете неопределенность импульса. При этом растет скорость частицы, порождая давление, противодействующее вашему усилию. Такая «квантовая клаустрофобия» ста-

новится ощутимой на расстояниях, сравнимых с эквивалентной длиной волны частицы. Гравитационные неоднородности обладают длиной волны в несколько десятков световых лет. Какие же частицы могут иметь такой астрономический размер?

Оказывается, физики предсказали множество энергетических полей, соответствующие частицы которых могут быть как раз такими. Например, скалярные поля, возникающие как в Стандартной модели, так и в теории струн. Хотя экспериментаторам еще предстоит их найти, теоретики уже уверены в их существовании.

Космологи уже объясняют наличием скалярных полей первичную инфляцию и, возможно, темную энергию (не путать с темным веществом), вызывающую сейчас ускоренное расширение Вселенной. В этом смысле такие поля являются простейшим обобщением космологической постоянной Эйнштейна. Если скалярное поле изменяется медленно, оно напоминает константу – как по фиксированной величине, так и по отсутствию направленности; теория относительности предсказывает, что такое поле вызывает гравитационное отталкивание. Но если поле меняется или колеблется достаточно быстро, оно вызывает гравитационное притяжение, как обычное или темное вещество. Еще в 1960-х гг. физики стали утверждать, что тела состоят из скалярных частиц. Идея возродилась в конце 1980-х гг., но по-настоящему она овладела умами лишь четыре года назад.

В июне на конференции в Центральном университете Лас-Виласа (UCLV) на Кубе энтузиасты этого направления – Т.М. Чассин (Tonatiuh Matos Chassin) из Центра передовых исследований в Мехико и Л.У. Лопес (Luis Ureña Lopez) из Университета в Гуанахуато – рассказали, как скалярные частицы могут

формировать внутреннюю структуру галактик. Когда частицы образуют уплотнения в масштабе галактик, возникает бозе-эйнштейновский конденсат – гигантский вариант холодных атомных конгломератов, полученных экспериментаторами за последнее десятилетие. По расчетам, такой конденсат имеет массу и профиль плотности как у реальной галактики.

Теории инфляции, темной энергии и темного вещества опираются на скалярные поля, что может указывать на их взаимную связь. Исраэль Квирос (Israel Quiros) из UCLV доказывал на этой конференции, что одно поле может отвечать как за инфляцию, так и за темную энергию. Другие физики пытаются связать друг с другом две «темные сущности». «Как шутят мои коллеги, небылицу можно рассказывать лишь раз, – улыбается Роберт Шеррер (Robert Scherrer) из Университета Вандербилта. – А мы делаем это дважды: рассуждаем о неизвестных частицах темного вещества и неизвестном источнике темной энергии. В своей модели я пытаюсь объяснить их единым полем».

Но у всех моделей одна проблема: поскольку длина волны частицы обратно пропорциональна ее массе, астрономические расстояния соответствуют абсурдно малым массам, порядка  $10^{-23}$  эВ (сравните с массой протона  $10^9$  эВ). Это требует от законов физики невероятно высокой симметрии. «Такая симметрия возможна, хотя и выглядит искусственной», – замечает физик Шон Кэрролл (Sean Carroll) из Чикагского университета. К тому же главное преимущество гигантских частиц – их сопротивляемость кучкованию – теперь не столь уж оригинально, ибо астрономы обнаружили, что на это способны иные процессы, например, формирование звезд.

## НИКАКОГО СЧЕТЧИКА **калорий**

Дж. Минкель

Искусственно подслащенные напитки, возможно, не помогут вам похудеть, поскольку организм теряет чувство насыщения. Находясь перед выбором между ароматизированными высоко- или низкокалорийными жидкостями, крысы предпочитали первые. Сьюзен Свитерс (Susan Swithers) и ее колле-

ги из Университета Пердью давали крысам жидкую пищу, подслащенную сахаром или сахарином, пытаясь убедить в их пристрастиях. Десять дней спустя после приема шоколадного аперитива крысы стали есть намного больше, чем контрольная группа, никогда не пробовавшая сладкого. Связь

между вязкостью пищи и насыщением также была нарушена: крысы, которым давали жидкие шоколадные добавки, больше прибавили в весе, чем те, которых кормили пудингом с тем же количеством калорий. Исследования опубликованы в июльском номере *International Journal of Obesity*.

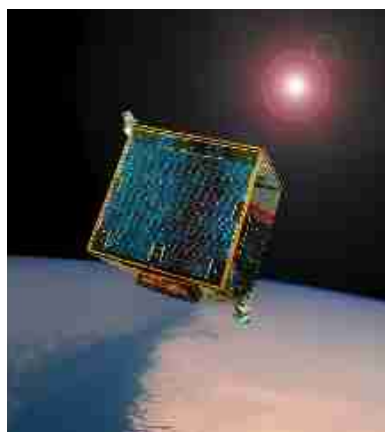
## **плеск** В КОСМОСЕ

Говерт Схиллинг

Голландский спутник *Slosbsat FLEVO*, который в конце сентября 2004 г. должен быть выведен на орбиту в качестве дополнительного груза ракетой *Arian 5*, будет в течение двух недель наблюдать за поведением воды в невесомости.

Казалось бы, зачем тратить 8 млн. евро только для того, чтобы запустить в космос несколько ведер воды? Дело в том, что астероидный зонд *NASA NEAR-Shoemaker* в декабре 1998 г. неожиданно вошел в безопасный режим и опоздал на 13 месяцев. Причиной могло стать болтание ракетного топлива. Для будущих полетов нужна более совершенная модель: плещущаяся жидкость, будь то ракетное топливо или питьевая вода, может затруднить маневрирование во время стыковки беспилотных грузовых кораблей с МКС.

Спутник *Slosbsat FLEVO* довольно прост. Он представляет собой куб с ребром 80 см, где установлены солнечные батареи и небольшие ракетные двигатели, которые вызывают колебания спутника. Внутри помещен бак емкостью 87 л, в который залито 33,5 л сверхчистой воды. Предусмотрены также нагреватели, не позволяющие воде замерзнуть. Чувствительные дат-



Благодаря *Slosbsat FLEVO* ученые смогут определить, как колебания воды, топлива и других жидкостей воздействуют на движение космических кораблей.

чики на стенках бака будут контролировать амплитуду колебания жидкости, а акселерометры измерять вызванные им движения спутника.

Артур Велдман, специалист по гидродинамике из Гронингенского университета, надеется, что *Slosbsat FLEVO* поможет проверить компьютерные модели, которые можно будет использовать для точного управления движениями спутника.

## **воинственные** МУРАВЬИ

Чарльз Чой

Муравьи из пустыни Сахара становятся агрессивными, когда им приходится охранять свое жилище.

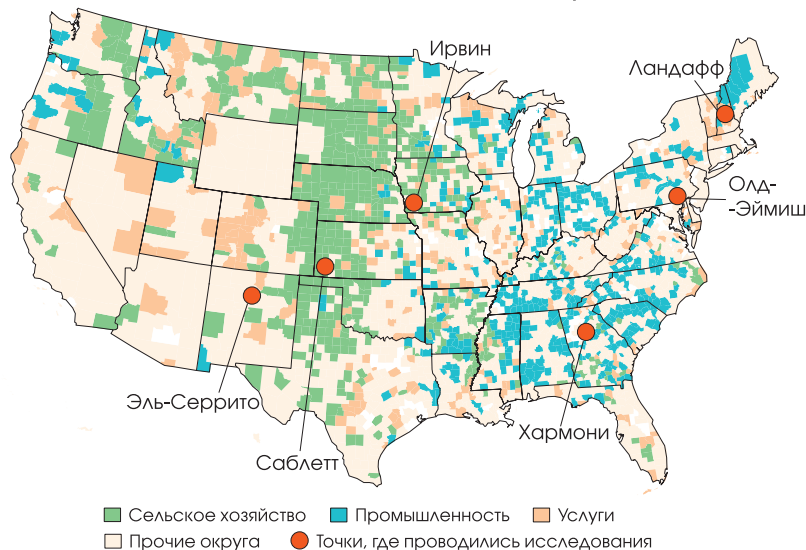
*Cataglyphis fortis* угрожают, кусаются и обрызгивают пришельцев ядовитой кислотой. Однако, удаляясь от места своего обитания, они становятся более миролюбивыми. Маркус Кнайден (Markus Knaden) и Радигер Вехнер (Rudiger Wehner) из Цюрихского университета впервые приучили муравьев искать пропитание в кормушках, расположенных на различном расстоянии от их муравейников. Насекомых отлавливали, а затем выпускали. Муравьи, преодолевавшие расстояние в 20 м, были в три раза воинственнее, чем те, кому предстояло пробежать дистанцию в 5 м. Ученые предполагают, что система ориентации у этих насекомых позволяет им вычислять расстояние и управлять их состоянием агрессии.



# сельская ГЛУБИНКА США

Роджер Дойл

Виды экономической деятельности в сельских районах США



Даже те сообщества, которые считались наиболее благополучными – Олд-Эймиш в Пенсильвании и Эль-Серрито в Нью-Мексико, – оказались под угрозой, т.к. люди покидали родные места. Община Саблетта в Канзасе, пострадавшая в 1930-х гг. от песчаных бурь, в 1940-х гг. считалась наименее благополучной, но благодаря внедрению в сельское хозяйство промышленных систем и увеличению добычи природного газа выжила.

В 1990-х гг. министерство сельского хозяйства провело новое исследование в шести перечисленных районах. Выяснилось, что, несмотря на спад экономики, они жили полнокровной жизнью. В Хармони были созданы общественные группы по борьбе с несправедливым налогообложением. В Ирвине люди объединились для помощи соседям, пострадавшим от пожара, а в Эль-Серрито – для устранения последствий наводнения. В Ландаффе жители взяли на себя поддержку местной школы. В Эймише продолжается строительство скотных дворов, а в Саблетте все больше людей вступают в местные общественные организации.

Однако шесть сообществ не образуют статистически значимой выборки и не отражают ситуации в сельских районах, пояса нищеты на юго-востоке страны и Северных равнин.

Сельская Америка и по сей день в основном удовлетворяет потребности страны в продуктах питания и текстильном волокне, но на селе возникли и другие виды деятельности. Сегодня на сельское хозяйство приходится только 6% от всего дохода сельской Америки, доля промышленного производства составляет 16%, а 53% приходится на розничную торговлю, отдых, увеселения, образование и здравоохранение. Современные средства связи не только не разрушили старые ценности, но и помогли людям наладить новые взаимоотношения.

## ИСХОД С ФЕРМ

Доля сельского населения в США:

Год	Доля (%)
1800	93,9%
1850	84,6%
1900	60,4%
1950	36,0%
2000*	17,4%

\* На основе определения сельских местностей, сформулированного министерством сельского хозяйства США в 2003 г.

Источники: Economic Research Service, U.S. Department of Agriculture.

До начала 1900-х гг. сельская Америка доминировала в политике, но к середине XX в. для нее наступили тяжелые времена. Социологи предсказывали, что численность сельского населения будет снижаться, а блага цивилизации, предлагаемые городом, станут более заманчивыми. Предполагалось, что это приведет к пренебрежению местными традициями и к росту разобщенности людей.

В начале 1940-х гг. министерство сельского хозяйства США провело исследования в шести районах, где наблюдалась нестабильность, экономические неурядицы, порожденные Великой депрессией начала 1930-х гг. По разным причинам негативные тенденции сохранялись и в последующие десятилетия. В поселке Хармони, штат Джорджия, численность населения снижалась, и возникали расовые противоречия. В Ландаффе, штат Нью-Хэмпшир, за 40 лет почти полностью исчезли молочные хозяйства. В Ирвине, штат Айова, резко сократилось количество ферм, а местное производство зачахло.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

- Persistence and Changes in Rural Communities: A 50-Year Follow-up to Six Classic Studies. Edited by Richard S. Krannich and A. E. Luloff. CABI Publishing, 2002.
- Challenges for Rural America in the Twenty-First Century. Edited by David L. Brown and Louis E. Swanson. Pennsylvania State University Press, 2003.



# есть нефть или ее уже нет?

Роджер Дойл

Принцип Кассандры гласит: предвещай беды – и прослывешь мудрой.

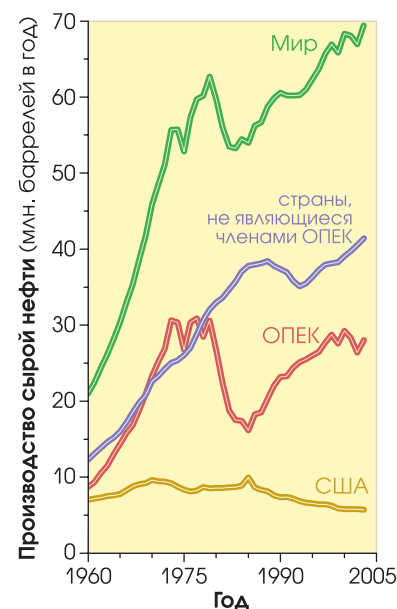
По мнению специалистов, человечество стоит на пороге глобального энергетического кризиса, который наступит тогда, когда производство углеводородного топлива начнет сокращаться, а его стоимость многократно возрастет.

Исследования, проведенные информационным управлением министерства энергетики США, показали, что кризис может произойти не ранее 2021 г., но и не позднее 2112 г. Не все разделяют эту точку зрения. Геолог Колин Кэмпбел (Colin Campbell), председатель Ассоциации по изучению потребления нефти и газа из шведского города Упсала, считает, что пик потребления углеводородного топлива настанет в 2005 г.

По мнению Мориса Эделмана (Morris Adelman), экономиста из Массачусетского технологического института, на ближайшие 25–50 лет запасов нефти хватит, чтобы обеспечить все потребности человечества. Разница в оценках пессимистов и оптимистов весьма значительна, возможно потому, что такие агентства, как *EIA*, подвергаются давлению со стороны официальных структур, старающихся избежать паники на рынке нефтепродуктов. На прогнозы оказывает влияние и отсутствие информации о запасах нефти. Данные, полученные из Службы геологии, геодезии и картографии США, говорят о том, что общие объемы нефти до начала ее добычи в XIX в. составляли 3,3 трлн. баррелей, из которых добыто всего 0,7 трлн.

Компании стремятся завязать показатели объема запасов нефти, чтобы увеличить экспортные квоты. В конце 80-х гг. этим грешили страны ОПЕК.

Сокращение объемов добычи нефти может привести к мировому кризису и обострению отношений между странами-экспортерами. Китай, например, ведет активную борьбу с Японией за контроль над сибирской нефтью. США, Россия и Ирак стремятся контролировать запасы Азербайджана и Казахстана. Политическая нестабильность в Саудовской Аравии может подтолкнуть администрацию США к расширению военного присутствия в Персидском заливе. Однако, несмотря на довольно пессимистические прогнозы, за последние 20 лет администрация США не сделала ни одного шага для того, чтобы создать новую энергетическую концепцию.



Источник: U.S. Energy Information Administration

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

- The End of Cheap Oil. Colin J. Campbell and Jean H. Laherrere in *Scientific American*. Vol.278, No.3; pages 78–83; March 1998.
- Hubbert's Peak: The Impending World Oil Shortage. Kenneth S. Deffeyes. Princeton University Press, 2001.
- Global Petroleum Resources Power to the People: How the Coming Energy Revolution Will Transform an Industry, Change Our Lives, And Maybe Even Save Our Planet. Vijay Vaitheeswaran. Farrar, Straus and Giroux, 2003
- The End of Oil: On the Edge of a Perilous New World. Paul Roberts. Houghton Mifflin, 2004.

## КАЧАТЬ НЕФТЬ ИЛИ НЕТ?

Импорт и экспорт нефти в 2003 г. (в млн. баррелей в день)

### Ведущие импортеры:

США	11,2
Япония	5,5
Германия	2,5
Китай	2,0

### Ведущие экспортеры:

Страны Персидского залива	8,7
Россия	5,5
Норвегия	3,3
Венесуэла	2,2

## люди и клоны

Карина Тиванова



После того как в 1997 г. в Великобритании был создан клон овечки Долли, страсти разгорелись нешуточные: казалось, ученые на

пороге разгадки тайны бессмертия. Но открытия подобного рода могут как принести огромную пользу человечеству, так и обернуться величайшим злом. Видимо, поэтому в итоге международных дебатов клонирование человека было запрещено во всем мире. Но ученых это не остановило. Например, в начале этого года американский исследователь Пейнос Зейвос имплантировал клонированные человеческие клетки в организм суррогатной матери. Его обвинили в «злоупотреблении генетической наукой», и не кто иной, как британский министр здравоохранения. Но уже летом государственное управление по оплодотворению и эмбриологии Соединенного

Королевства выдало разрешение на клонирование человеческих эмбрионов исключительно в медицинских, а не репродуктивных или коммерческих целях. Эмбрионы обязательно должны уничтожаться через 14 дней. Исследователи из Института генетики человека Ньюкаслского университета надеются найти оптимальные методы борьбы с такими серьезными и пока неизлечимыми недугами, как диабет и болезнь Паркинсона. Ученые планируют вырастить первый человеческий клон, так же как и клон млекопитающего, но с учетом ошибок первого опыта. Ведь Долли пришлось усыпить из-за прогрессирующего старения. Теперь ее чучело находится в Королевском музее Эдинбурга.

## НА ПУТИ К ЗВЕЗДАМ

Максим Перлин

Существуют ли внеземные цивилизации? Этот вопрос занимал американского фантаста Роберта Хайнлайна. Его книги будоражили воображение многих поколений, заставляя задуматься об основах мироздания и тайнах Вселенной.

После смерти писателя был создан Международный фонд премии Роберта и Вирджинии Хайнлайн. В начале 2004 г. фонд совместно с Российским учебно-научно-инновационным комплексом авиакосмической промышленности (РУНИКАП) объявил о проведении в России конкурса «Полет в будущее».

Кто же отправит нас в «прекрасное далеко»? Жюри остановило свое внимание на наиболее интересных идеях. Первое место занял проект эксплуа-

тации дешевых средств космической транспортировки, разработанный исследователями Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева под руководством А.В. Мельничного.

Вторую премию разделили: С.А. Белавский из Государственного космического научно-производственного центра им. М.В. Хруничева и М.В. Гоголев из Самарского государственного аэрокосмического университета им. С.П. Королева. Работа первого посвящена снижению стоимости вывода полезного груза на орбиту за счет использования многоразовых ракет-носителей, а второго – космическим аппаратам с электроракетными двигателями малой тяги.

На третьем месте – Я.Н. Чибисов из московского ОАО «НПО «Молния», представивший разработку перспективных орбитальных самолетов, входящих в многоразовые двухступенчатые авиационно-космические системы, С.О. Фирсюк (МАИ, г. Москва), предложивший концепцию многоцелевого пилотируемого космического корабля «Союз-Дом» и орбитальной станции на его основе, и сотрудник НИЦ им. Г.Н. Бабакина П.В. Казмерчук с проектом, позволяющим использовать космический аппарат с солнечным парусом для доставки грузов на орбиту Луны.

Итоги конкурса подведены, и остается надеяться, что все перспективные идеи воплотятся в жизнь и мы сможем «до звезд дотронуться рукой...»

# затерянный во льдах

Нина Шилина

В 30-е годы XX века холодные воды Чукотского моря поглотили ледокол «Челюскин». Экипаж был спасен, но судно так и осталось под водой. Все эти годы люди не оставляли надежду найти «Челюскин».

В августе 2004 г. из Анадыря в район мыса Уэлен, к предполагаемому месту гибели советского ледокола, отправилось научно-исследовательское судно «Академик Лаврентьев» с учеными, водолазами, подводными операторами из России, Швеции, Сингапура на борту, которые планировали обследовать затонувший корабль и попытаться найти бортовой журнал и другие документы.

Первыми «в бой пошли» телеуправляемые роботы (раньше они применялись только в армии), которые могут самостоятельно работать на глу-

бине 6 км. Однако обнаружить корпус судна им не удалось. Поэтому, несмотря на крайне низкую температуру, под воду пришлось спускаться водолазам. Но и людям повезло не больше: под толстым слоем донных отложений был обнаружен некий объект, по очертаниям и размерам напоминающий корабль. Однако утверждать, что найден именно «Челюскин», пока невозможно. Более точную информацию ученые надеются получить в 2005 г., когда будет организована следующая экспедиция, оснащенная гидрографами и современной геофизической аппаратурой.

Интересно, что помешало взять необходимую аппаратуру в нынешнем году? Видимо, уверенность в точности координат, переданных ученым зарубежными исследователями, которые могли ошибиться.

# двенадцать лет спустя. арктика

Сергей Оганесян

После 12-летнего перерыва российские исследователи снова вернулись в Арктику. С апреля 2003 г. по март 2004 г. в районе острова Шпицберген работала российская научная станция «Северный полюс-32». Участников экспедиции пришлось срочно эвакуировать в связи с начавшимся разрушением льдины. Но ни дрейфующие буи, ни информация, поступающая с космических спутников, не может заменить прямые наблюдения, позволяющие получать достоверную информацию об изменениях природной среды. Поэтому уже в августе нынешнего года была организована следующая исследовательская экспедиция «Северный



полюс-33». Полярники отправились в район Новосибирских островов. Планируется, что работа на дрейфующей станции СП-33 продлится два года. С сентября 2004 г. по февраль

2005 г. на льдине будут находиться 12 человек, которым необходимо не только вести наблюдения, но и обустроить станцию. Позже численность состава увеличится до 24 человек. Не исключена совместная работа с представителями зарубежных научных центров.

Главная задача, стоящая перед участниками экспедиции, – наблюдения за атмосферой, возобновление гидрометеорологического мониторинга центральной части Арктического бассейна и проведение исследований природных процессов, влияющих на глобальные и региональные изменения климата.

## СОБЫТИЯ В ОКТЯБРЕ:

28.09.–02.10 2004 г.

7-й Международный конгресс по нейробиологии  
Италия

01.10 2004 г.

Международная научная конференция «Актуальные проблемы отношений России и Европейского союза»  
Санкт-Петербург

01.10 2004 г.

Научно-практическая конференция «Государственно-правовое реформирование России: итоги и перспективы»  
Екатеринбург

26.10–28.10 2004 г.

1-я Международная практическая конференция «Малая энергетика»  
Москва

октябрь 2004 г.

10-я Международная выставка «Мир детства-2004».  
Москва

октябрь 2004 г.

Международная конференция молодых ученых «Информационные технологии»  
Ереван, Армения

# ПОЧВА ПОД НОГАМИ

Дмитрий Мисюров

Изучение эрозии почвы если и не позволяет предотвращать глобальные катастрофы, то во всяком случае помогает не допускать непоправимых ошибок.

В августе на базе географического факультета МГУ им. М.В.Ломоносова состоялся симпозиум Комиссии по континентальной эрозии (ICCE) Международной ассоциации гидрологических наук. Впервые за постсоветский период ученые всех континентов собрались в Москве, чтобы обсудить актуальные природные антропогенные проблемы.

Особый интерес представляет изучение перемещения и накопления

органических и минеральных удобрений, радиоактивных изотопов, тяжелых металлов и т.п.

В некоторых российских исследованиях в качестве вещества-маркера используется радиоактивный цезий-137, что позволяет понять, как меняется картина загрязнения в зависимости от различных условий. Это особенно актуально для районов, пострадавших от чернобыльской аварии.

Не меньшую пользу приносит моделирование флювиальных процессов, особенно связанных с эрозией почв на сельскохозяйственных землях. А моделирование русловых процессов необходимо для проектирования

различных сооружений (водозаборы, мостовые переходы и т.п.) и прогнозов ледовых заторов, наводнений и т.п.

Специалисты отмечают, что в России скорее предпочитают тратить средства на устранение последствий чрезвычайных ситуаций, связанных с водной стихией, нежели на развитие научных исследований и недопущение катастроф. Ситуация в других странах и в глобальном решении проблем зачастую не лучше. Об этой проблеме, возможно, также пойдет речь на следующем симпозиуме через два года в Сингапуре, или в Шотландии, или в Новой Зеландии.

## ОРГАНИЗАТОРЫ



- Департамент топливно-энергетического хозяйства г. Москвы (ДТЭХ г. Москвы)



- НП «Инженеры по отоплению, вентиляции, кондиционированию воздуха, теплоснабжению и строительной теплофизике» (НП «АВОК»)



## XXI конференция и выставка «МОСКВА — ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЙ ГОРОД» IV Международный симпозиум «ЭНЕРГЕТИКА КРУПНЫХ ГОРОДОВ»

### Конференция «Москва – энергоэффективный город»

**27 октября 2004 года**

- «День префектур»
- Секция «Отопление зданий: схемные решения и вопросы управления»

**28 октября 2004 года**

#### Секционные заседания:

- «Повышение надежности систем теплоснабжения»
- «Вентиляция и кондиционирование воздуха»
- «Экологическое строительство и нетрадиционные источники энергии»
- «Стандартизация и сертификация отопительно-вентиляционного оборудования. Нормативные документы»

- «Технология строительства интеллектуальных зданий. Безопасность здания при экстремальных воздействиях на системы климатизации и тепло-энергоснабжения здания»
- «Российско-финский семинар по инновационным технологиям в строительстве»
- «Энергоаудит – элемент национальной инновационной системы»

**29 октября 2004 года**

#### Секционные заседания:

- «Высотные здания: энергообеспечение и климатизация»
- «Энергосберегающие и энергоэффективные технологии и оборудование при выполнении сварочно-монтажных работ на газосетях г. Москвы»

### Международный симпозиум «Энергетика крупных городов»

**29 октября 2004 года**

- Пленарное заседание
  - Секция «Новые технологии в производстве тепловой и электрической энергии»
- Технические экскурсии

• 27–29 октября 2004 г. • Москва, ул. Новый Арбат, д. 36 здание мэрии Москвы •

Организационный комитет: 107031, Москва, ул. Рождественка, д. 11, МАрХИ, НП «АВОК» Тел.: (095) 921-60-31, 921-80-48  
E-mail: potapov@abok.ru www.abok.ru



# как запряжешь, так и поедешь

Федор Капица

Российский автопром скорее жив, чем мертв и, похоже, идет на поправку. К такой мысли пришли многие посетители восьмой международной автомобильной выставки «Мотор Шоу-2004». В Экспоцентре были представлены не только новинки таких всемирно известных производителей, как *Audi, Volvo, Volkswagen, Ford, Hunday, Jaguar, Nissan, Renault*, но и модели отечественных автомобилей – «ВАЗ», «ГАЗ», «Ижмаш», «КамАЗ».

Объединение «АвтоВАЗ» представило на суд публики и специалистов автомобиль *Lada Kalina*, который должен заменить «десятое» семейство, трехдверное купе *Lada 112* с повышенными скоростными и динамическими характеристиками, и *Lada Priora* – первый отечественный автомобиль модульной сборки. *Priora* станет самой безопасной отечественной машиной, соответствующей экологическому стандарту *Euro 4*, который будет введен через несколько лет.

Коммерческий автотранспорт (грузовые автомобили, автобусы и спецтранспорт) обещает стать не только комфортнее, но и экологичнее. На многих российских заводах обновлен модельный ряд в соответствии с нормами *Euro 3*. Вскоре на наших дорогах появятся автобусы с пластиковыми кузовами, панелями и стеклами, вклеенными в каркас.

Впервые были показаны туристические лайнеры повышенной комфортности, рассчитанные на длительные путешествия. Еще одна новинка – двенадцатиместный автобус VIP-класса на базе шасси *Scania* – выпущена объединением «Волжанин». Компания «АвтоЛАЗ» представила новую модель городского автобуса – *CitiLAZ-183*. В нем применена система подъема и опускания кузова, благодаря чему в салоне нет ступенек. В задней части размещена площадка для двух колясок, оборудованная выдвижным трапом для заезда. Автобус предназначен для оживленных городских маршрутов, а также

для обслуживания детей и инвалидов. Еще одна новинка – ЛАЗ АХ-183 *Skybus* для обслуживания аэропортов. В нем большие накопительные площадки и двери с двух сторон. Надежность управления автобусами обеспечивает моторный тормоз и система *ABS*. Все модели оснащены двигателями японской фирмы *Isuzu*, который соответствует стандарту *Euro 2*.

Сегодня формируется новый тип автомобиля, занимающего промежуточное положение между тягачом и карьерным самосвалом. В этой связи нельзя не отметить разработку ЗАО «Яровит моторс», основанного в Петербурге компаниями *Elgin System* (США) и *Track&Dumpers* (Великобритания). Многоосные грузовики *Yarovit* предназначены для перевозки грузов в сложных дорожных и климатических условиях. Построенные на системе базовых шасси 6×6, 6×8 и 10×8, они позволяют реализовать любую из принятых конструктивных схем – *Gloros* (кабина над двигателем), *Dogmus* (капотная компоновка) и *Ordex* (шасси перед двигателем). Грузовики сочетают высокие тяговые характеристики и проходимость с низкими показателями осевых нагрузок, допустимыми для обычных дорог. Две модели – самосвалы 8×6 (грузоподъемность 35 тонн) и 6×6 (27 тонн) – были показаны специалистам и публике впервые.

Вопрос использования автомобилей на альтернативном топливе давно волнует мировую общественность. Теперь и российские предприятия приступили к разработке газовых двигателей и двигателей с электронной топливоподающей системой, соответствующих европейским нормативам токсичности *Euro 3* и *Euro 4*. Двигатели ЯМЗ-831.10, работающие на природном газе, возможно, появятся на отечественном рынке уже в 2005 г.



# КОНГРЕСС **Востоковедов**

Федор Капица

Восточная экзотика на протяжении веков завораживала умы западного человека. Многие так и остались на всю жизнь под обаянием этой многоликой, глубокой, древней и таинственной культуры.

С 16 по 21 августа в Москве прошел 37-й Всемирный конгресс востоковедов. В нашей стране подобное мероприятие проводится не впервые: в 1876 г. в Санкт-Петербурге собиралось третье, а в 1960 г. в Москве – 25-е заседание. Нынешняя встреча, первая в новом столетии и даже тысячелетии, организована Обществом востоковедов РАН.

Девиз конгресса – «Единство в многообразии» – отражает общность ценностей цивилизации при всем разнообразии традиций и культур, равноправными наследниками которых являются все народы мира.

Открывая заседание, президент конгресса Р.Рыбаков отметил, что эпоха глобализации наполняет науку новым содержанием. В XXI в. востоковедение наконец перестало быть «наукой Запада о Востоке», настало время переосмысления накопленных многими поколениями знаний. Современное востоковедение представляет собой целый комплекс наук, включающий историю и экономику, культурологию и политологию, языковедение и этнологию. Авторитет, которым пользуется во всем мире русская школа изучения Востока, во многом связан с верностью отечественных ученых междисциплинарному подходу к изучаемому вопросу.



Почетный президент общества востоковедов академик Е.М. Примаков отметил, что именно единство истории и современности определяет лицо востоковедения на рубеже нового столетия. О синтезе научных традиций и комплексного анализа говорили и другие докладчики. Например, академик Т.В. Гамкрелидзе привел пример, как благодаря изучению индоевропейского протоязыка и протокультуры в современном индоевропейском сравнительно-историческом языковедении сложилась новая парадигма, приведшая к пересмотру многих научных положений, еще несколько лет назад казавшихся незыблемыми.

Французский ученый Ж. Баке-Граммон подчеркнул, что серьезные научные проекты могут осуществляться сегодня только общими усилиями ученых всего мира.

Участники конгресса обсудили доклады по нескольким тематическим

направлениям, таким как, в частности, история мирового востоковедения, языковедение, история стран Востока, литературоведение, духовная культура, экономика, социально-культурная антропология и т.д. Кроме того, были проведены симпозиумы по традиционным востоковедческим – истории ислама, буддологии, памироведению, истории и культуре Османской империи, индологии, китаеведению, японистике и др. Впервые в истории конгресса было представлено направление «новые технологии» в востоковедческих исследованиях, причем в России сделаны серьезные шаги в этом направлении. В частности, существуют интересные проекты по комплексному изучению Шелкового пути, армянских и грузинских рукописей, индийской эпиграфике. Кроме того, созданы электронные каталоги и издания, в том числе региональные историко-культурные атласы и базы данных. На повестке дня стоит создание всемирной востоковедческой сети.

Существенное внимание собранное уделено политическим вопросам и международным отношениям. В частности, был проведен круглый стол «Глобализация: Восток–Запад», на котором был всесторонне рассмотрен национальный аспект процесса глобализации. Сегодня страны Востока обладают огромным, но далеко не до конца реализованным потенциалом, и без учета национальных интересов этих государств гармоничное развитие мира недостижимо. ■

# ПЛАНЕТА **книг**

Федор Капица

«Убежден, что в новом тысячелетии книга не утратит своего значения, останется источником знания и высокой духовности», – с такими словами Президент РФ В.В. Путин обратился к участникам 17-й Московской международной книжной выставки-ярмарки, которая прошла в Москве в начале сентября. В ней приняли участие 2760 издательских, полиграфических, книготорговых и компьютерных фирм, учебных заведений, библиотек, культурных центров и фондов из 83 стран мира. Гостям было представлено около 150 тыс. наименований новых книг.

Особый интерес вызвала впервые представленная в рамках мероприятия экспозиция «Электронная книга – новый формат», свидетельствующая о том, что в России сформировалось весьма перспективное направление книгоиздания. Утратив традиционную форму, книга получила видео- и звуковой ряд, перейдя на новый уровень информационной насыщенности. Новые мультимедийные форматы предоставляют уникальные возможности как для издателей, так и для авторов, кардинально меняют пути распространения книги. Современные технологии позволяют автору или издателю печатать текст на нескольких языках и распространять его, минуя посредников, а читатель может получить книгу в любое время и в любом месте, скачав текст из Интернета или приняв прямо на мобильный телефон. Экспозиция представила также оборудование для чтения электронных изданий. Таким образом, открывается новая страница информационного обмена – экспорт

готового интеллектуального продукта. Одновременно решаются и правовые проблемы – обновляются законы об авторском праве, совершенствуются методы правового регулирования дистрибуции электронной книги и т.д.

В рамках ярмарки состоялся целый ряд мероприятий, в частности, традиционный конкурс «Книга года», победителем которой признан роман Л. Улицкой «Искренне ваш, Шурик». Гран-при был присужден первому тому «Большой Российской энциклопедии». Гостям выставки была представлена уникальная коллекция детских книг, номинированных на премию Х.К. Андерсена, произведения немецкой и французской литературы, изданные на русском языке (кстати, Россия впервые будет центральным экспонентом Парижского книжного салона, который пройдет 18–23 марта 2005 г.), большой интерес вызвали также фестиваль еврейской книги, дни белорусской, английской, украинской книги, встречи с авторами, обзоры новинок иностранных издательств.

По традиции, на ярмарке книжники отмечают «интеллектуальные юбилеи», самым значительным из которых стало 250-летие МГУ им. М.В. Ломоносова и 300-летняя годовщина первой российской газеты «Ведомости».

Еще одна особенность нынешней ярмарки – расширенная научная программа, состоявшая из множества круглых столов и конференций, в которых приняли участие известные ученые, литературные критики, депутаты Государственной думы, ведущие политологи. ■

Популярность московского слета книголюбителей говорит о том, что литература по-прежнему интересна россиянам, она меняется и развивается в соответствии с требованиями эпохи, и каждая книга находит своего благодарного читателя. ■



## КНИЖНЫЕ ИНТЕРНЕТ-МАГАЗИНЫ

[http://www.bookresearch.ru/  
default.htm](http://www.bookresearch.ru/default.htm)

<http://www.rus-slovo.com>

<http://www.o3.ru/>

<http://www.biblioteka.ru/>

<http://www.mistral.ru/bookstore.shtml>

<http://www.piter-press.ru/>

<http://www.colibri.ru/>

<http://www.elex-km.ru/sci-tech.html>

<http://www.kvest.com>

<http://vsem.ru/main.html>

# ГОСПРЕМИЯ С НАДЕЖДОЙ НА БУДУЩЕЕ

Дмитрий Мискуров

В августе Президент России В.В. Путин подписал Указ «О присуждении Государственных премий Российской Федерации 2003 г. для молодых ученых за выдающиеся работы в области науки и техники». Это свидетельствует о том, что российские власти возлагают большие надежды на научную молодежь и предстоящие ей великие открытия.

Премии (а их было восемнадцать) получили как коллективы молодых ученых, так и уникальные индивидуальные разработки. В основном награды вручались за достижения в области естественных наук, в частности, физики, микробиологии и химии – именно по данным направлениям Россия продолжает лидировать. В тех же сферах, которые связаны с экспериментальными исследованиями, требующими дорогостоящих технологий, наша страна, к сожалению, уступает не только развитым странам, но даже Китаю. Главной проблемой остается, конечно, финансирование. Государство, похоже, в силу ряда обстоятельств не в состоянии должным образом поддерживать научные разработки, а предприниматели не готовы спонсировать фундаментальные исследования, результат которых не скоро можно будет применять на практике. Единственный выход в создавшейся ситуации – убедить бизнес в том, что содействие научным

исследованиям входит в сферу его долгосрочных интересов, а также выделить ряд приоритетных направлений, развитие которых представляется наиболее важным. В США, например, 10 крупнейших компаний выделяют ежегодно по \$5–6 млрд. на научные разработки, в том числе и такие, которые не связаны непосредственно с их деятельностью.

Другой проблемой, о которой говорилось неоднократно, по-прежнему остается «утечка умов»: молодые перспективные ученые не могут в родной стране иметь ни достойной зарплаты, ни возможности полноценно и плодотворно трудиться, ни решать свои социальные проблемы. В этом отношении достоин подражания опыт Китая, который в последние годы серьезно продвинулся в научных исследованиях. Во-первых, китайский ученый получает вполне достойное вознаграждение – \$500–1000 в месяц, во-вторых, ему выделяется бесплатное жилье с условием, что он будет работать на родине. Для России подобные подходы остаются лишь благими намерениями. Правда, в последние годы государство предприняло ряд шагов в этом направлении. Возрождение и процветание науки превращается в общенациональную задачу. Кроме того, были определены некоторые ключевые направления развития

науки вплоть до 2010 г. К ним относятся, в частности, исследования в области композитных материалов, нанотехнологий и др. Однако без значительных капиталовложений совершить существенный прорыв невозможно.

Учрежденная президентом премия, разумеется, не решит ни проблем науки в целом, ни проблем самих ученых. Однако государство таким образом еще раз дает понять научной молодежи, что ценит ее и рассчитывает на нее в будущем. Тем более что многие разработки молодых российских исследователей могут уже в ближайшее время найти применение на практике.

Кстати, за выдающиеся научные разработки были отмечены не только ученые, но и работники коммерческих предприятий. В частности, группа энергетиков удостоилась награды за исследование тепломассообмена и гидродинамики многокомпонентных растворов при обессоливании природных и сточных вод.

Не вызывает сомнения, что новейшие исследования внесут свой вклад в развитие человечества. И не исключено, что среди сегодняшних награжденных есть будущие лауреаты Нобелевской премии, других престижных наград и, конечно, наши «собственные Платоны и быстрые разумом Невтоны». ■



# лирика для физика

Марина Смирнова

На протяжении всей истории человечества школа была не просто учебным заведением, но неким духовным центром, где прививалась первичная культура, формировались основополагающие представления о мире, закладывались морально-нравственные основы бытия. Это было особенно ощутимо столетия назад, когда образование было мало кому доступной роскошью. Тогда грамотность, а тем паче глубокие и сложные познания были сродни волшебству. Поэтому школьный учитель пользовался большим уважением и доверием, особенно в маленьких городках и селениях, где истинное знание сияло подобно солнцу среди туч невежества. Большинство из нас на протяжении всей жизни помнят своего первого учителя, поскольку именно с ним связаны наши первые «научные» открытия: например, что дважды два – четыре. К сожалению, в последние годы привычные ценности девальвировались, в том числе статус и роль педагога. Поэтому особое значение и смысл приобретает состоявшаяся накануне нового учебного года церемония награждения победителей Всероссийского конкурса среди учителей физики и математики, организованного Фондом некоммерческих программ «Династия» при поддержке региональной общественной организации «Клуб учителей «Доживем до понедельника»». Мероприятие по своему уникально, поскольку впервые

в России частный благотворительный фонд взялся за осуществление гуманитарной программы поддержки учителей. Устроители конкурса намерены не только отблагодарить педагогов за их самоотверженный труд, но и по возможности создать достойные условия для их плодотворной деятельности, способствовать творческому подходу к обучению детей.

В мероприятии приняли участие преподаватели средних школ, лицеев, гимназий и производственно-технических колледжей из 43 регионов страны. Конкурс проходил в двух номинациях: «учитель-исследователь» и «учитель, воспитавший ученика».

В финал конкурса «Учитель-исследователь» вышли 30 человек, 10 из них получили памятные медали, дипломы и личные гранты в размере 100 тыс. руб. Более того, «родным» школам лауреатов подарили по 50 тыс. руб. на приобретение необходимых книг и подключение Интернета. Остальные 20 финалистов получили медали и дипломы, а также возможность участвовать в профильных мероприятиях фонда «Династия». Старейшим лауреатом конкурса стал В.В. Бронфман, учитель физики московской школы №1134, чей педагогический стаж составляет ни много ни мало полвека.

Любопытно, что кандидаты на номинацию «Учитель, воспитавший ученика» выдвигались их бывшими учениками, ныне студентами и аспи-

рантами, победителями международных олимпиад и молодыми учеными. 50 педагогов-победителей за годы преподавательской деятельности вырастили целую плеяду исследователей – надежду и будущее отечественной науки. В области физики и математики Россия, несмотря на общее неблагополучие в науке, по-прежнему занимает лидирующие позиции в мире. И в этом заслуга прежде всего школьных учителей, которые в свое время сумели пробудить в детях интерес к точным наукам, сделать уроки увлекательными и в конечном итоге открыли своим воспитанникам путь в большую науку.

Победители конкурса были приглашены на занятия Летней школы, которые позволят им обменяться опытом с коллегами, ознакомиться с новейшими научными разработками и методиками, посетить лекции и принять участие в круглых столах.

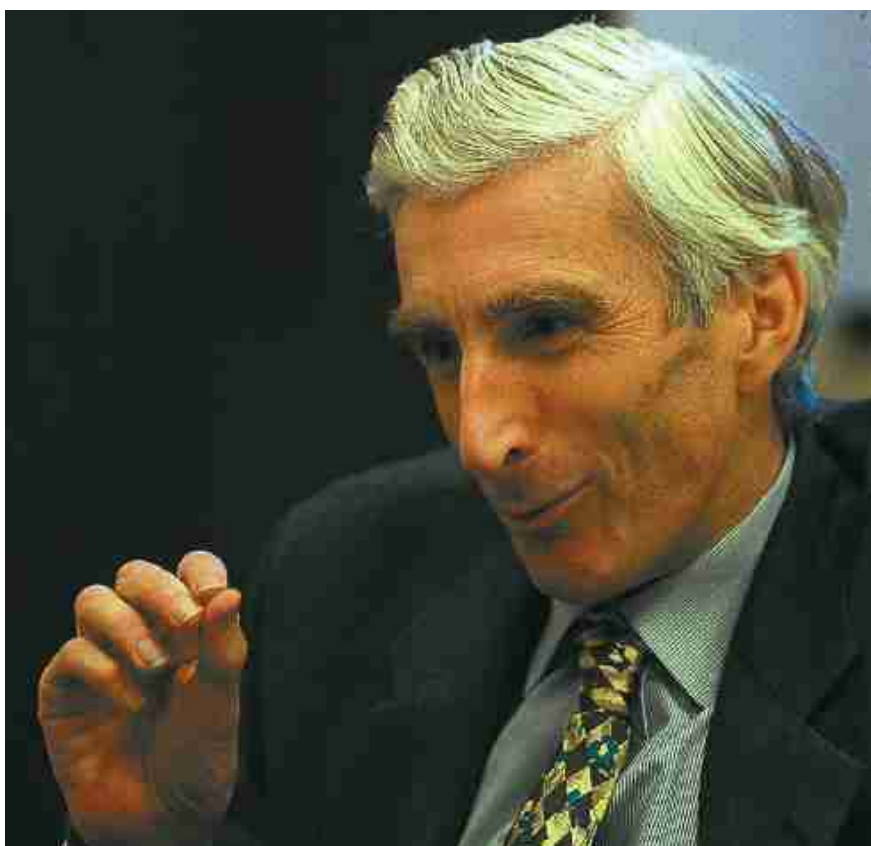
Последнее время много говорится о необходимости восстанавливать престиж российской науки и образования как в стране, так и за рубежом. Проведение подобных конкурсов, особенно тот факт, что он был задуман и осуществлен частным фондом, говорит о том, что в стране есть энтузиасты, которым небезразлична школа – первая и, наверное, самая важная ступень российской науки, поскольку именно там кристаллизуются интересы человека. ■

# последнее

## СТОЛЕТИЕ ЧЕЛОВЕЧЕСТВА?

Жюли Уэйкфилд

По оценкам астронома сэра Мартина Риса, **ШАНС** нашей **ЦИВИЛИЗАЦИИ ДОЖИТЬ** до XXII в. составляет **лишь 50%**.



СЭР МАРТИН РИС: **ЖИЗНЬ СРЕДИ ЗВЕЗД**

- Возведен в рыцарское достоинство в 1992 г., получил звание королевского астронома в 1995 г.
- Выбрал карьеру композитора.
- «Мы не можем пользоваться благами науки, не подвергая себя опасности», — считает Мартин Рис.

Темы смерти и разрушения не чужды космологии. Черные дыры способны разрывать звезды на части, невидимая темная энергия заставляет галактики разбегаться. Возможно, поэтому 62-летний астрофизик и космолог, британский королевский астроном, директор Гринвичской обсерватории сэр Мартин Рис пророчит глобальные катастрофы. Он настолько уверен в своих прогнозах, что опубликовал в 2003 г. в США произведение, вышедшее в Великобритании под названиями «Наше последнее столетие» и «Наш последний час».

Книга — плод 20-летних размышлений автора на темы космологии, человечества и опасностей, ожидающих нас в будущем: столкновение с астероидом, ухудшение экологической обстановки, глобальное потепление климата, ядерные войны и неодолимые пандемии. Кроме того, Рис предупреждает: достижения науки и техники не только открывают новые возможности, но и несут новые беды.

Исследователь одним из первых высказал мысль, что квазары питаются энергией от гигантских черных дыр, а его работа о распределении квазаров помогла опровергнуть теорию стационарности Вселенной. До 1992 г. сэр Рис возглавлял Кембриджский астрономический институт, а после этого

он 10 лет занимал пост профессора-исследователя Королевского астрономического общества и получил звание магистра в Колледже Святой Троицы Кембриджского университета. С 1995 г. сэр Рис также носит звание королевского астронома, присваиваемое директору Гринвичской обсерватории (впервые оно было присвоено Джону Фламстиду (John Flamsteed), а затем Эдмонду Галлею (Edmond Halley)).

По убеждению Риса, астрономы привыкли иметь дело с огромными временными масштабами, и поэтому они обладают преимуществом, позволяющим им видеть всего лишь часть процесса, который только начинается, а не близится к завершению. «Возможно, именно исследователи космоса чаще всех задумываются о том, что может произойти на Земле в XXI столетии», – считает ученый.

Новшества внедряются в нашу жизнь быстрее, чем когда-либо раньше. Стремительное развитие биотехнологий может привести к непредсказуемым последствиям. Рис готов держать пари на \$1 тыс. (которое он надеется проиграть), что до 2020 г. биологическая катастрофа унесет миллион человеческих жизней. «В нашем все более взаимосвязанном мире общество должно серьезно задуматься об опасности массовых катастроф, сколь бы невероятными они ни представлялись», – считает ученый.

Оценивая шансы человечества на 2100 г., Рис суммирует все возможные и невозможные риски, включая самовоспроизводящихся наноскопических роботов, которые могли бы превратить биосферу в безжизненную серую слизь.

В июле 1999 г. журнал *Scientific American* опубликовал письмо физика Фрэнка Вильчека (Frank Wilczek) из Принстонского университета, который указал на «гипотетическую, но вполне допустимую возможность» того, что в ускорителе с релятивистскими встречными пучками тяжелых ионов (*RHIC*) Брукхэвенской национальной лаборатории (*BNL*) могут

рождаться особые субатомные частицы, которые способны расти, поглощая обычное вещество. Вскоре после этого британская газета заявила, что «машина Большого взрыва», т. е. *RHIC*, может уничтожить планету.

Последовавшая за этим шумиха в прессе побудила директора *BNL* Джона Марбургера (John H. Marburger) созвать группу независимых физиков, которые пришли к заключению, что вероятность такого сценария очень мала: шанс, что погибнет 6 млрд. человек, составляет лишь одну 50-мил-



Апокалипсис на пороге? Учения по борьбе с последствиями биотеррора. Кембридж, шт. Массачусетс, 2003 г.

лионную. К подобному выводу пришла группа, созданная Европейской организацией по ядерным исследованиям (*CERN*). В книге «Наш последний час» Рис отмечает, что в результате экспериментов на ускорителе *RHIC* могут погибнуть 120 человек. Он считает, что специалисты должны обсудить достоинства и риски такой работы публично.

Некоторые ученые были недовольны позицией Риса. Космолог Субир Саркар (Subir Sarkar) из Оксфордского университета, считающий Риса истинным гуром в астрофизике и космологии, утверждает, что тем не менее Мартин «поступил безответственно, подняв много шума вокруг ничтожной вероятности», связанной со столкновениями частиц в ускорителе *RHIC*. Ученый признает, что гораздо более вероятны другие сценарии конца света. Однако он настаивает, что если применить критерий безопасности, используемый для ядерных реакторов, умноженный на

число рисков, то вероятность глобальной катастрофы в результате экспериментов на любом ускорителе может быть ниже одной триллионной.

Рис, несомненно, один из самых читаемых популяризаторов современной науки. Он написал шесть книг для непрофессионалов и несколько статей для журнала *Scientific American*.

Рис верит, что на политической арене вопросам охраны окружающей среды и биомедицины будет уделяться больше внимания. Однако общественность должна быть лучше информирована по всем возникающим проблемам. Ученый надеется, что роль лидера возьмут на себя США, которые пока, по его мнению, слишком заняты спорами вокруг исследований стволовых клеток и глобального потепления и не уделяют должного внимания экологическим проблемам.

Если человечество исчезнет, то что будет со Вселенной? Те, кто размышляет, было ли существование человечества на Земле предначертано или наша Вселенная составляет лишь часть сверхвселенной, в которой другие вселенные могут иметь иные физические характеристики, обращаются иногда к антропоцентрическому принципу, гласящему, что Вселенная должна породить разумную жизнь, раз мы существуем, чтобы наблюдать ее. «Рассуждать об этом нет смысла, если окончательная теория однозначно определяет все физические константы», – утверждает Рис.

Ученый сомневается, что космологические откровения позволят разрешить противоречия между наукой и религией. Прежде всего он не видит качественных изменений в рассуждениях со времен Ньютона: научные объяснения всегда остаются неполными. «Даже атом очень трудно постичь, – говорит Рис. – Это не может не вызвать скептицизма в отношении любой догмы или претензии на что-то большее, чем неполное или метафорическое представление об аспектах нашего существования». Или не существования – как сложатся обстоятельства. ■

# превзойти САМОГО СЕБЯ

Гэри Стикс

Увенчаются ли успехом **ПОПЫТКИ СОЗДАТЬ** противораковую **ВАКЦИНУ**, мобилизующую иммунную систему организма?

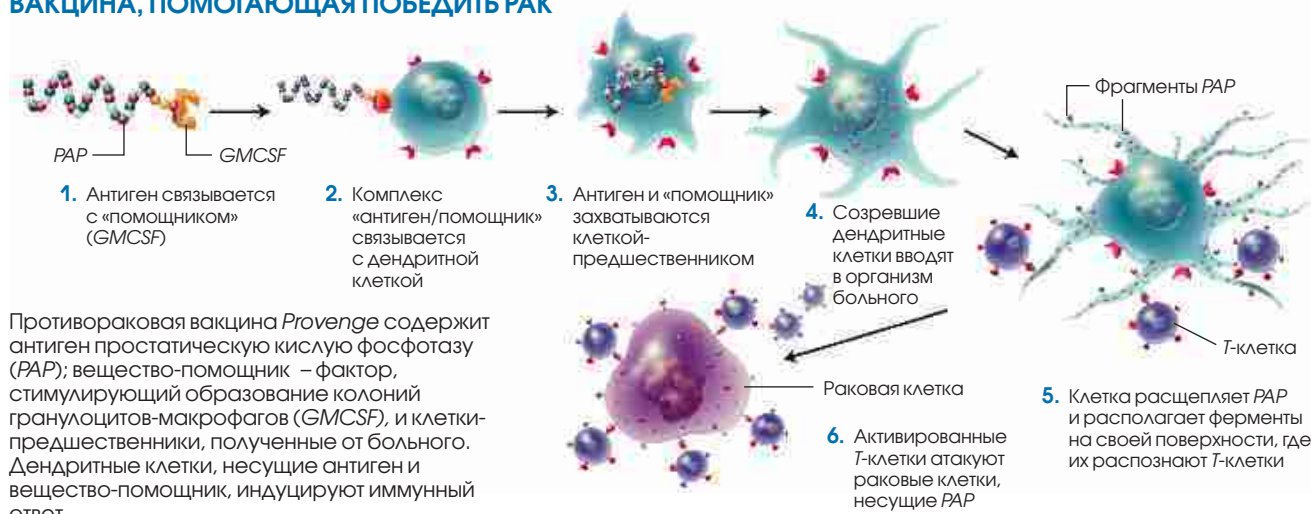
Дендритные клетки (*dendron* в переводе с греческого – дерево), стоящие на страже нашего организма, своим названием обязаны длинным отросткам, пронизывающим все ткани. Их можно назвать элитным подразделением иммунной системы человека, которое, обнаружив проникшие в организм вирусы, бактерии и другие микроорганизмы, захватывает или их самих, или антигены, которые и «представляет» *T*-лимфоцитам, запуская процесс уничтожения чужаков. Использовать это «спецподразделение» для борьбы с онкологи-

ческими заболеваниями не позволяет одно «но»: с точки зрения иммунной системы раковые клетки являются для организма своими.

В отличие от вакцины против кори, свинки и краснухи, противораковая вакцина направлена не на предупреждение заболевания, а на его лечение. Дендритные клетки, несущие антиген, – единственный элемент иммунной системы, запускающий *T*-клеточный иммунный ответ, поэтому созданная на их основе вакцина может быть более эффективна, чем инъекция самого антигена.

В процессе работы над вакциной выявились как плюсы, так и минусы столь сложного иммунологического подхода к лечению онкологических заболеваний. Прежде всего нужно было отыскать антиген, специфичный для данной опухоли. В случае опухоли предстательной железы им оказался фермент простатическая кислая фосфатаза (*prostatic acid phosphatase, PAP*), которая присутствует в раковых клетках простаты на поздних стадиях болезни. Однако антиген сам по себе не может мобилизовать защитные силы организма, ему нужен помощник.

## ВАКЦИНА, ПОМОГАЮЩАЯ ПОБЕДИТЬ РАК





Было решено «пришить» к *PAP* особую молекулу – цитокин, фактор, стимулирующий образование колоний гранулоцитов-макрофагов (*granulocyte-macrophage colony-stimulating factor, GM-CSF*). Дендритная клетка поглощала *PAP* вместе с *GM-CSF* и включала сигнал тревоги, откликаясь на который, *T*-клетки инициировали аутоиммунную реакцию организма на раковые клетки.

Противораковая вакцинация не ограничивается однократной инъекцией препарата. Получив лейкоциты больного, отделяют смесь дендритных клеток и клеток-предшественников, подвергающихся созреванию (иммунный ответ вызывают клетки обоих типов), затем инкубируют эту смесь в течение 40 часов с *PAP-GM-CSF* и только потом вводят вакцину в организм больного. «Некоторые недоумевают, зачем нужна столь сложная процедура», – замечает Дэвид Эрдел (David Urdal), директор по науке компании *Dendreon*. Однако дендритные клетки обычно рассеяны по всему организму, поэтому шанс, что введенный антиген сам свяжется с ними, весьма невелик.

Когда завершатся клинические испытания противораковой вакцины на основе дендритных клеток, тогда станет ясно, удастся ли создать универсальное лекарство. Третью фазу испытаний вакцины, предназначенной для борьбы с раком простаты, было поручено организовать компании *Dendreon* из Сиэтла.

Клинические испытания вакцины под названием *Provenge* пошли не совсем так, как было запланировано. В начале 2002 г. были обнародованы результаты статистического анализа, из которых следовало, что вакцина, по-видимому, не дает желаемого результата, т.е. с ее помощью не удастся замедлить патологический процесс у больных, лечение которых гормонами или другими препаратами было безуспешным. После завершения испытаний на 127 пациентах – первого этапа фазы III, когда уже можно было говорить о какой-то статистической

значимости, – разработчики решили тщательно проанализировать полученные данные.

Оказалось, что лечение больных с менее агрессивной формой рака простаты (7 или ниже по шкале Глисона) проходило успешно, с минимальными побочными эффектами. Дальнейший анализ показал, что таким больным (75% из 75 тыс. мужчин) вакцинация может помочь. Но *FDA* не стала учитывать результаты «пост-фактум»-анализа и не одобрила вакцину, поскольку разработчики новых методов лечения всегда стараются найти группу больных, которым лечение помогает лучше, чем всем остальным. Тогда *Dendreon* обратилась к *FDA* с просьбой разрешить проведение дополнительных испытаний на 275 больных с раком простаты со степенью агрессивности 7 и ниже.

Компания продолжает наблюдать и пациентов, участвовавших в первых испытаниях. В январе этого года она сообщила, что больные неагрессивными формами рака простаты, прошедшие вакцинацию, живут в среднем на 8,4 месяца дольше, чем те, кто получал плацебо. Более того, 53% вакцинированных больных были живы спустя 30 месяцев после начала лечения, в то время как в контрольной группе эта цифра составляет 14%.

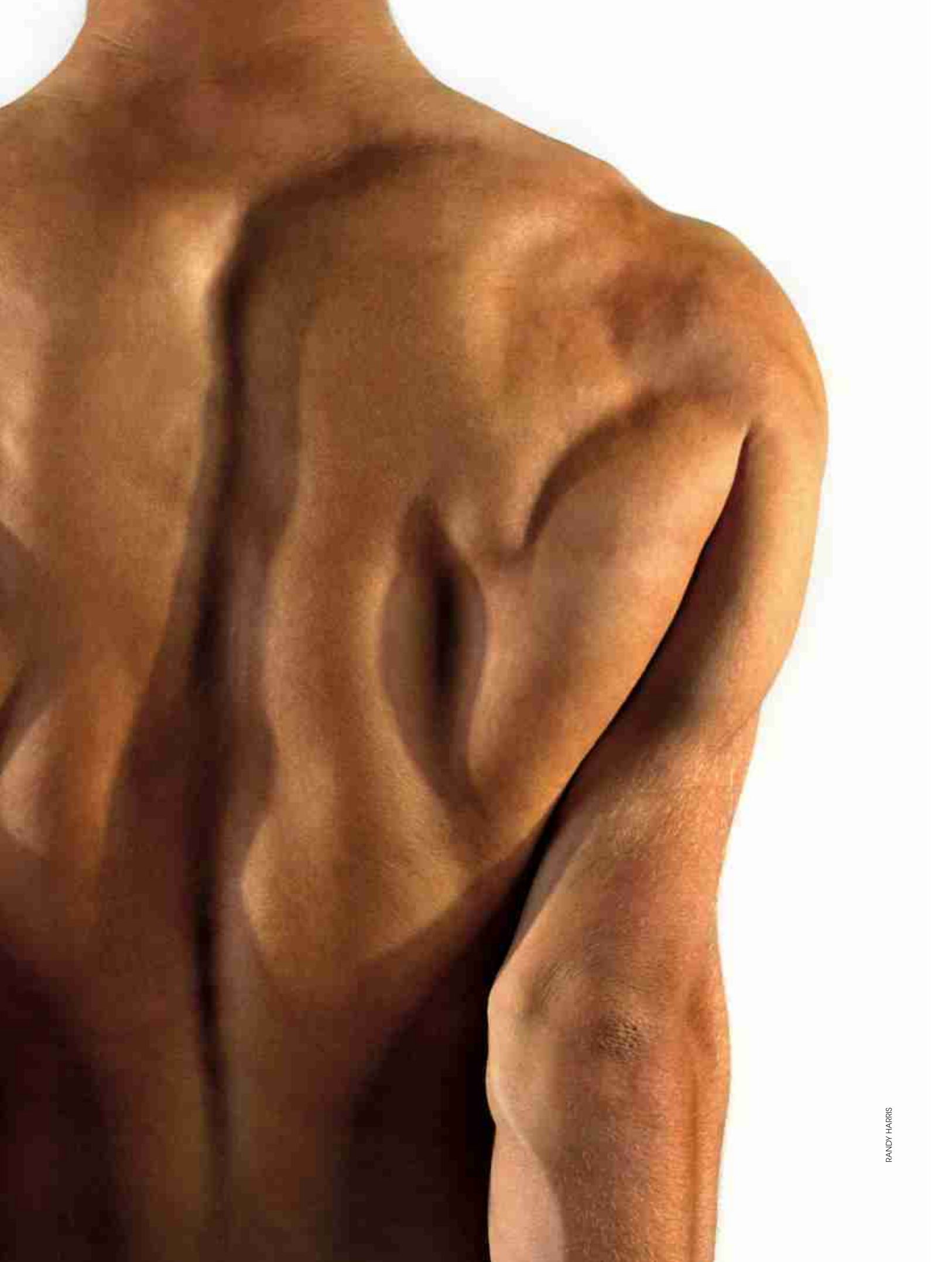
Создатели противораковых вакцин часто сравнивают свою ситуацию с той, которая десять лет назад сложилась с моноклональными антителами. Тогда о молекулах, способных блокировать специфический рецептор на определенной клетке, пошла дурная слава. Однако такие препараты, как ритуксан и герцептин (первый применяется для лечения лимфом, второй – рака молочной железы), восстановили репутацию моноклональных антител, и сегодня данный вид противораковой терапии считается одним из самых прогрессивных.

«Моноклональные антитела часто сравнивают с самонаводящимся оружием. А задача вакцины – научить иммунную систему отыскивать раковые клетки», – считает Мэтью Геллер

(Matthew Geller), ведущий биотехнолог-аналитик *CIBC World Markets*. Некоторые создатели противораковых вакцин отнеслись к известию о возможном появлении новой вакцины со скептицизмом. Так, Прамод Шривастава (Pramod K. Srivastava), профессор Медицинской школы Коннектикутского университета и основатель компании *Antigenics*, занимающейся производством противораковых вакцин, задается вопросом, есть ли в научной литературе какие-либо указания на то, что *PAP* индуцирует иммунный ответ, хотя *Dendreon* оговаривала, что для запуска аутоиммунной реакции этот антиген необходимо сшить с цитокином *GM-CSF* и нагрузить им дендритную клетку. Шривастава же возражает, что иммунный ответ индуцирует сам цитокин или дендритная клетка, а не *PAP*.

Новые испытания вакцины *Provenge*, которые планируется завершить в следующем году, покажут, оправдан ли подобный скептицизм. Предварительные данные обнадеживают. С точки зрения эффективности создатели противораковых вакцин относят их к категории «С» (удовлетворительно). Они связывают терапевтический эффект со способностью индуцировать отложенный пролонгированный иммунный ответ на раковые клетки, что отличает вакцины от химиотерапевтических препаратов, оказывающих немедленное кратковременное действие.

У Эрдела из *Dendreon* свой взгляд на будущее вакцин против рака. Он полагает, что их действие может повернуть раковый процесс вспять и перевести в хроническую форму, при которой больной будет жить достаточно долго, и причиной смерти не обязательно станет рак. В таком случае вакцинация может стать одним из наиболее эффективных способов борьбы с онкологическими заболеваниями, который мобилизует собственные защитные силы организма и позволяет обойтись без применения высокотоксичных химиотерапевтических веществ. ■



# ГЕННЫЙ допинг

Ли Суини

**Генная терапия**, способствующая увеличению мышечной массы у пожилых людей, только **прокладывает** себе **дорогу**, а спортсмены уже подумывают о том, чтобы использовать это достижение науки **в своих целях**.

Олимпийские игры, прошедшие в августе в Греции, еще раз продемонстрировали приверженность человечества традициям, начало которым было положено в этой стране более двух тысяч лет назад. Спортсмены мирового уровня соперничали в силе, выносливости, ловкости, умении прыгать выше всех и бегать быстрее всех, но нередко исход соревнований зависел от вещей, весьма далеких от древних олимпийских традиций. Речь идет о допинге, который, несмотря на многочисленные скандалы, стал неотъемлемой частью спортивной жизни. Когда высшей целью является олимпийская медаль, некоторые спортсмены не останавливаются ни перед чем, чтобы обойти соперников на доли секунды или на десятые сантиметра.

Руководители спортивных федераций озабочены возможным появлением особо изощренных форм допинга, которые будет невозможно выявить, и тогда ситуация выйдет из-под контроля. Скоро начнутся клинические испытания новых терапевтических методов восстановления поврежден-

ных мышц у людей, страдающих мышечными заболеваниями. Один из них основан на введении в организм большого синтетического гена, который должен функционировать многие годы, поставляя строительный материал для мышечной ткани, неотличимый от природного.

Однако генная терапия, способная изменить жизнь пожилых людей и больных мышечной дистрофией, заинтересовала и некоторых спортсменов, склонных к применению допинга. Продукты синтетических генов идентичны природным компонентам и присутствуют только в мышечной ткани, не попадая в кровоток, а потому их нельзя обнаружить в пробах крови или мочи. Всемирный антидопинговый комитет (*World Anti-Doping Authority, WADA*) уже обратился кученым с просьбой приостановить проникновение генной терапии в сферу спорта.

Может ли генная терапия стать высокотехнологичным способом мошенничества в спорте? Конечно да. Наступят ли времена, когда она станет общедоступной и манипулирование

генами для улучшения спортивных показателей получит широкое применение? Возможно. Так или иначе, не исключено, что Олимпийские игры в августе этого года были последними, в которых не участвовали спортсмены, обязанные своими достижениями генному допингу.

## Потерять, чтобы приобрести

К исследованиям, связанным с разработкой генетически обусловленных методов наращивания мышечной массы, меня подтолкнули наблюдения за членами моей семьи, многие из которых благополучно дожили до 90 лет. Состояние их здоровья было вполне сносным, но они постоянно чувствовали слабость. Дело в том, что у восьмидесятилетних мышечная масса и сила мышц уменьшается на 1/3 по сравнению с тридцатилетними.

В нашем теле есть три типа мышц: гладкие, образующие стенки внутренних органов (например, желудочно-кишечного тракта), скелетные (мы называем их мускулами) и сердечная мышца. Скелетные мышцы раньше ▶

**МОЩНЫЙ ТОРС АТЛЕТА** – это результат усиленных тренировок. Но аналогичный эффект дает и генная терапия. С ее помощью мышцы без особых усилий спортсмена становятся более сильными и выносливыми.

других выходят из строя. С возрастом человеку становится труднее сохранять равновесие, он чаще падает. А если при падении происходит перелом бедренного сустава, то больному приходится соблюдать постельный режим, и мышцы слабеют окончательно.

Возрастные изменения скелетных мышц характерны для всех млекопитающих и связаны с неспособностью стареющего организма ликвидировать повреждения, накапливающиеся при естественных нагрузках. Интересно, что эти модификации напоминают функциональные и физические нарушения, наблюдающиеся при заболеваниях под общим названием мышечная дистрофия (МД), хотя происходят они гораздо медленнее.

Одна из наиболее серьезных и часто встречающихся форм МД – мышечная дистрофия Дюшенна. Это наследственное заболевание, связанное с мутацией в гене белка дистрофина, который защищает мышечные волокна от повреждений, возникающих при их работе. Обычно мышцы хорошо справляются с такими деформациями, но в отсутствие дистрофина регенеративные системы организма не успевают их ликвидировать, и процессы репарации замедляются. В результате и при мышечной дистрофии Дюшенна, и при старении мышечные волокна отмирают и заменяются фиброзной или жировой тканью.

В отличие от этого, уменьшение массы скелетных мышц у космонавтов, длительное время находящихся

в условиях невесомости, и у лежачих больных обуславливается полным исключением процессов регенерации и роста мышц, а также одновременным ускорением апоптоза (запрограммированной гибели клеток). Этот феномен, известный под названием дисфункциональной атрофии, до конца не изучен. Метаболические процессы в скелетных мышцах очень энергоемки, организму выгодно поддерживать строгое соответствие между размерами мышц и их активностью, с тем чтобы не расходовать энергию впустую. Скелетные мышцы крайне чувствительны к изменению функциональных требований. При длительном отсутствии физической нагрузки они истончаются, а если нагрузка слишком велика, гипертрофируются. Физическая деятельность запускает в них целый каскад сигнальных механизмов, и в результате возрастает масса волокон, а в исключительных случаях формируются новые.

Чтобы влиять на рост мышц, нужно иметь представление о процессах их наращивания и утраты на молекулярном уровне. В отличие от типичной животной клетки, в цитоплазме которой находится только одно ядро, мышечная клетка представляет собой длинный цилиндр, содержащий несколько ядер, а кроме того, в ее цитоплазме присутствуют многочисленные волокна – миофибриллы. Они, в свою очередь, состоят из толстых и тонких нитей, которые, перекрываясь, образуют основной сократительный эле-

мент мышечной клетки – саркомер. Укорочение саркомеров приводит к сокращению мышц, возникающее при этом напряжение может стать причиной повреждения волокон, если белок дистрофин (который не вырабатывается в организме больных мышечной дистрофией Дюшенна) не отводит избыток энергии через клеточную мембрану наружу.

Но деформация появляется в мышцах и в присутствии дистрофина. Принято считать, что единственный способ нарастить мышцы и укрепить их – это физические упражнения. При больших нагрузках в волокнах возникают микроскопические разрывы, провоцирующие образование специфических химических веществ – сигналов тревоги. Они запускают в организме процесс регенерации тканей, который в данном случае заключается не в образовании новых мышечных волокон, а в ремонте клеточной мембраны поврежденных волокон и наполнении клетки новыми миофибриллами. Для этого должна произойти активация соответствующих генов в ядрах мышечной клетки, а когда потребность в новых миофибриллах очень велика, имеющихся ядер может оказаться недостаточно, и клетке требуется помощь.

На ее призыв откликаются клетка-сателлиты. Вначале происходит быстрое деление специфических стволовых клеток, находящихся в мышцах, затем их потомки сливаются с волокном и передают мышечным клеткам свои ядра. В регуляции процесса участвуют факторы, способствующие росту мышц и противодействующие ему. Стимулятором роста служит инсулиноподобный фактор роста I (*invisible growth factor I (IGF-I)*), а ингибитором – белок миостатин.

Вместе с коллегами из Пенсильванского университета и Надей Розенталь (Nadia Rosental) из Гарвардского университета семь лет назад мы решили выяснить, можно ли использовать *IGF-I* для изменения функционирования мышц. Нам было известно, что если просто инъектировать

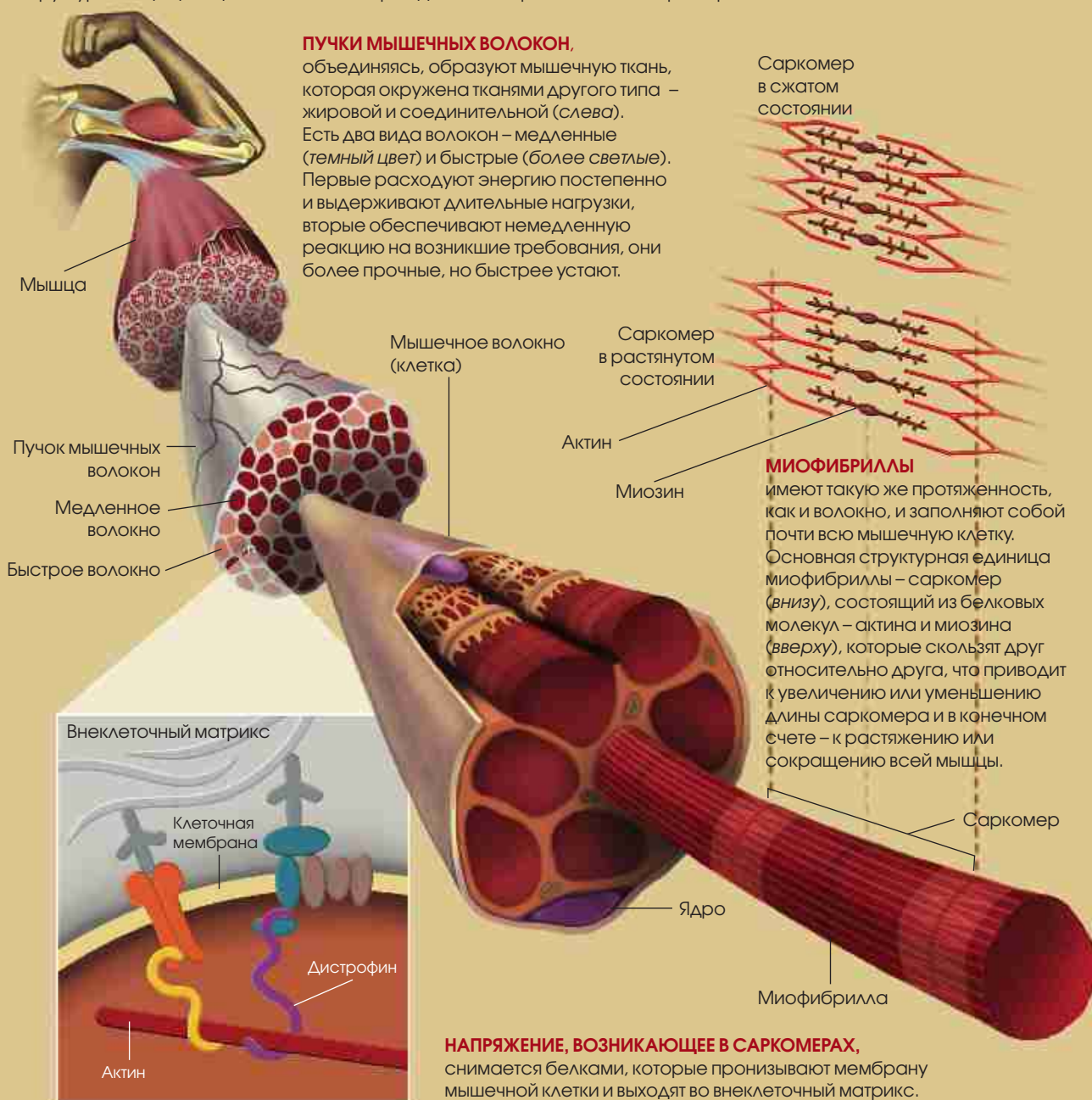
### ОБЗОР: ГЕННЫЙ ДОПИНГ

- Процессы роста мышц и устранения возникающих в них повреждений регулируются особыми сигнальными молекулами, образованием которых управляют специфические гены. Мышечную ткань, утраченную с возрастом или в результате заболевания, можно восстановить, если ввести в организм ген, ответственный за повышение или понижение уровня соответствующих сигнальных молекул.
- Спортсмены могут использовать этот метод для наращивания мышц, повышения их упругости и прочности, причем подобный допинг невозможно выявить.
- Когда генная терапия войдет в повседневную практику, предотвратить злоупотребление ею будет крайне трудно.



## «СИЛОВАЯ УСТАНОВКА» ОРГАНИЗМА

На долю скелетных мышц приходится более трети массы тела здорового молодого человека, но мышечные клетки совершенно не похожи на клетки других тканей. Каждая из них – это волокно длиной до 30 см, содержащее множество ядер и миофибрилл, организованных особым образом пучков белковых молекул. Сокращаясь, миофибриллы поддерживают тело в сидячем положении во время киносеанса или позволяют спортсмену стремительно стартовать при забеге на короткие дистанции. Удовлетворять столь разным требованиям мышцам помогают разного типа волокна. Одни идеально приспособлены для длительных нагрузок, другие – для кратковременных, но высоких. Кроме того, в мышцах есть особые структуры, защищающие волокна от повреждений, которые возникают при их работе.





Бык породы бельгийский голубой. Его мощная мускулатура – результат нехватки белка миостатина, ответственного за ограничение роста мышц. Дефицит обусловлен мутацией в гене миостатина, следствием которой является синтез укороченного функционально неактивного белка и уменьшение жировой ткани.

в мышцы *IGF-I*, то через несколько часов он исчезает. Но если ввести в клетку ген, кодирующий этот фактор, то он будет работать до тех пор, пока функционирует клетка, и обеспечивать ее необходимыми миофибриллами. Возможно, введения одной дозы *IGF-I*-гена хватило бы пожилому человеку на всю оставшуюся жизнь. Основная проблема заключается в адресной доставке *IGF-I*-гена.

### Доставка генов

Как и большинство других исследователей, мы использовали в качестве переносчиков (векторов) генов вирусные частицы. Они проникают в клетки организма-хозяина и включают свой генетический материал в клеточный

геном, но до поры до времени никак себя не проявляют, выступая в роли биологического Троянского коня. В какой-то момент вирусные гены активируются и начинают реплицироваться, используя клеточный аппарат для производства своих белков. Специалисты по генной терапии эксплуатируют эту способность вирусов, для чего включают в их геном нужный ген и удаляют те, которые отвечают за патогенность вируса.

В качестве вектора был взят крошечный аденоассоциированный вирус (AAV), который легко проникает в мышечные клетки человека и не вызывает при этом никаких заболеваний. В его геном мы включили синтетический *IGF-I*-ген, функционирующий только в ске-

летных мышцах. Введение рекомбинантного вируса молодым мышам привело к увеличению у них суммарной длины мышц и повышению скорости наращивания мышечной массы на 15–30%, при том что грызуны вели малоподвижный образ жизни. Затем мы ввели *IGF-I*-ген взрослым мышам и длительное время наблюдали за ними. Обнаружилось, что у них с возрастом мышцы не утрачивали своей силы.

Для проверки безопасности такого подхода Розенталь создала трансгенных мышей, у которых *IGF-I* образовывался в избыточном количестве во всех скелетных мышцах. Животные развивались нормально, только масса скелетных мышц была у них выше нормы на 20–50%. Когда мыши состарились, обнаружилось, что их мышцы такие же сильные, как у молодых грызунов. Не менее важным было и то, что повышенный уровень *IGF-I* отмечался только в мышцах, а в крови оставался нормальным (увеличение концентрации циркулирующего в организме *IGF-I* отрицательно сказывается

### ОБ АВТОРЕ:

**Ли Суини** – профессор, заведующий кафедрой Медицинской школы Пенсильванского университета, член научного совета при Национальном институте по изучению артрита и болезней костно-мышечного аппарата, директор по научной части Программы помощи родителям, чьи дети больны мышечной дистрофией.

## ГЕННАЯ НАКАЧКА

Можно ввести в организм спортсмена ген, который детерминирует синтез веществ, имитирующих сигнал тревоги, и повысить регенерирующую активность стволовых клеток в мышцах (*справа*), укрепив тем самым мышечные волокна. Или активировать молчащий ген специфического белка либо ввести в организм новый ген этого белка и изменить тип мышечных волокон (*внизу*). В отличие от лекарственных препаратов, действие которых распространяется на разные органы и ткани, продукты синтетических генов влияют лишь на мышцы определенных групп – тех, которые наиболее важны для того или иного вида спорта.

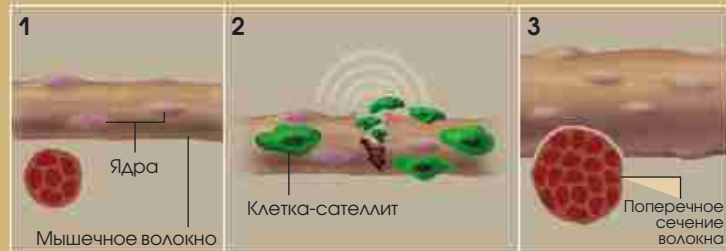
Подпитка медленных волокон введением гена, детерминирующего синтез активной формы белка кальциневрина.

Превращение медленных волокон в быстрые с помощью активации молчащего гена 2В-миостатина.

Мышцы, отвечающие за силу толчка прыгунов в высоту или толкателей ядра.



Повышение уровня эритроцитов введением гена эритропоэтина.

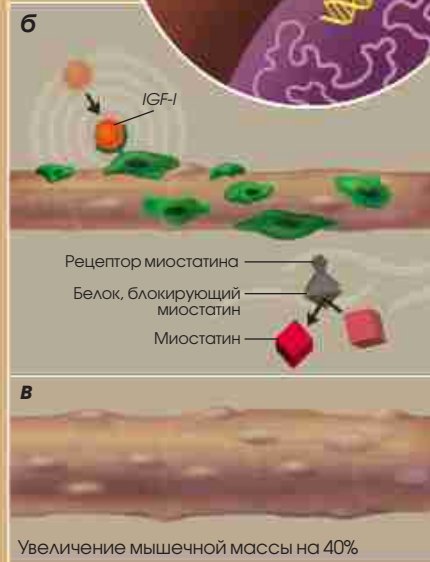


**В ОТСУТСТВИЕ СЕРЬЕЗНЫХ ПОВРЕЖДЕНИЙ** многоядерные мышечные волокна удовлетворяют свои потребности в белках собственными силами (1). Однако при значительных повреждениях клетки-сателлиты получают сигнал тревоги и начинают пролиферировать, сливаются с волокнами и поставляют им дополнительные ядра (2). В волокнах образуются новые миофибриллы, и их толщина увеличивается (3).

Введение гена



**С ПОМОЩЬЮ ГЕННОЙ ТЕРАПИИ** можно инициировать процесс репарации или повысить его эффективность, манипулируя участвующими в нем сигнальными молекулами. Синтетический ген можно ввести в мышечную ткань в составе вектора (например, вирусной частицы). Проникнув в ядро клетки, ген запускает в мышце процесс образования некоего белка (а). Обычно в репарации участвуют два сигнальных белка: *IGF-I*, который посылает клеткам-сателлитам сигнал к пролиферации, и миостатин, отдающий команду к ее остановке. Введение гена *IGF-I* или гена белка, блокирующего миостатин, приводит к безостановочной пролиферации клеток-сателлитов (б) и увеличению мышечной массы (в).





## ПРИРОДНЫЙ ДАР

Недавно в журнале *New England Journal of Medicine* появился материал о первом официально документированном случае обнаружения мутации у человека, которая привела к дефициту миостатина в организме. О подобных случаях ученым было известно и раньше, но никаких публикаций по этому поводу не появлялось, поскольку сами носители мутации и их родственники боялись огласки. По слухам, один из таких «мутантов» был чемпионом Европы по поднятию штанги, что неудивительно, если учесть те преимущества в силе и выносливости, которые давала ему мутация.

Но можно ли считать справедливой эту ситуацию по отношению к другим спортсменам и не захотят ли они прибегнуть к генной терапии или препаратам, подавляющим активность миостатина, чтобы сравняться со своими удачливыми соперниками? Эти вопросы возникают всякий раз, когда обсуждаются проблемы использования новых методов увеличения мышечной массы для улучшения физических данных.

Известно и о «мутантах» другого рода среди спортсменов. Один из них – чемпион зимних Олимпийских игр 1964 г. финский лыжник Эро Мянтюранта, завоевавший две золотые медали. Только спустя много лет ученые обнаружили, что все члены семьи спортсмена отличались аномально высоким содержанием в крови эритроцитов, что обуславливалось чрезмерной реактивностью их организма на эритропоэтин.

Помимо мутантных генов с отчетливо выраженным эффектом существуют естественные варианты формы нормальных генов, которые тоже дают преимущества своим обладателям. Так, в прошлом году австралийские ученые сообщили о результатах определения частоты встречаемости гена *ACTN3* у спортсменов – бегунов на короткие дистанции. Примерно у 20% обычных людей функционально активная форма этого гена, который детерминирует синтез белков, специфичных для быстрых мышц, отсутствует (их дефицит, как правило, восполняет другой, менее активный белок). Оказалось, что среди обследованных спортсменов частота активной формы гена *ACTN3* необычайно высока, причем у женщин две его копии встречаются чаще, чем в среднем по популяции.

Ученые пытаются найти и другие гены, варианты формы которых могут давать спортсменам те или иные преимущества (например, максимизировать поглощение кислорода, улучшать сердечную деятельность, повышать выносливость и т.д.). Уже идентифицировано более 90 генов и хромосомных сайтов, так или иначе влияющих на физические данные спортсменов, но эти исследования тоже порождают проблемы этического характера. Их противники опасаются, что будущих спортсменов еще в детстве начнут отбирать на основании их генетического статуса и те, которые не обладают генами, «благоприятными» для того или иного вида спорта, никогда не попадут в лидеры. Поговаривают даже о возможности селективного «выведения» суператлетов.

Массовое генетическое обследование спортсменов может привести к обнаружению у многих из них мутаций, которые действительно ставят их в привилегированное положение по отношению к другим спортсменам, и это еще больше усложняет проблему генного допинга.



Лыжник Эро Мянтюранта завоевал на зимних Олимпийских играх 1964 г. две золотые медали. И только через много лет у него и членов его семьи была обнаружена мутация, следствием которой является повышение уровня эритроцитов. Такого эффекта не давал даже прием препарата *EPO*.

на работе сердца и увеличивает вероятность онкологических заболеваний). Последующие эксперименты показали, что при образовании *IGF-1* в избыточном количестве повреждение в мышцах устраняются быстрее даже у мышей с серьезными формами мышечной дистрофии.

Возможность локального образования *IGF-1* позволяет достичь заветной цели при лечении болезней, связанных с мышечным истощением, – разрыва тесной связи между мышечной нагрузкой и их размерами. Подобная имитация физических упражнений таит в себе много привлекательного для профессиональных спортсменов. Если генноинженерным способом удалось достичь увеличения мышечной массы у молодых животных, ведущих малоподвижный образ жизни, то почему бы не использовать этот метод для развития мускулатуры у активных, здоровых индивидов?

Сотрудники моей лаборатории инъецировали рекомбинантный аденовирус, несущий ген белка *IGF-1*, в мышцы одной задней конечности каждой из лабораторных крыс и затем в течение восьми дней подвергали их нагрузкам. К концу эксперимента мышцы лапы, куда была сделана инъекция, стали вдвое сильнее и впоследствии утрачивали силу гораздо медленнее, чем мышцы второй задней конечности. Даже у крыс, не получавших нагрузок, после инъекции наблюдалось 15%-ное увеличение силы мышц – в полном соответствии с теми данными, что были получены нами в опытах на мышцах. Сейчас мы собираемся провести аналогичные исследования на собаках – известно, что одна из пород, охотничья поисковая, подвержена особенно тяжелой форме мышечной дистрофии.

Что касается человека, то о применении генной терапии с использованием рекомбинантных аденоассоциированных вирусов можно будет говорить не ранее, чем через 10 лет. Во-первых, нужно понять, безопасен ли этот метод, а во-вторых, неясно, куда лучше вводить вирус – в кровь или непосредственно в мышцу.



редственно в мышечную ткань. Пока же планируются испытания на человеке методов переноса генов для замены дефектного гена дистрофина, а Ассоциация по исследованию мышечной дистрофии скоро приступит к клиническим испытаниям способа лечения миотонической дистрофии (патологии, проявляющейся длительным мышечным сокращением), основанного на инъекциях *IGF-1*.

Возможно, удастся достичь успехов, используя препараты, блокирующие действие миостатина – белка, участвующего в регуляции роста и развития мышц на протяжении всей жизни животных начиная с эмбриональной стадии. В норме он действует как тормоз, не допуская чрезмерного развития мышечной ткани, а когда нагрузка уменьшается, запускает процесс атрофии. Как показывают опыты на трансгенных мышцах, в отсутствие этого фактора сдерживания роста наблюдается заметное увеличение как числа мышечных волокон, так и всей мышечной массы.

### Не только увеличение мышечной массы

Фармацевтические и биотехнологические компании работают сегодня над созданием сразу нескольких ингибиторов миостатина, который может способствовать повышению мясности скота.

Первые миостатин-блокирующие препараты представляли собой антитела к миостатину. Вскоре начнутся клинические испытания одного из них на больных мышечной дистрофией Дюшенна. Другой подход состоит в имитации специфической мутации в геноме животного путем введения в его организм укороченного миостатина, который не обладает свойственными нормальной молекуле сигнальными функциями, но распознает структуры, примыкающие к клеткам-сателлитам, связывается с ними и делает недоступными для нормального миостатина. Показано, что инъекция укороченной версии данного белка (пептида) в мышцы приводит к их

гипертрофии. Теперь мы собираемся ввести синтетический ген, кодирующий этот пептид, собакам.

Метод блокирования миостатина также представляет большой интерес для спортсменов, желающих быстро нарастить мышечную массу. Конечно, в этом случае адресная доставка соответствующих препаратов невозможна, поскольку их действие носит системный характер. Зато не возникает проблем с приемом, который к тому же при необходимости можно прекратить. Однако подобные вещества легко обнаружить в организме спортсмена, сделав анализ крови, что весьма нежелательно для человека, который их принимает.

Другое дело – генная терапия. Продукт синтетического гена не выходит за пределы мышечной ткани и неотличим от своего природного аналога. Чтобы обнаружить сам ген или несущий его вектор, нужно взять мышечный биоптат и провести ДНК-анализ. Но многие вирусы (в том числе аденоассоциированный вирус, который мы использовали в качестве вектора в своих экспериментах) в норме присутствуют в организме человека, так что тест только на их ДНК ничего не даст. К тому же не всякий спортсмен согласится на инвазивное тестирование перед соревнованиями.

Но безопасно ли для организма человека быстрое увеличение мышечной массы на 20–40%? Выдержат ли такую нагрузку связки и кости? Этот же вопрос возникает, когда речь идет о людях преклонного возраста, костная ткань которых утрачивает прочность в результате остеопороза. Возможно, у молодых, занимающихся спортом людей костная система успеет адаптироваться к новым условиям за несколько недель или месяцев, но так или иначе до решения проблемы безопасности новых методов быстрого наращивания мышечной массы об их применении говорить нельзя.

Однако необходимо отдавать себе отчет в том, что как только методы генной терапии войдут в клиническую практику, генный допинг станет

частью спортивной жизни, при этом простое наращивание мышечной массы – это лишь один из аспектов его применения (см. рис. на стр. 31). Так, бегунам на короткие дистанции важнее не нарастить мускулатуру как таковую, а увеличить число быстрых мышечных волокон, а спортсменам-марафонцам – повысить выносливость мышц.

Увеличение массы – скорее всего лишь первая цель, которую будут преследовать спортсмены, прибегая к генной терапии. Выносливость участников состязаний зависит помимо всего прочего от эффективности снабжения тканей кислородом. Образование в организме человека эритроцитов (клеток крови, переносящих кислород) стимулируется белком эритропоэтином. Его синтетический аналог, эпоэтин (*Epoietin, EPO*), был создан для лечения анемии, но его как допинг используют и спортсмены. Самый известный случай употребления *EPO* – велосипедные гонки «Тур де Франс» 1998 г., тогда была дисквалифицирована вся сборная одной из стран.

В 1997–1998 гг. были проведены эксперименты на обезьянах по переносу гена эритропоэтина. Их результаты показали всю опасность резкого повышения уровня этого белка в крови: за 10 недель он почти удвоился, а кровь стала настолько вязкой, что ее приходилось постоянно разжижать, иначе сердце не справлялось с работой.

Конечно, для рядовых спортсменов технологии переноса генов еще долгое время будут недоступны. Но есть опасность, что со временем появится настоящий рынок услуг в данной сфере – как это уже произошло с модифицированными стероидными гормонами, производством которых сегодня занимаются высокотехнологичные химики-синтетики. Возможно, когда-нибудь удастся разработать совершенно безопасные методы генной терапии, которые будут применяться в повысит качество жизни, и отношение общественности к манипуляции генами станет более терпимым. ■

Дэвид Каллер, Ханс Малдер

# СЕНСОРНЫЕ СЕТИ



Крохотные **КОМПЬЮТЕРЫ**, оснащенные различными датчиками и связанные беспроводной сетью, **СПОСОБНЫ КОНТРОЛИРОВАТЬ** склады, предприятия и даже экосистемы. Они помогут связать кибернетический **МИР** с реальным.

Современные компьютеры – хрупкие и капризные создания, требующие квалифицированной поддержки. Многообразие окружающей действительности мешает им самостоятельно осваивать реальный мир. Поэтому нам приходится изменять предметы, делая их удобными для машинного восприятия. Например, в магазинах на упаковку продуктов наклеивают этикетки со штрих-кодами, на складах к поддонам крепят радиочастотные идентификационные *RFID*-ярлычки (см. статью «Тотальная автоматизация», «В мире науки», №4, 2004 г.). Снабженные специальными метками товары должны пройти через несколько сканеров, прежде чем компьютеры заметят их и занесут нужную информацию в базу данных.

Сегодня речь пойдет о микроэлектронных устройствах, которые помогут кибернетическим системам органично вписаться в нашу повседневную жизнь. Вместе с коллегами из компании *Intel* и Калифорнийского университета в Беркли мы совместили простейшие компьютеры с приемопередатчиками и чувствительными элементами и получили автономные микромониторы, которые назвали «пылинками» (*notes*). Работая под управлением операционной системы *TinyOS*, они объединяются беспроводными каналами связи в распределенную сенсорную сеть, способную решать задачи, непосильные для обычных компьютерных систем.

Из нескольких десятков недорогих, но достаточно чувствительных «пылинок», закрепленных на ветвях секвойи, был собран макроскоп – новый научный прибор, регистрирующий изменения микроклимата вокруг нескольких деревьев в различных частях леса. Прошлым летом ученые разместили 150 микромониторов в гнездах морских птиц, чтобы выяснить, чем они руководствуются при выборе места для кладки. Хитроумные устройства не только собирают и обрабатывают данные, но и сами определяют, как наилучшим способом передать их через соседние узлы сети на базовую станцию, подключенную к Интернету. Специалисты компании *Intel* рассматривают возможность размещения на предприятиях тысяч микромониторов, следящих за состоянием оборудования и помогающих предотвратить дорогостоящие срывы производства.

Дальнейшее развитие полупроводниковых технологий, несомненно, приведет к снижению стоимости и расширению возможностей микромониторов. Со временем их станут применять для проведения сложных научных исследований, а также для предотвращения и устранения последствий чрезвычайных ситуаций, экологических бедствий и военных конфликтов. Не стоит, однако, недооценивать инженерную сложность реализации «пылинок». Буквально все – от способа выполнения программы до процедуры обмена информацией – должно быть оптимизировано,

чтобы снизить потребляемую мощность, объем и стоимость крошечных устройств. При проектировании следует помнить, что каждый микромонитор 99% времени должен находиться в спящем режиме, а энергоемкую работу выполнять в течение оставшегося 1%.

#### Вычисления на свежем воздухе

Естественная среда враждебна для компьютеров. Чтобы они нормально функционировали на природе и в производственных цехах, их приходится облекать в прочные оболочки, защищающие электронику от диких животных, погодных воздействий, ударов и загрязнения. Вместе с тем следящие датчики должны взаимодействовать с окружающей средой. Поэтому микромониторы размещаются в небольших коробочках, а надежность образованных ими систем обеспечивается избыточностью.

Конструировать дорогие «пылинки» не имеет смысла: для сбора подробной информации об окружающей среде могут потребоваться сотни и даже тысячи миниатюрных наблюдателей. Сети микромониторов приходится делать довольно плотными и достаточно интеллектуальными, чтобы отказ части узлов не нарушил работу всей системы. При проектировании учитывается вероятность возникновения непредвиденных ситуаций и потерь, но именно это позволяет нам создавать экономичные, компактные и незаметные сенсорные сети. ▶



В ходе разработки нескольких поколений микромониторов мы осуществили ряд экспериментальных проектов, которые помогли нам выяснить, в каком направлении следует развивать сенсорные сетевые технологии, чтобы сделать их наиболее полезными. Так, несколько лет назад вместе с биологами мы занялись изучением популяции буревестников общей численностью около 18 тыс. особей. Каждое лето морские птицы прилетают на необитаемый островок Грейт-Дак, чтобы свить гнезда в удобных норах, которыми изобилует его побережье. Стремясь усовершенствовать стратегию сохранения живой природы, ученые хотели понять, как буревестники выбирают места для кладки яиц.

Обычно в биологии и экологии большое значение имеют условия локальной среды. Выбирая место для гнезда, птица руководствуется не средними для всего острова значениями температуры и силы ветра, а тем, насколько уютна и укрыта от ветра конкретная нора. Возможно, имеют значение и другие параметры, например, влажность и освещенность. Чтобы выяснить, как такого рода характеристики связаны с наличием яиц и поведением птиц-родителей, их необходимо регистрировать в течение всего периода гнездования.

Мы используем микромониторы для изучения поведения буревестников с 2002 г. Для получения хороших результатов каждая «пылинка»



Сеть из нескольких десятков микромониторов, расположенных на стволах и ветвях секвой, ученые назвали макроскопом.

должна быть оснащена датчиками температуры, атмосферного давления и влажности для контроля микроклиматических условий, а также пассивным инфракрасным сенсором, регистрирующим присутствие теплых птиц и яиц. Размеры устройства не должны превышать нескольких сантиметров, чтобы оно не беспокоило пернатых родителей и их детенышей. Разумеется, микромониторы должны быть беспроводными, ибо невозможно покрыть сигнальными и питаю-

щими проводами гектары гнездовых. Следовательно, «пылинки» должны работать и обмениваться информацией с другими узлами сети без вмешательства человека. Кроме того, у них должны быть собственные источники энергии, способные питать их в течение всего периода гнездования.

Солнечная батарея площадью 1 см<sup>2</sup> вырабатывает на солнечном свете всего 10 мВт, а в помещении и тем более в норе становится совершенно бесполезной. Емкость типичного гальванического элемента размером с монету составляет примерно 3 Вт·час. Микроконтроллеры обычно потребляют приблизительно 10 мВт, а маломощные приемопередатчики – около 20 мВт. Примерно таким же энергопотреблением характеризуются большинство датчиков. Но даже если общая потребляемая мощность составляет всего 30 мВт, емкости гальванического элемента хватит не более чем на пять дней работы.

Именно поэтому микромониторы проводят 99% времени в режиме ожидания, потребляя лишь несколько микроватт. Несколько раз в секунду устройство включает приемопередатчик, проверяет входящие сообщения и, если их не оказывается, через несколько миллисекунд вновь выключает его. Датчики для измерения температуры, освещенности и других параметров включаются лишь раз в несколько минут.

В целях экономии энергии первичная обработка данных и управление ресурсами осуществляются на месте, собственными силами устройства. Часто мы используем простой маломощный сенсор, включающий остальные датчики при наступлении определенных условий. Например, когда птица садится в гнездо, температура быстро повышается, и термочувствительная схема активизирует всю регистрирующую аппаратуру «пылинки».

Процессор микромонитора позволяет задействовать и другие способы энергосбережения. На передачу одного бита информации по радиоканалу затрачивается не меньше энергии, чем на выполнение тысячи процессорных команд.

### ОБЗОР: СЕНСОРНЫЕ СЕТИ

- Типичный микромонитор размером с большой палец состоит из микропроцессора, памяти, приемопередатчика, источника автономного питания и различных датчиков.
- Микромониторы самостоятельно накапливают и анализируют показания своих датчиков и могут объединяться в сенсорную сеть. Они достаточно дешевы, чтобы на фабриках, фермах и в дикой природе их можно было размещать тысячами.
- Экспериментальные системы из микромониторов помогли ученым изучить лесной микроклимат и поведение буревестников в период гнездования. Разработаны сенсорные сети для контроля производственного оборудования и несущих конструкций, а также для слежения за состоянием пожилых людей в домах престарелых.



## АНАТОМИЯ МИКРОМОНИТОРА

Микромонитор состоит из микропроцессора, оперативной памяти, устройства беспроводной связи и автономного источника питания. На рисунке показана модель *iMote* производства *Intel Research*. Микромониторы

обычно изготавливаются на нескольких печатных платах, поэтому модуль обработки данных может быть присоединен к различным датчикам и источникам питания.

### ОБРАБОТКА ДАННЫХ И ОБМЕН ИНФОРМАЦИЕЙ

Стандартные разъемы позволяют подобрать оптимальное сочетание измерительных, вычислительных и питающих модулей.

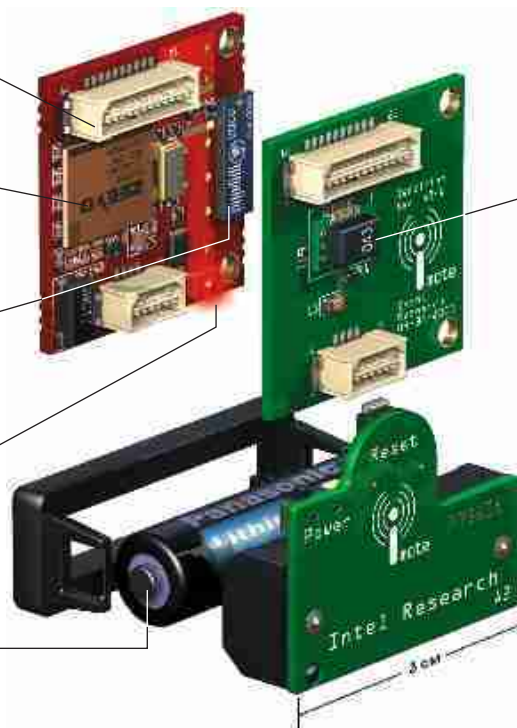
Интегральная микросхема содержит процессор с тактовой частотой 12 МГц, 64 кб ОЗУ и 512 кб флэш-памяти.

Приемопередатчик работает на частоте 2,4 ГГц по протоколу *Bluetooth* и обеспечивает связь на расстояниях до 30 м. Скорость передачи данных составляет от 200 до 600 кбит/с.

О состоянии *iMote* сигнализируют разноцветные светодиоды.

### ПИТАНИЕ

Емкость литий-ионных батарей колеблется от 2 до 3 Вт·ч.



### ИЗМЕРЕНИЯ

Датчики температуры и влажности встроены в одну кремниевую микросхему. Разработаны сенсорные платы для измерения атмосферного давления, механического ускорения, амплитуды и частоты вибрации, высоты и громкости звука, а также для чтения *RFID*-меток и взаимодействия с другими беспроводными системами.

## МИКРОМОНИТОРЫ НА ЛЮБОЙ ВКУС



Более чем в 500 исследовательских проектах используют микромониторы *Mica* компании

*Crossbow*. Один из них был установлен на устройстве *Robomote*, созданном в Южнокалифорнийском университете. Сенсорная сеть, состоящая из механизированных микромониторов, может управлять производственным оборудованием, регулировать климат в помещениях, а также изменять местоположение и ориентацию своих узлов.



Микромонитор *Mica2Dot* размером с пятирублевую монету представляет собой миниатюрную версию *Mica*.

Он оснащен 4 кб памяти для данных, 128 кб для программ и приемопередатчиком, работающим на частоте 900 МГц. Модули датчиков соединяются с материнской платой с помощью контактных штырьков, расположенных по окружности устройства. Именно такие микромониторы использовались для изучения секвой и морских птиц.



В опытном образце *Smart Dust*, разработанном в Беркли, функции *TinyOS* реализова-

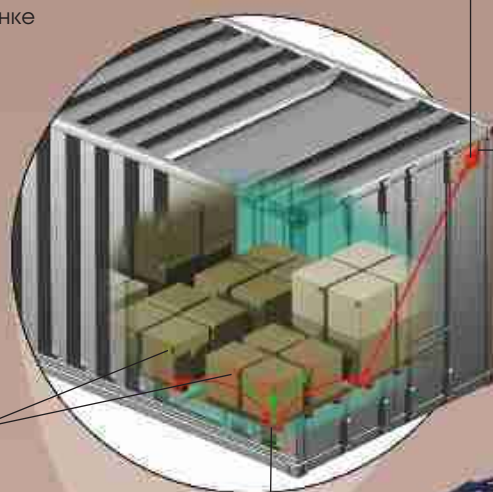
ны не программным, а аппаратным способом. Благодаря высокой эффективности аналого-цифровых преобразователей и радиосистем устройство размером 5 мм<sup>2</sup> сможет питаться энергией внешнего освещения или вибраций окружающей среды.

## САМООРГАНИЗУЮЩАЯСЯ СЕНСОРНАЯ СЕТЬ

Сенсорная сеть поможет таможенникам бороться с контрабандой оружия, наркотиков и других запрещенных товаров. Поддоны в грузовых контейнерах можно оснастить микромониторами, которые объединятся в сеть и будут об-

мениваться информацией с «пылинкой» на стенке контейнера. Она свяжется с другими контейнерами на судне, и в итоге образуется древовидная сенсорная система. Для получения информации обо всех грузах на судне порта-

1. «Пылинки» в поддонах оснащены считывателями *RFID*-меток, в которых записана подробная информация о содержимом коробок (зеленые стрелки). Микромонитор на стенке контейнера собирает данные о поддонах (красные стрелки) и использует собственные датчики для регистрации перегрева, переохлаждения, переувлажнения, бросков и ударов контейнера, добавления или изъятия груза.



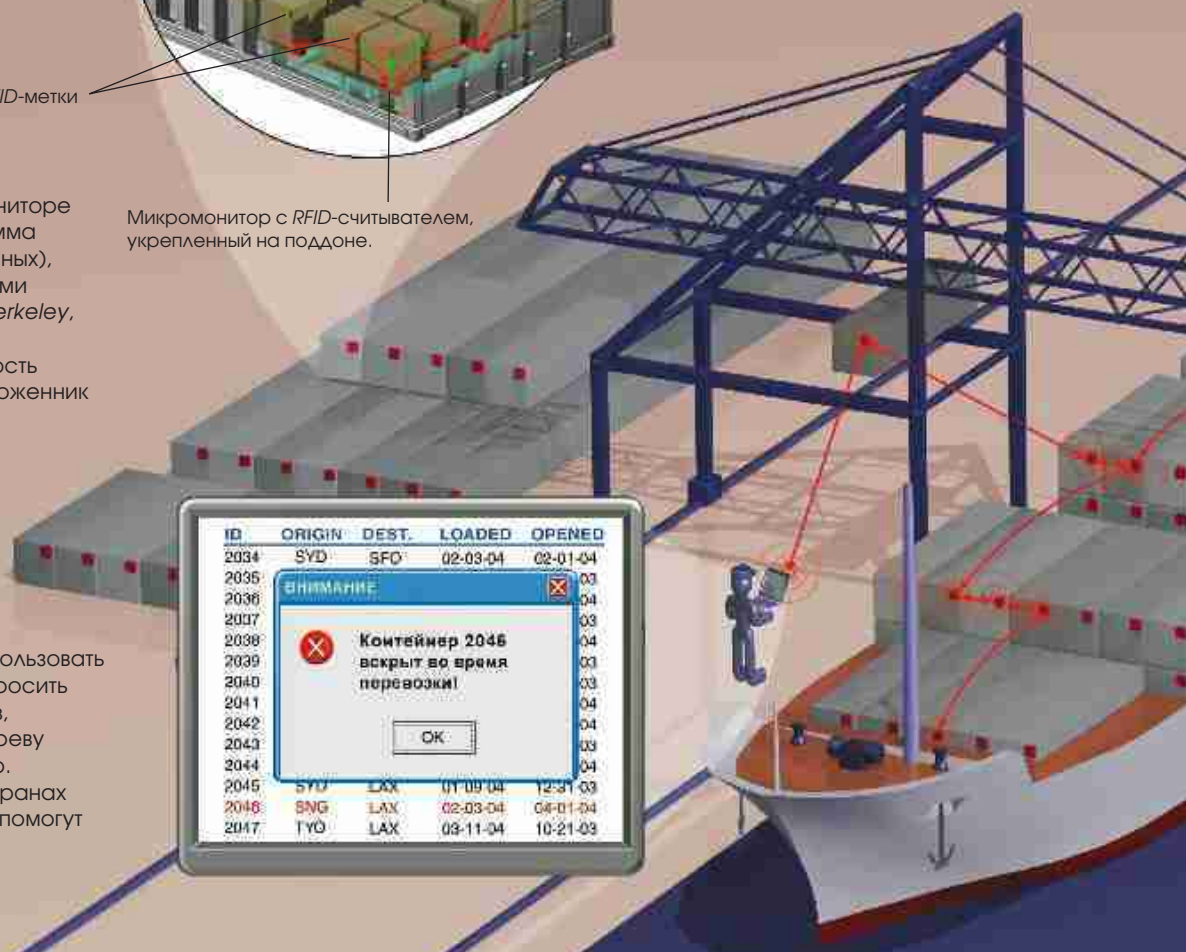
RFID-метки

Микромонитор, содержащий акселерометр для отслеживания перемещений контейнера и ультразвуковые датчики, регистрирующие изменение внутреннего объема во время открывания и закрывания дверей, добавления и удаления груза.

Внешняя антенна позволяет микромонитору обмениваться информацией с другими контейнерами.

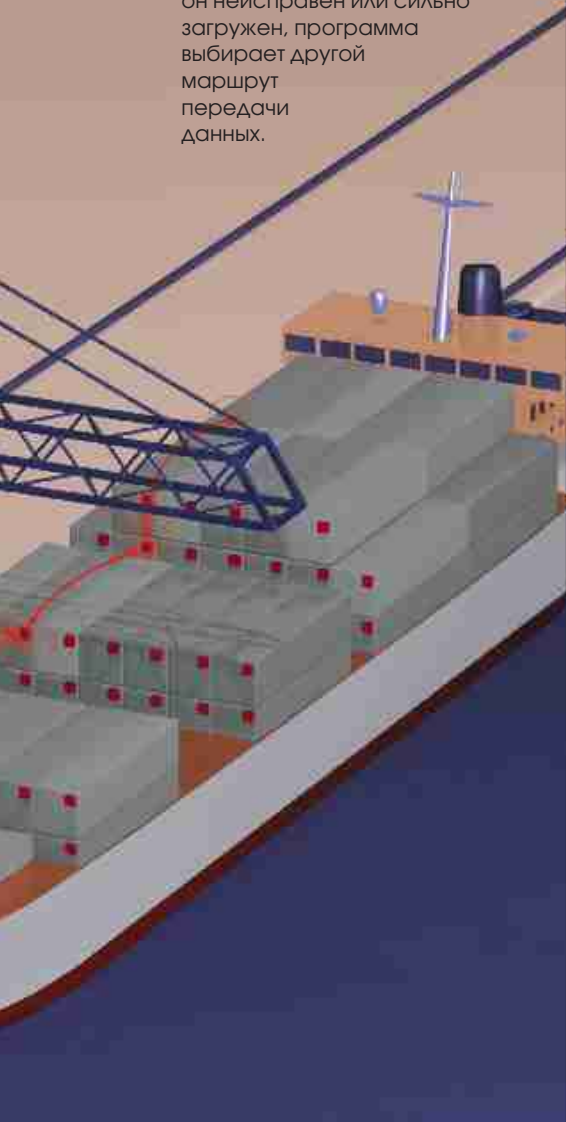
3. На каждом микромониторе выполняется программа *TinyDB* (*DB* – база данных), созданная компаниями *Intel Berkeley* и *U.C. Berkeley*, которая скрывает от пользователя сложность сети. Например, таможенник может запросить идентификационный номер каждого контейнера, пункты отправки и назначения, а также даты загрузки и последнего вскрытия. Можно использовать систему иначе и запросить перечень всех грузов, подвергшихся перегреву или переувлажнению. Микромониторы на кранах и электродвигателях помогут отследить их износ.

Микромонитор с *RFID*-считывателем, укрепленный на поддоне.



тивному компьютеру таможенника достаточно поддерживать связь всего с одним микромонитором.

2. Ближайший к компьютеру таможенника микромонитор служит корневым узлом древовидной сети (внизу). Он передает запросы соседям, которые отвечают сами или опрашивают более удаленных собратьев. Получив запрос, каждая «пылинка» старается передать свою информацию через того соседа, который ближе всех находится к корневому узлу. Однако если он неисправен или сильно загружен, программа выбирает другой маршрут передачи данных.



© RIF WASON

Поэтому целесообразно сначала накопить показания сенсоров, агрегировать их, усреднив или выбрав максимальные и минимальные значения, а уж затем передать результат. Узлы сети могут обмениваться собранной информацией, выявлять важные наблюдения и затем посылать пользователю упрощенные описания. Отказаться от обмена протокольными сообщениями, к сожалению, нельзя, но их можно отправлять вместе с полезными данными.

За один сезон гнездования с помощью микроскопа на острове Грейт-Дак было сделано более миллиона измерений. Полученная информация позволила биологам досконально разобраться в жизненном цикле буревестников. Не менее важно, что благодаря новой технологии ученые наблюдали за птицами, не тревожа их своим присутствием.

### Сетка на ветках

Вычислительная мощность отдельного микромонитора намного меньше, чем у карманного персонального компьютера (см. стр. 39). Микроконтроллер «пылинка» выполняет от 4 до 10 млн. команд в секунду, а процессор персонального электронного секретаря *Palm* – около 400 млн. Но объединенные в специализированную сеть микромониторы образуют систему, вычислительная мощность которой больше суммы вычислительных мощностей ее элементов.

В апреле мы привязали 120 микромониторов в пластмассовых корпусах к стволам и ветвям нескольких секвой в роще вблизи Сономы на севере Калифорнии. Нам предстояло детально изучить изменения микроклимата вокруг деревьев и выяснить, как они своей тенью, дыханием и гидрообменом влияют на местную среду. В данном случае плотность измерений определялась финансовыми возможностями, а продолжительность работы – располагаемым запасом энергии. Питаясь от литиевых элементов формата *A4*, сеть проработала несколько недель. Сложнее всего было организовать сбор данных от высоко расположенных микромониторов, оказавшихся за пределами уве-

ренной радиосвязи с размещенной на земле аппаратурой. Не меньше хлопот доставило перепрограммирование «пылинок», потребовавшееся для проверки различных гипотез о взаимодействии леса с окружающей средой.

Маломощные кремниевые радиостанции микромониторов могут принимать и передавать информацию со скоростью обычного модема, но поддерживают связь лишь на расстояниях не более 30 м, а иногда и того меньше. В лесу влажная древесина и хвоя ослабляют радиосигнал. Зачастую две «пылинки», расположенные на разных сторонах ствола всего в одном-двух метрах друг от друга, не могли связаться напрямую. Поэтому данные передавались по одной стороне дерева от узла к узлу на самую верхушку, оттуда рассылались микромониторам на других секвойях, а затем поступали на мощный компьютер для хранения и обработки. Сенсорная сеть в Сономе отправляла результаты измерений на наземный сотовый смартфон, который пересылал их по Интернету на сервер, расположенный в Беркли, в 70 км от места проведения измерений.

Если система состоит из сотен микромониторов, создавать сеть, конфигурируя каждый из них по отдельности, нецелесообразно. Во многих случаях, например, когда осуществляется контроль оборудования, запасов сырья и готовой продукции на заводе или ферме, расположение узлов постоянно изменяется, и поэтому они должны сами объединяться в сеть. По специальному алгоритму каждая «пылинка» определяет, в скольких шагах от сервера она расположена и через какой из соседних узлов в данный момент пролегает наиболее эффективный путь к точке сбора информации (см. врез слева).

Связь координируется операционными системами микромониторов и прикладной программой, различные части которой могут выполняться разными узлами сети. Обычные операционные системы, такие как *Windows* или *Unix*, слишком требовательны и громоздки для миниатюрных устройств. Поэтому группа Каллера ▶



в Беркли создала исключительно компактную сетевую операционную систему *TinyOS*, которая стала открытой и поддерживается сообществом добровольных программистов.

*TinyOS* потребляет чрезвычайно мало энергии и держит микромониторы отключенными до тех пор, пока не произойдет определенное событие, требующее выполнения тех или иных действий. Кроме того, она обладает высокой степенью модульности. Если исследования не требуют использования всех функций *TinyOS*, ненужные составляющие автоматически удаляются из узла. Таким образом, код программы занимает минимум памяти, оставляя больше места для накопления данных. Модульная структура повышает надежность устройств, ограничивая количество взаимодействующих частей узла.

## Командование вычислительной армией

Наверное, самая сложная долгосрочная задача – найти эффективный и надежный способ программирования тысяч интеллектуальных узлов сенсорной сети. Специалисты *Intel* уже занялись установкой экспериментальных микромониторов *iMote* на заводе *Jones Farm* в Хилсборо, штат Орегон, где требуется непрерывно следить за износом более 4 тыс. единиц оборудования. Раньше за месяц инженеры успевали проверить лишь несколько агрегатов. Совсем недавно в промежутке между двумя осмотрами произошел отказ одного из устройств, вызвавший остановку производства, которая обернулась большими потерями. Однако уже сегодня меньше чем за \$1 млн. можно создать сеть из не-



Сеть из микромониторов (синие точки), оснащенных микрофонами, за несколько секунд определила местоположение стрелка и траекторию полета пуль (красные точка и линия). В ходе испытаний в Форт-Беннинге, штат Джорджия, система обнаруживала место выстрела даже тогда, когда некоторые микромониторы (белые точки) не «видели» дульные вспышки.

скольких тысяч микромониторов *iMote*, ежечасно сообщающих сведения о состоянии оборудования. Нам пришлось немало потрудиться, чтобы разработать такие способы программирования и отладки, которые позволяли бы обеспечить управляемость тысяч «пылинок» по мере развертывания сети.

Поскольку на потребляемую мощность и скорость обработки данных накладываются жесткие ограничения, сенсорная сеть работает не так, как Интернет и офисные локальные сети, где у компьютеров есть индивидуальные имена и адреса, а большинство сообщений передаются конкретному получателю. В сенсорных сетях каж-

дый узел рассылает сообщения сразу нескольким соседям, причем адреса-ты определяются по местоположению или диапазону измерений датчика.

Недавно исследователи компании *Intel* и Калифорнийского университета в Беркли создали программу *TinyDB*, благодаря которой сенсорная сеть может работать почти как база данных. Пользователь запрашивает информацию у всех узлов одновременно, интересуясь, например, любыми вибрациями в диапазоне частот от 40 до 120 Гц, превышающими заданный пороговый уровень. Запрос поступает в сеть через так называемый корневой узел, рассылающий его копии соседям, которые передают их далее.

Если в микромониторе нет вибродатчика, он игнорирует полученный запрос. В противном случае включается нужный сенсор или обрабатываются данные, хранящиеся в памяти. В итоге собранная информация стекается к корневому узлу. Пользователь видит лишь таблицу нужных показаний и соответствующих им местоположений. Выполняемая мощным сервером программа проводит более полный анализ состояния различных видов оборудования и определяет, какие машины требуют обслуживания.

Изучая секвойи, биологи в основном интересовались фронтами температуры и влажности, которые перемещаются вверх и вниз вдоль дерева и, возможно, влияют на потоки питательных веществ. В данном случае микромониторы накапливали данные и выявляли пространственное распределение измеряемых величин. По мере получения от макроскопа новой информации ученые ставили перед сетью новые задачи.

Для перепрограммирования «пылинок» мы воспользовались технологией, которую успешно применяют авторы компьютерных вирусов. Новая программа направляется в корневой узел, который инсталлирует ее и «заражает» ею соседей. В результате обновление распространяется как эпидемия, управляемая с учетом пространственной конфигурации сети.

## ОБ АВТОРАХ:

**Дэвид Каллер** (David E. Culler) и **Ханс Малдер** (Hans Mulder) уже много лет работают над созданием сенсорных сетей. Каллер занимает пост профессора прикладной математики в Калифорнийском университете в Беркли, где разрабатывает большие синхронные вычислительные сети. Ханс Малдер является заместителем директора исследовательского подразделения *Intel Research* и возглавляет сеть университетских лабораторий *Intel Research*. Его исследования посвящены «всепроникающим» компьютерным технологиям и распределенным системам.



Такой подход к программированию требует решения чрезвычайно сложной задачи – защиты сенсорных сетей от хакеров, вирусов и подслушивания. В операционную систему *TinyOS* встроены алгоритмы идентификации, однако для обеспечения правильной работы сети необходимо простым и надежным способом передать ключи большому количеству узлов. Для нападения на сенсорную сеть могут быть использованы совершенно новые методы, отличные от применяемых в Интернете. В целях защиты искаженные злоумышленником данные можно расценивать как зашумленный сигнал датчиков. Это позволяет сохранить работоспособность сенсорной сети даже при инфицировании некоторого количества узлов. Впрочем, обеспечение безопасности информационных сетей всегда было и будет непрерывной битвой умов.

Поработав с новым инструментарием, мы выявили несколько неочевидных его особенностей. Полный выход сенсорной сети из строя маловероятен, но если одна часть узлов перестала функционировать, а другая передает зашумленные или искаженные данные, то информация от системы в целом может оказаться противоречивой. Сейчас мы разрабатываем способы оценки состояния сенсорных сетей, предусматривающие введение контролируемых возмущений и наблюдение реакции узлов.

Лет через десять беспроводные микромониторы и сенсорные сети приобретут, вероятно, менее отчетливые и заметные формы. Устройства постепенно сбросят свои крохотные оболочки, внедрятся непосредственно в различные материалы и объекты и будут получать энергию непосредственно из окружающей среды. По мере распространения таких систем в домах, учреждениях, на фермах, транспортных терминалах и предприятиях торговли они приобретут способность обнаруживать присутствие людей и даже определять их физиологическое состояние. Вот тут-то и встанет проблема обеспечения конфиденциальности. Использование пассивных радиочастотных иденти-

ОБРАЗЦЫ СЕНСОРНЫХ СЕТЕЙ			
Назначение	Датчики	Количество узлов	Организация
Наблюдение погоды и гнездового поведения буревестников на острове Грейт-Дак	Температуры, влажности и инфракрасный	150	Калифорнийский университет в Беркли, <i>Intel</i>
Наблюдение за пожилыми людьми в домах престарелых Портленда и Лас-Вегаса	Движения, давления и инфракрасный	130	<i>Intel</i>
Обмен информацией между противотанковыми минами и их перестановка для закрытия брешей в минных полях	Местоположения, ориентации и ускорения	96	<i>DARPA</i>
Сбор данных о микроклимате вокруг секвой	Температуры, влажности, освещенности и атмосферного давления	80	Калифорнийский университет в Беркли, <i>Intel</i>
Мониторинг работы насосов и другого оборудования на заводе по производству микросхем	Вибрации и частоты вращения	70	Калифорнийский университет в Беркли, <i>Intel</i>
Составление карт условий роста и восприимчивости к грибковым инфекциям на виноградниках	Температуры	65	<i>Intel</i>
Прослушивание выстрелов и определение местоположения стрелков	Звук, ударных волн, местоположения	45	<i>DARPA, Vanderbilt</i>
Мониторинг микроклимата в калифорнийском заповеднике Джеймс в Сан-Хасинто	Температуры, влажности, осадков, освещенности и ветра	30	Калифорнийский университет в Лос-Анджелесе
Мониторинг смещения элементов моста Золотые ворота	Вибраций и ускорений	Проектируется	Калифорнийский университет в Беркли

фикационных меток (см. статью «Тотальная автоматизация», «В мире науки», №4, 2004 г.) уже вызвало дискуссии в отношении подобных технологий. Для исследования вибрации насосов, усталости балок и микроклимата в лесах вопросы конфиденциальности не имеют большого значения, но в других областях необходима гарантия надежной защиты отдельных лиц.

#### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

- Mica: A Wireless Platform for Deeply Embedded Networks.
- Jason Hill and David Culler in *IEEE Micro*, Vol. 22, No. 6, pages 12–24; November/December 2002.
- Query Processing in Sensor Networks, Johannes Gehrke and Samuel Madden in *Pervasive Computing*, Vol. 3, No. 1, pages 46–55; January 2004.
- The Emergence of Networking Abstractions and Techniques in *TinyOS*. David Culler et al. in *Proceedings of the First USENIX/ACM Symposium on Networked Systems Design and Implementation*. USENIX 2004
- Сеть мониторинга на острове Грейт-Дак: <http://greatduckisland.net>
- *TinyOS*: [www.tinyos.net](http://www.tinyos.net)
- U.C.L.A. Center for Embedded Networked Sensing: <http://cens.ucla.edu>

# диагностика

## КОРОВОЕГО БЕШЕНСТВА

Стэнли Прузинер

Сегодня многие страны ограничили ввоз говядины из США. В результате американский рынок понес многомиллионные убытки.



## Разработаны **НОВЫЕ ТЕСТЫ**, позволяющие быстро обнаруживать прионы – белковые агенты, **ОТВЕТСТВЕННЫЕ** за возникновение коровьего **Бешенства**.

В декабре прошлого года в США был официально зарегистрирован первый случай коровьего бешенства: в штате Вашингтон от губчатой энцефалопатии домашнего скота (ГЭДС – научное название болезни) умерла корова голштинской породы. Эта новость серьезно озаботила ученых, правительство, фермеров, общественность. Однако для тех, кто непосредственно занимается изучением ГЭДС и сходных с ней патологий, она не стала неожиданностью. Странное поведение прионов (патогенных факторов, ответственных за эти заболевания) навело ученых на мысль, что контролировать болезнь и сдерживать ее распространение крайне трудно.

Необычайно долгий инкубационный период коровьего бешенства (годы, а иногда и десятилетия) заставил исследователей заняться разработкой методов выявления болезни, которые помогали бы предотвращать эпидемии. Уже созданы высокочувствительные тесты, способные обнаруживать прионы в организме животных, не проявляющих никаких симптомов заболевания (до сих пор ГЭДС диагностировали только посмертно). Достигнуты некоторые успехи и в лечении смертельно опасной для человека болезни Крейтцфельда–Якоба (БКЯ), также имеющей прионную природу.

### Отчего возникает прионная болезнь?

Еще в начале 1980-х гг. я предположил, что патоген, вызывающий скрепи у овец (аналог ГЭДС) и болезнь Крейтцфельда–Якоба у человека, – это белок (я назвал его прионом).

Прионная теория была встречена в штыки, поскольку противоречила общепринятой точке зрения, что любой патоген, способный к самовоспроизведению, должен содержать ДНК или РНК. Ничего удивительного в такой реакции не было – это участь любой слишком смелой идеи. И все же прионная теория оказалась верной.

Прошли годы, и таинственный белок был обнаружен. Сегодня мы знаем, что различные прионы вызывают не только скрепи и БКЯ, но и другие формы губчатой энцефалопатии, в том числе коровье бешенство и хроническую изнуряющую болезнь у оленей и лосей. Но еще более удивительным оказалось то, что прионные белки (*PrP*) бывают не только «плохими», но и «хорошими». Ген, кодирующий нормальный прион (*PrP<sup>C</sup>*, *C* – от англ. *cellular*, клеточный), обнаружен в геноме всех исследованных животных. Он изобилует в нейронах головного мозга и принимает участие в их функционировании. Его аномальный аналог (*PrP<sup>Sc</sup>*, *Sc* – от англ. *scrapie*, скрепи), имеющий другую пространственную конфигурацию, в отличие от *PrP<sup>C</sup>*, образует плохо растворимые сгустки, которые не разрушаются ни при тепловой обработке, ни под действием ионизирующей радиации и химических агентов – факторов, уничтожающих обычные патогены (так, кипячение в течение нескольких минут убивает вирусы и бактерии, но не разрушает *PrP<sup>Sc</sup>*). Более того, аномальный прион изменяет конформацию нормального по своему образу и подобию – превращает его в *PrP<sup>Sc</sup>*. Обычно клетки распознают белки с неправильной конформацией и разрушают их, но

если освобождение от аномальных прионов замедляется, то они накапливаются в клетке и убивают ее. В мозгу большого животного образуются микроскопические вакуоли, и через некоторое время он становится похожим на губку.

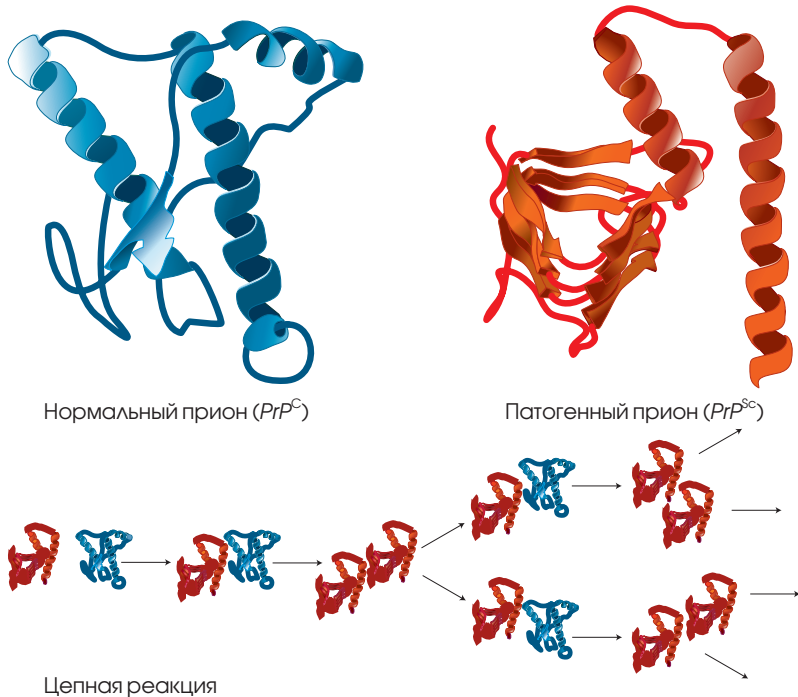
Механизмы возникновения прионной болезни бывают разными. Чаще всего она носит спонтанный характер – такова, например, спорадическая форма болезни Крейтцфельда–Якоба, встречающаяся у одного человека на миллион. Но причиной прионной болезни может стать и мутация в гене, кодирующем *PrP*. Во многих семьях, где были случаи заболевания БКЯ, отмечались и другие патологии: болезнь Герстмана–Штресслера–Шайнкера и фатальная инсомния. На сегодня обнаружено более 30 мутаций в гене *PrP*, ассоциированных с наследственными формами прионных заболеваний, каждое из которых встречается с частотой 1 на 10 млн. человек. И наконец, прионная болезнь может возникнуть из-за инфекции, связанной, например, с попаданием в организм аномальных прионов вместе с мясом больного животного.

### Распространенность коровьего бешенства

Опасность прионных болезней стала очевидной после вспышки коровьего бешенства в середине 1980-х гг. в Великобритании. Необычные свойства прионов заставили ученых искать новые способы борьбы с эпидемией. Выяснилось, что прионы попадают в организм коров вместе с добавками к кормам, изготавливаемыми из костей и мяса овец, крупного рогатого ▶

## ДУРНОЕ ВЛИЯНИЕ

Прионы существуют в двух разных формах – нормальной ( $PrP^C$ ) и видоизмененной ( $PrP^{Sc}$ ). По неустановленной пока причине патогенный прион изменяет конформацию нормального приона по своему образу и подобию. Обычно организм уничтожает видоизмененные прионы прежде, чем они успевают накопиться. Но если процесс уничтожения нарушен, то аномальных прионов становится слишком много и возникает болезнь.



скота, свиней или кур. Патогенные прионы не разрушались при тепловой обработке, обычно уничтожающей все болезнетворные агенты, и таким образом инфицировали животных.

В результате ГЭДС стала быстро распространяться в популяции коров, и в 1992 г. в Великобритании было зарегистрировано 37280 случаев заболевания. Начиная с 1989 г. были введе-

ны некоторые ограничения на добавки к кормам, но только в 1996 г. после полного их запрета ситуацию удалось взять под контроль, и в прошлом году в стране заболели лишь 612 животных. Всего в Великобритании от ГЭДС пострадали более 180 тыс. коров, а еще у 1,9 млн., согласно эпидемиологическим моделям, инфекция просто не была выявлена.

Однако меры были приняты с большим опозданием. Вопреки заверениям властей, ГЭДС поражает не только животных, но и людей. В марте 1996 г. Роберт Уилл (Robert Will), Джеймс Айронсайд (James Ironside) и Джин Белл (Jeanne Bell) из Национального центра по наблюдению за распространением БКЯ сообщили о смерти 11 молодых людей от вариантной болезни Крейтцфельда–Якоба (БКЯ). Обнаруженный в их головном мозге  $PrP^{Sc}$  существенно отличался от аномального приона, обычно присутствующего у больных спорадической формой БКЯ.

Многие ученые поначалу сомневались в наличии связи между ГЭДС и БКЯ, но в конце концов, под давлением неоспоримых фактов, сомнения были развеяны. Майкл Скотт (Michael Scott) и Стивен д'Армон (Stephen DeArmond) из Калифорнийского университета встроили в геном мышей  $PrP$ -ген крупного рогатого скота, а затем ввели им прионы, полученные от животных с ГЭДС или от людей, страдающих вариантной формой БКЯ. Спустя 9 месяцев после инъекции мыши заболели, причем симптомы были одинаковыми независимо от источника аномальных прионов.

В феврале этого года появились сообщения о 146 случаях заболевания вариантной формой БКЯ в Англии и 10 случаях в других странах. Сколько еще людей стали носителями аномальных прионов (возбудителей БКЯ), не знает никто. По прогнозам, основанным на эпидемиологических моделях, их не больше 30 человек, но беда в том, что сами модели основываются на допущениях, которые вполне могут оказаться неверными. Так, одно из них

### ОБЗОР: БОРЬБА С ПРИОНАМИ

- Случаи заболевания коровьим бешенством, отмеченные недавно в США, Канаде и других странах, заставили срочно заняться разработкой новых методов диагностики недуга, предотвращающих распространение инфекции.
- Разработаны тесты, позволяющие быстрее, чем раньше, обнаруживать в организме животного патогенный прион при низких его концентрациях и диагностировать болезнь еще до появления симптомов.
- Значительным прогрессом в диагностике станет разработка методов обнаружения прионов в пробах крови, взятых от животных и человека. Возможно, успехи в диагностике и лечении прионных болезней животных помогут в борьбе с неврологическими расстройствами у человека.



состоит в том, что ВБКЯ развивается только у людей с определенным генетическим статусом. Поскольку у прионных болезней очень большой инкубационный период, должно пройти немалое время, пока проявятся все случаи носительства ВБКЯ-прионов и можно будет сравнить генетические особенности больных.

У больных ВБКЯ *PrP<sup>Sc</sup>* накапливаются не только в тканях головного мозга, но и в лимфоидных тканях, что может быть вызвано их попаданием в кровоток из внешнего источника, например, при переливании крови. Это побудило правительства многих стран ввести более строгие требования к донорам. Так, в Великобритании людям, родившимся после 1996 г., когда вступили в силу жесткие ограничения на добавки к кормам для скота, можно переливать кровь только от доноров из других стран (считается, что те, кто родились раньше, уже могли получить аномальные прионы). В США же донорами не могут быть люди, прошедшие в Великобритании более трех месяцев в период с 1980 по 1996 гг.

Принятые меры дали результаты, хотя и привели к тому, что время от времени в стране возникал дефицит крови. В декабре прошлого года в Великобритании умер один из 15 больных ВБКЯ, которым была перелита кровь от доноров, заболевших позже. При этом гемотрансфузия была проведена пациенту за 7,5 лет до его смерти. Можно было бы предположить, что источником инфекции были пищевые продукты, содержащие аномальные прионы, но этому противоречил возраст умершего: ему было 69 лет, а возраст большинства больных ВБКЯ не превышает 29 лет. Все это наводит на мысль, что зараженное прионами мясо – вовсе не единственный источник инфекции.

Коровье бешенство затронуло не только Великобританию, но и США и Канаду. В мае 2003 г. канадские власти сообщили о случае заболевания ГЭДС 8,5-летней коровы из провинции Саскачеван, которая была привезена из Великобритании 10 лет

назад. Животное было забито в январе 2003 г., а соответствующие тесты были проведены лишь в апреле. А между тем коровью тушу уже переработали в корма для домашних животных и экспортировали их в США.

Спустя семь месяцев министерство сельского хозяйства США сообщило о первом случае коровьего бешенства в стране – произошло это в штате Вашингтон. Больная 6,5-летняя дойная корова была привезена в страну в возрасте четырех лет. Теперь власти США не могут утверждать, что никакого коровьего бешенства в стране нет и населению не о чем беспокоиться. В Америке, как и в Канаде, многие заинтересованы в том, чтобы проблемы не существовало – ведь это грозит огромными убытками. В первую очередь они связаны с ограничением экспорта: 58 стран уже объявили о закрытии своих рынков для американской говядины до тех пор, пока не будут получены гарантии ее безопасности.

### Методы диагностики

Самый прямой способ предоставления таких гарантий – проверка на присутствие аномальных прионов туш забитых животных и отбраковка тех из них, которые содержат прионы. До сих пор для тестирования министерство сельского хозяйства США использовало иммуногистохимические методы. Это трудоемкая процедура, занимающая несколько дней и малоприменимая для широкого применения.

Нужно было разработать альтернативные способы проверки. В середине 1980-х гг. в нескольких лабораториях были получены новые типы антител, обеспечивающие более эффективную идентификацию аномальных прионов в тканях мозга. Они распознавали любые прионы – как нормальные, так и патогенные, и чтобы идентифицировать именно *PrP<sup>Sc</sup>*, нужно было прежде всего удалить из образца абсолютно все нормальные прионы. Для этого мы использовали протеиназы – ферменты, разрушающие белки. *PrP<sup>Sc</sup>* устойчив к действию протеиназ и после обработки ими образца оставался ▶

### НОВОСТИ СО ВСЕГО СВЕТА

ГЭДС затронула поголовье крупного рогатого скота во многих странах, но случаи заражения прионной болезнью (ВБКЯ) людей через мясо больных животных пока весьма немногочисленны.

СТРАНА	Число зарегистрированных случаев ГЭДС	Число смертей от ВБКЯ (на сегодня)
Австрия	1	0
Бельгия	125	0
Великобритания	183803	141(5)
Германия	312	0
Гонконг	0	1*
Греция	1	0
Дания	13	0
Израиль	1	0
Ирландия	1353	1
Испания	412	0
Италия	117	1
Канада	2	1
Лихтенштейн	2	0
Люксембург	2	0
Нидерланды	75	0
Оман	2	0
Польша	14	0
Португалия	875	0
Словакия	15	0
Словения	4	0
США	1	0(1)**
Чехия	9	0
Финляндия	1	0
Фолклендские острова	1	0
Франция	891	6
Швейцария	453	0
Япония	11	0
По всему миру		151(6)

\* Пока не подтверждено  
 \*\* Житель Англии

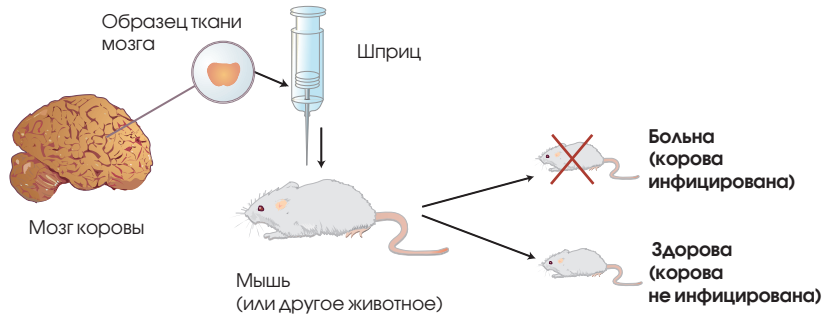
## МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ КОРОВЬЕГО БЕШЕНСТВА

Сегодня для посмертного обнаружения патогенных прионов ( $PrP^{Sc}$ ) в тканях головного мозга домашнего скота используют четыре метода. К сожалению, у них есть недостатки: трудоемкость, невысокая чувствительность, обязательное использование для тестирования препаратов головного мозга. Поэтому ученые работают над созданием таких способов тестирования, которые позволили бы проводить прижизненные экспресс-анализы на основе проб крови или мочи, выявлять патогенные прионы при минимальной их концентрации. Это необходимо для обнаружения инфекции на самых ранних стадиях и предотвращения ее распространения.

Сегодня для посмертного обнаружения патогенных прионов ( $PrP^{Sc}$ ) в тканях головного мозга домашнего скота используют четыре метода. К сожалению, у них есть недостатки: трудоемкость, невысокая чувствительность, обязательное использование для тестирования препаратов головного мозга. Поэтому ученые работают над созданием таких способов тестирования, которые позволили бы проводить прижизненные экспресс-анализы на основе проб крови или мочи, выявлять патогенные прионы при минимальной их концентрации. Это необходимо для обнаружения инфекции на самых ранних стадиях и предотвращения ее распространения.

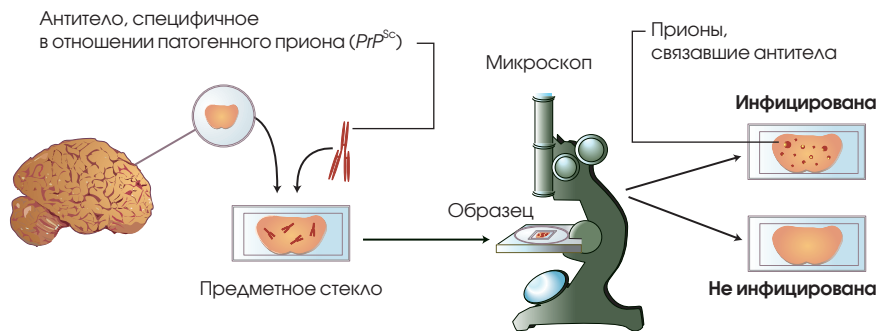
### БИОЛОГИЧЕСКИЙ МЕТОД

Анализ дорогой и занимает очень много времени – до трех лет. Его достоинство заключается в том, что он позволяет определить форму прионной болезни, исходя из продолжительности инкубационного периода – времени от момента инфицирования подопытного животного до появления явных симптомов болезни.



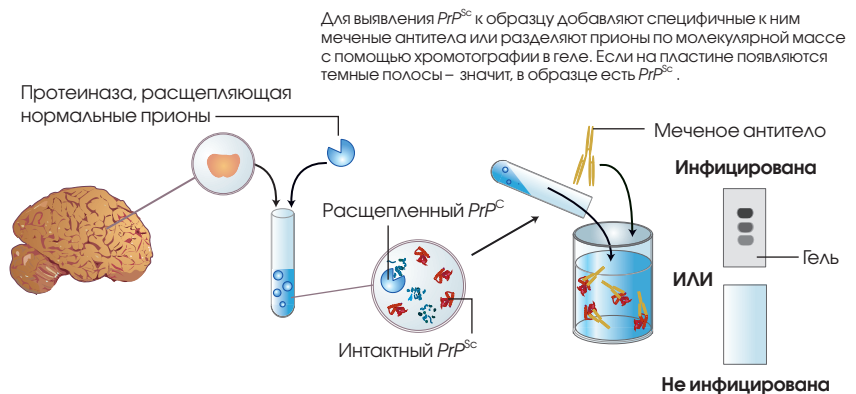
### ИММУНОГИСТОХИМИЧЕСКИЙ МЕТОД

Первый специфический тест на прионы – своего рода «золотой стандарт». Но у него есть один существенный недостаток: он весьма трудоемкий и не подходит для масштабного скрининга, поскольку образцы просматриваются под микроскопом последовательно и процедура занимает до семи дней.



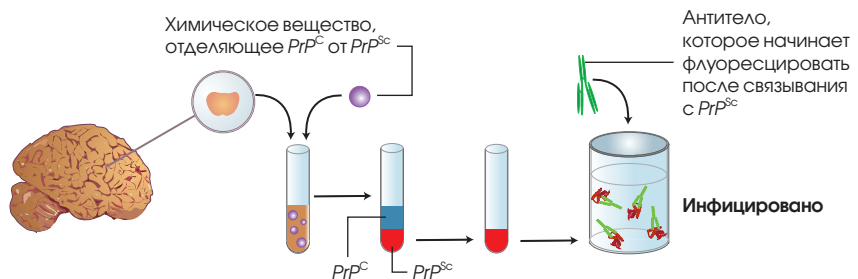
### ИММУНОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

Автоматизированный тест, широко использующийся в Европе и недавно введенный в США. Одновременно анализируются сотни образцов, поэтому достоверные результаты можно получить уже через 8 часов. Однако тест применим только при высоких концентрациях  $PrP^{Sc}$ .



### КОНФОРМАЦИОННО-ЧУВСТВИТЕЛЬНЫЙ ИММУНОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

Высокочувствительный автоматизированный метод, не требующий предварительной обработки образца протеиназами для удаления  $PrP^C$ . Используется только в Европе. Вся процедура занимает не более пяти часов. Сейчас проверяется его применимость для прижизненного анализа тканей животного; возможно, в будущем с его помощью можно будет тестировать на наличие патогенных прионов пробы крови и мочи.



интактным. Затем мы инкубировали образец с антителами и определили количество присутствующих в нем *PrP<sup>Sc</sup>*. Используя аналогичный подход, целый ряд компаний разработал собственные варианты антител и набор необходимых для тестирования реактивов. Вся процедура занимает несколько часов и применяется для массового обследования животных в Европе и Японии. (Первый случай коровьего бешенства в Японии был отмечен в 2001 г., а к апрелю этого года число инфицированных коров достигло 11.)

Однако методы быстрого тестирования имеют свои ограничения: их можно применять только когда аномальные прионы присутствуют в головном мозге животного в большом количестве. А поскольку инкубационный период ГЭДС составляет 3–5 лет, у большинства предназначенных на убой коров (как правило, это животные моложе двух лет), даже если они инфицированы, прионы не успевают накопиться до необходимого для проверки уровня. Следовательно, упомянутые тесты пригодны для скрининга коров только старше определенного возраста, при этом в первую очередь тестированию подлежат вялые, апатичные животные, а затем и те, которые выглядят вполне здоровыми.

До января нынешнего года, когда в США были введены новые правила контроля, из 200 тыс. туш ослабленных коров, ежегодно отправляемых на мясоперерабатывающие комбинаты, исследовали на наличие прионов лишь небольшую часть. Теперь, согласно новым требованиям министерства сельского хозяйства, проверке подлежат все забиваемые животные. (Вопрос о том, может ли коровье молоко служить источником прионов, остается открытым.) Но поскольку даже новые методы тестирования не удовлетворяют всем необходимым требованиям, первоочередной задачей становится разработка новых подходов к идентификации аномальных прионов.

Один из таких способов мог бы состоять в амплификации аномальных прионов, присутствующих в исследу-

## СПОНТАННАЯ ПРИОННАЯ БОЛЕЗНЬ

Заболевания, имеющие прионную природу, похожи на вирусную инфекцию, поэтому прионы нередко сравнивают с вирусами. Однако такая аналогия не совсем корректна. В качестве примера можно привести случаи появления коровьего бешенства в Канаде и США. Принято считать, что заболевание, впервые зарегистрированное в Великобритании, распространилось по всему земному шару через зараженное мясо забитых коров, но это справедливо лишь отчасти. Дело в том, что прионная болезнь иногда возникает спонтанно, и это в корне отличает ее от вирусных инфекций, очаг которых можно изолировать. Аномальный же прион может появиться в самом организме, а не попасть в него извне.

Спонтанное прионное заболевание стало спусковым механизмом для эпидемии куру, разразившейся в прошлом веке в одном из племен Новой Гвинеи. У одного из членов племени возникла спонтанная форма болезни Крейтцфельда–Якоба, и когда он умер, его мозг был съеден ближайшим другом, как того требовал ритуал. Поскольку в племени был распространен каннибализм, возникла эпидемия.

Для того чтобы остановить распространение коровьего бешенства, необходимо отказаться от практики добавления в корм животных продуктов переработки туш забитых коров. Но это не может искоренить болезнь, поскольку патогенные прионы все равно будут время от времени появляться спонтанно. Некоторые ученые считают, что те два случая заболевания коровьим бешенством, о которых стало известно в конце прошлого года, были проявлением спонтанной формы прионной болезни и что такие инциденты случались и ранее.

Впрочем, иные полагают, что заболевшие коровы из Северной Америки получили прионы с кормом. Тем самым поддерживается точка зрения, что прионы – это белковый аналог вирусов, т.е. они являются инфекционными агентами (хотя известно, что прионные болезни могут носить наследственный характер или возникать спонтанно). А раз так, то коровье бешенство можно искоренить, вводя строгие карантинные меры. Не обращая внимания на новейшие данные, касающиеся биологии прионов, можно помешать созданию эффективной программы по защите населения США от смертоносных агентов. Нужно не ограничиваться введением карантина и строгих мер контроля, а проводить масштабное тестирование на наличие прионов, пока не разразилась эпидемия.

емом образце, до концентрации, позволяющей измерению. В случае успеха можно было бы использовать для анализа пробу крови, а не головной мозг животного (нынешние методы недостаточно чувствительны, чтобы обнаружить следовые количества *PrP<sup>Sc</sup>* в крови). Клаудио Сото (Claudio Soto) из *Serono Pharmaceutical* в Италии уже попытался реализовать эту идею. Он смешал образцы тканей мозга двух

хозяек (здорового и больного скрепи) и обработал смесь ультразвуком, с тем чтобы дезинтегрировать ступки *PrP<sup>Sc</sup>*. Высвободившиеся молекулы аномального приона тут же трансформировали нормальные молекулы, и в результате доля нечувствительных к протеиназам *PrP<sup>Sc</sup>* в образце увеличилась в 10 раз.

В основе альтернативного подхода лежит использование особенностей ▶

### ОБ АВТОРЕ:

**Стэнли Прузинер** – профессор нейробиологии и биохимии Медицинской школы Калифорнийского университета в Сан-Франциско, член Национальной академии наук и Американского философского общества. В 1997 г. получил Нобелевскую премию по физиологии и медицине за открытие и исследование прионов.

## РАЗНООБРАЗИЕ ПРИОНОВ

Одна из особенностей прионов, делающая их похожими на вирусы, – разнообразие форм. Прионы, как и вирусы, могут принадлежать к разным «штаммам», слегка отличающимся друг от друга. Штамм в данном случае – это  $PrP^{Sc}$  с определенной конформацией. Как она связана с биологическими свойствами приона – никому не известно, хотя вызываемые разными прионными штаммами заболевания различаются. Что касается человека, то такие патологии, как болезнь Крейтцфельда–Якоба, куру, фатальная инсомния и болезнь Гертсмана–Штресслера–Шайнкера, ассоциированы с патогенными прионами разных штаммов, а скрепи у овец вызывают прионы 20 разновидностей. Возможно, и ГЭДС – это не одно, а целая группа сходных, но все же не идентичных заболеваний. Так, у 23-месячной коровы из Японии и одной коровы из Словакии  $PrP^{Sc}$  был сконцентрирован в среднем мозге, в то время как в большинстве известных случаев он накапливался в стволе головного мозга.

Необходимость идентификации прионных штаммов стала очевидной после того, как были проведены эксперименты на овцах, которым вводили ГЭДС-прионы. Овцы одной из пород, имеющие генотип  $ARR/ARR$  (буквы обозначают аминокислоты в молекуле приона), устойчивые к скрепи, заболели после введения им ГЭДС-прионов. Тот факт, что животные могут быть невосприимчивы к одним прионам и чувствительны к другим, имеет большое значение для фермеров, занимающихся их разведением.

В некоторых европейских странах созданы программы по искоренению скрепи, в основе которых лежит скрещивание между собой овец с генотипом  $ARR/ARR$ . Однако создание таких генетически однородных популяций только повышает риск появления овец, несущих ГЭДС-прионы. А это, в свою очередь, создает серьезную угрозу людям, употребляющим в пищу баранину: в отличие от прионов, вызывающих скрепи, ГЭДС-прионы опасны для человека. Прежде чем реализовывать упомянутые программы, следует провести эксперименты на мышах, с тем чтобы сравнить патогенность ГЭДС-прионов, полученных от овец и от коров.

конформации аномальных прионов, а не их амплификация. Так, в одном из тестов мы с моими коллегами применили антитела, способные связываться либо с  $PrP^C$ , либо с  $PrP^{Sc}$ , но не с обоими прионами. Мишенью антитела служила часть прионовой молекулы, доступная при одной ее конформации и недоступная при другой. Такой способ тестирования не требует этапа протеиназной обработки, что очень важно, поскольку, как оказалось, одна из форм  $PrP^{Sc}$  чувствительна к протеиназам, и, обрабатывая ими образец для разрушения  $PrP^C$ , мы разрушали и аномальные прионы и тем самым недооценивали их количество.

Наш тест, который мы назвали конформационно-чувствительным иммунологическим анализом (*conformation-dependent immunoassay*, *CDI*), был разрешен к применению в Европе в 2003 г., и не исключено, что его чувствительности будет достаточно для

определения  $PrP^{Sc}$  в пробах крови. Уже доказана возможность применения нового теста для проверки молодых коров. Так, из Японии осенью 2003 г. поступило сообщение о возможном заболевании ГЭДС двух коров в возрасте 21 и 23 месяцев, не проявляющих никаких признаков неврологических нарушений. Подтвердить диагноз у второй из них удалось только с помощью *CDI*-теста – в стволе мозга у нее были обнаружены скопления аномальных прионов. Обычные тесты на  $PrP^{Sc}$  дали неоднозначные результаты.

В Европе проверке на наличие аномальных прионов подлежит крупный рогатый скот в возрасте более 30 месяцев, если он предназначен для убой (в Германии порог ниже – 24 месяца), поэтому случай, аналогичный произошедшему в Японии, там был бы невозможен. Вначале правительство Японии намеревалось ввести у себя в стране правила тестирования, при-

нятые Европейским союзом, но адвокаты потребителей настояли на том, чтобы проверку проходило каждое забитое животное.

### Многоликость и вездесущие

Работая над созданием теста, мы выявили один интересный факт. Как уже упоминалось, популяция прионов весьма неоднородна – это семейство белков с разной устойчивостью к протеиназам. Более того, оказалось, что чувствительные к протеиназам формы  $PrP^{Sc}$  появляются в организме гораздо раньше, чем устойчивые. Может быть, первые из упомянутых форм – предшественники вторых? Ответить на вопрос мы пока не можем. Так или иначе, только тесты, способные обнаруживать чувствительные к протеиназам прионы, позволят диагностировать болезнь задолго до появления симптомов и тем самым предотвратить попадание на рынок зараженных мясных продуктов и вовремя начать лечение инфицированных больных. К счастью, *CDI*-тест дает возможность обнаруживать чувствительные к протеиназам формы  $PrP^{Sc}$  в крови грызунов и людей, страдающих БКЯ, даже при очень низкой их концентрации.

Охота за прионами, попавшими в кровь, принесла еще один сюрприз. Вместе с Патриком Боском (Patrick Bosque) из Колорадского центра здравоохранения мы обнаружили прионы в мышцах задних конечностей мыши в концентрации, в 100 тыс. раз большей, чем в крови (прионы присутствовали и в мышцах других групп, но в гораздо меньшем количестве). Майкл Бикс (Michael Beekes) из Института Роберта Коха в Берлине обнаружил высокую концентрацию  $PrP^{Sc}$  почти во всех мышцах хомяков, в корм которым добавлялись эти белки. Ученые из Калифорнийского университета в Сан-Франциско Сафар и д'Армон нашли  $PrP^{Sc}$  в мышечных тканях некоторых больных, страдающих БКЯ.

### Новые методы терапии

Новые методы диагностики, несомненно, помогут обезопасить население



от заражения прионами через мясные продукты или переливаемую кровь, но это вряд ли принесет утешение тем, кто уже болен смертельным недугом. Поэтому следующая цель ученых – поиск способов блокирования процесса трансформации нормальных прионов в патогенные или повышение эффективности их разрушения в клетке. На сегодня идентифицировано более 20 соединений, либо подавляющих образование аномальных прионов, либо ускоряющих их устранение в культуре клеток. Некоторые из соединений продлевают жизнь мышам и хомякам, когда они вводятся им вскоре после инокуляции прионов, но ни одно не влияет на ход патологического процесса, если лечение начато с опозданием. К тому же многие соединения необходимо вводить в высоких дозах, что небезопасно для организма.

Лекарственные препараты должны преодолевать гематоэнцефалический барьер и проникать из крови в головной мозг. Карстин Курт (Carsten Korth) из Калифорнийского университета Сан-Франциско, Каэдзуми Дахура (Katsumi Doh-ura) из Университета Киушу в Японии и Байрон Коги (Byron Caughey) из Национального института по исследованию аллергии и инфекционных болезней независимо друг от друга показали, что некоторые из уже известных препаратов, действующих на головной мозг, такие как торазин (его применяют для лечения шизофрении), подавляют трансформацию прионов в культуре клеток. Еще более эффективен противомаларийный агент хинакрин, близкий по структуре к торазину.

Хинакрин оказывает слабый положительный эффект в отношении животных. Ученые вводили его мышам начиная с 60-х суток после инъекции в головной мозг аномальных прионов и обнаружили, что инкубационный период у леченых мышей увеличился на 20%. Мои коллеги из Калифорнийского университета Сан-Франциско Барнаби Мэй (Barnaby May) и Фрэд Коэн (Fred E. Cohen) попытались повысить эффективность действия хинакрин. Для

этого они соединили вместе две его молекулы и показали, что такой димер в 10 раз более активен, чем обычный хинакрин.

Другой подход к лечению состоит в использовании антител, подавляющих образование  $PrP^{Sc}$  в культуре клеток. Обнаружено, что при введении антител мышам, которым предварительно в кишечник (а не в головной мозг) были инъецированы прионы, наблюдалось увеличение инкубационного периода. Что касается человека, то антиприонная терапия пока была применена лишь в нескольких случаях: это больные БКЯ, а также спонтанной и генетически обусловленной формами, которые получали хинакрин перорально. Конечно, вылечить их не удалось, но жизнь их была на какое-то время продлена.

Врачи попытались использовать для лечения больных вариантной формой БКЯ пентозанполисульфат – препарат, применяющийся при заболеваниях мочевого пузыря. Молекула этого вещества несет сильный электрический заряд и не может преодолеть гематоэнцефалический барьер, поэтому лекарство вводят непосредственно в один из желудочков головного мозга. У одного молодого человека, больного ВБКЯ, отмечалось некоторое замедление патологического процесса, но вряд ли пентозанполисульфат распространится по всему головному мозгу (по крайней мере, с другими заряженными молекулами этого не происходит), а потому эффект будет незначительным.

Прежде чем делать выводы об эффективности хинакрин и других противоприонных препаратов, необходимо провести тщательно контролируемые клинические испытания.

#### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

- Prions. Stanley B. Prusiner. 1997 Nobel Prize lecture. Available from the Nobel Foundation site at: [www.nobel.se/medicine/laureates/1997/index.html](http://www.nobel.se/medicine/laureates/1997/index.html)
- Prion Biology and Diseases. Second edition. Edited by Stanley B. Prusiner. Cold Spring Harbor Laboratory Press, 2004.
- Advancing Prion Science: Guidance for the National Prion Research Program. Edited by Rick Erdtmann and Laura B. Sivitz. National Academy Press, 2004.



На ранчо *Sunny Dene* в Матбоне, шт. Вашингтон, в декабре 2003 г. введен карантин. Теперь все коровы на соседних фермах находятся под наблюдением.

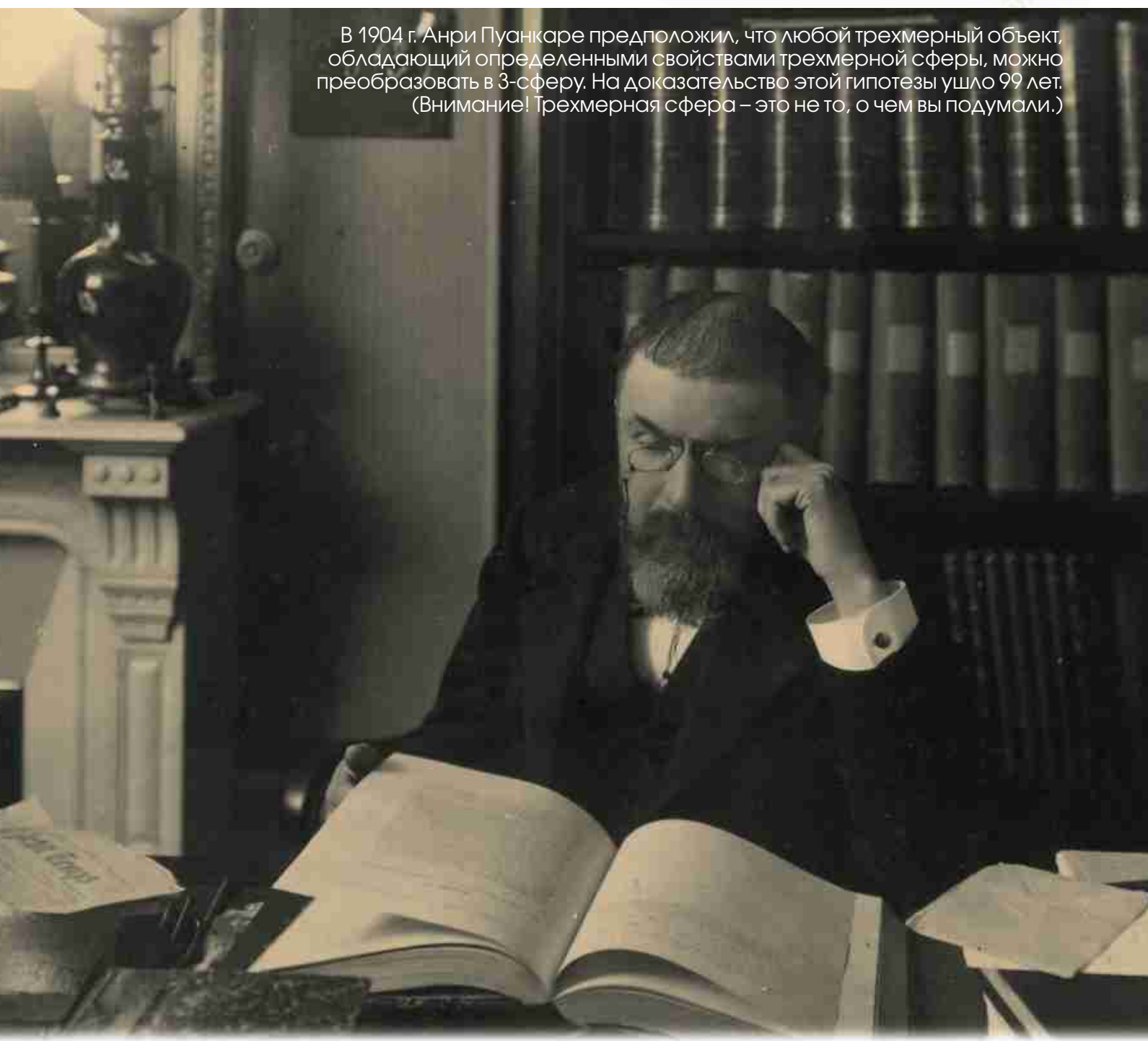
Трудности могут возникнуть уже на первом этапе, поскольку никто не знает, в каком режиме следует проводить терапию. Так, многие противораковые лекарства вводят периодически, чтобы снизить их токсическое действие.

Дорога к успеху будет долгой и трудной, но наметившийся прогресс дает надежду, что мы пойдем по ней гораздо быстрее, чем пять лет назад. Мы полагаем, что создание эффективных методов борьбы с прионными болезнями послужит предпосылкой к успешному лечению гораздо чаще встречающихся нейродегенеративных расстройств, как болезнь Альцгеймера, болезнь Паркинсона, боковой амиотрофический склероз. ■

# формы ПРОСТРАНСТВА

Грэхем Коллинз

В 1904 г. Анри Пуанкаре предположил, что любой трехмерный объект, обладающий определенными свойствами трехмерной сферы, можно преобразовать в 3-сферу. На доказательство этой гипотезы ушло 99 лет. (Внимание! Трехмерная сфера – это не то, о чем вы подумали.)



## РОССИЙСКИЙ МАТЕМАТИК ДОКАЗАЛ ВЫСКАЗАННУЮ СТО ЛЕТ НАЗАД ГИПОТЕЗУ ПУАНКАРЕ И ЗАВЕРШИЛ СОЗДАНИЕ КАТАЛОГА ФОРМ ТРЕХМЕРНЫХ ПРОСТРАНСТВ. ВОЗМОЖНО, ОН ПОЛУЧИТ ПРЕМИЮ В \$1 МЛН.

Оглянитесь вокруг. Окружающие вас предметы, как и вы сами, представляяют собой набор частиц, перемещающихся в трехмерном пространстве (3-многообразии), которое простирается во всех направлениях на многие миллиарды световых лет.

Многообразия – это математические построения. Со времен Галилея и Кеплера ученые успешно описывают действительность в терминах той или иной ветви математики. Физики считают, что все на свете происходит в трехмерном пространстве и положение любой частицы можно задать тремя числами, например, широтой, долготой и высотой (оставим пока в стороне высказанное в теории струн предположение о том, что помимо трех наблюдаемых нами измерений существуют еще несколько дополнительных).

Согласно классической и традиционной квантовой физике, пространство фиксировано и неизменно. В то же время общая теория относительности рассматривает его как активного участника событий: расстояние между двумя точками зависит от проходящих гравитационных волн и от того, сколько вещества и энергии расположено вблизи. Но и в ньютоновской, и в эйнштейновской физике пространство – бесконечное или конечное – в любом случае представляет собой 3-многообразие. Поэтому для полного понимания основ, на которые опирается почти вся

современная наука, необходимо разобраться в свойствах 3-многообразий (не меньший интерес вызывают 4-многообразия, так как пространство и время вместе образуют одно из них).

Раздел математики, в котором изучаются многообразия, называется топологией. Топологи прежде всего задались фундаментальными вопросами: каков самый простой (т.е. характеризующийся наименее сложной структурой) тип 3-многообразия? Есть ли у него столь же простые собратья или же он уникален? Какие вообще бывают 3-многообразия?

Ответ на первый вопрос известен давно: самым простым компактным 3-многообразием является пространство, называемое 3-сферой\*. Два других вопроса оставались открытыми на протяжении столетия. Лишь в 2002 г. на них ответил российский математик Григорий Перельман, который, судя по всему, сумел доказать гипотезу Пуанкаре.

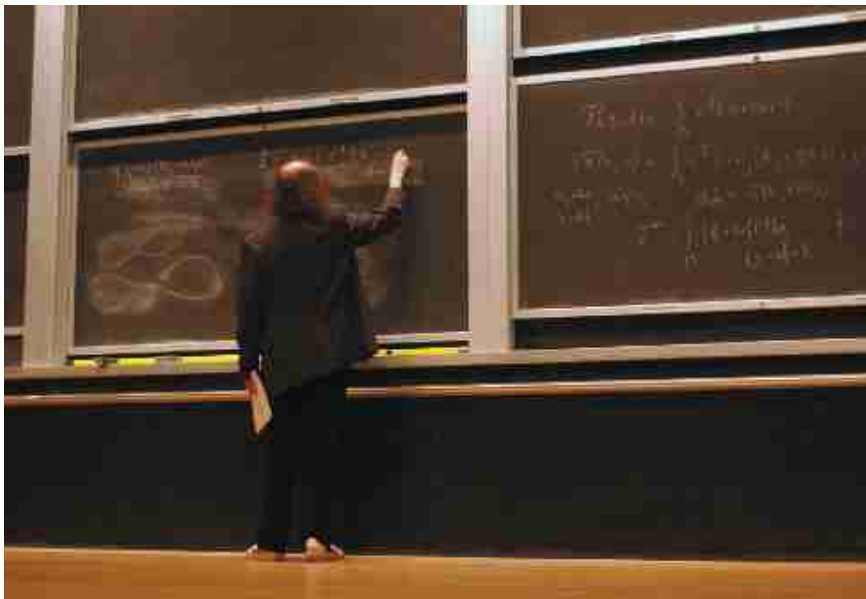
Ровно сто лет назад французский математик Анри Пуанкаре предположил, что 3-сфера уникальна и никакое другое компактное 3-многообразие не обладает теми свойствами, которые делают ее столь простой. У более сложных 3-многообразий есть границы, встающие как кирпичная стена, или множественные связи между некоторыми областями, похожие на лесную тропинку, которая то разветвляется, то снова

соединяется. Любой трехмерный объект со свойствами 3-сферы можно преобразовать в нее саму, поэтому для топологов он представляется просто ее копией. Доказательство Перельмана также позволяет ответить на третий вопрос и провести классификацию всех существующих 3-многообразий.

Вам потребуется изрядное воображение, чтобы представить себе 3-сферу (см. стр. 56–57). К счастью, у нее много общего с 2-сферой, типичный пример которой – резина круглого воздушного шарика: она двухмерна, поскольку любая точка на ней задается всего двумя координатами – широтой и долготой. Если рассмотреть достаточно маленький ее участок под мощной лупой, то он покажется кусочком плоского листа. Крошечному насекомому, ползающему по воздушному шару, он будет казаться плоской поверхностью. Но если козявка будет достаточно долго двигаться по прямой, то в конечном счете вернется в точку отправления. Точно так же 3-сферу размером с нашу Вселенную мы бы воспринимали как «обычное» трехмерное пространство. Пролетев достаточно далеко в любом направлении, мы бы в конце концов совершили «кругосветное путешествие» по ней и оказались бы в исходной точке.

Как вы уже догадались,  $n$ -мерная сфера называется  $n$ -сферой. Например, 1-сфера всем знакома: это просто окружность. ▶

\* Некомпактные многообразия бесконечны или имеют края. Далее рассматриваются только компактные многообразия.



Григорий Перельман излагает свое доказательство гипотезы Пуанкаре и завершение программы Терстона по геометризации на семинаре в Принстонском университете в апреле 2003 г.

### Проверка гипотез

Прошла половина столетия, прежде чем дело о гипотезе Пуанкаре сдвинулось с мертвой точки. В 60-х гг. XX в. математики доказали аналогичные ей утверждения для сфер пяти и более измерений. В каждом случае  $n$ -сфера действительно является единственным и простейшим  $n$ -многообразием. Как ни странно, получить результат для многомерных сфер оказалось легче, чем для 3- и 4-сферы. Доказательство для четырех измерений появилось в 1982 г. И только исходная гипотеза Пуанкаре о 3-сфере оставалась неподтвержденной.

Решающий шаг был сделан в ноябре 2002 г., когда Григорий Перельман, математик из Санкт-Петербургского отделения математического института им. Стеклова, отправил статью на сайт [www.arxiv.org](http://www.arxiv.org), где физики и математики со всего мира обсуждают результаты своей научной деятельности. Топологи сразу уловили связь работы российского ученого с гипотезой Пуанкаре, хотя напрямую автор ее не упомянул. В марте 2003 г. Перельман опубликовал вторую статью и весной того же года посетил США и провел несколько семинаров в Массачусетском технологическом институте и в Университете штата

#### ОБЗОР: ДОКАЗАТЕЛЬСТВО ГИПОТЕЗЫ ПУАНКАРЕ

- Целое столетие математики пытались доказать предположение Анри Пуанкаре об исключительной простоте и уникальности 3-сферы среди всех трехмерных объектов.
- Обоснование гипотезы Пуанкаре наконец появилось в работе молодого российского математика Григория Перельмана. Он также завершил обширную программу классификации трехмерных многообразий.
- Возможно, наша Вселенная имеет форму 3-сферы. Есть и другие интригующие связи математики с физикой элементарных частиц и общей теорией относительности.

Нью-Йорк в Стоуни-Брук. Несколько групп математиков в ведущих институтах тут же занялись детальным изучением представленных работ и поиском ошибок.

В Стоуни-Брук за две недели Перельман прочитал несколько лекций, выступая от трех до шести часов в день. Он очень четко изложил материал и ответил на все возникшие вопросы. До получения окончательного результата остался еще один незначительный шаг, но нет никаких сомнений в том, что он вот-вот будет сделан. Первая статья знакомит читателя с основополагающими идеями и считается полностью проверенной. Во второй статье освещаются прикладные вопросы и технические нюансы; она пока еще не вызывает такого же полного доверия, как ее предшественница.

В 2000 г. Институт математики им. Клея в Кембридже, штат Массачусетс, учредил премию в размере \$1 млн. за доказательство каждой из семи «Проблем тысячелетия», одной из которых считается гипотеза Пуанкаре. Прежде чем ученый сможет претендовать на приз, его доказательство должно быть опубликовано и в течение двух лет тщательно проверено.

Работа Перельмана расширяет и завершает программу исследований, проведенных в 90-х гг. прошлого века Ричардом Гамильтоном (Richard S. Hamilton) из Колумбийского университета. В конце 2003 г. труды американского математика были отмечены премией Института Клея. Перельману удалось блестяще преодолеть целый ряд препятствий, с которыми не смог справиться Гамильтон.

На самом деле доказательство Перельмана, правильность которого еще никому не удалось поставить под сомнение, решает гораздо более широкий круг вопросов, чем собственно гипотеза Пуанкаре. Предложенная Уильямом Терстоном (William P. Thurston) из Корнеллского университета процедура геометризации позволяет провести полную классификацию 3-многообразий, в основу которой положена 3-сфера, уникаль-



## МАТЕМАТИКИ ведущих институтов **ДЕТАЛЬНО ИЗУЧАЮТ** статьи Перельмана, проверяя каждую деталь и пытаюсь найти **ОШИБКИ**.

ная в своей возвышенной простоте. Если бы гипотеза Пуанкаре была ложной, т.е. существовало бы множество пространств столь же простых, как сфера, то классификация 3-многообразий превратилась бы в нечто бесконечно более сложное. Благодаря Перельману и Терстону у нас появился полный каталог всех допускаемых математикой форм трехмерного пространства, которые могла бы принять наша Вселенная (если рассматривать только пространство без времени).

### Резиновые бублики

Чтобы глубже понять гипотезу Пуанкаре и доказательство Перельмана, следует поближе познакомиться с топологией. В этом разделе математики форма объекта не имеет значения, как будто он сделан из теста, которое можно как угодно растягивать, сжимать и изгибать. Зачем же нам задумываться о вещах или пространствах из воображаемого теста? Дело в том, что точная форма объекта – расстояние между всеми его точками – относится к структурному уровню, который называют геометрией. Рассматривая объект из теста, топологи выявляют его фундаментальные свойства, не зависящие от геометрической структуры. Изучение топологии похоже на поиск наиболее общих черт, присущих людям, методом рассмотрения «пластилинового человека», которого можно превратить в любого конкретного индивида.

В популярной литературе часто встречается избитое утверждение, что с точки зрения топологии чашка ничем не отличается от бублика. Дело в том, что чашку из теста можно превратить в бублик, просто смяв материал, т.е. ничего не слепляя и не проделывая отверстий (см. рис. на стр. 58). С другой стороны, чтобы сделать бублик из шара, в нем непременно нужно сделать

дырку или раскатать его в цилиндр и слепить концы, поэтому шар – это совсем не бублик.

Топологов больше всего интересуют поверхности шара и бублика. Поэтому вместо сплошных тел следует представлять себе воздушные шарики. Их топология по-прежнему различна, поскольку сферический воздушный шарик невозможно преобразовать в кольцевой, который называется тором. Сначала ученые решили разобраться, сколько вообще существует объектов с различной топологией и как их можно охарактеризовать. Для 2-многообразий, которые мы привыкли называть поверхностями, ответ изящен и прост: все определяется количеством «дырок» или, что то же самое, количеством ручек (см. рис. на стр. 58).

К концу XIX в. математики поняли, как классифицировать поверхности, и установили, что самая простая из них – сфера. Естественно, топологи начали задумываться о трехмерных многообразиях: уникальна ли 3-сфера в своей простоте? Вековая история поисков ответа полна неверных шагов и ошибочных доказательств.

Анри Пуанкаре вплотную занялся этим вопросом. Он был одним из двух сильнейших математиков начала XX в. (другим был Давид Гильберт). Его называли последним универсалом – он успешно работал во всех разделах как чистой, так и прикладной математики. Кроме того, Пуанкаре внес огромный вклад в развитие небесной механики, теорию электромагнетизма, а также в философию науки, о которой написал несколько популярных книг.

Пуанкаре стал основателем алгебраической топологии и, используя ее методы, в 1900 г. сформулировал топологическую характеристику объекта, названную гомотопией. Чтобы определить гомотопию многообразия, нужно

мысленно погрузить в него замкнутую петлю (см. рис. на стр. 58). Затем следует выяснить, всегда ли можно стянуть петлю в точку, перемещая ее внутри многообразия. Для тора ответ будет отрицательным: если расположить петлю по окружности тора, то стянуть ее в точку не удастся, т.к. будет мешать «дырка» бублика. Гомотопия – это количество различных путей, которые могут воспрепятствовать стягиванию петли.

На  $n$ -сфере любую, даже замысловатую закрученную петлю всегда можно распутать и стянуть в точку. (Петле разрешается проходить через саму себя.) Пуанкаре предполагал, что 3-сфера – единственное 3-многообразие, на котором в точку можно стянуть любую петлю. К сожалению, он так и не смог доказать свое предположение, которое впоследствии стали называть гипотезой Пуанкаре. За прошедшие столетия многие предлагали свой вариант доказательства, но лишь для того, чтобы убедиться в его ошибочности. (Для простоты изложения я пренебрегаю двумя особыми случаями: так называемыми неориентируемыми многообразиями и многообразиями с краями. Например, у сферы с вырезанным из нее сегментом есть край, а петля Мебиуса не только имеет край, но также является неориентируемой.)

### Геометризация

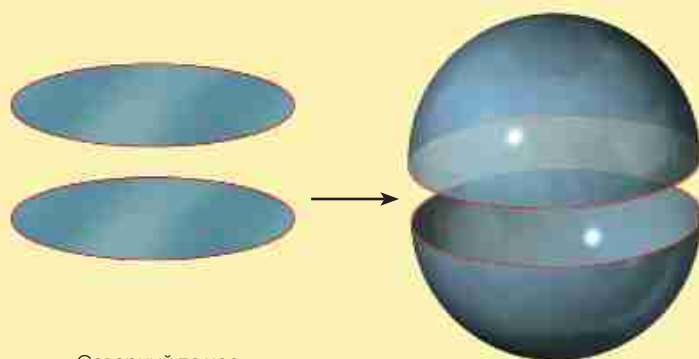
Проведенный Перельманом анализ 3-многообразий тесно связан с процедурой геометризации. Геометрия имеет дело с фактической формой объектов и многообразий, сделанных уже не из теста, а из керамики. Например, чашка и бублик геометрически различны, поскольку их поверхности изогнуты по-разному. Говорят, что чашка и бублик – два примера топологического тора, которому приданы разные геометрические формы. ▶

## МНОГОМЕРНАЯ МУЗЫКА СФЕР

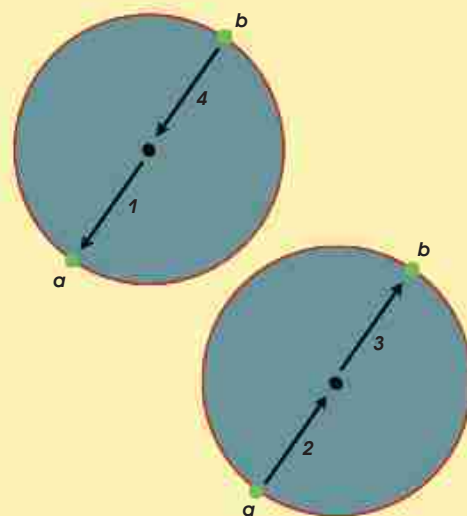
Не так-то просто представить себе 3-сферу. Математикам, доказывающим теоремы о многомерных пространствах, не приходится воображать себе объект изучения: они обращаются с абстрактными свойствами, руководствуясь интуитивными представлениями, основанными на аналогиях с меньшим числом измерений (к таким аналогиям нужно относиться с осторожностью и не принимать их буквально). Мы тоже будем рассматривать 3-сферу, исходя из свойств объектов с меньшим числом измерений.

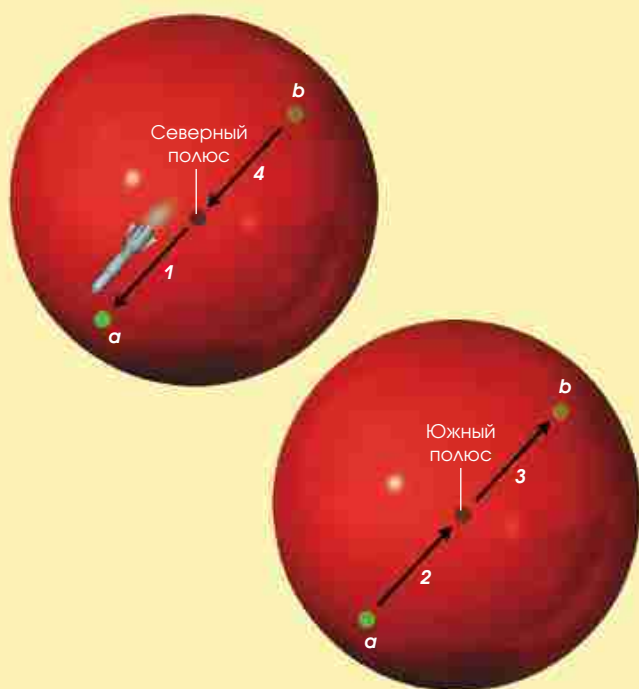
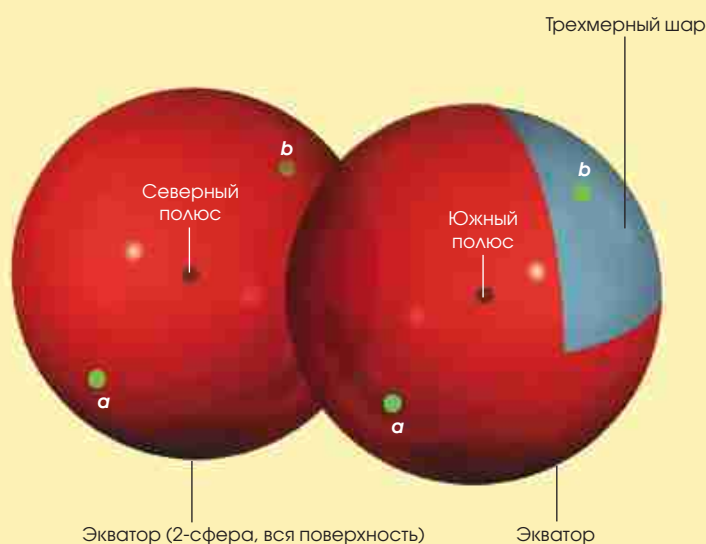
1. Начнем с рассмотрения круга и ограничивающей его окружности. Для математиков круг – это двумерный шар, а окружность – одномерная сфера. Далее, шар любой размерности – это заполненный объект, напоминающий арбуз, а сфера – это его поверхность, больше похожая на воздушный шарик. Окружность одномерна, потому что положение точки на ней можно задать одним числом.

2. Из двух кругов мы можем построить двумерную сферу, превратив один из них в Северное полушарие, а другой – в Южное. Осталось склеить их, и 2-сфера готова.



3. Представим себе муравья, ползущего с Северного полюса по большому кругу, образованному нулевым и 180-м меридианом (слева). Если мы отобразим его путь на два исходных круга (справа), то увидим, что насекомое движется по прямой линии (1) к краю северного круга (a), затем пересекает границу, попадает в соответствующую точку на южном круге и продолжает следовать по прямой линии (2 и 3). Затем муравей снова достигает края (b), переходит его и снова оказывается на северном круге, устремляясь к исходной точке – Северному полюсу (4). Заметьте, что во время кругосветного путешествия по 2-сфере направление движения сменяется на противоположное при переходе с одного круга на другой.





4. Теперь рассмотрим нашу 2-сферу и содержащийся в ней объем (*трехмерный шар*) и сделаем с ними то же самое, что с окружностью и кругом: возьмем две копии шара и склеим их границы вместе. Наглядно показать, как шары искажаются в четырех измерениях и превращаются в аналог полушарий, невозможно, да и не нужно. Достаточно знать, что соответствующие точки на поверхностях, т.е. 2-сферах, соединены между собой так же, как в случае с окружностями. Результат соединения двух шаров представляет собой 3-сферу – поверхность четырехмерного шара. (В четырех измерениях, где существуют 3-сфера и 4-шар, поверхность объекта трехмерна.) Назовем один шар северным полушарием, а другой – южным. По аналогии с кругами, полюса теперь находятся в центрах шаров.

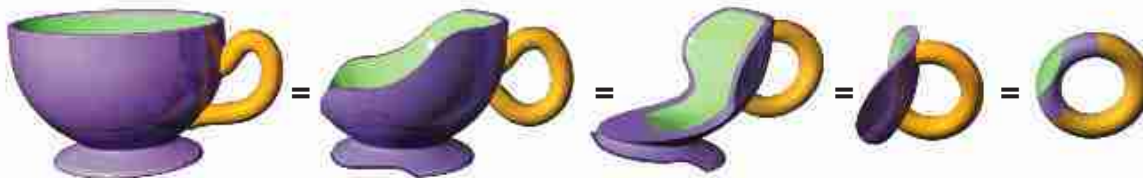
5. Вообразите, что рассмотренные шары – большие пустые области пространства. Допустим, из Северного полюса отправляется космонавт на ракете. Со временем он достигает экватора (1), которым теперь является сфера, окружающая северный шар. Пересекая ее, ракета попадает в южное полушарие и движется по прямой линии через его центр – Южный полюс – к противоположной стороне экватора (2 и 3). Там снова происходит переход в северное полушарие, и путешественник возвращается в Северный полюс, т.е. в исходную точку (4). Таков сценарий кругосветного путешествия по поверхности 4-мерного шара! Рассмотренная трехмерная сфера и есть то пространство, о котором идет речь в гипотезе Пуанкаре. Возможно, наша Вселенная представляет собой именно 3-сферу.

Рассуждения можно распространить на пять измерений и построить 4-сферу, но вообразить это чрезвычайно сложно. Если склеить два  $n$ -шара по окружающим их  $(n-1)$ -сферам, то получится  $n$ -сфера, ограничивающая  $(n+1)$ -шар.

## ТОПОЛОГИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ

**В ТОПОЛОГИИ** точная форма, т.е. геометрия, не имеет значения: объекты рассматриваются так, как будто они сделаны из теста и их можно растягивать, сжимать и перекручивать. Однако резать и склеивать ничего нельзя.

Таким образом, любой объект с одним отверстием, например, кофейная чашка (слева), эквивалентен бублику или тору (справа).



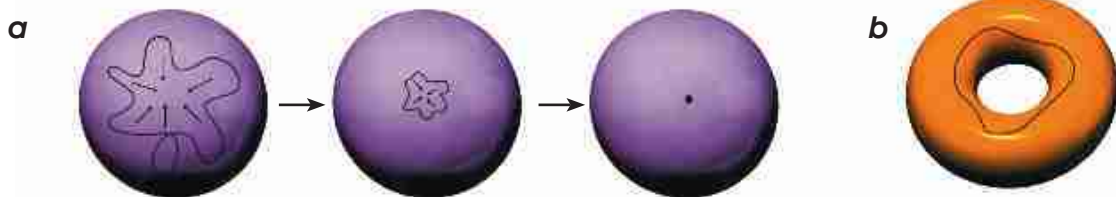
**ЛЮБОЕ ДВУМЕРНОЕ** многообразие или поверхность (ограничиваясь компактными ориентируемыми объектами) можно изготовить, добавляя к сфере (а) ручки. Прилепим

одну – сделаем поверхность 1 рода, т.е. тор или бублик (вверху справа), добавим вторую – получим поверхность 2 рода (b) и т.д.



**УНИКАЛЬНОСТЬ** 2-сферы среди поверхностей заключается в том, что любую вложенную в нее замкнутую петлю можно стянуть в точку (а). На торе этому может препятствовать среднее отверстие (b). У любой поверхности,

кроме 2-сферы, есть ручки, препятствующие стягиванию петли. Пуанкаре предположил, что 3-сфера уникальна среди трехмерных многообразий: только на ней любую петлю можно стянуть в точку.



Чтобы понять, зачем Перельман использовал геометризацию, рассмотрим классификацию 2-многообразий. Каждой топологической поверхности назначена уникальная геометрия, искривление которой распределено по многообразию равномерно. Например, для сферы – это идеально сферическая поверхность. Другая возможная геометрия для топологической сферы – яйцо, но его кривизна не везде распределена равномерно: острый конец изогнут сильнее, чем тупой.

2-многообразия образуют три геометрических типа (см. рис. на стр. 59).

Сфера характеризуется положительной кривизной. Геометризованный тор – плоский, ему свойственна нулевая кривизна. Все остальные 2-многообразия с двумя или более «дырками» имеют отрицательную кривизну. Им соответствует поверхность, похожая на седло, которое спереди и сзади изгибается вверх, а слева и справа – вниз. Такую геометрическую классификацию (геометризацию) 2-многообразий Пуанкаре разработал вместе с Паулем Кебе (Paul Koebe) и Феликсом Клейном (Felix Klein), именем которого названа бутылка Клейна.

Возникает естественное желание применить подобный метод к 3-многообразиям. Можно ли найти для каждого из них такую уникальную конфигурацию, у которой кривизна была бы распределена равномерно по всему многообразию?

Оказалось, что 3-многообразия гораздо сложнее своих двумерных собратьев и большинству из них нельзя поставить в соответствие однородную геометрию. Их следует разделять на части, которым соответствует одна из восьми канонических геометрий. Данная процедура напоми-



нает разложение числа на простые множители.

Такая процедура классификации впервые была предложена Терстоном в конце 70-х гг. прошлого века. Вместе с коллегами он обосновал большую ее часть, но доказательство некоторых ключевых моментов (включая гипотезу Пуанкаре) оказалось им не под силу. Уникальна ли 3-сфера? Достоверный ответ на этот вопрос впервые появился в статьях Перельмана.

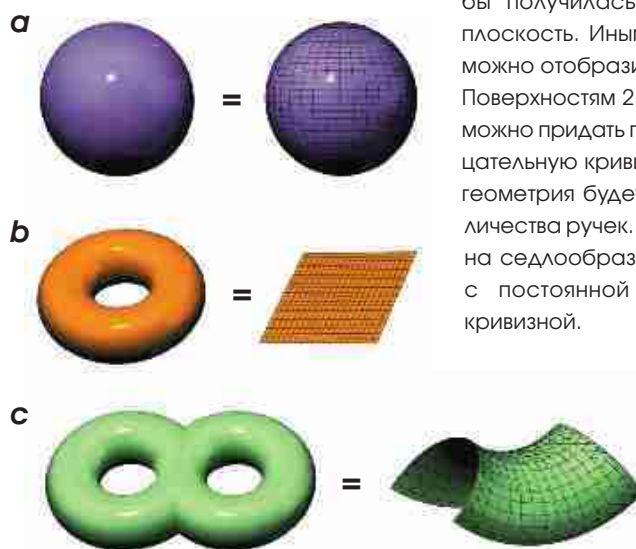
Каким же образом можно геометризовать многообразие и придать ему повсюду равномерное искривление? Нужно взять некую произвольную геометрию с различными выступами и углублениями, а затем сгладить все неровности. В начале 90-х гг. XX в. к анализу 3-многообразий приступил Гамильтон, который воспользовался уравнением потока Риччи, названным так в честь математика Грегорио Риччи-Курбастро (Gregorio Ricci-Curbastro). Оно в чем-то схоже с уравнением теплопроводности, которое описывает тепловые потоки, протекающие в неравномерно нагретом теле до тех пор, пока его температура не станет везде одинаковой. Точно так же уравнение потока Риччи задает такое изменение кривизны многообразия, которое ведет к выравниванию всех выступов и углублений. Например, если начать с яйца, то оно постепенно станет сферическим.

Однако Гамильтон столкнулся с определенными трудностями: в некоторых случаях поток Риччи приводит к пережиму многообразия и образованию бесконечно тонкой шейки. (В этом его отличие от теплового потока: в точках пережима температура была бы бесконечно большой.) Один из примеров – многообразие в форме гантели. Сферы растут, стягивая материал из перемычки, которая в середине сужается в точку (см. рис. на стр. 60). В другом случае, когда из многообразия выступает тонкий стержень, поток Риччи вызывает появление так называемой сигарообразной особенности. В правильном 3-многообразии окрестность любой точки является кусочком обычного ▶

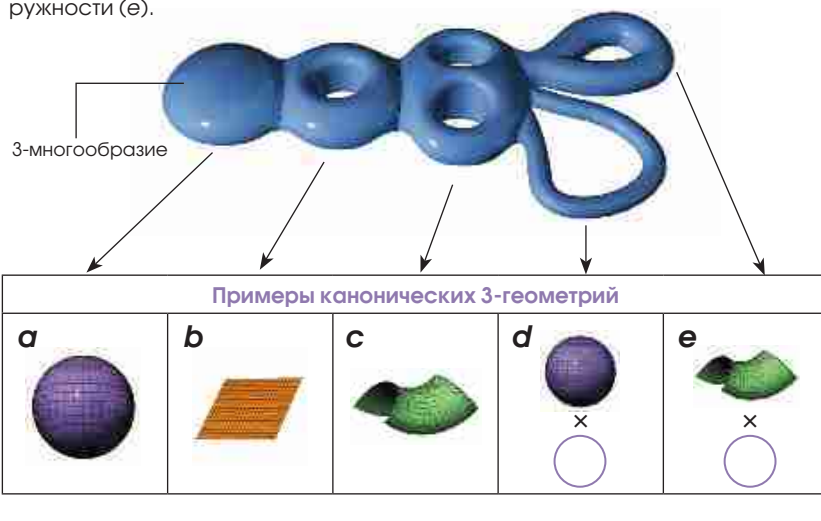
## ГЕОМЕТРИЗАЦИЯ

**ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ** 2-многообразий можно воспользоваться униформизацией или геометризацией: поставить им в соответствие определенную геометрию, жесткую форму. В частности, каждое многообразие можно преобразовать так, что его кривизна будет распределена равномерно. Сфера (a) – уникальная форма с постоянной положительной кривизной: она всюду изогнута как вершина холма. Тор (b) можно сделать плоским, т.е. всюду имеющим нулевую кривизну. Для этого его нужно разрезать и выпрямить. Полученный цилиндр следует разрезать вдоль и развернуть, что-

бы получилась прямоугольная плоскость. Иными словами, тор можно отобразить на плоскость. Поверхностям 2 рода и выше (c) можно придать постоянную отрицательную кривизну, при этом их геометрия будет зависеть от количества ручек. Ниже изображена седлообразная поверхность с постоянной отрицательной кривизной.



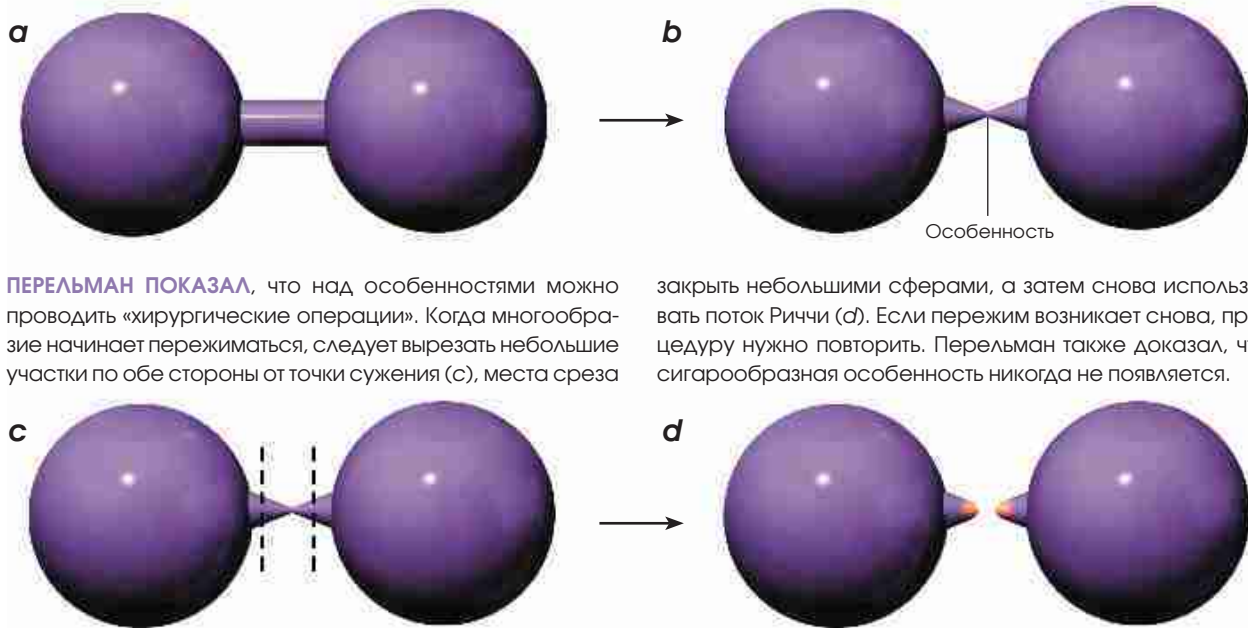
**КЛАССИФИЦИРОВАТЬ 3-МНОГООБРАЗИЯ** гораздо сложнее. 3-многообразие приходится разделять на части, каждую из которых можно преобразовать в одну из восьми канонических трехмерных геометрий. Приведенный ниже пример (для простоты изображенный в виде 2-многообразия синего цвета) составлен из 3-геометрий с постоянной положительной (a), нулевой (b) и постоянной отрицательной (c) кривизной, а также из «произведений» 2-сферы и окружности (d) и поверхности с отрицательной кривизной и окружности (e).



## БОРЬБА С ОСОБЕННОСТЯМИ

**ПЫТАЯСЬ ИСПОЛЬЗОВАТЬ** уравнение потока Риччи для доказательства гипотезы Пуанкаре и геометризации 3-многообразий, ученые столкнулись с трудностями, которые сумел преодолеть Григорий Перельман. Применение потока Риччи для постепенного изменения формы 3-многообразия иногда приводит к возникновению особенно-

стей. Например, когда часть объекта имеет форму гантели (а), трубка между сферами может оказаться пережатой до точечного сечения, нарушающего свойства многообразия (b). Также не исключено появление так называемой сигарообразной особенности.



**ПЕРЕЛЬМАН ПОКАЗАЛ**, что над особенностями можно проводить «хирургические операции». Когда многообразие начинает пережиматься, следует вырезать небольшие участки по обе стороны от точки сужения (с), места среза

закрывать небольшими сферами, а затем снова использовать поток Риччи (d). Если пережимается снова, процедуру нужно повторить. Перельман также доказал, что сигарообразная особенность никогда не появляется.

трехмерного пространства, чего нельзя сказать о сингулярных точках пережима. Преодолеть это затруднение помогли работы российского математика.

В 1992 г. после защиты кандидатской диссертации Перельман прибыл в США и провел несколько семестров в университете штата Нью-Йорк в Стоуни-Брук, а затем два года в Калифорнийском университете в Беркли. Он быстро заслужил репутацию восходящей звезды, получив несколько важных и глубоких результатов в одном из разделов геометрии. Перельман был удостоен премии Европейского

математического общества (от которой он отказался) и получил престижное приглашение выступить на Международном конгрессе математиков (которое он принял).

Весной 1995 г. ему были предложены должности в нескольких знаменитых математических учреждениях, но он предпочел вернуться в родной Санкт-Петербург и по существу исчез из поля зрения. На протяжении многих лет единственным признаком его деятельности были письма прежним коллегам с указанием ошибок, допущенных в опубликованных ими статьях. Запросы о состоянии его собст-

венных работ оставались без ответа. И вот в конце 2002 г. несколько человек получили от Перельмана электронное письмо, сообщавшее о статье, которую он отправил на математический сервер. Так началось его наступление на гипотезу Пуанкаре.

Перельман добавил к уравнению потока Риччи новый член. Внесенное изменение не устранило проблему особенностей, но позволило провести гораздо более глубокий анализ. Российский ученый показал, что над многообразием в виде гантели можно провести «хирургическую» операцию: отрезать тонкую трубку по обе стороны от появляющегося пережима и заделать торчащие из шаров открытые трубки сферическими колпачками. Затем следует продолжать изменение «прооперированного» многообразия в соответствии с уравнением потока Риччи, а ко всем возникающим пережимам

## ОБ АВТОРЕ:

Кандидат физико-математических наук **Грэхем Коллинз** (Graham P. Collins) работает редактором журнала *Scientific American*. Дополнительная информация о теореме Пуанкаре доступна на [www.sciam.com/ontheweb](http://www.sciam.com/ontheweb).

применять вышеописанную процедуру. Перельман также показал, что сигарообразные особенности появляться не могут. Таким образом, любое 3-многообразии можно свести к набору частей с однородной геометрией.

Когда поток Риччи и «хирургическую операцию» применяют ко всем возможным 3-многообразиям, любое из них, если оно столь же простое, как 3-сфера (иначе говоря, характеризуется такой же гомотопией), обязательно сводится к той же самой однородной геометрии, что и 3-сфера. Значит, с топологической точки зрения, рассматриваемое многообразие *и есть* 3-сфера. Таким образом, 3-сфера уникальна.

Ценность статей Перельмана заключается не только в доказательстве гипотезы Пуанкаре, но и в новых методах анализа. Ученые всего мира уже используют в своих работах результаты, полученные российским математиком, и применяют разработанные им методы в других областях. Оказалось, что поток Риччи связан с так называемой группой перенормировки, которая определяет, как изменяется сила взаимодействий в зависимости от энергии столкновения частиц. Например, при низких энергиях сила электромагнитного взаимодействия характеризуется числом 0,0073 (приблизительно  $1/137$ ). Однако когда два электрона сталкиваются лоб в лоб при скорости, почти равной скорости света, значение этой силы приближается к 0,0078. Математика, описывающая изменение физических сил, очень похожа на математику, описывающую геометризацию многообразия.

Увеличение энергии столкновения эквивалентно изучению силы на меньших расстояниях. Поэтому группа перенормировки подобна микроскопу с изменяемым коэффициентом увеличения, который позволяет исследовать процесс на разных уровнях детализации. Точно так же поток Риччи представляет собой микроскоп для рассмотрения многообразий. Выступы и углубления, видимые при одном увеличении, исчезают при другом. Вполне вероятно, что в масштабах длины Планка (около  $10^{-35}$  м) пространство, в котором мы



В октябре 1911 г. Анри Пуанкаре (сидит, беседуя с Марией Кюри) принял участие в первой Сольвеевской конференции по физике в Брюсселе. Сзади стоят Эрнест Резерфорд, Хейке Камерлинг-Оннес (открывший в том же году сверхпроводимость) и Альберт Эйнштейн. Это, видимо, была единственная встреча Эйнштейна и Пуанкаре, который скончался девять месяцев спустя.

живем, выглядит как пена со сложной топологической структурой (см. статью «Атомы пространства и времени», «В мире науки», №4, 2004 г.).

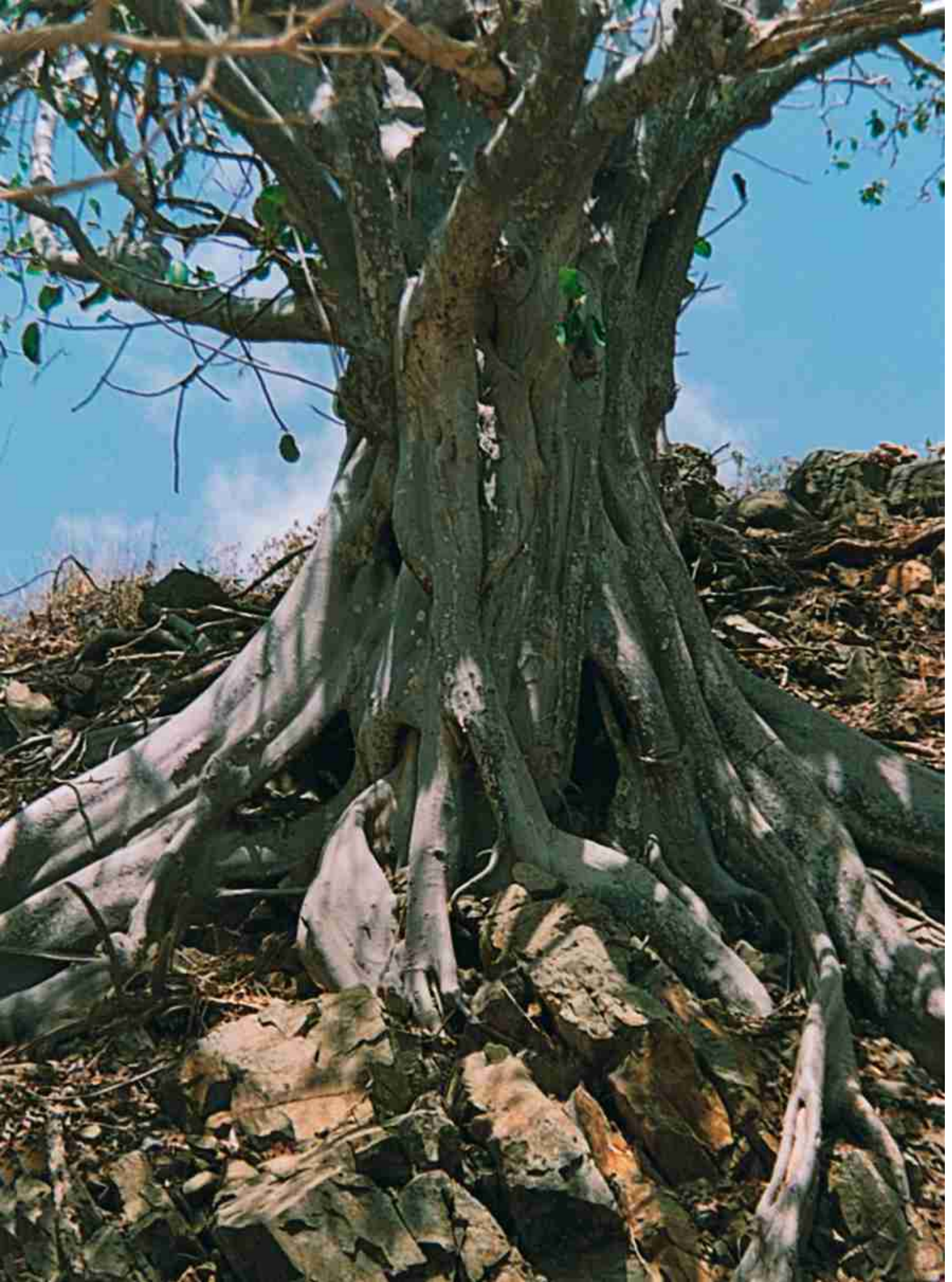
Кроме того, уравнения общей теории относительности, которые описывают характеристики гравитации и крупномасштабной структуры Вселенной, тесно связаны с уравнением потока Риччи. Как это ни парадоксально, член,

добавленный Перельманом к выражению, которое использовал Гамильтон, возникает в теории струн, претендующей на звание квантовой теории гравитации. Не исключено, что в статьях российского математика ученые найдут еще много полезной информации не только об абстрактных 3-многообразиях, но также и о пространстве, в котором мы живем. ■

#### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

- The Poincaré Conjecture 99 Years Later: A Progress Report. John W. Milnor. February 2003. Available at [www.math.sunysb.edu/~jack/PREPRINTS/poiproof.pdf](http://www.math.sunysb.edu/~jack/PREPRINTS/poiproof.pdf)
- Jules Henri Poincaré (biography). October 2003. Available at [www-groups.dcs.st-and.ac.uk/~history/Mathematicians/Poincare.html](http://www-groups.dcs.st-and.ac.uk/~history/Mathematicians/Poincare.html)
- Millennium Problems. The Clay Mathematics Institute: [www.claymath.org/millennium/](http://www.claymath.org/millennium/)
- Notes and commentary on Perelman's Ricci flow papers. Compiled by Bruce Kleiner and John Lott. Available at [www.math.lsa.umich.edu/research/ricciflow/perelman.html](http://www.math.lsa.umich.edu/research/ricciflow/perelman.html)
- Topology. Eric W. Weisstein in Mathworld-A Wolfram Web Resource. Available at [mathworld.wolfram.com/Topology.html](http://mathworld.wolfram.com/Topology.html)







# НА ГРАНИ стресса

Анна Леонова, Дарья Костикова

**стресс** можно определить как основную реакцию любого организма **на какое-либо возмущение** во внешней среде.

Современный человек постоянно живет на грани стресса – сомнений в этом ни у кого не возникает. Только подумайте: скверная экология, жесткий ритм городской жизни, агрессивная социальная среда, политическая нестабильность, финансовые кризисы и тд. От этого страдают все – взрослые и дети, нищие и олигархи, политики и рядовые труженики. Кто из нас хоть раз в жизни не произносил в сердцах: «Ах, это был такой стресс для меня!» Термин «стресс» стал привычным в нашем повседневном лексиконе. В это короткое и емкое слово мы вкладываем представления об изменениях своего поведения и целой гамме чувств и переживаний, возникающих в сложных ситуациях или при повышенной опасности, которые стали неотъемлемой частью современного образа жизни. Однако людям свойственно несколько драматизировать трудности текущего момента. Человеческое существование никогда не было легким. Вспомним историю: все развитие цивилизации начиная с древних времен и до наших дней сопровождалось сплошным, никогда не прекращающимся стрессом. Чего только не натерпелось многострадальное человечество за несколько тысячелетий своего существования! Голод, войны, болезни, природные катаклизмы,

столкновение интересов и глубинных человеческих страстей, необходимость адаптации к новым формам общественного мироустройства и смене технологий... Так было всегда! Нидерландский историк культуры Й. Хейзинга в книге «Осень Средневековья» так описывал мироощущение средневекового человека: «Народ не мог воспринимать и собственную судьбу, и творившееся вокруг иначе, как нескончаемое бедствие дурного правления, вымогательств, дороговизны, лишений, чумы, войн и разбоя. Затяжные формы, которые принимала война, ощущение постоянной тревоги в городах и деревнях, то и дело подвергавшихся нашествию всякого опасного сброда, вечная угроза стать жертвой жестокого и несправедливого правосудия – а помимо всего этого еще и гнетущая боязнь адских мук, страх перед чертями и ведьмами – не давали угаснуть чувству всеобщей незащитности, что вполне способно было окрасить жизнь в самые мрачные краски». Так неужели стресс – «достижение» современности? Или раньше просто меньше задумывались о том, что и почему чувствует человек, как он себя ведет в критических ситуациях? И как человечеству удалось выжить, если вся его история есть череда непрекращающейся ломки сложившихся механизмов адаптации.

## Многоликий стресс

Понятие стресса можно отнести к одной из базовых научных категорий, которая стала предметом изучения целого комплекса дисциплин: биологии и медицины, физиологии и психологии, наук об управлении, демографии, юриспруденции и даже политологии. В самом общем виде его можно определить как естественную приспособительную реакцию живого организма на любое возмущение в окружающей среде. Это понятие, возникшее в физиологии в 30-х гг. XX в., очень быстро вышло за границы узкобиологической трактовки и стало широко использоваться как в науке, так и в житейской практике. Именно с помощью слова «стресс» мы привычно объясняем свои ошибки или неадекватные поступки при возникновении трудностей, целый букет острых эмоциональных реакций, а также возникающие впоследствии ощущения полного истощения, усталости и даже болезни. Удивительно, но такой короткий термин отражает три основных аспекта, на которых сконцентрировано внимание современных исследований стресса: (1) стресс как ситуация или присущие ей риск-факторы, требующие дополнительной мобилизации и изменений в поведении человека; ▶

Нередко **ЛЮДИ** не только не пытаются избежать стресса, но и сами кидаются ему **навстречу** в поисках **НОВЫХ ВПЕЧАТЛЕНИЙ** и ощущений.

(2) стресс как состояние, включающее целую палитру специфических физиологических и психологических проявлений; (3) стресс как отсроченные негативные последствия острых переживаний, нарушающих дееспособность и здоровье человека. Однако многоликость данного понятия мешает увидеть то, что за ним стоит. Вместе с тем если человек переживает стресс, то ему нередко требуется квалифицированная помощь, а для этого необходимо понимание биологических и психологических механизмов его развития и причины негативных последствий.

### Истоки развития научной концепции стресса

Основным вектором развития физиологии и медицины середины XIX – начала XX вв. стало формирование представлений об интегрированном функционировании организма как единого целого во всем многообразии взаимодействий с внешней средой. Существенный вклад в развитие данного направления внес, в частности, известный немецкий врач и патологоанатом Р. Вирхов. Согласно разработанной им теории клеточной патологии, всякое заболевание представляет собой сумму нарушений на клеточном уровне, а болезнь – это целостный процесс, имеющий определенную локализацию и причинно-следственную цепочку последовательных изменений. Он впервые показал со-

циальную природу многих распространенных заболеваний.

Непосредственным прародителем концепции стресса стал крупнейший французский физиолог К. Бернар. Он экспериментально разработал принципы поддержания постоянства внутренних сред организма, лежащих в основе теории гомеостаз. Для того чтобы выжить в постоянно изменяющихся внешних условиях, организм должен сохранять сбалансированный режим протекания жизненно важных функций в минимальном диапазоне допустимых изменений: для нормальной жизнедеятельности у нас должна поддерживаться постоянная температура тела, кровяное давление и осмотическое давление в клетках, состав крови, содержание кислоты в желудочном соке и многое другое. Любой выход за пределы допустимого диапазона чреват срывом механизмов адаптации, возникновением болезней и даже летальным исходом. Так, мы все знаем, что нормальная температура тела человека колеблется в пределах 36–37°C, а ее понижение или повышение от 34°C до 40,5°C представляет реальную угрозу его жизни, тогда как температура среды обитания может изменяться в пределах нескольких десятков градусов. Для того чтобы организм мог пластично адаптироваться и активно действовать в столь изменчивом внешнем мире, природа снабдила нас сложнейшими регуляторными механизмами, включающими слаженную работу нейрогуморальных, барьерных и выделительных систем.

Теория гомеостаза получила развитие в работах известного американского психофизиолога У. Кеннона, показавшего решающую роль вегетативной нервной системы и гормональной регуляции в формировании приспособительного поведения. Им впервые была продемонстрирована непосредственная связь между гуморальными механизмами энергетической мобилизации и возникновением эмоциональных реакций, определяющих целостный паттерн реагирования живого существа на осложнение ситуации.

Естественным развитием изучения природы адаптационных процессов стало создание концепции стресса.

### Кто «придумал» стресс?

Понятие стресса быстро вышло за границы сугубо профессионального использования и стало достоянием массового сознания. Однако, несмотря на «общедоступность», его содержание имеет глубокие естественнонаучные корни. Родоначальником концепции стресса являлся один из крупнейших физиологов XX в. Г. Селье. Он родился в 1907 г. в пригороде Вены, центре Австро-Венгерской империи, получил начальное медицинское образование в Праге, а затем в университетах Парижа и Рима. Спасаясь от нацизма, он эмигрировал в Америку и, проработав два года в знаменитом медицинском центре США – Университете Дж. Гопкинса, продолжил исследования в университете Макгилла в Канаде. Трудный путь эмигранта дал ему многое в плане формирования общенаучной философии мышления. Впитав принципы целостности анализа явлений, развиваемых в европейском естествознании, и пройдя школу «строгости эксперимента» в США, он смог увидеть нечто общее и уникаль-

#### ОБ АВТОРЕ:

**Леонова Анна Борисовна** – доктор психологических наук, профессор, заведующая лабораторией психологии труда факультета психологии МГУ. Область научных интересов: психология стресса, психология труда и организационная психология, психодиагностика, психологическая саморегуляция состояний.

ное в побочных результатах своих опытов над грызунами, которых подвергал различным вредоносным воздействиям. Результаты исследований дали ему основание сформулировать оригинальную концепцию общего адаптационного синдрома, для краткости обозначенного как стресс (от англ. *stress* – давление, напряжение, нажим). Впервые основные положения концепции были опубликованы им в статье, вышедшей в журнале *Nature* в ноябре 1936 г.

Появление этой публикации вызвало живой интерес у специалистов, поскольку содержащиеся в ней материалы радикально меняли существующие представления о природе реакции приспособления организма к воздействию разнообразных экстраординарных факторов. Селье показал, что вслед за воздействием какого-либо травмирующего агента (токсины, ожог, переохлаждение, облучение, болевой шок и др.) в организме животного помимо ожидаемых локальных нарушений происходит целый ряд неспецифических изменений, не имеющих прямого отношения к характеру воздействующего фактора. Это позволило ему определить стресс как защитную реакцию организма на повреждение как таковое, суть которой состоит в генерализованной мобилизации внутренних ресурсов для преодоления возникших затруднений. Им были описаны также закономерности проявлений синдрома стресса и его развития во времени.

### Триада признаков стресса

В опытах на грызунах, а позднее и на высших млекопитающих Селье обнаружил, что в ответ на любое агрессивное воздействие внешней среды в протекании физиологических процессов (прежде всего биохимических) происходит три типа характерных изменений. Они получили название классической триады признаков стресса. Во-первых, происходит увеличение коры надпочечников и резкий выброс в кровь катехоламинов (адреналина, норадреналина и их



производных), что приводит к мощному усилению вегетатики – учащению частоты сердечных сокращений и повышению тонуса сосудов, повышению тонуса мышц, усилению дыхания, обогащению состава крови кислородом и глюкозой. По сути дела, автоматически повышается готовность к экстренным действиям в сложной ситуации: бежать, драться, защищаться, прятаться и т.д.

Второй характерный признак стресса – точечное изъязвление слизистых желудка и кишечника. Этот на первый взгляд непонятный феномен объясняется тем, что в период острого реагирования на опасность работа организма перестраивается на режим траты сил, а процессы восстановления и накопления ресурсов блокируются. Выделение секретов во многих органах приостанавливается: в частности, сокращается секреция желудочного сока, что приводит к высушиванию слизистых и, как следствие, их естественной травматизации. Причина столь «жестокое» обращения организма с самим собой двояка. С одной

стороны, это защита от потребления чего-либо неподобающего в критической ситуации. С другой стороны, усвоение новых питательных веществ – «дорогостоящий» процесс, на который у организма в условиях повышенной активности нет средств (кстати, «заедание» неприятностей, которым грешат многие люди в стрессовой ситуации, – скорее форма пассивного ухода от активного реагирования на трудности.)

Третья составляющая триады – сморщивание лимфатических узлов и вилочковой железы – органов, связанных с поддержанием иммунитета. Однако нельзя утверждать, что при возникновении стрессовой ситуации иммунитет резко снижается. Напротив, описанный признак свидетельствует о резком повышении иммунной активности на первых этапах реагирования на опасность: формула крови быстро «омолаживается» за счет поступления в кровотоки большого количества лимфоцитов, синтеза тромбоцитов и др. Однако с течением времени этот ресурс быстро иссякает (см. *врез вверху*). ▶

За те годы, что прошли с тех пор, как Селье описал триаду признаков стресса, многое изменилось в научных представлениях о конкретных биохимических процессах и гормональной регуляции поведения на разных стадиях стресса. Исследователи обнаружили сложнейшие цепочки изменений метаболизма, открыли новые гормоны стресса, нейромедиаторы, разработали принципиально новые схемы анализа их функциональных взаимодействий. Всего этого не знал, да и не мог знать Селье. Однако как основные реперные точки, описывающие структуру проявлений общего адаптационного синдрома, выделенные им три группы симптомов стресса признаются всеми.

### Болезни стресса

Подтверждением тому, что именно описанная триада признаков соответствует главным проявлениям стресса на физиологическом уровне, служат типы болезней стрессовой этиологии, о которых так много говорят и пишут сегодня. Работу нашего организма в период возникновения стресса можно сравнить с осажденной крепостью. На ее защиту брошены все ресурсы, однако они не беспредельны. Либо

враг будет побежден и осада снята, либо крепость падет, поскольку никто не может обороняться вечно. Именно в этом случае возникают болезни стресса.

Многообразные соматические недуги, вызванные длительным или чрезмерным переживанием стресса, подразделяются на несколько категорий. Прежде всего это заболевания сердечно-сосудистой системы и органов дыхания (ишемическая болезнь сердца, инфаркты, гипертония, астмы), которые, по данным медицинской статистики, относятся к числу самых распространенных причин смертности в экономически развитых странах. Следующую категорию болезней чаще всего связывают с неправильным питанием, что не всегда верно. Речь идет о язвах желудка и двенадцатиперстной кишки, колитах, гастритах, от которых страдают люди, ведущие совершенно разный образ жизни. Зачастую они являются следствием длительного переживания или частого повторения травмирующих ситуаций. Например, проблемы с желудочно-кишечным трактом возникают или обостряются у студентов во время экзаменов. К третьей категории болезней стресса относят эндокринные расстрой-

ства и нарушения обмена веществ. Обеспечение экстренной энергетической мобилизации сил организма связано с выбросом в кровь большого количества гормонов, глюкозы и других пластических материалов для усиления метаболизма. Чрезмерная интенсификация данных процессов приводит к сбоям в работе соответствующих систем. Поэтому дисфункции щитовидной железы, сахарный диабет, гипоталамический синдром, ожирение можно считать следствием не только плохой экологии и качества питания, но и стресса. В последние десятилетия специалистами получены многочисленные доказательства того, что нарушения в работе иммунной системы при длительном стрессе ведут к онкологическим заболеваниям, аллергиям, понижают сопротивляемость организма к различным инфекциям. То есть подверженность многим болезням – от рака до легких простуд – плата за перенапряжение при стрессе.

В многообразии болезней стресса, от которых страдает современное человечество, легко просматривается их соответствие основным компонентам триады Селье и уязвимость образно названных им органов-мишеней, по которым стресс бьет в первую очередь. Однако болезни тела – только небольшая часть страданий и недугов, к которым приводит стресс. Физиологическая адаптация лежит в основе изменений в поведении, необходимых для преодоления сложных обстоятельств. Существенную роль в регуляции поведения играют психические процессы. Чрезмерное напряжение ведет к сбоям в поведенческой и психологической адаптации. Типичные для стресса болезни духа (неврозы, психотические реакции, психосоматические расстройства) и формы поведенческой дезадаптации (алкоголизм, наркомания, девиантное поведение) относятся к характерным нарушениям психического здоровья, о которых с тревогой говорят современные исследователи стресса.





## Если у вас **нет стресса** – значит, **вы умерли.**

### Продуктивные функции стресса

Печальная картина болезней и различных форм дезадаптации заставляет думать, что стресс – всегда плохо. Однако он дан нам природой как глобальный механизм мобилизации внутренних ресурсов для преодоления возникающих затруднений. Иначе ни одно живое существо не выжило бы в нашем изменчивом мире. Прототипы гормонов стресса участвуют в поддержании гомеостаза даже у примитивных многоклеточных организмов. При движении вверх по эволюционной лестнице происходит усложнение структуры адаптационных механизмов экстренного реагирования. Для высших млекопитающих, а тем более человека смысл существования не сводится к простому выживанию. Активное преодоление трудностей и достижение поставленных целей предполагают прежде всего постоянную готовность к конструктивной перестройке поведения, что надстраивает над базовыми механизмами физиологической адаптации сложные комплексы психологической и социальной регуляции активности.

Другими словами, стресс – это жизнь, которая позволяет человеку полноценно функционировать и развиваться. Однако в зависимости от того, какие результаты и какой ценой достигнуты человеком в ходе преодоления затруднений, стресс может оказаться продуктивным и деструктивным. В концепции Селье различают позитивный эустресс (*eu-stress*) и негативный дистресс (*distress*). В работах исследователей разграничение данных форм стресса ведется в терминах разных состояний напряженности – операциональной, связанной с эффективным использованием мобилизованных ресурсов для успешного решения проблем, и эмоциональной, выражающейся в дезорганизации поведения с сильной аффективной составляющей. Интересно, что в случаях продуктивного стресса

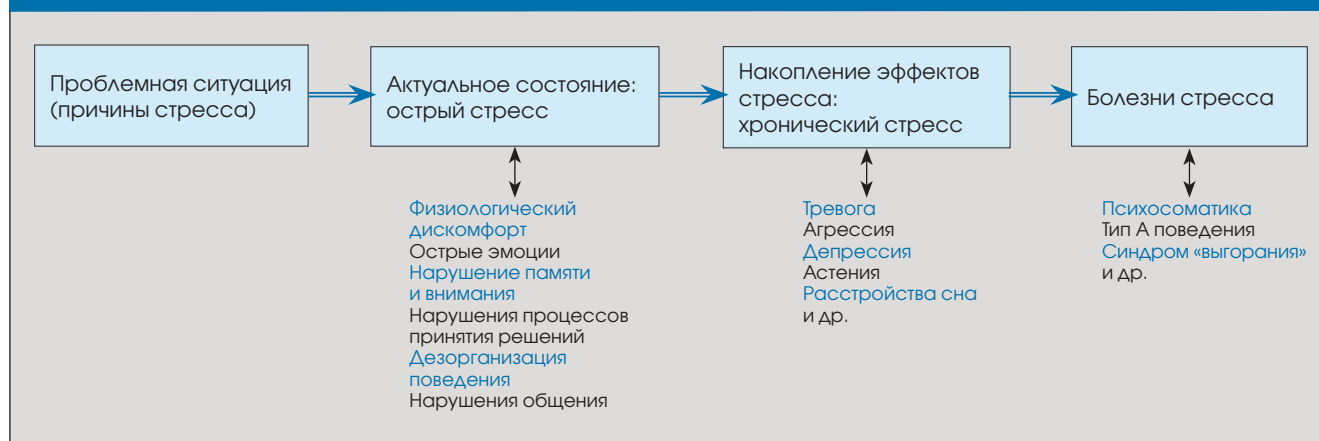
у человека обычно доминирует мотивация «на дело» («Каким способом лучше добиться желаемого результата?»), тогда как при деструктивном стрессе обычно сильнее выражена мотивация «на себя» («Как я буду выглядеть в этой ситуации?» или «Что будет со мной, если не справлюсь с заданием?»). Несмотря на разницу в терминологии, суть проблемы остается неизменной. Если стресс в принципе призван выполнять продуктивную функцию, обеспечивающую эффективное поведение в трудных условиях, то почему и когда возникают сбои в процессе адаптации, приводящие к развитию дистресса? На этот вопрос помогает ответить анализ стадий, выделяемых в динамике стресса на протяжении длительных отрезков времени.

### Динамика стресса во времени

Три основные стадии в развитии общего адаптационного синдрома были выделены еще Селье (см. врез слева). За описанной динамикой уровня активизации физиологических ресурсов четко прослеживаются связи с перестройкой функциональных систем обеспечения деятельности и, соответственно, изменений типов поведенческой активности (как это показано в работах П.К. Анохина, работах таких известных исследователей стресса, как М. Франкенхойзер, Р. Лазарус и др.). В общих чертах картина выглядит следующим образом. Первая стадия, которая называется *alarm reaction*, или стадия тревоги, характеризует момент столкновения организма со стрессовым воздействием. На этой стадии реакции возникают практически мгновенно и связаны с экстренной подготовкой к действиям в новых условиях. Поскольку изначально характер произошедшего не ясен, то в работу включается заданный природой механизм защитного реагирования *fight or flight* – «борьба или бегство», требую-

щий прежде всего мощной активизации энергетики. За коротким периодом приостановки текущей деятельности, который при чрезмерной интенсивности стресс-фактора может привести к шоку или даже летальному исходу, следует бурный всплеск нейрогуморальной и вегетативной активности, сопровождающейся сильными эмоциональными реакциями, которые хорошо известны каждому из личного опыта: перехватило дыхание, защемило сердце, пересохло в горле, замер от страха, эти первичные стрессовые реакции быстро переходят в повышенное возбуждение, гнев, ярость, волнение. На этой стадии резко возрастает мобилизация защитных сил, повышающих сопротивляемость организма. Далее следует стадия резистентности, или устойчивой сопротивляемости стрессу, выражающаяся в стойком повышении уровня адаптационных ресурсов. На этой стадии помимо усиления энергетической мобилизации происходит активизация функций внимания, памяти, мыслительных процессов, что дает возможность человеку найти адекватный способ преодоления затруднений и перестроить свое поведение. По сути дела, это стадия продуктивного напряжения, или *eu-stress*. Как только выход из сложной ситуации найден, развитие стресса прекращается и организм переходит на нормальный режим функционирования. Однако часто, несмотря на повышенную мобилизацию ресурсов, человек не находит позитивного разрешения ситуации, поиск новой тактики и стратегии поведения затягивается. В этом случае развивается дистресс, который в обыденном сознании, собственно, и связывают со стрессом. Для данного периода характерно появление элементов дезорганизации целенаправленного поведения: совершение случайных, необдуманных действий и ошибок, неоправданный риск, пассивное переживание и др. Именно в этот момент люди обращаются за ▶

## СТРЕСС КАК ДИНАМИКА СОСТОЯНИЙ



помощью к окружающим. Проблему на этой стадии часто может разрешить, например, телефонный звонок, под-сказка, совет, просто участие.

Однако если затруднение по-пре-жнему не преодолевается, стресс вступает в свою третью стадию – исто-щение, когда возникают серьезные нарушения биологической и психоло-гической адаптации. Данный этап чре-ват возникновением болезней стресса, причем затрагиваются и глубинные личностные процессы, регулирую-щие поведение человека, вследствие чего развиваются пограничные состо-яния. К ним относятся в первую оче-редь неврозы – обратимые состояния, связанные с нарушением психологи-ческих, эмоциональных и мотиваци-онных компонентов деятельности. Депрессия, агрессивность, тревога, фобии и т.д. – все это укоренившие-ся проявления последствий стресса на психологическом уровне, которые впоследствии могут перерасти в тяже-лые психические расстройства.

Человек, находящийся в состоянии стресса на стадии истощения, в пов-седневной жизни может долгое время производить впечатление физичес-ки и психически здорового. Однако что-то в характере подспудно меня-ется. Прекрасный специалист вдруг становится недееспособным (син-дром «выгорания»), добрый и мяг-кий человек превращается в раз-дражительного и подозрительного

субъекта и т.д. В таких случаях обы-чно говорят о сильных личностных деформациях. Это типичный и весьма распространенный вид нарушений, связанный, как правило, с выполне-нием социально значимых функций, профессиональной деятельностью, когда человек буквально превращает-ся в деспота. Заболевание распростра-нено среди врачей, педагогов, продав-цов, работников социальных служб. Каждый из нас, вероятно, не раз стал-кивался с подобными персонажами: учителем, который тиранит учеников, врачом, который, похоже, ненавидит пациентов и т.д. Причем в таких слу-чаях страдают не только окружающие, но и сама «зловредная личность».

Подобные нарушения либо пере-растают в конечном счете в тяжелые психосоматические клинические за-болевания, либо толкают своих жертв к аномальному, часто асоциальному поведению: суициду, наркомании, пьянству. В каждом конкретном случае можно проследить цепочку нанизыва-ющихся друг на друга неразрешенных стрессовых ситуаций, которые и при-водят к столь плачевным результатам (см. врез вверху).

### Каждому по стрессу

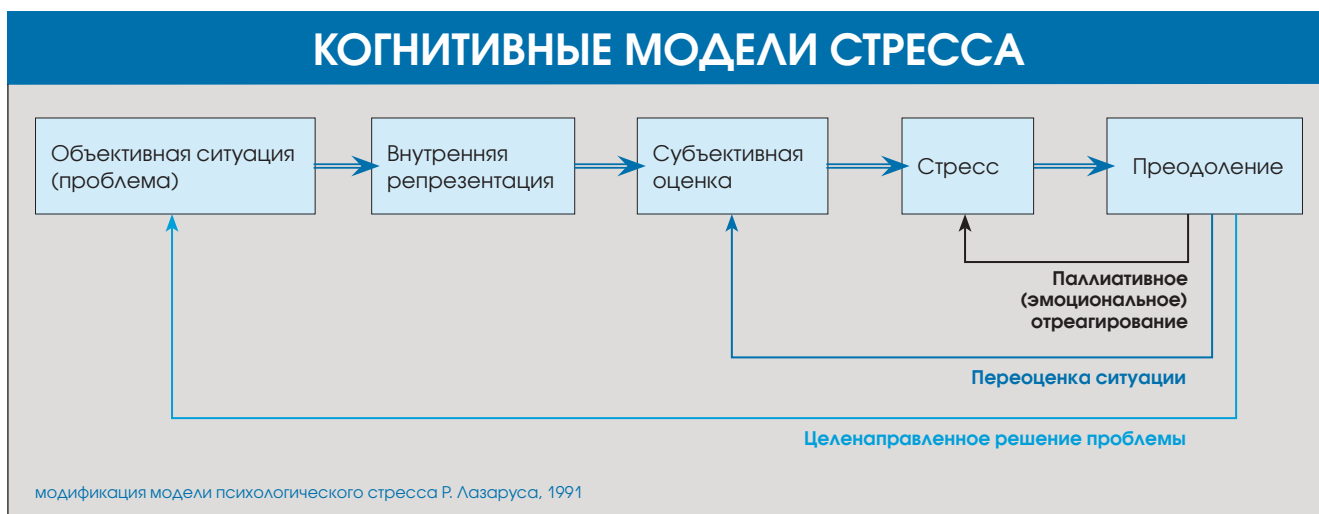
Концепция стресса связывает воеди-но тело, душу и поведение человека. Поэтому она получила признание не только в естественных науках, но и в социологии, демографии, поли-

тологии. Человек может испытывать стресс на индивидуальном уровне – семейный, профессиональный и т.д. В конфликт способна вступить груп-па индивидуумов – тогда речь идет о групповом или организационном стрессе, который возникает, напри-мер, в период распада коллектива или каких-либо внутрigrупповых дефор-маций. Реорганизация министерства чревата для сотрудников организа-ционным стрессом. Все эти частные случаи выливаются в популяционный стресс, индикаторами которого служит нарушение здоровья нации, снижение рождаемости, высокая смертность, раз-гул преступности. Узнаваемая картина, не так ли? При этом общество, по сути, существует как единый организм: оно страдает, нервничает, чувствует неуве-ренность в себе, болеет, раздражается. Причем каждый человек оказывается волей-неволей вовлечен в этот процесс крушения привычных устоев жизни, «социального гомеостаза».

### Теории, теории...

Концепция Селье основана на описа-нии процессов биологического ре-гулирования процессов в организме. Однако их нельзя механически пере-нести на область психологического и поведенческого функционирования. Не стоит также забывать о том, что те-ория стресса была разработана 70 лет назад, с тех пор и в самых разных об-ластях биологии, медицины и пси-

## КОГНИТИВНЫЕ МОДЕЛИ СТРЕССА



хологии произошла масса открытий, которые коренным образом изменили и расширили взгляд на многие вещи. Однако они не столько дали ответы на принципиальные вопросы, касающиеся стресса, сколько поставили новые. Например, как взаимосвязаны биологические, физиологические и поведенческие реакции? На этот вопрос нам еще предстоит получить ответ.

В психологии существуют две базовые концепции. Первая утверждает, что стресс – это определенная ситуация, объективная среда, внешние факторы, которые могут изменить поведение человека, а его личностная реакция является следствием воздействия данных обстоятельств. Согласно второй парадигме, стресс есть внутреннее состояние, которое переживает человек и которое может трансформироваться и переходить в хронические формы. Исходя из своей приверженности той или иной теории, специалисты пытаются изучать, диагностировать, управлять стрессом.

Однако истина скорее всего находится где-то посередине. Стресс – и сложная ситуация, и переживания человека, причем и то и другое имеет свою динамику. Вопрос в том, когда и каким образом обстоятельства становятся для человека стрессогенными.

Впервые обстоятельное изучение данной проблемы было предпринято одним из крупнейших психологов XX в. Р. Лазарусом (см. *врез вверху*).

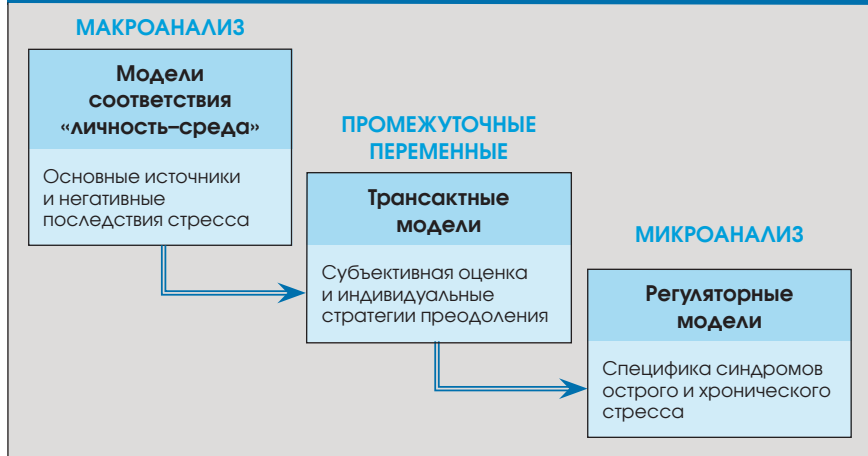
Он предложил когнитивную модель, которая рассматривает стресс как некую совокупность внешних факторов и внутренних проявлений, как опосредованное отношение человека к обстоятельствам. Любая ситуация чаще всего определенным образом воспринимается человеком (впрочем, бывает, что и не воспринимается, например, когда через несколько дней после взрыва на Чернобыльской АЭС люди вышли на первомайскую демонстрацию, не осознавая, что вокруг уже все заражено) и субъективно оценивается как значимая или не значимая. Часто эта оценка бывает не столько рассудочной, сколько эмоционально окрашенной. Т.е. два человека, оказавшиеся в одной и той же ситуации, будут реагировать на нее по-разному, в зависимости от характера, опыта, эмоционального настроения и др. Один не увидит в данной ситуации угрозы для себя и останется спокоен, а у другого возникнет ощущение тревоги, беспокойства, страха. Таким образом, стрессовая ситуация возникает в том случае, если обстоятельства субъективно воспринимаются как угрожающие. При этом не важно, реальная эта угроза или мнимая, важно то, что для человека она существует.

### Все на борьбу со стрессом

Чтобы противостоять агрессивной внешней среде, организм в первую очередь мобилизует физиологические защитные механизмы, а затем и психоло-

гические ресурсы. У каждого человека на протяжении жизни вырабатывается набор подходов, позволяющих справиться с ситуацией. Чем их больше, тем лучше человек адаптирован. Базовый биологический механизм на уровне инстинкта диктует: убежать, спрятаться, бороться! Природа снабдила нас также способностью эмоционального реагирования: смех, слезы, гнев. Жизнь средневекового человека была гораздо ярче, чем наша, окрашена эмоционально, и многочисленные описания покаянных процессий, горожан, в слезах внимающих проповеднику, или вассалов, рыдающих над гробом своего господина, не вымысел историографов, а правда той эпохи. Публичное выражение чувств считалось не только приемлемым, но и подобающим. Возможно, столь бурное и открытое изъяснение чувств помогало нашим предкам преодолевать стресс. Однако современное общество диктует жесткие нормы поведения, запрещающие человеку проявлять на людях подобные слабости, хотя они являются абсолютно нормальной реакцией, более того – механизм первичного снятия стресса. Недаром считается, что слезы приносят облегчение. Подавление эмоций может привести к серьезным нарушениям психики. Человек, способный смеяться от радости и плакать от горя, реагирует более естественным образом, чем закованная в непроницаемый панцирь и неподвластная чувствам «железная ▶

## МЕТА-МЕТОДОЛОГИЯ ОЦЕНКИ СТРЕССА



леди». Впрочем, во всем следует соблюдать меру. Сегодня существуют целые школы психотерапии, где людей учат вести себя естественным образом в стрессовой ситуации, выражать свои эмоции в пределах допустимых норм. Эмоциональное реагирование, кстати, непременно вызывает у окружающих встречное движение души – эмпатию, сочувствие, сострадание, которого в глубине души ждет даже жесткий человек, поскольку это тоже возможность снять стресс.

### Как управлять стрессом

В современной психологии распространено понятие копинг (от англ. *to cope* – совладать), т.е. умение справиться с трудной ситуацией. Иногда он может быть деструктивным, например, если человек уходит «в глухую защиту»: нет, этого не произошло; нет, этого не может быть. Но чаще всего в данное понятие вкладывается позитивный смысл: преодоление и благополучное разрешение кризисной ситуации. Существуют разные стратегии преодоления стресса. Одна из них – умение выражать эмоции. Другая – переоценка ситуации, построение иной картины событий. Например: я не получил пятерку на экзамене – ну и что? Тройка тоже положительная оценка, означающая «удовлетворительно». Третий путь – целенаправленные действия, позволяющие изменить не подлежа-

щую переоценке ситуацию, когда слезами горю тоже не поможешь.

Как только на уровне субъективной оценки обстоятельства перестают восприниматься как потенциально опасные, сложные или новые (именно таковы характеристики травмирующей ситуации), стресс прекращается. Для адекватного реагирования важно выяснить два момента: как человек воспринимает проблему и каковы пути ее разрешения. На этом основаны когнитивные техники управления стрессом. Во-первых, человек должен адекватно анализировать и осмысливать обстоятельства, во-вторых, необходимо расширить арсенал возможных действий, позволяющих сказать: я знаю, как совладать с данной проблемой. Люди зачастую годами не могут выйти из череды повторяющихся стрессовых ситуаций не потому, что они в принципе неразрешимы, а вследствие неумения правильно оценить положение и найти верное и по возможности безболезненное решение. Типичным примером служат семейные стрессы, когда люди, которых давно уже ничего не связывает, годами продолжают безрадостное сосуществование, ссылаясь на интересы детей, привычку, приверженность традициям, боязнь той боли, которая неизбежна при ломке привычного уклада и т.д. В результате стресс накапливается, страдают сами супруги, их дети и близкие. Неразрешенные конфлик-

ты приводят в конце концов к полной деформации личности супругов и их отношений. Стратегии преодоления стрессовых ситуаций позволяют выйти за рамки привычного реагирования, найти новые возможности решения проблем, совершить нечто, что раньше казалось невыполнимым или просто не приходило в голову.

### Стресс со всех сторон

Стресс – проблема многогранная. Ответив на один вопрос, мы оказываемся перед десятком других. Можно ли осуществлять профилактику стресса? Почему субъективная оценка ситуации часто не соответствует ее объективной сути? Необходим метод анализа, с помощью которого можно было бы описать объективную ситуацию, понять субъективное отношение человека к ней и выявить те проблемы, которые возникают как при длительном переживании, так и в момент острого стресса, т.е. рассмотреть ситуацию со всех сторон. На сегодняшний день в психологии не существует единой общепризнанной схемы анализа стресса. Выделяют три основные модели, которые позволяют в общих чертах описать и проанализировать стрессовую ситуацию и дать некие рекомендации.

Прежде всего это модель сбалансированного взаимодействия «личность-среда», которая дает возможность рассмотреть внешнюю обстановку и те требования, которые она предъявляет человеку, его возможности в данных обстоятельствах, а также негативные последствия, к которым может привести стресс: нарушение физического и психического здоровья, изменение поведения, неспособность полноценно работать и т.д. Вторая модель, основанная на когнитивной теории стресса, представляет собой анализ цепочки протекающих процессов от восприятия ситуации и требований среды к ее субъективной оценке и актуализации доступных стратегий преодоления стресса. В ней отражен тот способ, который «выбрал» человек для разрешения возникшей проблемы, и степень его успешности. Третья модель предлагает систематичес-



кий анализ самых разнообразных проявлений стресса, представленных в виде острых и хронических состояний.

Эти модели не исключают друг друга, поскольку стресс – одновременно и некий провоцирующий фактор, и личностное восприятие человека, и те средства, которыми он располагает для противодействия обстоятельствам, и само психофизиологическое состояние, в котором находится испытывающий стресс индивидум (см. *врез слева*). Последовательно рассмотрев все три выделенных аспекта, специалист может поставить диагноз, определить, какая именно форма стресса обрушилась на данного человека или группу людей, и попытаться им квалифицированно помочь. Для этого в лаборатории психологии труда факультета психологии МГУ была разработана комплексная система диагностики и профилактики стресса ИДИКС (см. *таблицу*). Это экспертная система, в которой на основе детальной диагностики причин, субъективных отношений к ситуации и типичных для конкретного человека проявлений острого и хронического стресса можно выделить основные «болевы́е точки» в его синдроме и целенаправленно выбрать наиболее подходящие способы их коррекции.

### О пользе стресса

Стресс – сам по себе не зло и не болезнь (хотя в своих крайних проявлениях может привести к ним), подобно тому как высокая температура является лишь следствием какого-либо воспалительного процесса и сигналом того, что организм с ним борется. Стресс следует расценивать как важнейший адаптационный механизм, позволяющий живому существу, попавшему в неблагоприятные условия, сконцентрироваться, напрячь все свои силы и найти оптимальный выход из затруднительной ситуации. Без него первое же препятствие стало бы для организма губительным. Более того, ни одно существо, будь то муравей, птичка или слон, не обходится без стресса. Его испытывает дерево, выросшее в расщелине скалы, и лань, бегущая от хищника, ребенок, на мгно-

КОМПЛЕКСНАЯ СИСТЕМА ДИАГНОСТИКИ СТРЕССА		
ОСНОВНЫЕ ШКАЛЫ	СУБШКАЛЫ	
<b>V1. Условия и организация труда (20 пунктов)</b>	1.1 1.2 1.3 1.4	Условия труда Интенсивность трудовых нагрузок Особенности содержания труда Организация трудового процесса
<b>V2. Субъективная оценка особенностей исполнения профессиональных задач (20 пунктов)</b>	2.1 2.2 2.3 2.4	Разнообразие задач Сложность задач Значимость задач Автономия исполнения
<b>V3. Вознаграждение за труд и социальный климат (20 пунктов)</b>	3.1 3.2 3.3 3.4	Социальные отношения Оплата (вознаграждение) за труд Обратная связь Контроль за исполнением
<b>V4. Переживание острого стресса (30 пунктов)</b>	4.1 4.2 4.3 4.4 4.5 4.6	Физиологический комфорт Когнитивная напряженность Эмоциональная напряженность Трудности в общении Затруднения в поведении Общее самочувствие
<b>V5. Переживание хронического стресса (30 пунктов)</b>	5.1 5.2 5.3 5.4 5.5 5.6	Тревога Агрессия Депрессия Астения Психосоматические реакции Нарушения сна
<b>V6. Личностные и поведенческие деформации (20 пунктов)</b>	6.1 6.2 6.3 6.4	Тип А поведения Признаки синдрома «выгорания» Невротические реакции Поведенческие риск-факторы
<b>V0. ОБОБЩЕННАЯ ОЦЕНКА – «Общий индекс стресса»</b>		
<b>Шкала социальной желательности (10 пунктов)</b>	<b>Индекс социальной желательности</b>	

вение потерявший маму из вида, и целая страна в лихую годину. Каждый день мы подвергаемся воздействию мелких стрессов, заставляющих нас поминутно решать житейские проблемы. Опоздал на работу, огрызнулся начальник, сын схватил двойку, сломался каблук, даже неожиданный дождь может в отсутствие зонтика обернуться стрессом. И так изо дня в день «закаляется сталь» нашего характера, мы учимся спокойнее реагировать на мелочи, трезво оценивать возникающие проблемы и планомерно их решать, строить взаимоотношения с людьми и в конечном счете сохранять свое внутреннее пространство.

Нередко люди не только не пытаются избежать стресса, но и сами кидаются ему навстречу в поисках новых впечатлений и ощущений, живут на грани, хмелея от бурления адреналина в крови – штурмуют горы и спускаются в морские глубины, пускаются в опасные авантюры и играют в азарт-

ные игры. Кстати, пристрастие многих к фильмам ужасов и боевикам – не что иное, как тяга к безопасному стрессу: страсти кипят, но только на экране. Таким образом, стресс зачастую превращается в потребность.

Если вдуматься, каждый прожитый нами день – это череда мелких стрессовых ситуаций; некоторые из них не лишены приятности, другие проходят почти незамеченными, третьи оставляют неприятный осадок. Опыт преодоления неприятностей позволяет сделать простой, но важный вывод: безвыходных ситуаций практически не бывает, жизнь всегда оставляет возможность справиться с неприятностями – надо только найти ее. Как бы то ни было, наше существование складывается из мелких и больших затруднений. И силы накапливаются по мере того, как мы находим пути их преодоления. А если вдруг у вас нет стресса – значит, вы умерли. ■

This is a circular diagram with a central face and radiating petals. The text is written in a circular pattern around the diagram and in a block at the top.



This is a circular diagram with a central face and radiating petals. The text is written in a circular pattern around the diagram and in a block at the top.

# загадка МАНУСКРИПТА ВОЙНИЧА

Гордон Рагг

Таинственный манускрипт может оказаться **ПОДДЕЛКОЙ** или бессмысленным **набором СИМВОЛОВ**.

В 1912 г. в иезуитском колледже, расположенном недалеко от Рима, американский коллекционер Вилфрид Войнич (Wilfrid Voynich) обнаружил манускрипт, который по отдельным деталям датировали 1450–1500 гг. Документ содержал письмо, написанное в XVII в., из которого следовало, что книга была приобретена в 1586 г. императором Священной Римской империи Рудольфом II.

На протяжении XVII в. ученые дважды пытались прочесть загадочный текст, после чего он исчез на 250 лет.

К расшифровке древней книги Войнич привлек самых известных криптографов своего времени, но и их усилия оказались тщетными. До сих пор лучшие специалисты планеты бьются над расшифровкой текстов, но возможно, никакого кода не существует и мы имеем дело с хаотическим набором графических символов.

Однако многие исследователи склонны думать, что произведение, состоящее из 230 страниц, написанных с учетом определенных за-

кономерностей, не может быть бессмыслицей.

Я пришел к выводу, что практически каждый может создать нечто подобное, используя систему кодировки, которая была известна еще в XIV в. Сторонники данной версии считают, что манускрипт мог быть продан Рудольфу II известным авантюристом Эдвардом Келли (Edward Kelley) за 600 дукатов, что в наши дни составило бы \$50 тыс.

## Взгляд маленького бога

Впервые было объявлено о загадке тайны манускрипта Войнич в 1921 г., когда Вильям Ньюборн (William Newborn), профессор философии Пенсильванского университета, заявил, что текст состоит из мелких штрихов (заметных лишь под увеличительным стеклом), из которых складывается античная греческая каллиграфия. Исходя из данной гипотезы, ученый считает, что автор произведения – философ Роберт Бэкон (Robert Bacon), живший в XIII в., немало написавший о научных достижениях своей эпохи, в том числе и об изобретении микроско-

па. Противники теории заявляли, что микроскопическими штрихами могут быть следы от чернил, которыми был написан документ.

В 1940 г. два криптографа-любителя Джозеф Филя (Joseph Feely) и Леонелл Стронг (Leonell Strong) заменили символы в манускрипте на буквы латинского алфавита, но им также не удалось прочесть древний текст. В конце Второй мировой войны группа военных криптографов, прославившихся тем, что взломали ▶



**ДОКУМЕНТ**, написанный на неизвестном языке, иллюстрирован изображениями небесных сфер, фантастических растений и обнаженных женщин. Оригинал манускрипта хранится в библиотеке Йельского университета.



Манускрипт Войнича может быть **НАПИСАН** с использованием **ЗАГАДОЧНОГО КОДА** или просто являться бессмысленным набором символов.

шифр японской армии, в свободное от работы время развлекалась дешифровкой древних манускриптов. Под их натиском пали все шифры, и только текст Войнича остался непобежденным.

Филолог-любитель Джон Стойко (John Stojko) в 1978 г. предположил, что документ был написан на базе украинского языка. По версии Стойко, из слов просто убрали гласные буквы. Однако предложение, переведенное им как «Взгляд маленького бога ищет пустоту», никоим образом не связано ни с иллюстрациями, ни с украинской историей.

В 1987 г. Лео Левитов (Leo Levitov), физик по образованию, заявил, что документ создан катарами и представляет собой набор слов из различных языков. К сожалению, перевод не имел ничего общего с верованиями секты еретиков, процветавшей в средневековой Франции.

Все подходы сводились к тому, что одни и те же слова в разных частях текста переводились различным образом. Так, в расшифровке, представленной Ньюболдом (Newbold), анаграмма *ADER* может означать слова ЧИТАТЬ, РИСКОВАТЬ и ДОРОГОЙ. Поэтому специалисты, занимавшиеся разгадкой тайны манускрипта, едины во мнении, что



трактовки текста слишком неоднозначны.

Может быть, мы имеем дело не с кодом, а с неизвестным нам языком? Несмотря на то что текст не поддается прочтению, мы видим в нем построения, которые следуют четким закономерностям. Наиболее известные слова можно встретить более двух раз в одной строке. Для пояснения данной гипотезы воспользуемся таблицей перевода символов манускрипта в латинские буквы (*см. врез справа*), благодаря которой мы прочтем следующее: *gokedy gokedy dal gokedy gokedy*. Так часто повторяемые одинаковые слова не встречаются ни в одном языке. В документе есть

только несколько фрагментов, где разные слова стоят рядом. Поэтому можно предположить, что текст нельзя отнести к какому-либо известному языку.

Возможно, что данный фолиант – либо искусная подделка, созданная для того, чтобы заработать деньги, либо творение безумного схоласта. Но такую версию отвергает стройное лингвистическое построение текста. Широко используемый слог *go* встречается только в начале слова. *Chek* может находиться также впереди, но если он употребляется в том же слове, что и *go*, то в этом случае *go* всегда стоит перед *chek*. Еще один широко используемый слог *dy* чаще всего располагается в конце и в начале слова, но в середине он не встречается никогда.

Соответственно, нельзя утверждать, что текст – хаотичный набор символов. Даже безумный схоласт, создавший свой язык, не смог бы написать произведение, в котором длина слова подчиняется закону бинома, гласившему, что наиболее распространенные слова состоят из пяти или шести букв, в то время как другие встречаются гораздо реже. При этом их количество уменьшается по определенной закономерности. Во всех известных языках слова различной длины распределяются в тексте по иной схеме, и слова, состоящие из большого количества букв, используются гораздо чаще. Кроме того, закон бинома был открыт значительно позже.

### Мнение эксперта

В любом случае – создан ли фолиант Войнича с помощью неизвестного кода или языка или представляет собой набор символов – ученым

### ОБЗОР: ЗАГАДКА СРЕДНЕВЕКОВЬЯ

- Долгое время считалось, что обнаруженный в 1912 г. манускрипт написан с использованием загадочного кода. Безуспешные попытки расшифровать документ натолкнули ученых на мысль о том, что текст не несет никакой информации.
- Современные исследования показали, что с помощью системы кодировки, известной в XVI в., можно создать текст, лишенный смысла и схожий с манускриптом Войнича.



## БУКВЫ

Символы, из которых составлен текст, можно обозначить буквами латинского алфавита. Внизу приведена таблица перевода 14 наиболее часто встречающихся символов.

Большинство слов текста могут быть разбиты на приставки, корни и суффиксы (таблица справа). Повторяемость слов в тексте выше, чем в любом известном языке.

Буква	Транскрипция	Буква	Транскрипция	Слово	Разбивка по слогам (приставка–корень–суффикс)
4	q	Ϸ	sh	40ϷϷ89	<b>qo-te-dy</b>
0	o	Ϸ	t	40ϷϷ89	<b>qo-tee-dy</b>
8	d	Ϸ	k	40ϷϷ89	<b>qo-ke-dy</b>
9	y	Ϸ	f	9ϷϷ89	<b>y-te-dy</b>
Ϸ	l	Ϸ	ckh	0ϷϷ80?	<b>o-ke-dor</b>
?	r	a	a		
Ϸ	ch	c	e		

пока не удастся его расшифровать. Несколько лет назад я и мой друг Джоан Хайд (Joan Hyde), изучив все методики, по которым наши предшественники пытались раскрыть тайну манускрипта, разработали новую тактику, позволившую решать экстраординарные научные задачи. Заключение о том, что текст не содержит элементов человеческого языка, было сделано на основании лингвистической экспертизы. Такая точка зрения была вполне убедительна, и мы начали разрабатывать версию, по которой манускрипт – подделка, хотя большинство исследователей придерживаются иного мнения. Однако мы пришли к заключению, что такая оценка больше основывается на эмоциях, чем на фактах. Ученым ранее не приходилось сталкиваться с такими рукописями.

Джордж Столфи (Jorge Stolfi), сотрудник бразильского университета в Кампинасе, изучал текст, используя

таблицы случайных сочетаний, состоящие из ячеек, где помещаются символы и слоги. Выбирая связь между тем и другим, можно составлять слова. Данный подход позволяет найти определенные закономерности. Если следовать методике Столфи, то первая колонка такой таблицы содержит приставку, например *qo*, которая встречается только в начале слова, вторая – корень, такой как *chek*, а третья – суффикс, например *y*. Выбирая слоги из таблицы, можно складывать слова, напоминающие текст манускрипта. Некоторые ячейки остаются пустыми, поэтому в некоторых словах могут отсутствовать приставки, корни и суффиксы.

### ОБ АВТОРЕ:

**Гордон Рагг** (Gordon Rugg) преподает в Кильском университете в Англии. В сферу его научных интересов входят проблемы обработки и анализа информации.

Другие особенности текста невозможно вложить в рамки приведенной выше схемы. К примеру, есть символы, которые никак не связаны друг с другом. Такие буквы, как *a*, *e*, *l* и сочетание *al*, появляются часто, в то время как *el* встречается очень редко. В итоге исследователи отказались от идеи написать текст с помощью таблиц.

Сегодня ученые считают, что в основе документа лежит случайный набор символов, но схоласт Средневековья мог иметь другой взгляд на случайности и закономерности. Я стал изучать возможность использования древней шифровальной машины. ▶

## АНГЛИЧАНИН Эдвард Келли, желая провести императора Рудольфа II, МОГ СТАТЬ АВТОРОМ документа.

### Сетка Кардана

Разрабатывая версию о том, что манускрипт – подделка, я постарался создать что-либо подобное. Сначала надо было решить: какой техникой воспользоваться? Ответ на этот вопрос зависел от того, когда был написан манускрипт. Располагая большим опытом в археологии, я предположил, что текст был написан до 1500 г. На такой вывод наталкивали иллюстрации, выполненные в стиле, характерном для конца XV в. Хотя не исключена возможность, что живописцы, желая состарить документ, могли воспроизвести иллюстрации

предыдущих эпох. Я изучил технику шифрования, которой пользовались в 1470–1608 г.

Самой перспективной методикой оказалась сетка Кардана, созданная в 1550 г. итальянским математиком Гироламо Кардано (Girolamo Cardano). С ее помощью зашифровывали и расшифровывали тексты. Используя сетку с тремя отверстиями, можно создать закономерность, по которой предлоги, корни и суффиксы складываются в слова.

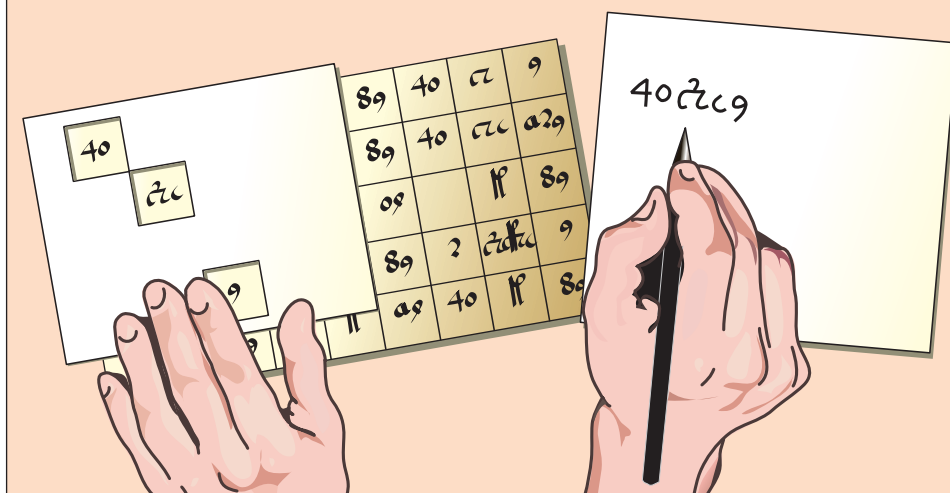
Среднестатистическая страница манускрипта состоит из 10–40

строк, включающих в себя от 8 до 12 слов. Используя тройную сетку с 36 строками и 40 колонками, можно охватить всю страницу. В первой колонке должны быть предлоги, во второй – корни, в третьей – суффиксы, а следующие колонки повторяют эту последовательность (см. врез внизу). Для того чтобы прочесть первое слово, надо приложить решетку к правому верхнему углу страницы, затем передвинуть на три колонки вправо и прочесть второе слово. Двигая решетку по тексту, можно получать сотни слов.

### ВОССОЗДАНИЕ МАНУСКРИПТА

40	ff	oe		ccff	89	40	cc	9
	cc	89	o	ff	89	40	cc	a29
o	ff	ae		ff	oe		ff	89
40	ff	9	40	ff	89	?	ccff	9
	cc	89		ff	ae	40	ff	89

qo	k	ol		chek	dy	qo	ch	y
	she	dy	o	k	dy	qo	che	ary
o	t	al		te	ol		k	dy
qo	ke	y	qo	k	dy	r	shckhe	y
	che	dy		k	al	qo	k	dy



Средневековый мошенник мог использовать сетку Кардана для изложения текста манускрипта. Он изготовил таблицу, в колонки которой вписал предлоги, корни и суффиксы (таблица и ее перевод вверху); затем, используя лист с тремя прорезями, выбрал символы для написания слов манускрипта (левый рисунок).

Я испробовал три сетки и на каждую потратил 2–3 часа, а всего было изготовлено 10 вариантов. За все время этой работы я получил от одной до двух тысяч слов. Отдельные закономерности никогда не встречаются при использовании таблиц и решеток, но если последовательные ячейки сетки находятся на разных строках, то слоги в горизонтальных ячейках не складываются в слова. Распределение длины слов по закону бинома может быть представлено в виде таблицы. Еще одна особенность – первые слова в строке длиннее, чем следующие за ними. Таким образом, напрашивается вывод о том, что метод решетки мог быть использован при написании манускрипта. Для того чтобы изложить текст и украсить его иллюстрациями, человеку потребовалось два-три месяца. Остается решить главный вопрос: содержит ли документ какую-нибудь информацию?

В ходе эксперимента мне удалось создать две модели использования таблиц и сеток для зашифровки и расшифровки. Согласно первой, букву обычного текста заменяют кодированными символами, которые впоследствии замещают предлоги и суффиксы по методике, описанной выше. По второй схеме, каждой букве присваивается определенный номер и с помощью сетки Кардана определяется ее место в шифровке. Полученные таким образом тексты, однако, не содержат такого количества повторяющихся слов, как мы видим в манускрипте. В том случае, если автор произведения использовал сетку, то скорее всего он задался целью написать красивую бессмыслицу, а не создать зашифрованный текст.

Проведенный анализ показал, что даже такой масштабный документ может быть подделкой. Такая версия находит подтверждение и в тех исторических событиях, которые происходили много веков назад. В 1580 г. Джон Ди (John Dee)

## СОВРЕМЕННОКИ МАНУСКРИПТА

Интересно, что при дворе императора Рудольфа II в Праге работали выдающиеся ученые Тихо Браге и Иоганн Кеплер.

Знаменитый датский астроном Тихо Браге (1546–1601) вошел в историю астрономии как пионер систематических наблюдений. На протяжении почти двух десятилетий он вел точные астрономические наблюдения в обсерватории «Ураниборг» на острове Вен в проливе Зунд, оборудованной уникальными инструментами. Наблюдения Тихо Браге стали той основой, на которой его ассистент и преемник Иоганн Кеплер вывел свои знаменитые три закона движения планет, ставшие торжеством гелиоцентрической системы Коперника и наполнившие ее реальным физическим содержанием.

Иоганн Кеплер (1571–1630) – известный немецкий астроном, математик. Кеплер поддерживал традиции Пифагора о гармонических отношениях основ мироздания. Кеплер более 30 лет потратил на поиски законов всеобщей гармонии мира, результатом которых стало открытие трех законов движения небесных тел (они впоследствии были использованы Исааком Ньютоном для обоснования закона всемирного тяготения), эфемерид положений планет «Рудольфовы таблицы» 1627 г., названные по имени его покровителя императора Рудольфа II, и более двух десятков многотомных трудов. Он был помощником Тихо Браге, его таблицами пользовался Кеплер при выводе своих законов движения небесных тел.

и Эдвард Келли (Edward Kelley), подданные королевы Елизаветы, посетили двор Рудольфа II. Келли был известным фальсификатором, мистиком и умел пользоваться сеткой Кардана. Некоторые эксперты называют именно его автором загадочной рукописи.

Находясь только на начальной стадии исследований, мы столкнулись с тем, что не все из возможных предположений были изуче-

ны нашими предшественниками. В частности, не была отработана версия о том, что текст манускрипта каким-то образом связан с болезнью Альцгеймера. Мы пытаемся установить связь между рукописью и симптомами этого заболевания. Не исключена возможность того, что древняя книга внесет свой вклад в современную нейрофизиологию. ■

### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

- The Voynich Manuscript: An Elegant Enigma. Mary E. D'Imperio. Aegean Park Press, 1978.
- The Queen's Conjuror: The Science and Magic of Dr Dee. Benjamin Woolley. Flamingo/HarperCollins, 2002.
- The Voynich Manuscript: An Elegant Hoax? Gordon Rugg in Cryptologia, Vol. 28, No. 1; January 2004.
- More information about the Voynich manuscript can be found on the Web at [www.keele.ac.uk/depts/cs/staff/g.rugg/voynich/](http://www.keele.ac.uk/depts/cs/staff/g.rugg/voynich/); [www.voynich.nu/](http://www.voynich.nu/); [www.dcc.unicamp.br/~stolfi/voynich/](http://www.dcc.unicamp.br/~stolfi/voynich/); and [mysite.freemove.com/philipneal-vms](http://mysite.freemove.com/philipneal-vms)



# искусство

## БОРЬБЫ СО СТРЕССОМ

По материалам беседы с профессором кафедры  
клинической психологии МГУ Еленой Соколовой



Мы живем в открытом мире, где **КАЖДУЮ СЕКУНДУ** что-то происходит. Техногенные катастрофы, избыток негативной информации, страх перед неопределенностью порождают **СТРЕССОВЫЕ СОСТОЯНИЯ**.

Стрессом мы часто называем то состояние крайнего напряжения всех физических и моральных сил, которое испытывает человек в современном мире. Что такое стресс и дистресс? Каковы причины их возникновения? Как влияют техногенные катастрофы, природные катаклизмы, военные конфликты и террористические акты на психику людей? Почему мы столь подвержены стрессам и как им противостоять?

О многих невероятных, но все же очевидных особенностях человеческого организма и психики узнали телезрители из беседы профессора Сергея Петровича Капицы с профессором кафедры клинической психологии МГУ Еленой Теодоровной Соколовой.

### Стресс и дистресс

В наши дни понятие «стресс» стало очень модным и распространенным. Именно им мы объясняем свое подавленное состояние, вызванное интенсивной работой, физическим или психическим перенапряжением, семейными проблемами, выходом на пенсию, смертью близкого человека, известиями о катастрофах и т.д. Не только обыватели, но и некоторые ученые склонны отождествлять биологический стресс с сильным эмоциональным напряжением, что в корне неверно, хотя нервное возбуждение и является одним из проявлений стресса.

Стресс не считается нарушением, это вполне естественное состояние, имеющее как позитивный, так и негативный аспект. Любая ситуация, будь то посещение театра, первый поцелуй, партия в шашки, спортивная победа,

способна вызвать стресс, который, однако, не причиняет никакого вреда организму. В современной психологии существуют два понятия: стресс как неспецифическая реакция активации биологических и психических возможностей организма на любое предъявленное ему требование, и дистресс – негативное эмоциональное стрессовое реагирование на ситуации, значительно превышающие адаптационные ресурсы человека.

Боль, страх, утомление, унижение, потеря крови, неожиданный успех, любовь, т.е. все то, что может привести к радикальной смене образа жизни или устоявшихся представлений, относится к стрессогенным факторам, которые, собственно говоря, и порождают стресс как психофизиологическое состояние.

Говоря о стрессе, мы будем преимущественно иметь в виду дистресс, поскольку он способен нанести реальный вред нашему физическому и психическому здоровью. Ему подвержены, например, авиадиспетчеры, от внимания которых зависят жизни сотен людей, спортсмены, руководители и вкладчики банка, находящегося на грани банкротства, водитель, навстречу которому неожиданно выскакивает автомобиль или пешеход, человек, сидящий у постели безнадежного больного и т.д.

Обстоятельства, вызывающие стресс (стрессоры), провоцируют в организме ответную реакцию на раздражение. Парадоксально, но с точки зрения биохимии не имеет значения, положительные или отрицательные эмоции испытывает человек. Важно лишь то, что организм должен пере-

строиться и приспособиться к новым обстоятельствам. Так, во время войны женщина получила «похоронку» на своего единственного сына, очень тяжело переживала утрату. Но несколько лет спустя считавшийся погибшим вдруг вошел в дом – и радость вызвала у матери настоящий шок. Таким образом, и горе, и счастье задействовали в организме одни и те же адаптационные механизмы, позволившие ему справиться с потрясением и восстановить внутреннее равновесие.

### Миссия невыполнима?

Современный быстро меняющийся мир предъявляет жесткие требования к адаптационным способностям нашего организма. С этой точки зрения стресс можно расценивать не только как некую реакцию на экстремальные обстоятельства, но и как двигатель прогресса: люди просто не выжили бы, не будь у них внутренних защитных механизмов, позволяющих привыкнуть к обстоятельствам. Если перед человеком вдруг встает трудная или кажущаяся невыполнимой задача, то в ответ на вызов мобилируются все душевные и физические силы, позволяющие преодолеть преграды.

В экстремальной ситуации в человеке порой просыпаются недюжинные способности: мать, спасающая ребенка, может перевернуть автомобиль, поднять огромное бревно, сдвинуть балку. Известны случаи, когда не обладающие особой физической силой подростки спасали утопающих или вытаскивали из огня взрослых людей, а хрупкие медсестры всю войну выносили с поля боя раненых. ▶

Стресс – важнейший **фактор** выживания, дающий человеку силы противостоять невзгодам, отвечать на вызовы судьбы, **НЕ МИРИТЬСЯ** с обстоятельствами, бороться **И НЕ СДАВАТЬСЯ**.

Чаще всего люди совершают подвиги, не отдавая себе в этом отчета. Но иногда мобилизация внутренних ресурсов происходит осознанно: узники концлагерей, например, до конца боролись за жизнь, помогли друг другу, что позволило им в нечеловеческих условиях не только выжить, но и сохранить человеческое достоинство. Другой пример: при кораблекрушении чаще всего спасается тот, кто хватается за последнюю соломинку и не теряет надежды.

Таким образом, стресс – важнейший фактор выживания, дающий человеку силы отвечать на вызовы судьбы, бороться с несправедливостью, искать и не сдаваться. Это позволяет в полной мере ощущать прелесть жизни, радость победы, творческий подъем, что, безусловно, может считаться позитивным компонентом стресса. Но встречаются и «адреналиновые алкоголики»: люди, сознательно (или неосознанно) стремящиеся вновь и вновь испытывать «пьянящие» сильные эмоции, выходить за рамки обыденности. Отсюда – увлечение азартными играми, прыжками с высоты, экстремальным вождением и т.д. Однако погоня за острыми ощущениями может привести к самым печальным последствиям.

Порой люди становятся рабами собственных влечений и сами себе, а заодно и другим создают кризисные ситуации, постоянно существуют на грани стресса, но и это со временем приедается и толкает к новым и новым безумствам.

#### **Человек познается в... стрессе**

К сожалению, экстремальные ситуации – войны, террористические акты, техногенные и природные катастро-

фы – стали в определенном смысле явлением обыденной жизни. Они порождают онтологическую тревогу, иными словами – беспокойство, подавленный страх.

Но в одних и тех же стрессогенных обстоятельствах люди различаются индивидуальными особенностями в сенситивности и формах проявления стрессовых реакций. То, что для одного неприятность – для другого трагедия. Один, узнав о беде, зарыдает, станет заламывать руки, кричать, а другой сохранит спокойствие, будет выглядеть даже равнодушным, постарается скрыть свои эмоции от окружающих и поддержать, успокоить тех, кто в этом нуждается. Получив радостную весть, кто-то проявит бурную радость, будет смеяться, хлопать в ладоши, кричать «ура» и прыгать как ребенок, кто-то лишь сдержанно улыбнется, а третий прольет счастливые слезы. В экстремальных ситуациях люди способны собраться, проанализировать, трезво оценить сложившуюся ситуацию и начать действовать сообразно обстоятельствам, а другие теряются и впадают в панику.

Некоторые люди оказываются более «стрессоустойчивыми», но не бесчувственными, другие легко поддаются под власть обстоятельств. К первым чаще всего относятся те, кто уже оказывались в сложных ситуациях и благополучно вышли из них. На их стороне – надежда, опыт, а значит, и уверенность в том, что они все смогут преодолеть. Люди второй категории более ранимы и зависимы от внешних обстоятельств. Неудачи, крушение надежд и иллюзий выбивают у них почву из-под ног. Они более других нуждаются в помощи и поддержке.

В критических ситуациях ярче всего проявляются как лучшие, так и худшие человеческие качества. Как известно, друг познается в беде. Случается, что даже близкие люди ведут себя недостойно и предадут именно тогда, когда нам не на кого опереться. Подобные разочарования, настигающие человека в самые тяжелые минуты его жизни, всегда болезненны, но и их необходимо пережить. Более того, из собственных страданий следует извлечь урок, чтобы, опираясь на свой печальный опыт, попытаться изменить к лучшему самого себя или пересмотреть свое отношение к миру.

Человек меняется и развивается вплоть до глубокой старости, причем ход этой эволюции во многом зависит от него самого. «Мои года – мое богатство», – поет в известной песне Вахтанг Кикабидзе. И верно – с возрастом приходит и понимание самого себя и других, и снисходительность, и мудрость. Конечно, в том случае, когда человек сумел достойно пройти свой жизненный путь. Однако бывает и негативное восприятие собственной жизни, и тогда человек превращается в сварливого, вздорного и жадного старика, чей закат лишен благодати.

#### **Слабое звено**

Наиболее существенные различия мировосприятия связаны с возрастом. Особенно уязвимы дети и пожилые люди. Но и здесь нужно иметь в виду очень широкий спектр индивидуальных различий в восприятии жизненных ценностей и в защитных адаптационных механизмах. Принято считать, что пожилые люди болезненно реагируют на смерть как таковую, поскольку это неизменно напоминает

о завершении их собственного существования. Но встречаются примеры и совсем иного рода. Кто-то спрячет страх смерти под маску защитного равнодушия, цинизма и даже злорадства: «Пусть он умер, но я-то жив!» Больной, беспомощный, одинокий, лишившейся всего того, что когда-то составляло смысл жизни, может желать смерти как избавления от невыносимых страданий. Писатель Ромен Гари (он же Эмиль Ажар), герой Второй мировой войны, получивший орден Почетного легиона из рук самого де Голля, дважды лауреат Гонкуровской премии, покончил жизнь самоубийством именно тогда, когда, казалось бы, достиг чуть ли не совершенства. Так и герой его автобиографического романа «Обещание на рассвете», выполнив завещанное матерью и исполнив сыновний долг, уходит в море-океан, вечный символ покоя, безбрежной материнской любви и смерти.

Осознание конечности бытия и принятие смерти приходит довольно поздно, вместе с жизненным опытом, вместе с особым, немногим доступным, смирением и всепрощающей мудростью. Так полагала старуха Анна из «Последнего срока» Валентина Распутина: «Неправда, что на всех людей одна смерть – костлявая как скелет, злая старуха с косой за плечами. Старуха верила, что у каждого человека своя собственная смерть, созданная по его образу и подобию».

Для детей же смерти как понятия не существует. Но они глубоко переживают крах своих представлений о мире, резкое изменение привычного течения жизни. В идеале картина детского мира проста и отмечена позитивными знаковыми ориентирами: мама – самая красивая и добрая, папа – самый сильный и смелый, дедушка – самый справедливый и мудрый, бабушка – самая заботливая и любящая, младшая сестра – беззащитная и ранимая и т.д. Ребенок склонен идеализировать и преувеличивать. Созданный его воображением и страстным желанием теплый детский мирок рождает чувство защищенности и уверенности.

## ТРАГЕДИЯ В МЕТРО

Февральским утром 2004 г., буквально через несколько секунд после отхода состава метро от станции «Автозаводская», во втором вагоне прогремел мощный взрыв. В поезде на тот момент находилось, по крайней мере, 300–450 пассажиров. По данным ГУВД РФ, мощность взрывного устройства, приведенного в действие террористом-смертником, составила около 5 кг тротила. Яркая вспышка, крики, едкий запах гари и обгоревшей кожи. Взрыв сразу унес около двух десятков жизней, пострадавшим грозила гибель от ожогов и ранений. Машинист поезда не растерялся: он открыл двери, связался с пассажирами по громкой связи, попытался их успокоить, а главное – убедить немедленно покинуть вагоны и, несмотря ни на что, двигаться по превратившемуся в ад тоннелю в сторону станции. Он, как мог, старался удерживать ситуацию под контролем, избежать паники и давки, что лишь усугубило бы ситуацию. То, что машинист сумел в критической ситуации сохранить присутствие духа, вероятно, позволило спасти не одну жизнь – ведь, как известно, паника заразительна и губительна.



Но порой наступает момент, когда младенческие представления о жизни рушатся – например, когда отец уходит в другую семью. Для ребенка это подобно землетрясению в масштабах семьи. Такое событие может стать первым серьезным стрессом для маленького человека, крушением основ его мироздания и утратой ценностных ориентиров, которые ассоциируются прежде всего с родными. Разрыв между родителями очень глубоко переживается детьми и подростками, потому что разрушает стабильную и ясную картину мира, ставит под сомнение незыблемость самих основ их эмоциональных связей с другими и собственной самооценки: «Значит, я глубоко ошибался в самых близких людях, они оказались совсем другими – значит, впредь никому нельзя доверять!»

Страдание ребенка выражается своеобразно, почти бессловесно. В лексиконе и опыте малыша просто не хватает слов, которыми он может выразить весь тот ужас, который испытывает. Внимательные родители по ряду признаков могут понять, насколько сильны страдания их чада. Его душевное состояние часто принимает формы чисто физиологических нарушений и недомоганий: болит животик,

поднимается температура, ребенок вдруг перестает самостоятельно есть и одеваться, становится рассеян, раздражителен, плаксив. Малыш буквально заболевает. Таким образом у него проявляются непосредственные острые состояния стресса на так называемом соматическом уровне, как будто он нам, взрослым, жалуется языком своего тела.

Если человеку вовремя не помочь, последствия пережитого могут оказаться очень серьезными. Как ребенку, так и взрослому необходима поддержка близких, чтобы вместе пережить то горе, страх, трагедию, утрату, которые выпали на его долю, или помощь специалистов. Иногда требуются не только специальные психотерапевтические методики, но и лекарственная терапия (См. «В мире науки», «Фрейд возвращается», №8, 2004 г.). Однако на определенном этапе стресса вовремя сказанное доброе слово может оказаться важнее любых пилюль.

### Разгул стихий

Мы живем в открытом мире, где каждую секунду что-то происходит. Сегодня средства массовой информации мгновенно разносят по свету вести о страшных и зловещих событиях, будь то ▶

война в Ираке, авиакатастрофы, гибель астронавтов, ураганы, землетрясения, техногенные катастрофы и т.д.

Потоки обрушивающейся на людей негативной информации, постоянное ожидание чего-то ужасного, страх перед неопределенностью порождают стрессовые состояния.

Разумеется, трагедии с многочисленными жертвами случались во все времена. Однако тогда информация не распространялась столь стремительно, как сегодня. Впрочем, бывали катастрофы, столь потрясшие мир,

что память о них пережила века и стала неким символом бедствия. Таково извержение Везувия, погубившего Помпеи в 79 г. н.э., страшное землетрясение 1908 г., разрушившее в Италии Мессину и еще 25 городов, ставшая легендой гибель «Титаника».

Природные катаклизмы, конечно, не всегда воспринимаются как трагедия. Например, если замерз водопровод, мы считаем, что произошла авария местного масштаба, а вот снежные заносы способны парализовать жизнь целого города, остановить движение

по автострадам и работу аэропорта. Многие люди в таких ситуациях чувствуют себя отрезанными от цивилизации, беспомощными и брошенными на произвол судьбы. Подобное восприятие действительности нашло свое отражение в современном искусстве, скажем, в романе Артура Хейли «Аэропорт», по которому был снят одноименный фильм, или в советской киноленте «Экипаж».

Однако на самом деле сейчас мы гораздо надежнее защищены от капризов погоды, чем люди прошлых веков.

## ОБЩАЯ БЕДА

Огонь, рушащиеся здания, дымящиеся развалины, облака пыли, окутавшие весь Манхэттен, – такова была страшная картина трагедии 11 сентября 2001 г. Ужас, который потряс Америку, считавшую себя абсолютно защищенной и недосыгаемой, на какой-то период буквально парализовал жизнь Нью-Йорка и всей страны. Вместе с башнями-близнецами рухнул мир покоя, благополучия и неуязвимости.

Большинство стран на том или ином этапе своей истории сталкивается с сопоставимыми по масштабам катастрофами, но реакция на события бывает совершенно разной, что связано с особенностями национального характера и традициями. В США люди приходили на место трагедии, выражали соболезнования, старались помочь пострадавшим, но массовых демонстраций не было. В марте 2004 г. на железнодорожных станциях в Мадриде прогремели взрывы, в результате которых погибло около 190 человек и 1247 получили ранения. Отчаяние импульсивных испанцев вылилось в акцию гражданского протеста: 10 миллионов человек вышли на улицу и в одночасье изменили расстановку политических сил в стране.

Самый крупный захват заложников в России был осуществлен в 1995 г, когда группа боевиков под руководством Шамиля Басаева ворвалась в больницу в Буденновске. В сентябре 1999 г. в Москве были взорваны жилые дома на улице Гурьянова и на Каширском шоссе. Той же осенью теракты произошли в Буйнакске



и Каспийске. Естественно, люди были в ужасе, но тогда никто в должной мере не мог осознать, что это была серия продуманных акций.

В октябре 2002 г. грянул гром среди ясного неба – в руках террористов оказался полный зрительный зал ДК на Дубровке, где шел мюзикл «Норд-Ост». Готовые к смерти боевики заминировали помещение. Два дня длилась осада концертного зала. В первые же часы появились добровольцы-переговорщики, рисковавшие жизнью. Несчастливым пленникам передавали воду, лекарства. Родственники, знакомые и совершенно посторонние люди стекались к месту трагедии, чтобы хоть чем-то помочь. Вся страна с замиранием сердца следила за новостями, буквально не отходя от телевизоров и радиоточек. Постепенно удалось добиться освобождения некоторых людей: детей, женщин, иностранных граждан и мусульман. Некоторым пленникам удалось выбраться через окно. Когда заложники были освобождены и отправлены в больницы, множество людей выразило готовность сдать для них

кровь. К месту трагедии многие дни шел нескончаемый людской поток, горели поминальные свечи, и печально колыхалось море цветов. Так москвичи, объединившись, переживали общее горе.

(Пока номер готовился к печати, стало известно о серии терактов: взрывы самолетов, вылетевших из московского аэропорта «Домодедово», трагедия около станции метро «Рижская», взрыв на Каширском шоссе и захват школы в Беслане.)



## Ничто **не раскрывает** особенности национального характера лучше, чем реакция на **покушение** на спокойствие в стране.

Несколько сотен лет назад человек был более тесно связан с природой, его жизнь во многом зависела от того, выпадет ли дождь, град, снег, будет ли засуха и т.д., он был беззащитен перед стихиями, но воспринимал их как данность и неизбежное зло. Наши предки гораздо проще относились к слякоти, ливню или снегопаду, которые не могли помешать им выйти на улицу, так как в противном случае они рисковали остаться без еды, воды, тепла. А о стихийных бедствиях, происходивших на другом конце Земли, никто и слухом не слыхивал. Более того, разгул стихий воспринимался как божья кара, т.е. нечто не только неизбежное, но как наказание за некие грехи, которое должно претерпеть со смирением и страданием очиститься. С точки зрения современной психологии это был весьма мудрый подход: если не можешь изменить обстоятельства, измени свое отношение к ним.

### Все автоматизировано!

Индустриальное общество, в котором мы живем, со всеми атрибутами цивилизации – автомобилями, самолетами, водопроводом, электричеством, информационными технологиями, телефоном, автоматизацией домашнего труда, разветвленной сетью супермаркетов – порождает иллюзорное ощущение защищенности от любых невзгод, в том числе и бытовых. Но что будет, если механизм сломается, не сработает? Что произойдет, если вирусы проникнут в компьютерные сети и парализуют работу банков? Вдруг произойдет сбой энергоснабжения? Множество хитроумных машин освобождают человека от стирки, готовки, облегчают глажку, уборку, робототехника вторгается в наш быт (см. «В мире науки», «Тотальная автоматизация»,

№4, 2004 г.) и делает его комфортным. Мы привыкли жить со всеми удобствами, поэтому поломка стиральной машины или сгоревший в микроволновой печи ужин могут вызвать настоящий стресс. Что же говорить о более серьезных авариях! Современный человек совершенно разучился делать что-то самостоятельно и чувствует себя абсолютно беспомощным, когда привычные бытовые приборы вдруг отказывают. Страх оказаться в зависимости от механизмов тоже может приобретать гипертрофированные формы. Такое противоречие между современным уровнем технического развития и особенностями его психологического восприятия отдельными людьми находит отражение в кинематографе последних лет, одним из самых ярких примеров стал фильм «Терминатор-3. Восстание машин» режиссера Джонатана Мостоу.

### Одни дома

Похоже, современного человека стресс подстерегает на каждом шагу. Казалось бы, переселение в новый дом – что может быть приятнее?



Но, как гласит народная мудрость, переезд и ремонт равносильны стихийному бедствию. После того как волнения, связанные с самим переездом, остались позади, новая удобная квартира должна радовать новосела. Однако здесь кроется новая причина стресса: изменение привычного уклада жизни и окружения может вызвать непредсказуемые реакции. Сегодня каждый район Москвы похож на небольшой город, поэтому перемещение в другой район или переселение из пятиэтажки в большой многоквартирный дом может кардинально изменить образ жизни человека.

Уходящие в прошлое старые дворы стали олицетворением определенного уклада жизни со своими палисадниками, бабушками на скамеечках, самозабвенно сплетничающими и наблюдающими за жизнью соседей, старичками, играющими в домино и шашки и обсуждающими последние новости, детьми в песочнице, подростками с гитарами, собачниками. Все это походило на своеобразный клуб по интересам, членом которого мог стать каждый. Для пожилых людей подобное времяпрепровождение было зачастую единственным способом общения, возможностью чувствовать себя в гуще событий.

Жители новых огромных многоэтажных комплексов, как правило, остаются чужими друг другу, даже соседи по лестничной клетке зачастую не знакомы. Современные горожане фактически лишены общения по территориальному признаку. Раньше соседи если и не дружили, то помогали друг другу: считалось в порядке вещей попросить соседей посидеть с детьми, одолжить три рубля до полочки. Даже в коммунальных квартирах, несмотря на неудобства и ужасающие бытовые ▶

условия, люди чувствовали себя гораздо сплоченнее. Многие пожилые люди чуть ли не с ностальгией вспоминают те времена, когда жили тесно, скудно, но, по их воспоминаниям, дружно и весело (скандалы на коммунальных кухнях были своего рода правилом игры и чуть ли не развлечением). Разумеется, ощущение причастности к некоему социуму было иллюзорным, однако давало вполне реальное чувство тыла, защищенности. Сегодня, в эпоху расцвета индивидуализма, человек остается один на один со своими бедами. Проблема одиночества в большом городе становится все более актуальной и нередко оборачивается серьезным стрессом. Особенно страдают от одиночества старики.

### Изнанка прогресса

Жесткий ритм и нестабильность, индустриализация общества и жизнь в мегаполисах провоцируют постоянный стресс и желание спрятаться от него. Впрочем, неприятие прогресса – не новость. Вспомните Обломова, который «проснулся» в новом, чуждом ему рациональном мире, где ему стало неуютно, уединился в деревне и залег на диван. Современному человеку тоже свойственно подобное бегство от действительности, которое принимает самые разнообразные формы. Одни погружаются в виртуальный,

другие – в подводный мир, модный в последние годы экотуризм и стремление провести отпуск на далеких островах, куда не ступала нога человека. Все это попытки вернуть себе душевное равновесие. Но не у каждого есть возможность и желание замкнуться в своем мирке. Современному человеку приходится ждать подвоха даже там, где его быть не должно. Так, возможность путешествовать, видеть мир – безусловное благо. Но необходимость часто и ненадолго переезжать из страны в страну, связанная чаще всего с работой или обучением за границей, требует всякий раз приспособиться к различным часовым поясам, обычаям, языкам, типам жилищ, особенностям кухни и т.д. В результате состояние человека дестабилизируется, у него появляется ощущение, что он вырван с корнем из родной почвы, стал бездомным и никому не нужным, затерялся в огромном бездушном пространстве.

### Жертва благополучия

Как ни странно, удовлетворение желаний, богатство возможностей, успех все же не делают людей счастливыми. На определенном этапе они становятся заложниками собственного благополучия. Человек, считающий себя успешным и состоявшимся как личность, хочет добра и своим близким. Но это

стремление нередко принимает лишь внешние формы, лишённые внутреннего наполнения, тепла и искренности. Одни стремятся во что бы то ни стало «тащить в счастье» своих родных, не спрашивая их собственного мнения, в гордом ослеплении не сомневаясь, что им одним ведома непреложная формула счастья. Другие сводят свои благодеяния к обеспечению чисто внешнего благополучия. Обе ситуации чреваты для всех участников нешуточными стрессами. Серьезными нарушениями грозит и погоня за успехом, причем страдает не только физическое и психическое здоровье человека, но и семейная жизнь. Последнее время постоянными клиентами психологов и психотерапевтов все чаще становятся бизнесмены, менеджеры высшего звена. А также их жены.

### Помоги себе сам

Когда происходят драматические события, на место трагедии выезжают врачи, психологи, психотерапевты, социальные работники, призванные оказать экстренную помощь пострадавшим, многие из которых находятся в критическом состоянии. Однако что делать, пока помощь еще не пришла?

Практически каждый человек в состоянии самостоятельно забинтовать порезанный палец, точно так же человек, оказавшись в критической ситуации, должен уметь оказать себе «скорую психотерапевтическую помощь».

Первое, что необходимо предпринять в любой нестандартной ситуации, – приказать себе успокоиться и проанализировать свое положение. Конечно, все зависит от конкретных обстоятельств. Так, в самолете непременно инструктируют: «В случае разгерметизации сначала наденьте маску на себя, а потом на ребенка». Казалось бы, логичнее сначала позаботиться о самых беспомощных, а затем о более выносливых. На самом деле все очень разумно: если взрослый потеряет сознание, то ребенка уже никто не спасет.

Оказавшись под завалом, нужно оценить обстановку. Если рука или нога зажаты, можно попробовать вы-



свободиться, но если это невозможно, лучше не делать лишних движений, сохранять силы, не паниковать, ждать помощи, не позволяя себе отчаиваться. Кроме того, следует обратить внимание на окружающих. Осознание того, что ты не одинок и что вокруг есть люди, может оказать мощную психологическую поддержку. Общая боль может и должна объединить пострадавших.

Особенно тяжело переживают кризисные ситуации индивидуалисты, которые считают, что они одни на свете, полагаться должны только на себя и никто им не поможет. Но однажды они обнаруживают, что их окружают люди, которые находятся в таком же положении и готовы протянуть руку помощи. И тогда, возможно, произойдет чудо – человек не разумом, а кожей, нутром, всем своим существом внезапно почувствует: «Я не один, я рядом с другими, они – рядом со мной, мы обязательно поможем друг другу!» Просыпается желание не только спасти себя, но и поддержать собратьев по несчастью. А это уже не паника, не апатия безнадежности, но основанное на трезвой оценке ситуации, активное, конструктивное и сочувственно кооперативное отношение к чрезвычайной ситуации.

Драматичность стрессовых состояний в том, что одних они мобилизуют, а других деморализуют. Самое страшное проявление стресса – всеобщая паника, которая как цепная реакция передается от человека к человеку и мешает действовать рационально. Альтернатива панике – целеустремленное и разумное оказание помощи себе и другим. Когда человек выходит за пределы собственного страдания и стремится облегчить судьбу других, он тем самым преодолевает собственную боль, страх и стресс.

### Преодолеть стресс

После взрывов метро, обвала в аквапарке некоторые люди стараются реже выходить из дома, боятся ездить в общественном транспорте и находиться в местах скопления народа. В метро ►

## Я – СОВЕРШЕНСТВО

Существует определенный тип людей (их называют перфекционистами), которые стремятся во что бы то ни стало быть во всем лучше других. Исступленное стремление к совершенству грозит даже нервными срывами, поскольку, как известно, совершенству нет предела. Подобные люди не сомневаются, что могут заставить свою жизнь сложиться так, как они того желают.



Они не только не хотят плакать, но и не допускают мысли, что на то может быть причина, поэтому, когда на них обрушиваются невзгоды, они загоняют стресс внутрь, опасаясь, как бы переживания не поколебали их образ блистательного совершенства. Бывает, впрочем, и иная реакция, которая тоже вполне укладывается в идеальный образ самого себя: поскольку у меня все особенное, то и горести мои – необыкновенные, самые тяжкие, уникальные.

Стремление любой ценой быть лучшим накладывает свой отпечаток на образ жизни, поведение, мировосприятие и психику.

«Совершенный» человек обладает завышенной (и чаще всего идеализированной) самооценкой и считает, что у него должна быть самая красивая жена, самые умные дети, самый замечательный дом (зонт, портфель, телевизор), самая шикарная машина и т.д. и по-другому быть не может. Он уверен, что рожден для того, чтобы быть выше, сильнее, умнее, богаче всех, что даже годы над ним не властны. Однако весь этот лоск – всего лишь блестящий фасад, внутри же тщательно скрываются страх потери или разоблачения фальшивого благополучия. Кстати, именно поэтому проблема внешнего вида выходит на первый план. Людям с достатком удается справиться с ней без особых проблем, к их услугам – тренажерные залы, бассейн, косметические салоны, омолаживающие процедуры и пластическая хирургия. Обладая обширными возможностями, «совершенный» на окружающих смотрит свысока: если ты некрасив, беден, несчастлив, то ты моральный урод, неудачник, ничтожество и грош тебе цена.

Однако живой человек не может быть безупречен, поэтому безудержное стремление быть лучше всех и невозможность достичь своей цели приводят к неизбежному краху иллюзий, разрушению личности и стрессу. Совершенство – реальное или мнимое – всегда уязвимо.

Пожалуй, самым глубоким потрясением для «совершенных» становится смерть близких и осознание конечности собственной жизни. Потеря родных, которую невозможно предотвратить, ставит под сомнение их «всемогущество», а гибель сотен незнакомых



людей в катастрофах, терактах, войнах, пожарах, землетрясениях проецируется на себя, невольно рождая мысль: на их месте мог быть я. По мнению психоаналитиков, за стремлением к внешнему благополучию нередко кроется страх смерти, паническое погружение в ирреальный мир, попытка спрятаться от неподвластной человеку действительности, забыть о том, что на земле есть боль и страдание, получить удовольствие здесь и сейчас вопреки всему. В стремлении преступить законы жизни и природы такие люди доходят до абсурда, но по-прежнему самым серьезным генератором стресса для них остается страх смерти.

## ПОСТТРАВМАТИЧЕСКИЙ СТРЕСС

Известные американские ученые Ф. Зимбардо и С. Милгрема в лабораторных условиях смоделировали отношения «заключенный–надзиратель» и продемонстрировали, с какой легкостью нормальный человек, переживший унижение и неоправданную жестокость, сам превращается в «палача». Об этом же свидетельствуют исследования поведения проститутток и насильников. Почти все они в детстве подвергались насилию или жестокому обращению. Одной из причин развития многих серьезных душевных расстройств – от депрессии до наркозависимости, алкоголизма, нарушений обмена веществ – могут стать отдаленные последствия пережитого (но не изжитого) посттравматического стресса. В статье Е. Соколовой «Где живет тошнота?» описано, как молодая женщина, в прошлом жертва неоднократного сексуального насилия, долгое время страдавшая хроническим невынашиванием плода, стала воспринимать мир человеческих отношений как полностью «изгаженный», «омерзительно тошнотворный».



они испытывают беспричинный страх, удушье, теряются, пребывают на грани обморока, ноги становятся ватными. Такое состояние может быть связано с вегето-сосудистой дистанией, но чаще оно возникает как реакция на страх, пусть даже необоснованный. В такой ситуации необходимо оглянуться на окружающих, которые ведут себя спокойно и адекватно, подумать, чем вызвано недомогание. Если есть опыт преодоления подобных ситуаций, им надо воспользоваться. Если нет, соберитесь с силами и скажите себе: «Я не позволю себе потерять сознание, все нормально, я хорошо себя чувствую, и мне ничего не угрожает. Сейчас сделаю вдох, выдох» и т.д. Дурнота и вправду отступает. Когда человеку кажется, что он находится во власти болезненных эмоций, надо последовать простому житейскому правилу и сосчитать до десяти – это поможет переключить внимание и вернуть способность трезво мыслить.

Преодолеть стресс сразу после трагедии нередко помогает арттерапия – один из видов лечения посредством творческого самовыражения, дающего возможность выплеснуть эмоции. Такой прием эффективен, когда человек еще не в состоянии связно гово-

рить, но может, например, рисовать. Например, после катастрофы в метро к психологу обратилась женщина, ставшая свидетелем трагедии. Сама она не пострадала, но ей необходимо было выговориться, объяснить и понять, что произошло, осознать, почему она так сильно мучается. Ее речь была нечленораздельна, мысли путались. В таких случаях специалисты рекомендуют попробовать говорить на других языках, если пациент владеет ими, или нарисовать свое состояние. В ходе бесед с психологом человек, попавший в беду, рисует, и от картинки к картинке начинает меняться колорит, от беспредметных, но эмоционально насыщенных образов, передающих стрессовое состояние, пациент переходит к условно предметным, спокойным изображениям. Постепенно человек начинает осознавать, что именно с ним произошло и как жить дальше. Практика показывает, что люди с посттравматическими стрессовыми расстройствами, как правило, нуждаются в наблюдении специалистов, а нередко и в продолжительной комплексной психотерапевтической помощи с применением методов так называемой когнитивной психотерапии и психоанализа.

Люди воспринимают стресс по-разному. Если одних психотравмирующий опыт душевно закаляет, других, напротив, разрушает. Одним из таких последствий может стать своего рода «пожизненная виктимность». Последнее очень опасно: ощутив себя жертвой насилия, человек нередко снова и снова попадает в похожие ситуации, а устав быть жертвой, нередко превращается в безжалостного мстителя, начинает проявлять агрессию.

Дети требуют особого подхода. Маленькие жертвы физического или сексуального насилия часто впадают в ступор. Чтобы им помочь, их ненавязчиво вовлекают в спонтанные действия, включающие раскрепощающие движения – танцы, рисование, чтобы они могли невербальными языком тела выразить свое горе, страх, страдание посредством постепенной гармонизации движений, а не разрушительных актов, таких как битье посуды, драки и т.д. Некоторые люди, стремясь выразить свое внутреннее состояние, начинают писать стихи. Как физическое движение, так и творческие порывы становятся важным противодействием стрессу.

Если вовремя и правильно не снять последствия стресса, в дальнейшем это может отразиться на психическом и физическом состоянии человека, привести к устойчивым деформациям психики. В последние десятилетия в психологии и психиатрии появился специальный термин для обозначения комплекса душевных расстройств и физических недомоганий, связанных с последствиями перенесенной психологической травмы, – «синдром выжившего» или посттравматический стрессовый синдром. Впервые его стали применять при работе с американскими солдатами с так называемым вьетнамским синдромом. Потом оказалось, что сходные расстройства отмечаются у многих людей, оказавшихся в чрезвычайных обстоятельствах. Это и чернобыльские ликвидаторы, и вынужденные мигранты, и мирные граждане, живущие в зоне военных конфликтов.



## Альтернатива панике – целеустремленное и разумное ОКАЗАНИЕ ПОМОЩИ себе и другим.

Сейчас уже точно известно, что необходима активная терапия и предупреждение стрессовых посттравматических расстройств, часто имеющих скрытую форму и выражающихся в виде физических недомоганий и болезней, которые становятся отражением психического состояния. Постоянная подавленность, невозможность избавиться от мыслей об увиденном и пережитом, рассеянные головные и сердечные боли, фобии, ночные кошмары – все это может быть последствиями неизжитого стресса.

Психика человека сложна и тесно связана с его душевным и физическим состоянием. С одной стороны, удары судьбы провоцируют стресс, мобилизуя внутренние резервы души и тела человека. С другой – они показывают предел его возможностей, перешагивать который опасно.

### Очищающая сила искусства

Опыт одного человека крайне ограничен, но существует культура, традиции, ритуалы, обряды, помогающие человеку, с одной стороны, легче пережить горе, отвлекающие его внимание от трагических событий и заставляющие сосредоточиться на конкретных задачах (например поминки). С другой стороны – определенные ритуалы, сложившиеся веками, передают опыт предыдущих поколений, и человек, следуя им, знает, как себя вести в конкретной ситуации. Кроме того, великое искусство может подсказать, как реагировать в том или ином случае, представив некий образ и обстоятельства жизни вымышленных персонажей. Недаром говорят, что искусство выдумывает правду по аналогии (кстати, психиатры и психологи многое черпают из литературы и живописи).

Роль искусства как общественного явления состоит в том, чтобы провести

человека через катарсис. Литература, музыка, живопись, скульптура раскрывают многие тайны человеческой души, показывают нам человеческие страсти и пороки, душевные метания и раздирающие страсти, мучительные сомнения и путь к свершениям, горькие разочарования и трагические утраты. Выдающиеся художники и писатели умеют необычайно точно и доступно выразить сокровенные движения человеческой души. Читатель, зритель, пройдя через хитросплетения судеб героев, опосредованно пережив страдания, которые выпали на их долю, проходит через процесс очищения. И опыт вымышленного персонажа становится его собственным эмоциональным опытом. Добрый и прекрасный в своей простоте и назидательности фильм «Форрест Гамп» режиссера Роберта Земекиса с Томом Хэнксом в главной роли потряс многих, показав, на что способен человек в экстремальных ситуациях. Захватывающая, глубокая, тонкая, добрая и трогательная история рассказана от лица главного героя Форреста Гампа, которого наверняка отправили бы в «лесную школу» для дебилов, если бы не самоотвер-



женность его матери, сделавшей для своего ребенка все возможное и невозможное.

Форрест был калекой, ходил с помощью специальных подпорок на ногах. Но однажды он попал в безвыходную ситуацию, которая должна была закончиться его гибелью. В состоянии сильнейшего стресса, на пределе возможностей, спасаясь от насильников, он вдруг побежал. И оказалось, что он может очень быстро бегать, что повлияло на всю его дальнейшую жизнь. С тех пор ему во всем сопутствовал успех. Психологическое раскрепощение героя достигается за счет преодоления внешних трудностей и собственных несовершенств и недостатков. Фильм показывает, что любые трудности преодолимы, и заставляет по-новому взглянуть на тех людей, от которых в повседневной жизни мы стараемся откеститься или просто не замечать, чтобы не расстраиваться и не испытывать неловкость.

Говоря о произведениях искусства, хочется обратить внимание на книгу лауреата Букеровской премии Павла Санаева «Похороните меня за плинтусом», исповедальную повесть Рубена Гальего «Белое на черном», роман Питера Хега «Условно пригодные». Все эти глубоко трагические и светлые произведения ненавязчиво учат сопереживать чужому страданию, «прыгать через лужи» и несут огромный психотерапевтический потенциал.

Стресс постоянно сопутствует нам, поэтому мы должны отдавать себе отчет в тех факторах, которые способны его вызвать, и уметь контролировать собственное душевное состояние и поведение. Человек должен помнить, что он не один в этом мире. Как великие произведения искусства, так и экстремальные ситуации помогают нам понять самих себя и помочь тем, кто нуждается в поддержке. ■

# когда ПРОСНЕТСЯ БАХ

Марк Фишетти

Орган – самый большой и самый мощный музыкальный инструмент на свете. Он был изобретен примерно в 250 г. до н.э., и принцип его действия с тех пор не изменился. Воздух нагнетается в резервуар, оттуда попадает в виндлады (специальный воздушный ящик) и, минуя обитые кожей деревянные клапаны, устремляется в звучащие трубы.

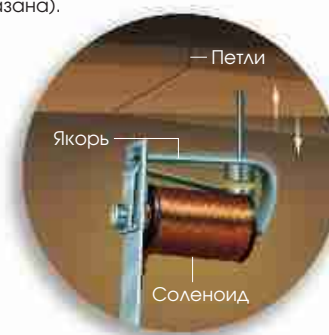
До появления электрических воздухоудных агрегатов воздух нагнетался мехами вручную. Обычно этим занимались приходские мальчишки. Нажимая на клавишу, органист приводил в движение систему деревянных тяжей и рычагов (трактур), которая оттягивала клапан и выпускала воздух в определенный тоновый канал. Шли годы, церкви и соборы становились просторнее, а прихожане жаждали все более мощного и богатого звука. Поэтому давление воздуха в органе приходилось повышать, и музыкантам становилось все тяжелее открывать клапаны. В конце XIX в. проблема была решена с помощью электричества. Теперь клавиши нажимаются без особого усилия: каждая из них замыкает электрическую цепь, в которую включен электромагнит, открывающий клапан.

Сегодня изготавливаются органы различных конструкций. Обычный церковный орган с шестнадцатью регистрами, двумя ручными клавиатурами (мануалами) и ножной клавиатурой (педалями) состоит примерно из 1200 труб, стоит около \$200 тыс. и вручную изготавливается за два года. Сначала инструмент полностью собирают и настраивают в мастерской, затем разбирают и доставляют в органный зал. Там из myriad деталей его воссоздают вновь и каждую трубу подстраивают под акустику помещения. Так рождается шедевр инженерного искусства, божественные звуки которого заставляют трепетать сердца слушателей на протяжении вот уже двух тысяч лет.

(Более подробную информацию о конструкции и истории органа можно найти по адресу: <http://blankov.narod.ru/biblioteka/bakeeva-organ.htm>. – Прим. ред.) ■

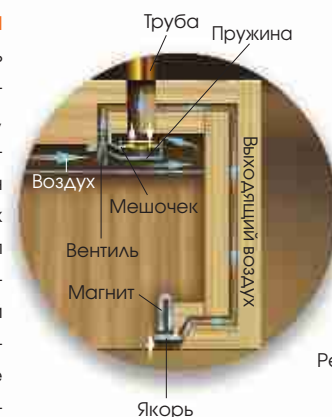
**В МЕХАНИЧЕСКОМ** органе вентилятор нагнетает воздух в резервуар, который позволяет регулировать давление в виндладах. Когда органист включает один из регистров, система рычагов смещает деревянный заслон и его отверстия оказываются под выстроенными в ряд трубами. При нажатии на клавишу трактур открывает деревянный клапан, воздух устремляется в тоновый канал (скажем, ля-бемоль) и попадает во все расположенные над ним трубы, регистры которых открыты.

**В ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОМ** органе трактур нет. Нажимая клавишу, музыкант замыкает электрическую цепь соленоида, который оттягивает якорь и открывает клапан, впускающий воздух в тоновый канал. Закрывается клапан пружиной (не показана).



**В ЭЛЕКТРОПНЕВМАТИЧЕСКОМ**

органе используется разность давлений. При включении регистра открывается канал, ведущий к кожаному мешочку, на котором закреплен небольшой фетровый диск (клапан). Когда нажимается клавиша, электромагнит оттягивает якорь, закрывающий другой конец канала. В результате давление в мешочке сбрасывается, клапан открывается, и воздух устремляется в трубу.



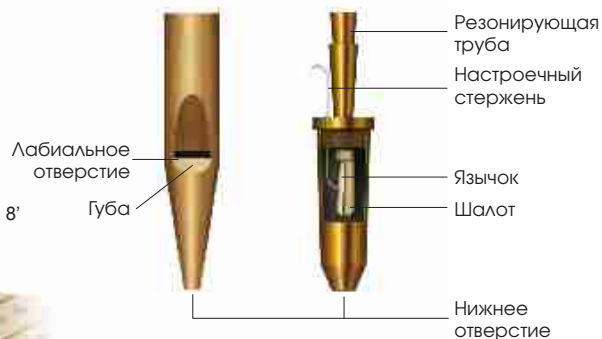
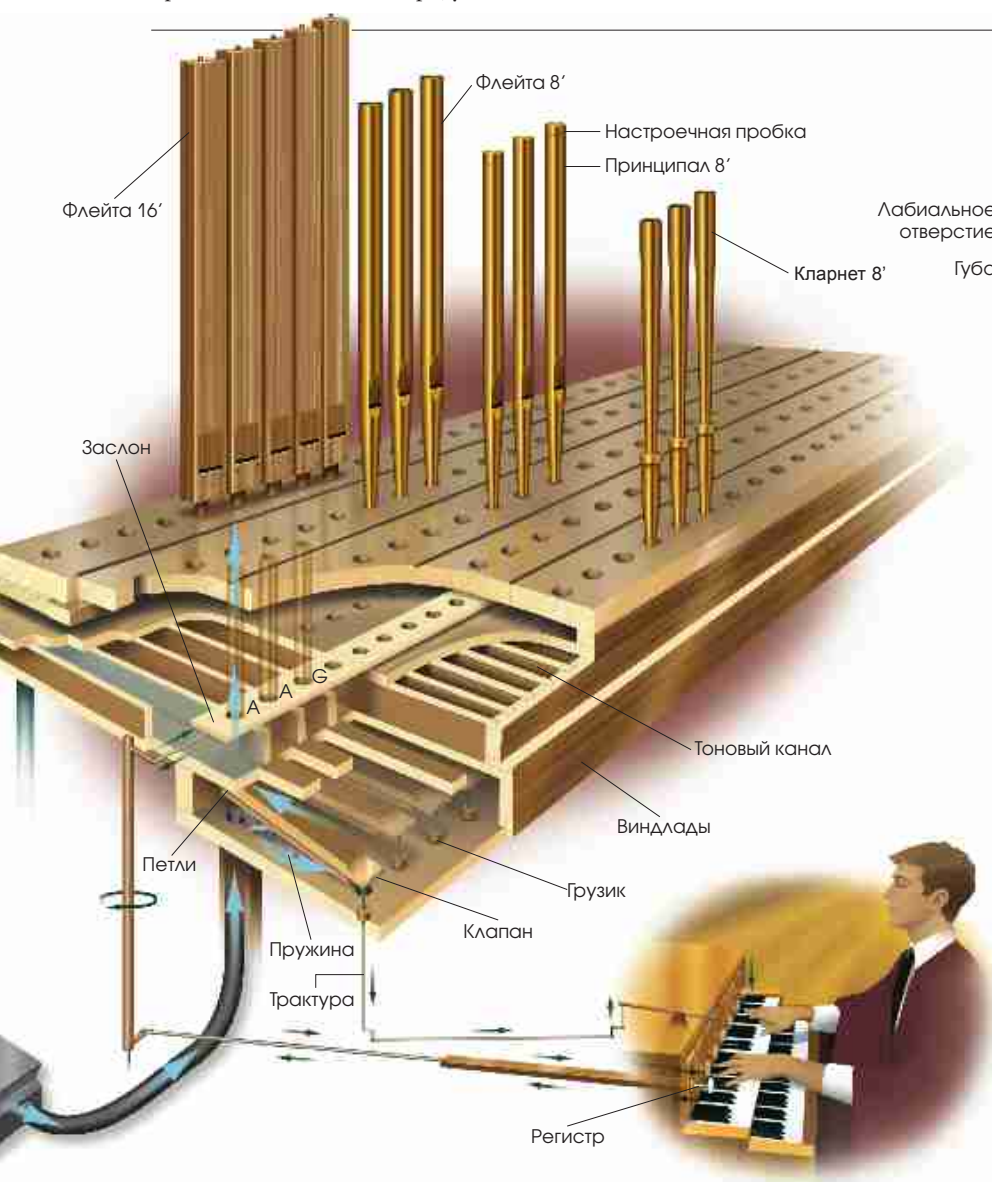
## ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ, ЧТО...

**РЕЗКИЙ ЗВУК:** Большие трубы изготавливают из дерева, чтобы получить чистые низкие ноты. Чем больше свинца в металлических трубах, тем громче основной тон, а чем больше олова, тем богаче гармоника. Можно использовать медные и цинковые добавки. Тембр также зависит от толщины стенок трубы.

**ГЛУБОКИЙ ЗВУК:** Нужно быть настоящим виртуозом, чтобы обуздать раскатистые звуки органа, установленного в конце XVII в. в огромном Лондонском кафедральном соборе св. Павла, где эхо смолкает только через девять секунд! У Ньюберрийского органа в Йельском университете есть регистр *Bombarde*, состоящий из 32-футовых труб, голос которых сотрясает здание с частотой 16 Гц. Большой орган Джона Уонамейкера, установленный в семиэтажном

атриуме одного из универмагов Филадельфии, состоит из 28 500 труб. В самой большой из них может поместиться пони, а высота самой маленькой составляет всего четверть дюйма (примерно 6,4 мм).

**НАРАСТАЮЩИЙ ЗВУК:** Для плавного усиления или ослабления звучности уже включенных регистров используется специальное устройство, называемое швеллером. Набор труб одной из клавиатур помещается в закрытый со всех сторон ящик, одна из стенок которого представляет собой жалюзи, открываемое и закрываемое нажатием специальной педали. Когда жалюзи закрыты, трубы звучат приглушенно. При постепенном открывании звук усиливается и как бы приближается. Это изобретение впервые появилось в Англии в середине XVIII в. ■



**В ЛАБИАЛЬНЫХ** трубах (слева) струя, выходящая из клапана, бьет в верхнюю губу, заставляя воздушный столб вибрировать – звучать. Перемещая пробку, расположенную сверху, можно подстраивать высоту звука. Язычковые трубы (справа) – немногочисленная (и не обязательная) группа труб в органе. Звук в них рождает металлическая пластина, колеблющаяся в потоке воздуха. К ней прижат настраиваемый стержень, действующий словно палец на скрипичной струне. Сечение трубы может быть прямоугольным, круглым или трапециевидным. Закрытые трубы в два раза короче открытых той же тональности. Открытая труба длиной два фута (61 см) звучит как «до» первой октавы (261,6 Гц).

**КЛАПАН** открывается нажатием клавиши. Отверстие для трактюры закрывается маленьким свинцовым грузиком. Когда клавишу отпускают, пружина закрывает обитый фетром клапан с кожаной прокладкой.

# СТРАНА СНОВИДЕНИЙ

Уэйт Гиббс

Поездка в Австралийский национальный парк Какаду.



Огромные термитники возвышаются над равнинами

Через два часа реактивный самолет приземлился в Дарвине. В аэропорту я взял машину напрокат, рассчитывая быстро добраться до парка Какаду. Чем дальше я продвигался на восток, тем меньше следов цивилизации встречалось на моем пути. Приемник автомобиля перестал ловить FM-станции, а затем и AM. Среди травы то тут, то там виднелись громадные термитники,

достигавшие 6 метров в высоту. Поскольку в здешних краях июль – это середина сухого зимнего сезона, то большая часть термитников казалась вымершей. Но с наступлением сезона дождей они оживут, фонтанируя тысячами крылатых насекомых.

У моста через Саут-Аллигатор-Ривер висел щит: «Осторожно, крокодилы!». В мои планы совершенно не

входило оказаться в пасти аллигаторов, и я решительно свернул на дорогу, петлявшую вдоль болот Мамукала. Трудно представить, что где-то еще могли сохраниться трясины в столь первозданном виде.

Наконец-то я добрался до заветной цели. Национальный парк Какаду – признанный объект всемирного наследия – раскинулся на 20 тыс. км. Во многие отдаленные уголки этого удивительного парка невозможно добраться на автомобиле, особенно в дождливые летние месяцы (с ноября по апрель). Озера, реки, болота соседствуют здесь с утесами и первозданными лесами.

Здесьняя природа показалась мне девственной. Однако Алекс Дадли, сопровождавший группу пеших туристов, развеял мои иллюзии: «Еще 50 тыс. лет назад здесь обитали люди». Согласно легенде, «первые люди» прибыли в Какаду во «времена сновидений» или в период сотворения мира, когда из земных недр вышли наши прародители, которые, побродив по белу свету, погрузились в скалы, оставив на поверхности лишь свои отпечатки. Аборигены уверены, что их предки все еще обитают в южной части парка, называемой «страной болезни», и поэтому предупреждают туристов, чтобы те ступали осторожно и не будили спящих богов.





На горе Нурленджи-Рок ученые обнаружили множество петроглифов, некоторым из которых 20 тыс. лет. Слева изображен Намарган – божество, которое, согласно легенде, создало гром и молнию. В биллабонге Анбангбанг можно увидеть аистов ябиру, охотящихся за лягушками (справа).

Когда я присоединился к группе туристов, мы отправились в пещеру. Ровные стены были покрыты рисунками красного, белого, желтого и оранжевого цветов и служили прекрасной иллюстрацией к легенде, рассказанной нам Дадли. Однако сюжеты наскальной живописи имели в себе и тайный смысл, который невозможно понять, не зная особенностей местных обрядов. На стенах пещеры также встречались «рентгеновские», с просвечивающим скелетом, изображения рыб, погружающихся в пучину, танцующие фигурки с треугольными головами и высунутым языком. Аборигены племени гагаджа, создавшие большую часть здешних произведений, давно отошли в мир иной. Однако они оставили своим потомкам удивительные и загадочные произведения искусства.

Сегодня значительная часть территории парка занята пресноводными озерами, называемыми биллабонгами – сравнительно молодыми образованиями, возникшими приблизительно 1500 лет назад. В озе-

рах и реках парка обитает 46 видов пресноводных рыб. Определенную часть года парк служит прибежищем 280 видам птиц. Здесь повсюду встречаются самые разнообразные животные. Я видел плащеносную ящерицу, которая, развернув свой живописный воротник, принимала солнечную ванну. (Всего же здесь насчитывается 11 разновидностей драконов и варанов.) Саранча поразила меня своей необычной кроваво-красной и горчично-желтой окраской. Но сцена с орланом меня просто умилила. Гигант, преследуемый собратом, сначала отнес добытую им рыбку самке и лишь затем развернулся и набросился на преследователя.

Как утверждал местный переводчик Алекс Дадли, здесь водятся огромные питоны, ядовитые пауки, древесные лягушки, осьминоги, крокодилы и скорпионы. Но тем не менее здесь скорее можно пострадать от укусов медоносных пчел, чем из-за нападения диких животных.

Ближе к закату вместе с другими туристами я оказался у скалы

Убирр. Лучи заходящего солнца мягко скользили по гигантской поверхности, окрашивая нанесенный на ней древний рисунок в ярко-красный цвет. Мы взобрались на плоскую вершину скалы, возвышавшуюся на 250 м над землей. Затаив дыхание, мы вглядывались вдаль: на западе в спокойной глади биллабонгов как в зеркале, отражался заболоченный лес. К югу виднелись лесистые холмы. На востоке располагалась каменистая равнина. На севере нашему взору открылся совершенно фантастический ландшафт: нагроможденные плиты золотисто-серого песчаника вздымались из тростника. Белые цапли заволокли болото, окаймленное древними пальмами и густыми зарослями эвкалиптов. Вдруг последний луч заходящего солнца воспламенил кружевные облака, и вся картина озарилась сверхъестественным светом. В какое-то мгновение мне почудилось, что я попал в прошлое. И время сновидений стало отсчитывать свой неумолимый бег.. ■

## КОНЕЦ ОДНОГО МИФА



**Беккер С. Миф о русском дворянстве. Дворянство и привилегии последнего периода императорской России.** – М.: Новое литературное обозрение, 2004. – 344 с.

Как в западной, так и в отечественной истории до недавнего времени преобладало мнение, что одной из причин революции стала позиция дворянства, жестко противостоявшего любым посягательствам на свои права. Это представление опровергает известный американский историк С. Беккер, изучивший обширный фактический материал, касающийся судеб русского дворянства в период с 1861 по 1917 г. Ученый пришел к выводу, что это сословие, хоть и не сразу, смогло бы приспособиться к происходившим в России процессам и вписаться в новую социальную парадигму. Самым непримиримым

противником назревших перемен стало не дворянство, а самодержавие. Если бы в свое время была установлена конституционная монархия, то начало XX в. в России могло бы быть совсем иным. Несмотря на то что переход от сословного общества к классовому был достаточно болезненным, вероятнее всего, страна развивалась бы тем же путем, что и большинство европейских государств, где до сих пор сохранились и конституционные монархии, и потомственное дворянство.

Непредвзятая позиция, четкость аргументации, обилие документальных материалов, многие из которых публикуются впервые, – все это делает книгу С. Беккера одним из самых значимых научных исследований последних десятилетий. ■

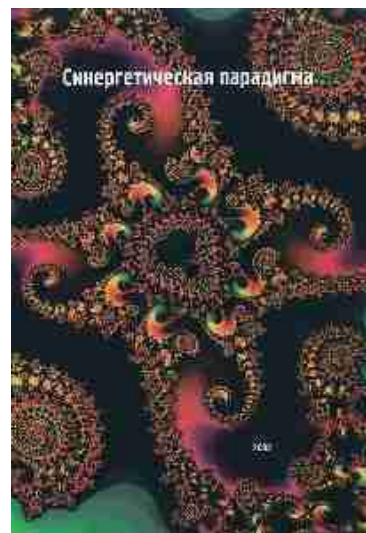
## НОВЫЙ ПОДХОД К ВЕЧНЫМ ПРОБЛЕМАМ

Двадцать лет назад попытка выявить механизмы управления самоорганизующейся системы рассматривалась как крамола. Сегодня ученые предлагают синергетический подход к анализу процессов, протекающих в социальной и гуманитарной сферах. Книгу открывают статьи И. Пригожина и Г. Хакена, которые еще несколько десятилетий назад доказали необходимость создания новой мировоззренческой парадигмы, соответствующей новому времени. В ее основе, по словам Пригожина, должно лежать «понимание неопределенности как проявления нового типа рациональности».

Авторы, представляющие различные сферы гуманитарных наук, демонстрируют, что синергетический подход позволяет не только анализировать современный культурный

процесс, но и прогнозировать его развитие. Отдельная проблема связана с этическим аспектом данной проблемы, поскольку синергетические методы, используемые при анализе биологических, антропологических и социально-культурных систем, далеко не всегда применимы к взаимоотношениям личности и общества.

Авторы сборника подчеркивают, что пока только намечают стратегию, способную привести к решению конкретных проблем. Возможно, они будут рассмотрены в следующих выпусках серии. ■



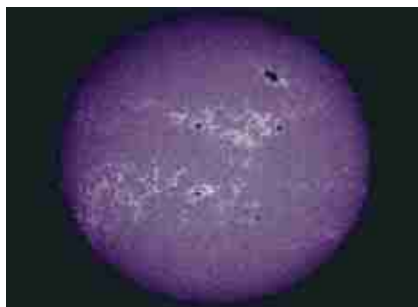
**Синергетическая парадигма. Человек и общество в условиях нестабильности.** – М.: Прогресс-Традиция, 2002. – 584 с.

## Что произойдет НА ЗЕМЛЕ, ЕСЛИ СОЛНЦЕ ПОГАСНЕТ?

На вопросы отвечает заведующий лабораторией института им. П.К. Штернберга доцент физического факультета МГУ **Эдвард Кононович**.

Различные виды солнечного излучения определяют тепловой баланс суши, океана и атмосферы. За пределами земной атмосферы на каждый кв. м площади, перпендикулярной солнечным лучам, приходится чуть больше 1,3 кВт энергии. Суша и водные просторы Земли получают примерно половину этой энергии, а в атмосфере поглощается около 1/5. Остальная часть солнечной энергии (около 30%) отражается обратно в межпланетное пространство, главным образом земной атмосферой.

Трудно себе представить, что случится, если лучи перестанут согревать Землю. Арктический холод быстро окутает нашу планету, тропики занесет снегом. Замерзнут реки, стихнут ветры,



а океан промерзнет до дна. Зима наступит внезапно и всюду. Начнется сильный дождь, но не из воды, а из жидкого воздуха (в основном из жидкого азота и кислорода), который моментально замерзнет и семиметровым слоем покроет все вокруг. Никакая жизнь не сможет сохраниться в таких условиях.

К счастью, ничего подобного произойти не может, по крайней мере, внезапно и в обозримом будущем. Зато описанная картина достаточно

наглядно иллюстрирует значение Солнца для Земли.

Солнечный свет и тепло были важнейшими факторами возникновения и развития биологических форм жизни на нашей планете. Энергия ветра, водопадов, течения рек и океанов – это запасенная энергия Солнца. То же можно сказать об ископаемых видах топлива: уголь, нефть, газ. Под влиянием электромагнитного и корпускулярного излучений Солнца молекулы воздуха распадаются на отдельные атомы, которые, в свою очередь, ионизируются. Образуются заряженные верхние слои земной атмосферы: ионосфера и озоносфера. Они отводят или поглощают губительное ионизирующее и проникающее солнечное излучение, пропуская к поверхности Земли только ту часть энергии Солнца, которая полезна живому миру, к которой приспособились растения и живые существа. ■

## Как солнце ВЛИЯЕТ НА ПОГОДУ И КЛИМАТ НА ЗЕМЛЕ?



Приток солнечного света и тепла, приходящий на Землю, приводит к суточному изменению температуры почти на всех широтах, кроме полярных шапок, где ночи и дни могут длиться вплоть до полугодя. Но именно этот регион отличается самым существенным годичным ритмом солнечной облученности, который также заметен повсюду на Земле (за исклю-

чением экваториальной зоны, где ощущается только смена дня и ночи).

Суточные и годичные изменения освещенности Земли солнечными лучами приводят к сложной периодической изменчивости нагрева разных участков суши, океана и атмосферы. Возникают мощные струйные течения в океанах, а также ветры, циклоны и ураганы в тропосфере. Эти перемещения сглаживают перепады температуры и влияют на погоду в каждой точке Земли, формируя климат на всей планете.

Казалось бы, устоявшийся в течение тысячелетий тепловой режим должен обеспечить исключительно точную повторяемость погодных явлений в каждом заданном регионе. В некоторых местах это действительно так. Например, со вре-

мен древней истории известно, что разницы Нила, связанные с осадками в его верховьях, как по часам, начинаются в один и тот же день тропического года. Однако в других районах (при сохранении общих закономерностей) часто наблюдаются заметные отклонения от средних показателей. Многие из них отражены в календарях разных народов, в частности, и в русском (май холодный – год плодородный; если на Евдокию курочка может из лужицы выпить – лету теплому быть и т.д.). Однако даты, например, крещенских и введенских морозов – более устойчивы, а рождественских – менее. Из геологии известно о нескольких ледниковых периодах. Все эти аномалии хотя бы частично могут быть связаны с солнечной активностью. ■



## Что означает загадочное слово «ДЖЕНЕРИК»?

Отвечает директор аптечного пункта «ЛарИна» **Лариса Павловская**.

Новый лекарственный препарат после завершения клинических испытаний регистрируется в соответствующих государственных службах, после чего выдается патент. На протяжении, как правило, 20 лет патент остается собственностью физического или юридического лица и обеспечивает право на эксклюзивное распространение и продажу. После истечения указанного срока свободное производство и продажа препарата под международным непатентованным названием (генерическим) разрешается и другим компаниям. Права же на торговую марку бессрочны.

Дженерик — это копия оригинального препарата. Воспроизводимый и оригинальный препараты содержат одни и те же активные ингредиенты,



чистота, содержание и качество которых стандартизированы. В последние годы и терапевтически нейтральные компоненты, придающие ему форму, вкус, цвет, запах, также идентичны. При приеме такого лекарственного средства его концентрация в крови должна накапливаться в той же дозе, что и при приеме оригинала, он должен оказывать то же терапевтическое воздействие и, главное, быть безопасным.

Так как воспроизводство генерического препарата не требует затрат на разработку активной субстанции, упрощены клинические исследования, то лекарство стоит дешевле оригинального.

Многие российские фармацевтические предприятия, опираясь на международный опыт (особенно Индии, Японии, США), приступили к выпуску импортзамещающих препаратов (дженериков). Качество, эффективность и безопасность воспроизводимых лекарственных средств подтверждается регистрационным удостоверением Минздрава России. Соответствующие государственные структуры уполномочены лишать лицензии производителей, нарушающих технологию производства. ■

## почему имплантация — лучший метод восстановления зубов?

На вопрос отвечает главный стоматолог г. Москвы профессор **Юрий Максимовский**.

Имплантация (вживление в челюстную кость штыря, на котором крепится коронка) практически лишена недостатков, присущих остальным методам. Это наиболее прогрессивная технология, избавляющая пациентов от неудобств, связанных с установкой и ношением мостовидных и съемных протезов, и от необходимости обтачивать, депульпировать зуб и ставить коронки на соседние здоровые зубы. Нагрузка при еде распределяется равномерно, а значит, здоровые зубы изнашиваются медленнее.

Имплантат более гигиеничен, чем мостовидный протез, под которым скапливается налет, что приводит к пародонтиту. К тому же имплантация эстетичнее: одиночная коронка, которую ставят на имплантат, выглядит абсолютно естественно. Правильно установленные имплантаты служат от 15 до 20 лет, в то время как мостовидные протезы — до 7 лет. Вероятность отторжения имплантатов даже в сложных случаях не превышает 3–5%.

Сегодня насчитывается около сотни конструкций имплантатов. Они бывают пластиночные и цилиндрические: причем лучшими считаются вторые, особенно выполненные из титана. Молекулы этого металла лучше всего

соответствуют молекулам кости человека, что значительно облегчает процесс остеоинтеграции — прорастания имплантата костной тканью. Пластиночные же штыри часто прорастают костной тканью и не рассчитаны на одиночную коронку. Их установка занимает около трех недель, а служат они лишь 5–6 лет.

Однако установка имплантата — это полдела. Многое зависит от того, как будет проведено последующее протезирование, что зависит от мастерства хирурга и ортопеда.

Как и всякая операция, имплантация имеет противопоказания: опухолевые процессы в области рта, болезни крови, а также некоторые особенности строения костной ткани. ■





Читайте в следующем выпуске журнала:

## В связке с космосом

### Мышь в воде

### Загадки физики

### Целительная виртуальная реальность

Оформить подписку на журнал «В мире науки» можно:

- по каталогам «Пресса России», подписной индекс 45724; «Роспечать», подписной индекс 81736; изданий органов НТИ, подписной индекс 69970;
- подписка на **Украине** по каталогу подписных изданий агентства KSS, подписной индекс 10729
- через редакцию (**только по России**), перечислив деньги через Сбербанк или по почте, отправив копию квитанции (**с указанием Ф.И.О., точного адреса и индекса подписчика**) в редакцию по почте, по факсу: (095) 105-03-72; 727-35-30 или по e-mail: [distr@sciam.ru](mailto:distr@sciam.ru). Стоимость подписки на полугодие – 390 руб., на год – 780 руб.

Подписаться можно со следующего номера, в квитанции обязательно указать номер, с которого пойдет подписка.

Бланк подписки можно взять в любом номере журнала; получить в редакции или на сайте [www.sciam.ru](http://www.sciam.ru).

**Где купить журнал (текущие номера):**

- в передвижных киосках «Метрополитеновец» около станций метро;
- в киоске «Деловые люди», 1-я Тверская-Ямская ул., 1;
- в киосках МГУ, МГИМО, РУДН, МИРЭА;
- в киосках г. Зеленограда;
- в Новосибирске, АРПИ «Сибирь», тел. (3832) 20-36-26;
- в Нижнем Новгороде, «Роспечать», тел. (8312) 35-15-92, 35-72-42, 19-76-05; «Шанс-пресс», тел. (8312) 31-31-14, 31-31-16;
- «Региональная пресса», тел. (8312) 35-88-16
- в Киеве, KSS, тел. (044) 464-02-20.

Все номера журналов можно купить в редакции журнала по адресу: ул. Радио, дом 22

	<p>ЗАО «В мире науки»                      Расчетный счет 40702810100120000141                      в ОАО «Внешторгбанк» г. Москва БИК 044525187                      Корреспондентский счет 30101810700000000187                      ИНН 7709536556; КПП 770901001</p> <hr/> <p>Фамилия, И.О., адрес плательщика</p> <hr/> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Вид платежа</th> <th>Дата</th> <th>Сумма</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Подписка на журнал «В мире науки»</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <hr/> <p>Плательщик</p>	Вид платежа	Дата	Сумма	Подписка на журнал «В мире науки»		
Вид платежа	Дата	Сумма					
Подписка на журнал «В мире науки»							
	<p>ЗАО «В мире науки»                      Расчетный счет 40702810100120000141                      в ОАО «Внешторгбанк» г. Москва БИК 044525187                      Корреспондентский счет 30101810700000000187                      ИНН 7709536556; КПП 770901001</p> <hr/> <p>Фамилия, И.О., адрес плательщика</p> <hr/> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Вид платежа</th> <th>Дата</th> <th>Сумма</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Подписка на журнал «В мире науки»</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <hr/> <p>Плательщик</p>	Вид платежа	Дата	Сумма	Подписка на журнал «В мире науки»		
Вид платежа	Дата	Сумма					
Подписка на журнал «В мире науки»							