

ежемесячный научно-информационный журнал

# В мире науки

scientific american

тема номера:

№4 2005

## СОВЕРШЕННО СЕКРЕТНО

**МИФ**  
о самооценке

**РЕКОНСТРУКЦИЯ**  
вируса-убийцы

**КОСМОС:**  
кризис среднего  
возраста

**ВРОЖДЕННЫЙ**  
**ИММУНИТЕТ:**  
система раннего  
оповещения

ISSN 0208-0621



9 770208 062001 >

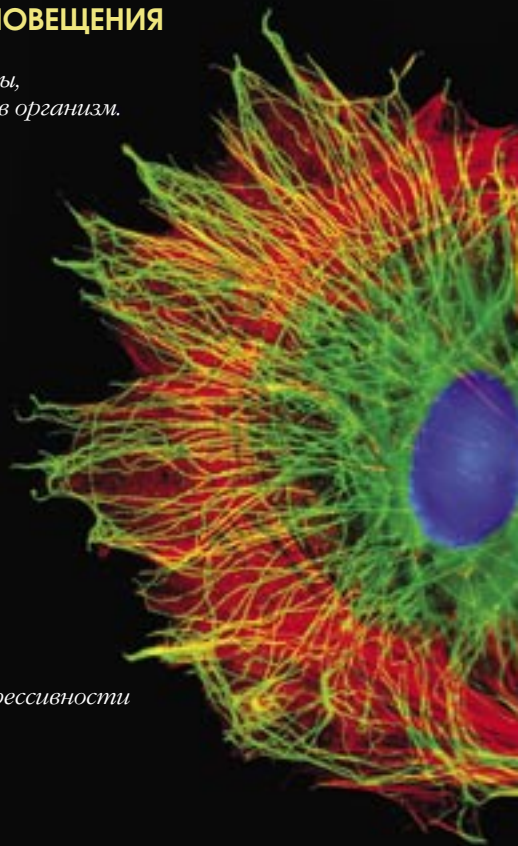
[www.sciam.ru](http://www.sciam.ru)

# содержание

АПРЕЛЬ 2005

## ГЛАВНЫЕ ТЕМЫ НОМЕРА:

- 32**      **ИММУНОЛОГИЯ**  
**ВРОЖДЕННЫЙ ИММУНИТЕТ: СИСТЕМА РАННЕГО ОПОВЕЩЕНИЯ**  
*Люк О'Нилл*  
*Система врожденного иммунитета – самая первая линия обороны, которую встречает инфекционный агент, пытаясь проникнуть в организм.*
- 40**      **АСТРОФИЗИКА**  
**КОСМОС: КРИЗИС СРЕДНЕГО ВОЗРАСТА**  
*Эми Баджер*  
*Во Вселенной все еще рождаются звезды и черные дыры.*
- 48**      **ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**  
**ТАКТИЧНЫЕ КОМПЬЮТЕРЫ**  
*Уэйт Гиббз*  
*Все чаще от важных дел нас отвлекают не расцумевшиеся дети или озабоченные внезапно возникшей проблемой домочадцы, а наша «говорящая» техника.*
- 56**      **БИОТЕХНОЛОГИИ**  
**РЕКОНСТРУКЦИЯ ВИРУСА-УБИЙЦЫ**  
*Джеффри Таубенбергер, Энн Рид, Томас Фаннинг*  
*Реконструирован самый смертоносный штамм вируса гриппа, вызвавший пандемию в 1918 г. В чем причина его необычайной агрессивности и каково его происхождение?*
- 66**      **НАУКА В КАРТИНКАХ**  
**ГЛАЗАМИ ОЧЕВИДЦА**  
*Эмили Харрисон*  
*Чудеса природы под объективом оптического микроскопа.*
- 72**      **ИННОВАЦИИ**  
**СОВЕРШЕННО СЕКРЕТНО**  
*Гэри Стикс*  
*Наступление эры квантовой информатики и, в частности, появление квантовых компьютеров, ознаменует крах многих других криптографических схем.*
- 78**      **ПСИХОЛОГИЯ**  
**МИФОЛОГИЯ САМООЦЕНКИ**  
*Рой Баумейстер, Дженнифер Кемпбелл, Джоаким Крюгер и Кетлин Вос*  
*Долгое время считалось, что высокая самооценка – залог жизненного успеха. Однако исследования показывают, что такая позиция не помогает ни повысить академическую успеваемость, ни предотвратить опрометчивые поступки.*



Учредитель и издатель: ЗАО «В мире науки»

Главный редактор: С.П. Капица  
Заместитель главного редактора: В.Э. Катаева

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

Редакторы: Ю.Г. Юшкявичюте,  
А.А. Приходько

Спецкорреспондент: Д.В. Костикова

Ответственный секретарь: О.И. Стрельцова

Секретарь редакции: Р.Л. Черемисов

Научные консультанты:  
доктор физ.-мат. наук, профессор Н.Т. Баграев,  
доктор физ.-мат. наук В.Г. Сурдин

Над номером работали:  
Ж.И. Алферов, Е.М. Амелин, Е.В. Базанов,  
Е.Г. Богадист, Е.М. Веселова, В.Г. Дудко, О.В. Закутняя,  
Ф.С. Капица, Б.А. Квасов, Д.В. Кислов, Ю.В. Кислова,  
Д.А. Константинов, И.М. Куржиямский,  
И.Я. Павлинов, Т.В. Потапова, И.П. Потемкин,  
И.П. Прошкина, А.С. Расторгуев, И.Е. Сацевич,  
В.В. Свечников, В.Г. Сурдин, С.А. Титов, П.П. Худолей,  
Б.В. Чернышев, Н.Н. Шафрановская

Корректурa: Ю.Д. Староверова

Генеральный директор  
ЗАО «В мире науки»: С.А. Бадиков

Главный бухгалтер: Т.М. Братчикова  
Помощник бухгалтера: С.М. Амелина

Отдел распространения:  
С.М. Николаев, Л.В. Старшинова

Спецпроекты: И.Б. Истомина

Старший менеджер  
по связям с общественностью: А.А. Рогова

Курьер: А.В. Вигуро

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

Иллюстрации предоставлены Scientific American, Inc.  
В верстке использованы шрифты AvanteGuardGothic  
и Garamond (© ParaType Inc.)

Отпечатано: ОАО «АСТ-Московский  
полиграфический дом»  
748-6733 Заказ №611

© В МИРЕ НАУКИ РосНОУ, 2004

Журнал зарегистрирован в Комитете РФ по печати.  
Свидетельство ПИ №ФС77-19285 от 30.12.2004

Тираж: 25 000 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, Steve Mirsky,  
George Musser, Christine Soares

News Editor: Philip M. Yam

Contributing editors: Mark Fichetti,  
Marguerite Holloway, Philip E. Ross,  
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 соответствии  
с лицензионным договором.

## РАЗДЕЛЫ:

### ОТ РЕДАКЦИИ

3 ГРОЗИТ ЛИ НАМ НОВАЯ ПАНДЕМИЯ  
ГРИППА?

5 50, 100 И 150 ЛЕТ ТОМУ НАЗАД

6 СОБЫТИЯ, ФАКТЫ, КОММЕНТАРИИ

- Новая жизнь дирижаблей
- Комфорт в космосе
- Родословная бежмота
- Стресс у китов
- Обмен веществ и диета
- Новые исследования в Арктике
- Смертельно опасные кошки
- Изобличить самозванца
- Трансгенные вакцины
- Обращаясь к богине любви

20 ПРОФИЛЬ  
ЧТО В ИМЕНИ ТВОЕМ?

Кристина Соарес

*Кевин де Куэйрос предложил новую систему  
классификации живых организмов.*

24 МНЕНИЕ  
НАУКА В РОССИИ: ВЗГЛЯД ИЗНУТРИ

*Нобелевский лауреат Жорес Алферов о проблемах  
современности.*

28 ПРОЕКТ  
ЭТАПЫ БОЛЬШОГО ПУТИ

Сергей Титов

*Строительство крупнейшей в мире установки  
для ускорения, накопления и столкновения пучков  
частиц сверхвысоких энергий завершается.*

86 КНИЖНОЕ ОБОЗРЕНИЕ

90 ЗНАНИЕ—СИЛА  
СЕЗАМ, ОТКРОЙСЯ

Марк Фишетти

## ОБЗОРЫ:

92 СПРОСИТЕ ЭКСПЕРТОВ

*Почему пробки на дорогах возникают без видимых  
причин?*

*Почему появляются мешки под глазами?*

*Как хакеры проникают в компьютер?*

*Как образуются сокращенные названия элементов  
периодической системы Д.И. Менделеева?*

# ГРОЗИТ ЛИ НАМ пандемия гриппа?

Подозрительный утенок под пристальным наблюдением работников здравоохранения Китая.



Над человечеством нависла угроза глобальной пандемии гриппа. С таким тревожным заявлением выступил Клаус Штёр (Klaus Stöhr), возглавляющий отдел по контролю за распространением гриппа при Всемирной организации здравоохранения. Основанием для тревоги послужила разгорающаяся эпидемия птичьего гриппа в 10 странах Азии, представляющая прямую опасность для здоровья людей.

Вирус птичьего гриппа, известный как штамм *H5N1*, в 100% случаев приводит к гибели кур, поэтому выявить вспышку заболевания не составляло труда. Особенно специалистов встревожило то, что вирус распространился среди домашних уток и при этом никак себя не проявил. Разгуливая по выгону, инфицированные, но вполне здоровые на вид птицы беспрепятственно разносят вирус, и это оставляет мало надежд на то, что самую масштабную за всю историю пандемию птичьего гриппа удастся предотвратить. Увеличивается вероятность передачи инфекции человеку, а соответственно, и риск возникновения пандемии.

Эпидемии гриппа вызывают вирусы, которые несут поверхностные белки, не встречавшиеся прежде им-

мунной системе человека. Именно они были причиной возникновения пандемий 1957 и 1968 г., и происходили они от вирусов, прежде инфицировавших только птиц.

Геном вирусов гриппа представляет собой беспорядочный набор генов. Если какой-нибудь птичий штамм войдет в контакт со штаммом вируса гриппа, способным к распространению среди млекопитающих, то в результате могут появиться вирусные частицы, несущие чрезвычайно опасные комбинации белков и легко передающиеся от человека к человеку. Такая связь между вирусами и обмен генетическим материалом может произойти в организме любого животного, восприимчивого как к птичьему, так и к человеческому штаммам вируса. В 2004 г. в Таиланде и во Вьетнаме птичьим гриппом заболели более 40 человек, 30 из них умерли.

В этом номере журнала опубликована статья о воссоздании буквально из пепла генома вируса, жертвой которого в 1918–1919 гг. стали 40 млн. человек. История его происхождения наводит на печальные мысли. Несмотря на то что некоторые гены вируса, возможно, исходно принадлежали какому-нибудь штамму птичьего вируса, они выглядели так,

будто значительное время эволюционировали в организме другого животного и только потом попали в геном вируса гриппа, циркулирующего в человеческой популяции. Промежуточный хозяин (птица или млекопитающее) так и остался неидентифицированным.

Систематический контроль за распространением гриппа проводится лишь среди людей, кур, свиней и лошадей, несколько реже – среди водоплавающих и береговых птиц. Однако у ученых нет четкого представления о динамике процесса и распространенности штамма вируса в экосистеме. Национальные институты здравоохранения США недавно сообщили о намерении секвенировать геномы имеющихся в распоряжении ученых штаммов. Кроме того, Институт патологии вооруженных сил, Центры контроля за распространением заболеваний и другие организации собираются создать мощную лабораторную сеть, обеспечивающую молекулярный анализ вирусов гриппа. Исследуя их эволюцию и распространение в популяции человека и животных, возможно, удастся идентифицировать новые резервуары вирусов гриппа и предсказать появление опасных штаммов. ■

- Премия за вирусы ■ Благородные газы ■ Король удобрений

### АПРЕЛЬ 1955

**РЕПЛИКАЦИЯ ВИРУСОВ.** «Представление о природе вирусов изменилось. Раньше их рассматривали только как чужаков, вторгающихся в клетки и паразитирующих в них. Но результаты последних исследований, а особенно открытие модификаций, вызванных влиянием организма-хозяина, заставляют обратить внимание на схожесть вирусов с единицам наследственности, т.е. с генами». – Сальвадор Лурия (Salvador E. Luria) (В 1969 г. Лурия стал одним из лауреатов Нобелевской премии по физиологии и медицине за работы о генетической структуре вирусов.)



Культурное восприятие, тщательно исследуемое антропологами, 1955

**ВАКЦИНА ОТ ПОЛИОМИЕЛИТА.** «В ближайшее время будут получены результаты широкомасштабных полевых испытаний вакцины против полиомиелита. Каковы бы они ни были, разногласия среди вирусологов вызывает сама вакцина. Она изготовлена из вируса, инактивированного формалином. Многие полагают, что подобная вакцина не может быть столь же действенна, как содержащая живой вирус. Я же считаю, что вакцина из мертвого вируса не только безопасна, но и весьма эффективна для профилактики полиомиелита, если ее правильно приготовить». – Джонас Солк (Jonas E. Salk).

**КУЛЬТУРНЫЕ РАЗЛИЧИЯ.** К сожалению, нормы поведения в различных культурах зачастую неуловимы, неосознаны и не поддаются описанию. Для достижения межкультурного взаимопонимания государственные агентства США вынуждены приглашать антропологов в качестве экспертов. Например, в Латинской Америке во время разговора принято стоять близко к собеседнику и часто прикасаться к нему. У жителей США такое поведение вызывает протест. Поэтому латиноамериканцы считают своих северных соседей неприветливыми и необщительными (см. иллюстрацию).

### АПРЕЛЬ 1905

**РАБОТА РАМСЕЯ.** Некоторое время назад сэр Уильям Рамсей сообщил Королевскому обществу свою оценку количества криптона и ксенона в атмосфере, а недавно опубликовал аналогичные данные для неона и гелия. Проведя ряд высокоточных экспериментов, он заключил, что в воздухе содержится 86 миллиардных весовых долей неона и 56 десятиллиардных весовых и 400 десятиллиардных объемных долей гелия. Эти, казалось бы, неизмеримо ничтожные значения концентрации подтверждаются экспериментами, результаты которых свидетельствуют о состоятельности таких оценок.

### АПРЕЛЬ 1855

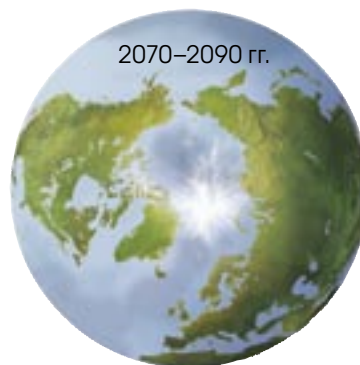
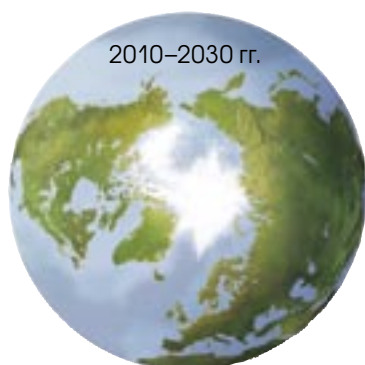
**СКРЕЖЕТ ЗУБОВНЫЙ.** Почему же у наших граждан зубы разрушаются гораздо быстрее, чем у жителей многих других стран? Общеизвестно, что в США у дантистов в пять раз больше работы, чем в Англии. Не удивительно, ведь там плохие зубы – это исключение, а у нас – правило. Ирландцы вообще почти не чистят зубы, но они у них все равно лучше, чем у американцев. И уксусная кислота тут вовсе ни при чем. По нашему мнению, чем больше жестких продуктов съедено в детстве, тем крепче зубы и тем позже они разрушаются.

**ГУАНО.** Пятнадцать лет назад гуано появилось в Европе. Тогда ради эксперимента было использовано всего несколько тонн этого удобрения. С тех пор его потребление возросло до 100 тыс. бочек в год. В прошлом году в нашей стране спрос на гуано был настолько велик, что не был полностью удовлетворен. Воспользовавшись ажиотажем, нечистые дельцы смешивали удобрение с суглинком такого же цвета. Рекомендуем фермерам покупать гуано только у авторитетных торговцев. Наиболее качественным считается гуано из Перу. ■

# потепление В АРКТИКЕ

ЭКОЛОГИЯ

## Прогнозы экспертов



По мнению экспертов Арктического совета, зоны арктических льдов будут уменьшаться. На карте показано, как будет изменяться ледовый покров Северного Ледовитого океана в сентябре в ближайшие сто лет.

дает в тропическую область планеты, благодаря воздушным потокам и океаническим течениям часть ее распределяется в полярные зоны. В отличие от тропической зоны, где основная масса солнечной энергии расходуется на испарение вод Мирового океана, в арктической зоне она нагревает атмосферу. По ряду причин, в том числе интенсивное поглощение солнечной радиации, потепление в арктической зоне будет идти более быстрыми темпами, чем в Антарктиде.

Карты, приведенные выше, дают представление о том, как будет изменяться ледовый покров Северного Ледовитого океана в сентябре в ближайшие сто лет. В XXI в. самый большой массив материковых льдов, покрывающих Гренландию, может оказаться у опасной черты, т.к. процесс таяния может иметь необратимый характер. Таяние льдов в арктической зоне на протяжении нескольких веков может привести к повышению уровня Мирового океана на 8 м, что вызовет затопление низменностей в масштабе планеты. Только в Бангладеш бо-

лее 17 млн. человек проживает на равнине, возвышающейся всего на 1 м над уровнем моря. Повышение температуры может способствовать тому, что 14% от мировых запасов углерода попадут в атмосферу и вызовут небывалый парниковый эффект. Изменение климата приведет к исчезновению популяции белого медведя, тюленя и в итоге к гибели коренных народов Севера.

Изменение климата может привести и к положительным результатам. В ближайшие 20 лет в арктической зоне может открыться регулярное морское сообщение и начаться добыча нефти и газа в прибрежной морской зоне. По подсчетам специалистов, в этом районе сосредоточено до 25% мировых запасов нефти и газа. В зоне вечной мерзлоты есть запасы растворенного в воде и замерзшего природного газа, превосходящие по своим объемам все источники энергии, включая нефть, природный газ и уголь. Однако время разработки этих энергетических кладовых еще не наступило.

Роджер Дойл

Источник глобального потепления надо искать в Арктике. За последние 20 лет рост температуры в арктической зоне происходил в два раза быстрее, чем в целом на планете. В ноябре 2004 г. международная организация Арктический совет, объединяющая в своих рядах восемь государств: США, Канаду, Исландию, Данию, Норвегию, Швецию, Финляндию и Россию, – подготовила доклад по данной проблеме. Из текста документа следует, что к концу XXI в. произойдет повышение температуры во всей арктической зоне. В материковой области зимняя температура увеличится на 4–7°C, а в морской – на 10°C, что, в свою очередь, приведет к глобальным переменам.

Несмотря на то что основной поток солнечной энергии попа-

# день российской науки—2005

НАУКА И ОБЩЕСТВО

День российской науки был утвержден указом Президента России в 1999 году в честь основания Петром I Российской академии наук – 8 февраля 1724 года.

Министр образования и науки РФ Андрей Фурсенко на праздничном заседании отметил, что помимо той среды, где рождаются знания, важно выделение приоритетов. Отвечая на вопрос корреспондента «В мире науки», возможны ли в России программы, подобные поддержке в США развития нанотехнологий на уровне президента, конгресса и т.д., министр заметил, что нанотехнологии – то направление, в котором мы вполне конкурентоспособны. Андрей Фурсенко считает, что в России могут возникнуть направления, которые связаны с энергоносителями, также существуют перспективы развития водо-

родной энергетики, что стимулирует разработки новых материалов. Возможно также появление новых технологий с использованием такого ресурса, как пространство, поскольку наша страна – естественный транспортный коридор между Европой и Азией. Можно назвать еще много направлений, считает министр, но «задача определения прорывных направлений – это задача экспертного сообщества, прежде всего научного сообщества, бизнес-сообщества, а мы должны создавать условия, при которых эта экспертиза идет и будет найден наиболее адекватный способ поддержки этих прорывных направлений».

Очевидно, что подходы чиновников со времен Петра I изменились, но праздник российской науки остался.

Дмитрий Мисюров

## МЕХАНИЧЕСКИЙ червь

БИОИНЖЕНЕРИЯ

Чтобы создавать новые высокотехнологичные приборы, нужно воспринимать механизмы природы всерьез.

Биоинженеры из Западного резервного университета Кейса в Кливленде считают, что изучение механизмов, используемых червями и слизнями для перемещения и захвата пищи, позволит сконструировать роботов, способных к плавным движениям. Прежние модели были рассчитаны на обращение с жесткими и прочными предметами, отметил профессор биологии Хиллел Чил (Hillel Chiel).

Запатентованный сотрудниками университета прибор, имитирую-

щий сокращения кольцевых мышц червя – эндоскопический зонд длиной 23 см, – может проникать в труднодоступные участки кишечника, не повреждая его слизистой оболочки. Добавление сенсоров сделает зонд полноценным инструментом медицинских исследований. Для разработки механической руки ученые намерены скопировать поведение калифорнийского морского слизня при захвате водорослей.

Хиллел Чил надеется, что основанные на биологических принципах роботы будут востребованы и в других областях науки.

Роман Черемисов



ПО ВИНЕ

## стресса?

БИОЛОГИЯ

Страдают ли киты декомпрессионной болезнью? Морским биологам этот вопрос не дает покоя с незапамятных времен. В последние годы считается, что китам данный недуг не знаком. Однако такая точка зрения опровергается недавними сообщениями о клюворылых китах с острыми симптомами декомпрессионной болезни, возникшими в результате воздействия лучей военных гидролокаторов. Решив окончательно разобраться в вопросе, группа исследователей из Океанографического университета Вудса приступила к изучению скелетов 16 кашалотов, которые находились на морских берегах начиная с 1870 г. На костях взрослых китов были обнаружены дефекты и эрозии, сходные с теми, что наблюдаются у глубоководных ныряльщиков. «По-видимому, чтобы избежать кессонной болезни, кашалоты в процессе эволюции освоили такие методы, как, например, медленное всплытие к поверхности моря, – говорит один из участников исследования Майкл Мур (Michael Moore). – Если воздействие гидролокаторов и других факторов стресса нарушает привычные формы поведения, у китов может развиваться декомпрессионная болезнь».

Дж. Минкель

# ХОЛОДНЫЙ СВЕТ НА АВТОБАНЕ

АВТОМИР

## Будущее принадлежит светодиодам.

Согласно прогнозам специалистов, будущее светотехники, в том числе и автомобильной, принадлежит светодиодам. Полупроводниковые источники света значительно отличаются низким энергопотреблением и практически неограниченным сроком эксплуатации от традиционных ламп накаливания и их галогенных и ксеноновых родственников. Уже довольно долго светодиоды находят применение в автомобилях ведущих мировых производителей в качестве элементов освещения салона, панели приборов, а также габаритных огней и стоп-сигналов. Последние, кстати, срабатывают быстрее обычных и загораются ярче, что немаловажно для едущих сзади. Использованию светодиодов в головных фарах автомобилей до недавнего времени препятствовала

их недостаточная яркость и огромное тепловыделение. Разработки американской компании *Lumileds Lighting*, основанной в 1999 г., корпорациями *Hewlett-Packard* и *Philips*, ускорились созданием технологии *Luxeon*, которая позволяет изготавливать светодиоды в 60 раз более мощные и яркие, чем их 5-миллиметровые предшественники. На их основе специалисты ведущих дизайн-студий автомобильного мира разрабатывают новые фары ближнего и дальнего света, которые потребляют меньше энергии, не нагреваются и не требуют столь частой замены ламп, как традиционные устройства автомобильного освещения. Результаты подобных усилий можно увидеть на ежегодных международных автосалонах, где в большинстве случаев светодиодами фарами оснащаются так называемые концепт-кары, такие как, например, *Audi Le Mans Quattro* образца 2003 г. или последняя новинка Детройтского автосалона, состоявшегося в январе 2005 г., — *Audi Allroad Quattro Concept*.

Автомобиль оснащен светодиодными фарами с дополнительной функцией включения ближнего света днем. Под прозрачными рассеивателями скрывается совершенно новая модульная технология освещения. Наружный модуль состоит из 14 отдельных светодиодов, обеспечивающих такой же уровень освещенности, как и ксеноновые фары. Внутренний модуль состоит из 10 отдельных световых матриц фар дальнего света. Между этими основными элементами горизонтально расположены отдельные квадратные модули, обеспечивающие ясно видимый свет в дневное время. Указатели поворотов, стоп-сигналы и задние габаритные огни также выполнены из быстродействующих светодиодных модулей. Как заявляет производитель, автомобиль *Audi Allroad Quattro Concept* является сосредоточием современных технологий, демонстрирующим все электронные системы, которые будут запущены в серийное производство в ближайшие годы. В то же время концерн *Audi AG* уже сегодня применяет технологию комбинированного светодиодно-ксенонового освещения на конвейере, оснащая «гибридными» фарами модели представительского класса. Уникальный по своим характеристикам лимузин *A8 L 6.0 Quattro* отличается не только W-образным 12-цилиндровым двигателем, но и светодиодными источниками ближнего света, в то время как за дальний свет отвечает ксенон. Такое разделение функций способствует росту популярности марки на фоне более консервативных конкурентов. Автовладельцы наконец-то могут почувствовать себя участниками дорожного движения XXI в.

Дмитрий Константинов





# НОЧНЫЕ VIP-СНАЙПЕРЫ

ТЕХНИКА

Обостренная конкуренция среди автомобильных производителей оказывает благотворное влияние на развитие технической мысли. При практически равном соотношении сил и возможностей двигателей в наиболее «продвинутом» сегменте автомобилей представительского класса увеличение объема продаж сегодня достигается за счет применения новых научных разработок в области электронных систем. Благодаря этому лучшие представители ведущих автомобильных марок с каждым годом становятся все более «интеллектуальными». Многие из них уже способны «узнавать» хозяина, «слушаться» голосовых команд, контролировать безопасную скорость и курсовую устойчивость, а также своевременно «распо-

знавать» опасность, возникающую на дороге. Если же говорить о наиболее «свежих» версиях автомобилей премиум-класса, то их в последнее время отличает одно немаловажное качество – умение «видеть» в темноте.

Система «ночного видения» *X-vision* является совместной разработкой американских компаний *Bendix Commercial Vehicle Systems* и *Raytheon Corporation* и использует ту же инфракрасную технологию, которая применяется в прицелах снайперских винтовок и боевой техники. По свидетельству Стюарта Клаппера, исполнительного директора *Raytheon* по



вопросу автомобильных систем, перед выпуском на рынок система *X-vision* прошла 18-месячные тестовые испытания, доказавшие ее надежность и удобство в эксплуатации. При включении системы изображение ночной трассы, по которой следует автомобиль, проецируется на лобовое стекло перед глазами водителя или на проекционный дисплей размером 18x11 см, выдвигающийся на приборной панели. Вес системы *X-vision* не превышает 0,68 кг, она способна работать при температурах от  $-40$  до  $+85^{\circ}\text{C}$  и стоит около \$4 тыс. Крупнейшим, хотя и не эксклюзивным заказчиком системы «ночного видения» остается компания *General Motors*, которая в стандартной комплектации оснащает такими устройствами свои лимузины *Cadillac's DeVille*. Кроме того концерн *DaimlerChrysler* также включает оборудование «ночного зрения» в состав системы безопасности *Presafe II* для новой модели S-класса (*W221*), которая будет представлена в октябре 2005 г. на международном автосалоне во Франкфурте-на-Майне. Новый *Mercedes-Benz* VIP-уровня, оснащенный системой «ночного видения», сможет не только развлекать пассажиров ночными ландшафтами, но и самостоятельно принимать решения о замедлении скорости, остановке или изменении курса в случае, если трудно-различимая в темноте опасность осталась без внимания водителя.

Дмитрий Константинов

# НЕВИРУСНЫЕ ВЕКТОРЫ

ГЕННАЯ ТЕРАПИЯ

Для введения в клетки чужеродных генов в качестве векторов часто используют вирусы. Однако появление в организме чужеродного агента нередко вызывает иммунный ответ, что мешает вектору выполнять свою функцию. Система доставки генов в составе наночастиц из диоксида кремния с включением органических компонентов этого недостатка лишена. Химики из Университета в Буффало обнаружили, что наночастицы, несущие электрический заряд, обеспечивают компактизацию находящихся в них молекул ДНК, защищают их от действия клеточных ферментов и не вызывают

иммунного ответа. Органические включения делают наночастицы более эластичными, благодаря им инактивированные молекулы ДНК легко выходят наружу, а окружавшая их оболочка подвергается биодegradации. Уже проведены успешные эксперименты по доставке в клетки почки обезьяны культуры гена, который кодирует белок, флуоресцирующий зеленым светом. Сегодня ученые работают над введением генов в нервные клетки мыши. Сообщение об этих работах опубликовано в журнале *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* за 11 января 2005 г.

Чарлз Чой

# Не время для купания

КОСМОС

## В космосе нелегко оставаться чистым.

«Мы смогли послать человека на Луну, но не в состоянии обеспечить космонавтам на Международной космической станции (МКС) возможность освежиться на протяжении их шестимесячного полета», — считает Стефани Уолкер (Stephanie Walker), ответственная за экипировку экипажей в Космическом центре Джонсона (NASA), расположенном в Хьюстоне.

Конечно, NASA заботится о комфорте космонавтов. Полет на Марс и обратно будет продолжаться 18 месяцев. В космосе меняются

вкусовые и обонятельные предпочтения космонавтов, поэтому то, что не раздражает на Земле, может здесь вызывать отвращение.

Сегодня космонавты используют продукцию, имеющуюся в массовой продаже и не содержащую воду. Например, применяющиеся в больницах гигиенические салфетки и шампуни, которые не надо смывать. Кроме того, в космических условиях нельзя использовать все то, что содержит алкоголь, поскольку система контроля окружающей среды его не удаляет, считает Уолкер. Мыло для космических станций должно со-



Изделия с серебряной сеткой обладают бактерицидными свойствами. Они испытываются NASA в подводной лаборатории.

стоять в основном из природных компонентов.

Джоунс рассказывает, что космонавты могут постирать свою одежду с мылом, затем прополоскать ее в специальном мешке и повесить сушиться. При хорошей циркуляции воздуха вещи быстро высыхают. А влажность на борту МКС достигает всего 30–40% — сахара по сравнению со станцией «Мир», где влажность была от 80 до 90%. Особенно популярна сушка одежды в модуле «Звезда», где лучший воздушный поток.

В 2003 г. космонавты взяли с собой две футболки, в ткань которых была вплетена нить с серебром, обладающим бактерицидными свойствами. Результат оказался многообещающим: Ивинс сообщила, что майки покрылись солью, но не источали неприятного запаха. В последний год NASA начала испытывать в своей подводной лаборатории «Водолей», расположенной у побережья Флориды, простыни, одеяла и другие вещи с серебряной сеткой.

Ивинс невысоко оценила идею серебряных костюмов для космических путешественников, но заметила, что теперь появилась прекрасная возможность обратить внимание на новые технологии и материалы, и один из них может стать супертехнологией будущего.

Фил Скотт

Фил Скотт в Нью-Йорке принимает душ ежедневно.

Гэри Стикс

NASA

# МИМО ЦЕЛИ

ФАРМАКОЛОГИЯ

Принципиально новая стратегия лечения онкологических больных, основанная на прицельном разрушении специфического белка, который идентифицируется генетическими методами, не оправдала возлагавшихся на нее надежд. В декабре 2004 г. фармацевтическая фирма AstraZeneca сообщила, что созданный ею препарат иресса (гефитиниб) приводит только к уменьшению размеров опухоли, но не к продлению жизни больных раком легких. Результат испытаний, проведенных на 1700 пациентах, заставил компанию отозвать заявку на получение разрешения к применению

препарата в Европе. Неясной остается судьба препарата в США: в 2003 г. было одобрено его применение, а теперь Администрация по контролю за продуктами питания и лекарствами (FDA) размышляет об отзыве его из аптечной сети. Многие врачи тем временем перешли на другой препарат целенаправленного действия, который на самом деле продлевает жизнь больным. Его выпускает фирма Genentech в сотрудничестве с OSI Pharmaceuticals, AstraZeneca же собирается продолжить испытания своего детища для лечения других форм рака.

# СВЕТ МОЙ, ЗЕРКАЛЬЦЕ, СКАЖИ...

ПЕРЕДОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Выпущены новые модели жидкокристаллических телевизоров, которые в выключенном состоянии выполняют функцию зеркала.

В прошлом веке писатели-фантасты считали своим долгом наделять интерьеры третьего тысячелетия массой сказочных на тот период развития цивилизации вещей: видеофонами, климатическими генераторами, линиями доставки продуктов и утилизаторами ненужной одежды. Со временем многое из этого стало реальностью, в том числе и плоские телевизоры, которые можно развешивать на стенах, подобно картинам. Жидкокристаллические или плазменные телевизионные панели впечатляющих размеров и с безупречным качеством изображения сегодня производят многие компании, однако голландская фирма *Philips* опередила всех.

Поклонникам интерьеров, выдержанных в историческом стиле, нет необходимости лишний раз напоминать, сколько проблем, к примеру, вызывают попытки сочетать стильную мебель ушедших эпох с современной медиатехникой. Встраивать телевизор в стену или заказывать к нему стилизованный, например, под амбир специальный шкаф – все это благодаря инженерам и конструкторам подразделения *Philips Electronics* отныне стало вчерашним днем. 30-дюймовый жидкокристаллический телевизор *MiraVision*, недавно показанный на выставке *Consumer Electronics Show – 2005 (CES)* в выключенном состоянии, представляет собой зеркало в резной деревянной раме, висящее на стене и отражающее окружающие предметы столь же правдиво, сколь и все его «конкуренты» из стекла и амальгамы.

Зеркальный телевизор *Philips MiraVision* назван журналом *Fortune* одним из «Лучших продуктов 2004 года» и журналом *Time* одним из «Самых смелых изобретений 2004 года». Он предлагает потребителю новую концепцию домашнего пространства, привнося изысканный стиль и освобождая полезную площадь. Утонченный дизайн новинки позволяет скрыть от глаз электронику и провода, воплощая изящное с точки зрения архитектуры решение экрана горизонтального или вертикального формата. В «альбомных» моделях *MiraVision* горизонтально расположенный дисплей преобразуется в телевизор или в зеркало, «портретные» же версии предлагают потребителям расширенные возможности, при которых верхняя часть остается отражающей поверхностью всегда, а нижняя часть может быть также телевизионным экраном.

«*MiraVision* представляет собой важное достижение в области потребительских технологий и демонстрирует лидерство *Philips* в разработке инновационных продуктов», – считает вице-президент по маркетингу и продажам *Philips Consumer Electronics* в Северной Америке. «С появлением 30-дюймовой модели *MiraVision* наша компания предлагает потребителям большой дисплей для просмотра любимых программ и удобное решение «два в одном»: ЖК-экран и зеркало. Победитель *Innovations Award 2004*, *Philips MiraVision*, отражает практически 100% света и представляет собой идеальный дисплей для нетривиальных пространств и интерьеров».

Дмитрий Константинов  
Источник: [www.philips.com](http://www.philips.com)



ФАРМАКОЛОГИЯ

## «детектор ЛЖЦ»

МЕДИЦИНА

По разным данным, объем продаж фальсифицированных лекарств сопоставим с оборотом наркотиков. Существующие методы определения подлинности лекарств недостаточно эффективны. Например, на проведение традиционного элементного анализа уходит несколько часов, что не позволяет охватить широкий круг аптек. Сотрудники химического факультета МГУ разработали новый подход к определению подлинности и качества лекарств.

Они предложили весь процесс разбить на две стадии. Сначала осуществлять быстрый скрининг (за 2–5 минут), позволяющий разделить лекарства на «подозрительные» и «благонадежные». Затем отправлять препараты, качество которых вызывает сомнение, на стандартный анализ. Это позволяет значительно ускорить процедуру определения подлинности лекарств и усилить контроль за их качеством. Апробация новой методики показала, что из 8–10 различных дешевых аналогов в среднем только 1–2 образца соответствовали спецификации.

Елизавета Богадист

# бегемоты, киты и другие

ЭВОЛЮЦИЯ

По мнению палеонтологов, наконец-то удалось определить точное место бегемота на генеалогическом древе млекопитающих.



У палеонтологов бегемот пользуется довольно сомнительной репутацией: вот уже два столетия все попытки выяснить происхождение этого зверя заканчиваются неудачей. Недавние открытия, возможно, как-то прояснят ситуацию.

Огромная пасть, толстая кожа, лишенная волосяного покрова, и выпученные, высоко посаженные глаза – все эти признаки делают бегемота одним из самых живописных представителей африканских млекопитающих. Сегодня существуют два вида гиппопотамов: обыкновенный (*Hippopotamus amphibius*) и карликовый (*Choeropsis liberiensis*). Специалисты единодушно относят их к отряду парнокопытных, который включает свиней, лошадей, жирафов и таких жвачных животных, как, например, коровы. Но определить точное место бегемотов на генеалогическом древе парнокопытных оказалось нелегко.

Ученые придерживаются двух основных гипотез. Согласно первой, ближайшими родственниками бе-

гемотов являются пекари, вторая утверждает, что их предками были вымершие болотные парнокопытные антракотерии. Чтобы оценить достоверность таких предположений, исследователи из Калифорнийского университета в Беркли под руководством Жан-Рено Буассери (Jean-Renaud Boisserie) изучили все характеристики 32 видов парнокопытных (в том числе и недавно обнаруженных в Чаде останков ископаемых бегемотов), когда-либо упоминавшиеся учеными для обоснования правильности той или иной гипотезы.

Специалисты пришли к выводу, что многие особенности, сближающие бегемотов с пекари (например, округлая в поперечном сечении форма морды), на самом деле представляют собой признаки примитивных парнокопытных и, следовательно, не могут служить доказательствами тесного родства между этими группами животных. Что касается второй гипотезы, то исследования подтвердили существование эволюционной связи меж-

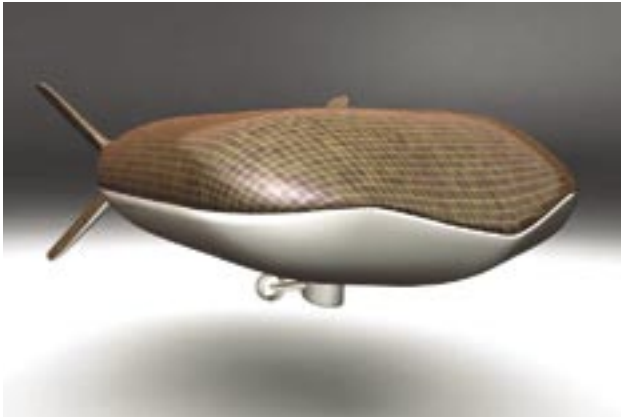
ду гиппопотами и антракотериями из подсемейства *Botbriodontinae*. Несмотря на то что представители двух групп парнокопытных значительно различаются морфологией зубов, в строении черепа, нижней челюсти и конечностей у них обнаруживается много общего.

Результаты научных трудов проливают свет и на происхождение китов. Останки ископаемого кита, обнаруженные в 2001 г., подтверждают предположение, что эти морские гиганты ведут свой род от парнокопытных. Результаты нескольких анализов ДНК позволили ученым сделать вывод, что киты и бегемоты имеют общего предка. Однако некоторые палеонтологи отнеслись к этим данным с большим недоверием: если самые древние из известных ископаемых останков китообразных имеют возраст более 53 млн. лет, то самым ранним из найденных скелетов бегемотов всего 15 млн. лет. Древнейшие следы антракотериев, однако, встречаются и в породах, образовавшихся около 41 млн. лет назад. Таким образом, если бегемоты ведут свое происхождение от этих животных, промежуток времени, разделяющий их с китами, сокращается до 12 млн. лет. «Никогда еще ученым не удавалось столь наглядно продемонстрировать родственные связи между антракотериями и бегемотами, – комментирует результаты исследования специалист по ископаемым китообразным Дж. Тэвиссен (J. G. M. Thewissen) из медицинского колледжа Северо-восточного университета Огайо. – Главное теперь – идентифицировать предков антракотериев, обитавших на Земле в соответствующий период времени, и восполнить пробел между бегемотами и китами».

Кейт Вонг

# СТРАТОСФЕРНЫЕ дирижабли

РАДИОСВЯЗЬ



Современный дирижабль сможет на протяжении месяцев парить над городом, обеспечивая беспроводную радиосвязь.

Антенны, поднятые в стратосфере, будут как принимать сигналы, так и посылать их на наземные устройства. Подобные передатчики, базирующиеся в воздухе, способны обеспечить населенные пункты беспроводной радиосвязью. Они обойдутся дешевле спутников, поскольку не потребуют установки оснащенных мачтами радиостан-

для стратосферных дирижаблей) поднимется на высоту 20 км, где воздух настолько разрежен, что электрические моторы, работающие от солнечных батарей, смогут удерживать дирижабли стоимостью свыше \$10 млн. на геостационарных «орбитах».

Джеймс Деларье (James DeLaurier) из Торонтского университета, за-

## Флотилии китообразных стрателлитов будут удерживать дирижабли на геостационарных орбитах.

ций. Обычно антенны в небо поднимали дистанционно управляемые аэропланы, воздушные шары и дирижабли, некоторые из которых даже успешно проработали.

Инженеры из компании *Sanswire Networks* из Атланты, занимающейся обеспечением беспроводной радиосвязи, создали модель высокотехнологичного дирижабля размером в 1/3 натуральной величины. Компания планирует обеспечивать мобильной радиосвязью крупные города в течение 18 месяцев. Поэтому флотилия китообразных стрателлитов (сокращение

нимающийся испытаниями беспилотных самолетов, отмечает, что, несмотря на разреженность воздуха в стратосфере, давление ветра на высоте 20 км достаточно сильное, что осложняет работу летательных аппаратов. Кроме того, этот слой содержит озон, ультрафиолет и кислород, которые со временем разрушают материалы.

К работе подключился Вернон Кениг (Vernon Koenig), специалист в области сверхлегких материалов. Оболочка для *Sanswire 1* будет сделана из легчайшего сверхпрочного полиэтилена, аналогичного

### А СЛУЖБА ИДЕТ

Программа началась три с половиной года назад. Если испытание дирижабля пройдет успешно, то будут созданы 3–5 стрателлитов, считает глава компании *Sanswire Networks* Майкл Молен. После полутора лет эксплуатации необходимо будет сделать перезагрузку расположенных на борту батарей. Тогда в стратосферу поднимется другой дирижабль, который заменит существующий. Каждый стрателлит будет обеспечивать беспроводную передачу и прием звукового сигнала, видеосигнала и других данных, обслуживая расположенную под ним территорию поперечником 240 км.

материалу бронежилетов. С внешней стороны она будет покрыта тысячами квадратных метров фотоэлектрической пленки. На дирижабль установят двигатель, высотные пропеллеры и управляющую компьютерную систему с тройной защитой. Испытательный полет планируется произвести на базе военно-воздушных сил США в Калифорнии.

Стрателлит, используя в основном гелий, сможет поднять 1,5 тонны полезного груза. Форма внешней оболочки будет поддерживаться сжатым азотом. За время подъема дирижабля на нужную высоту 37 тыс. куб. м гелия, закачанного внутрь, увеличатся в объеме в 17 раз. Вероятно, на коммерческом дирижабле будет использована некая технология производства подъемного газа взамен улетучившегося гелия.

Глава компании Майкл Молен (Michael Molen) заявил, что аэродинамическая обтекаемая форма дирижабля позволит ему «летать» без привлечения энергии, непосредственно маневрируя на восходящих потоках воздуха.

Стивен Эшли

# подходящая **диета**

МЕТАБОНОМИКА

## Анализ метаболизма для разработки «ИНДИВИДУАЛЬНЫХ» ДИЕТ.



Универсальной диеты для похудения не существует. За неделю на пустых щах одни люди теряют по 5 кг, а другие – всего по несколько граммов веса.

Учитывая непреложный факт, что тучность и некоторые другие заболевания свидетельствуют о нарушении обменных процессов, возникающих в результате взаимодействия множества биохимических показателей, метаболическое тестирование предлагает надежный способ оценки здоровья человека на протяжении всей его жизни. Более того, подобные технологии способны выявлять заболевания прежде, чем проявятся их первые симптомы. Метаболика поможет человеку выбрать диету и режим тренировок, которые лучше всего соответствуют его индивидуальному обмену веществ.

В человеческом организме ежедневно вырабатываются тысячи различных метаболитов. Их уровень определяют в моче, плазме крови и различных тканевых жидкостях с помощью таких традиционных методов, как масс-спектрометрия и ядерно-магнитный резонанс. Именно так биохимики оценивают токсичность лекарственных препаратов и загрязнителей окружающей среды для человеческих клеток. Главная проблема, таким образом, состоит в интерпретации массы получаемых данных. Решить ее помогают современные компьютерные технологии, позволяющие проводить и очень детальный анализ метаболитов, и более информативные сравнительные исследования. Так, например, три года назад английские исследователи показали, что с помощью высокочастотных ра-

Метабономика, новая область диетологии, советует нам есть то, что мы ешь.

диодов, отражаемых образцами крови, можно выявлять начальные стадии атеросклероза.

Кроме того, стало возможным определять профили метаболических заболеваний еще до того, как у человека возникнут соответствующие симптомы. Американские исследователи изучали мышей, выведенных методами генной инженерии, у которых вследствие диеты с высоким содержанием жиров развивался атеросклероз. Ученые кормили грызунов пищей с умеренным содержанием жира и через 9 недель определяли уровень жировых молекул в их печени и плазме. По сравнению с контрольной группой животных, у подопытных особей отмечался повышенный уровень некоторых метаболитов жиров, хотя внешне зверьки выглядели совершенно здоровыми.

Конечно, повышенный уровень холестерина и прочие биохимические маркеры, свидетельствующие о наличии того или иного заболевания, используются в медицине уже многие годы, но для точной диагностики этого явно недостаточно. «Безусловно, ценную информацию может дать и один-единственный биомаркер, – говорит Ян ван дер Греф (Jan van der Greef) из *BG Medicine*, – но для того, чтобы составить полную картину болезни,

### ПОЛЕЗНО ЗНАТЬ: ЕДА НА ЗАКАЗ

Предположение, что правильно подобранная диета способна предотвращать различные заболевания, привлекает все большее внимание производителей продуктов питания. Гигант пищевой индустрии *Nestle* вложил в разработки в области метабономики порядка \$50 млн. и отрядил для проведения соответствующих исследований 75 своих штатных научных сотрудников. Коль скоро им удастся окончательно доказать правильность этого вывода, *Nestle* готова наладить выпуск пищевых продуктов в соответствии с метаболическими особенностями покупателей. «Конечно, невозможно разработать отдельный набор продуктов для каждого, – говорит Хосе Ордовас из Университета Тафта. – Такая задача попросту невыполнима. Поход в продовольственный магазин скорее будет напоминать покупку обуви. Из предложенного огромного ассортимента товаров вы выберете наиболее для себя подходящий».

обычно требуются целые комплексы показателей». Ван дер Греф полагает, что многие недуги сопровождаются метаболическими нарушениями, которые с помощью современных методов можно выявить даже прежде, чем успеют измениться такие характеристики, как, например, уровень холестерина в крови. Главное – научиться идентифицировать эти комплексы. А это непростая задача: у исследователей нет еще четких представлений не только об аномальном, но и о нормальном обмене веществ в организме.

Чтобы двигаться вперед, ученым следует детально изучить метаболизм человека – метаболический аналог генома. Но для решения этой задачи нужны скоординированные исследования и значительные средства, – говорит заведующий Лабораторией питания и геномики Университета Тафта Хосе Ордовас (Jose M. Ordovas). Ведь, по оценкам ученого, потребуются провести метаболическое обследование не менее полумиллиона человек.

Но сам Ордовас не стоит на месте. В рамках совместного проекта с компанией *Metabotrix* он обследует несколько тысяч человек, часть которых страдает тучностью и прочими тяжелыми нарушениями обменных процессов. Сравнивая их данные с данными здоровых людей, Ордовас пытается определить разницу между нормальным и экстремальным метаболизмом. Кроме того, ученый намерен выяснить, могут ли диета и физические упражнения, назначенные человеку в строгом соответствии с его уникальным метаболическим профилем, привести к нормализации веса и предотвратить преждевременное ухудшение здоровья. Не исключено, что в недалеком будущем вместо того, чтобы изучать этикетки на продуктах, информирующие о содержании калорий, жиров и углеводов, мы попросту будем покупать их в соответствии с собственным типом метаболизма.

Гунджан Синха

## ВОДА ЧИСТАЯ?

БЕЗОПАСНОСТЬ

Новое устройство позволит контролировать содержание тяжелых металлов как в сточной, так и в питьевой воде.

Исследователи из Уральского государственного экономического университета Екатеринбурга разработали систему для определения концентрации цинка, кадмия, свинца и меди.

Вячейке, в которой, собственно, и происходит анализ, расположены сразу четыре электрода. Одни готовят пробу к анализу – «очищают» раствор от побочных примесей, защищают ионы от соединений, которые могут исказить результаты анализа, «не подпустив» их к ртути. Другие – вспомогательный электрод и электрод сравнения – выполняют уже вполне традиционные для подобных устройств функции пробоподготовки в виде покрытия на двух внутренних стенках измерительной камеры, что уменьшает погрешность анализа.

Благодаря специально разработанному программному обеспечению система может работать



в автономном режиме. Через определенные интервалы времени она сама отбирает пробы, например, из трубы, по которой сточные воды поступают в систему очистки, разбавляет их до рабочей концентрации, проводит анализ, подавая нужные потенциалы на электроды в установленной последовательности, сама себя калибрует, проверяя правильность работы электродов, наконец, запоминает результат анализа.

Устройство не только позволяет определять концентрацию в воде цинка, кадмия, меди, свинца и хрома, но и работает как в низких (следовых, фоновых), так и в высоких концентрационных диапазонах. Это позволяет контролировать содержание металлов и в технологических растворах, и в сточной, и в питьевой воде.

Татьяна Черний

### СОБЫТИЯ В АПРЕЛЕ:

**21.04 2005 г.**

7-й всероссийский конгресс «Паллиативная медицина и реабилитация в здравоохранении», **Москва**

**05–06.04 2005 г.**

Международный форум «Образование для устойчивого развития: на пути к обществу знания», **г. Минск, Республика Беларусь**

**05–07.04 2005 г.**

Всероссийская научно-методическая конференция «Повышения качества непрерывного профессионального образования», **г. Красноярск**

**14–15.04 2005 г.**

IX Международная научно-методическая конференция «Университетское образование», **г. Пенза**

# арктика НА ФОНЕ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛЕНИЯ

МЕТЕОРОЛОГИЯ

В феврале 2005 г. с территории России, с маленького островка архипелага Северная Земля, стартовали две международные экспедиции. Обе планируют достичь Северного полюса в апреле, а затем женский экипаж отправится к Канаде. Задача исследователей – изучение последствий изменения климата для уникальной арктической природы, сообщает сайт [www.informnauka.ru](http://www.informnauka.ru).

С помощью специальных метеорологических буев будут собраны сведения о движении арктических льдов, температуре и давлении, которые поступят в базу международной арктической программы (IABR), которая обеспечивает метеорологические и океанографические данные для прогноза погоды и исследований. Будут вестись на-



блюдения за погодой и толщиной снежного покрова, что поможет проверить данные наблюдений со спутников Европейского космичес-

кого агентства, согласно которым толщина арктического льда уменьшается.

Руководитель первой экспедиции М. Корнелиссен надеется, что исследования в ранее недоступной для ученых части Арктики позволят уточнить модель климатических изменений в этом регионе.

Женскому экипажу – опытным полярным исследовательницам, ранее побывавшим на Южном полюсе, Л. Арнесен и Э. Банкрофт, предстоит пройти на лыжах и буре около 2 тыс. км по льду Северного Ледовитого океана к Северному полюсу и к июню прийти к границам Канады. Экспедиция продлится 100 дней в условиях полярной ночи при температуре до  $-46^{\circ}\text{C}$ .

Михаил Молчанов

# кошки и окопная лихорадка

БИОЛОГИЯ



Окопная лихорадка – болезнь, возбудителем которой является бактерия бартонелла, – хорошо изучена. Массовое заболевание было отмечено

еще во время Первой мировой войны, когда солдаты жили в окопах в антисанитарных условиях. После окончания войны заболеваемость резко снизилась, и о лихорадке никто не вспоминал почти сто лет. Однако не так давно врачи столкнулись с еще одним заболеванием, казалось бы, никак не связанным с окопной лихорадкой – болезнью «кошачьей царапины». Человека оцарапала кошка, но след от когтей не заживает, а начинает гноиться, рука распухает, лимфатические узлы воспаляются и начинается лихорадка. Если правильно лечить, то болезнь не смертельная, но крайне неприятная. Вызывает ее та же бактерия, что и окопную лихорадку.

Осенью прошлого года исследователи из Московской медицинской академии им. Сеченова в рамках проекта МНТЦ решили изучить распространенность бартонеллы в Московском регионе. Была организована экспедиция в один из подмосковных заповедников, где каждая третья пойманная мышь оказалась носителем бартонеллы. Затем были проверены кошки, собаки и их владельцы. Оказалось, что бактерия, о которой ничего не было слышно чуть меньше века, живет и процветает даже в заповеднике. А что происходит в больших городах?

Елизавета Богадист

О.В. СТРЕЛЬЦОВА (внизу)



# ИННОВАЦИОННАЯ Энергетика

ЭНЕРГЕТИКА

В последние годы РАО «ЕЭС России» проводит технологическое обновление парка электростанций на основе самых современных достижений науки. 24 февраля 2005 г. в г. Комсомольске (Ивановская обл.) состоялась торжественная церемония начала строительства теплоэлектростанции «Ивановские ПГУ» – первого крупного высокоэкономичного энергоблока с парогазовым циклом, полностью комплектуемого отечественным оборудованием.

Парогазовые установки широко распространены во всем мире. Технология основана на использовании для производства электроэнергии не только разогретого пара, но и продуктов сгорания топлива (газа, мазута или солярки). ПГУ компактны, удовлетворяют самым высоким экологическим требованиям (уровень выбросов оксида азота

снижается в два раза, до 50 мг/мм<sup>3</sup>), высокоэффективны.

В России сегодня на парогазовом цикле работают две электростанции – Северо-Западная ТЭЦ и Сочинская ТЭС, оснащенные силовыми установками фирмы *Siemens*. Основу производственного комплекса станции в г. Комсомольске составит отечественная разработка ПГУ-325. По сравнению с зарубежными аналогами, российская турбина обладает более высоким КПД, весит всего 60 тонн, а ее удельная стоимость составляет всего \$150/кВт. Зарубежные турбины при весе в 190 тонн обходятся в \$205/кВт и выше.

По оценке специалистов РАО «ЕЭС России», потребность в парогазовых установках оценивается в 103 комплекта для 20 российских ТЭЦ. Перевод всех газовых элект-



Газотурбинная установка  
ГТЭ-110

ростанций РАО «ЕЭС России» на парогазовый цикл позволит ежегодно экономить более 40 млрд. м<sup>3</sup> топлива, или 1,3 млрд. рублей.

Строительство первого парогазового блока Ивановских ПГУ с установленной мощностью 325 МВт будет завершено в 2007 г. В перспективе планируется построить еще один аналогичный энергоблок станции и довести ее суммарную мощность до 701,7 МВт.

Олег Чаплин

# ТРАНСГЕННЫЕ прививки

ГЕННАЯ ИНЖЕНЕРИЯ

Ученые из ГНЦ «Вектор» вставили в геном кишечной палочки ген, кодирующий один из белков вируса ВИЧ-1 и гепатита В. Если внедрить такие бактерии в кишечник теплокровного, то появляется иммунный ответ, который позволит встретить настоящего врага во всеоружии. Таким образом, чтобы повысить иммунитет, необходимо поместить трансгенную микрофлору на слизистые животного или человека.

Исследователи вставили ген вирусного белка в плазмиду (внехромосомный носитель информации, состоящий из ДНК) и таким обра-

зом генетически модифицировали кишечную палочку, несколько видов бацилл и сальмонелл. Внутри кишечной палочки ген работал – обеспечивал синтез вирусного белка-антигена.

Поселив микробов в кишечник мышам и в искусственную среду на чашки Петри, ученые исследовали устойчивость синтеза вирусного белка при смене поколений бактерий. Оказалось, что однократно введенной вакцины достаточно, чтобы организм познакомился с белком-антигеном. Биологам удалось так подобрать «служебные» участки

ДНК – векторы и промоторы, обеспечивающие работу гена – чтобы синтез антигенов не зависел от постоянно меняющейся окружающей среды, а иммунная система могла распознать чужеродные вещества, иначе вакцина бесполезна.

Идея заменить в вакцинах настоящих возбудителей их имитаторами не нова. Это и дешевле, и безопаснее, так как есть вероятность, что ослабленные микробы, которых используют для прививок, вдруг почувствуют себя хорошо в теле пациента и вызовут заболевание.

Татьяна Черний

# буксир для АНТИБИОТИКА

ФАРМАКОЛОГИЯ

Сотрудники Московской медицинской академии им. И.М. Сеченова и Московского НИИ медицинской экологии нашли способ эффективной доставки противоопухолевого антибиотика доксорубицина в раковые клетки, пришив лекарство к короткому пептиду – фрагменту эпидермального фактора роста.

Антрациклиновый антибиотик доксорубин используют для лечения рака молочной железы, легкого, мочевого пузыря и некоторых других злокачественных опухолей. Однако препарат очень токсичен для здоровых клеток, а многие опухоли приобрели к нему устойчивость. Химиотерапия с использованием антибиотиков более эффективна, когда лекарство доставляют к месту действия с помо-

щью полимерных носителей или векторных молекул, распознающих рецепторы раковых клеток. Московские медики в качестве векторной молекулы использовали эпидермальный фактор роста, белок, регулирующий развитие эпидермальных клеток. Оказалось, что лучше использовать не весь белок, а его короткий фрагмент, который более стабилен и лучше связывается с мишенью на поверхности раковой клетки.

Исследователи синтезировали фрагмент белка, состоящий всего из 12 аминокислот, и его модифицированную форму, отличающуюся от исходного фрагмента всего одной аминокислотой. Ученые апробировали конъюгаты этих пептидов с доксорубицином на человеческих

клетках карциномы молочной железы и шейки матки, среди которых были линии как чувствительные, так и устойчивые к антрациклиновым антибиотикам. Конъюгаты действовали на клетки опухоли в 2–3 раза активнее, чем чистый антибиотик. Особенно эффективным оказалось соединение доксорубицина с модифицированным фрагментом. Его можно вводить в концентрации в 3,3 раза меньшей, чем свободный доксорубин, а действовать он будет только на клетки опухоли, поскольку только в них и попадет. Полученные соединения способны даже частично преодолеть приобретенную клетками устойчивость к антибиотику.

Татьяна Черний

# ВОЗВРАЩАЕМСЯ к вЕНЕРЕ

ПАЛЕОНТОЛОГИЯ

Осенью 2005 г. с космодрома Байконур стартует аппарат Европейского космического агентства (ЕКА) *Venus Express*. Находясь на орбите Венеры, он будет исследовать атмосферу и поверхность планеты, а также космическую плазму вокруг нашей ближайшей соседки.

Главным подрядчиком ЕКА стала аэрокосмическая фирма *Astrium* в Тулузе (Франция). Для планетного Фурье-спектрометра *PFS* российские ученые из Института космических исследований РАН разработали детекторы, а для атмосферного спектрометра *SPICAV*, работающего в ультрафиолетовом и инфракрасном диапазонах, — акустооптический фильтр. Сегодня аппарат проходит испытания в компании *INTESPACE*.

Если проверки завершатся успешно, *Venus Express* отправится на Байконур, откуда осенью его должна будет вывести в космос российская ракета-носитель «Союз-ФГ» с разгонным блоком «Фрегат». Запуск осуществит российско-французская компания «Старсем». Предполагаемое время прибытия к Венере — начало апреля 2006 г.

Миссия *Venus Express* продлится минимум 500 земных суток. Но если аппарат будет работать нормально, то к ним добавятся еще 500 суток продленной миссии. Правда, даже в этом случае зонд всего четыре раза сможет увидеть полный оборот Венеры, так как за это время на планете успеет пройти только четверо звездных суток. Удаление аппарата от планеты в перигентре орбиты составит 250–350 км, в апоцентре — 66 тыс. км.

Ученые надеются, что *Venus Express* поможет найти ответы на вопросы, которых за все предыдущие миссии к Утренней звезде накопилось немало. Например, почему атмосфера Венеры постоянно вращается вокруг планеты со скоростью, достигающей 120–140 м/с у верхней границы облаков? Почему венерианской поверхности всего 500 млн. лет, тогда как у других планет земной группы геологический возраст составляет несколько миллиардов?

Российские ученые принимают участие в экспериментах по исследованию состава и структуры венерианской атмосферы, а также в исследованиях, проводимых с помощью Венерианской мониторинговой камеры *VMC*.

Ольга Закутняя

# ДОСТУПНАЯ СВЯЗЬ

ИНТЕРНЕТ

В России расширяется использование беспроводных спутниковых систем доступа к Интернету и цифровому телевидению.

Речь идет о широкополосной беспроводной передаче данных в стандартах DVB (цифровое видеовещание) через спутники связи. С помощью небольших приемно-передающих станций, подключаемых к компьютеру, несколько пользователей одновременно могут смотреть качественное многопрограммное телевидение пользоваться услугами Интернета, получать по заказу подборки специальной информации, сводки новостей, пакеты программных средств, участвовать в видеоконференции, беседовать по телефону, сохранять и воспроизводить получаемую информацию, включая телепередачи и т.д.

Такие возможности должны быть предоставлены по заказу Агентства по образованию (Федеральная целевая программа «Развитие единой образовательной информационно-среды») всем российским школам, причем в первую очередь в сельской местности. Работы по реализации этого проекта выполняются ОАО «Концерн «Радиотехнические и информационные системы», ОАО «НПО Кросна», ОАО «ОТИК», ГНУ «Вузтелекомцентр». Доступ к мультимедиа услугам с высокой скоростью передачи данных (до 45 Мбит в секунду) можно будет получить вне зависимости от уровня развития инфраструктуры связи конкретного региона, без использования оптоволоконных или проводных линий связи. Это особенно важно для труднодоступных районов.

Необходимое, имеющееся на рынке, импортное оборудование и программное обеспечение не полностью соответствует условиям

его применения в России. Оно стоит дорого и реализует отдельные технические, связанные функции. Пользователям же нужна комплексная услуга. Поэтому малое научно-техническое предприятие «Информационные технологии и системы» («Интех системы») при участии Фонда содействия развитию предприятий в научно-технической сфере и ОАО «Концерн «РТИ Системы» приступило к разработке конструкторской документации и подготовке серийного производства комплектов отечественного оборудования спутниковых абонентских станций с расширенными функциональными возможностями.

Станции спутниковой связи будут двух видов. Упрощенный вариант – это приемные спутниковые станции стандарта DVB-S. Принимать информацию со спутника они могут на очень большой скорости: от 2 до 45 Мбит/с, а вот передавать ее (например, запрос в Интернет) прямо на спутник они не могут. Для этого нужен обратный наземный канал связи. Импортное оборудование предполагает, как правило, использование телефонной связи. У нас же в сельской местности чаще всего такая связь или очень дефицитна, или вовсе отсутствует. Для решения этой проблемы разрабатываемые станции будут комплектоваться специальными средствами наземного радиодоступа.

Второй вариант – приемно-передающие станции стандарта DVB-RCS. Они обеспечивают приемные и передающие каналы непосредствен-



но через спутник связи. Принимать информацию можно на скорости до 45 Мбит/с, а передавать через тот же спутник на скорости до 2–8 Мбит/с. Такие станции смогут справиться с информационной нагрузкой не только от школы, но одновременно и от сельских администраций, почты, а также обеспечить потребности альтернативных операторов связи. Но для этого они должны быть скомплексированы связными средствами для распределения и сбора информации многих пользователей. Необходимо также соответствующее программное обеспечение. Разрабатываемые станции будут содержать полный комплекс необходимых дополнительных средств.

В течение этого года предприятие «Интех системы» планирует разработать конструкторско-техническую документацию на оба варианта спутниковых станций, а также подготовить технологию их производства. В следующем году должны быть произведены и поставлены промышленные партии абонентских спутниковых терминалов.

Тина Катаева

*Журнал «В мире науки» благодарит за помощь в подготовке раздела [www.informnauka.ru](http://www.informnauka.ru) и [www.nanonews.net.ru](http://www.nanonews.net.ru).*

Кристина Соарес

# ЧТО В ИМЕНИ ТВОЕМ?

Американский биолог Кевин де Куэйрос считает, что живым организмам следует давать названия, отражающие современные представления об их происхождении и уровне организации.

В Париже моросит дождь. Для июля необычно холодно. Но плохая погода не помешала Кевину де Куэйросу (Kevin de Queiroz) и его жене Молли Моррис (Molly Morris) уютно расположиться в кафе, где можно сколько угодно обсуждать свои дела с друзьями. Де Куэйрос поднял свой бокал за Карла Линнея, шведского ботаника XVIII в.

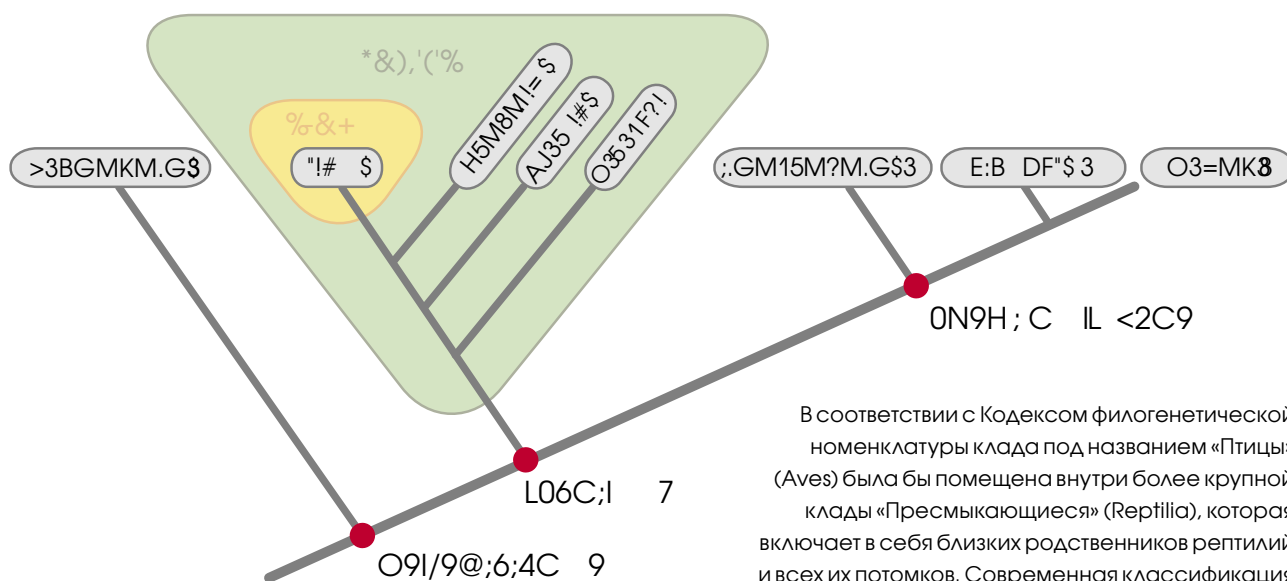
В течение 20 лет Кевин доказывал, что линнеевская классификация живых организмов хороша для статичного мира, сотворенного Богом, но совершенно не годится для динамично развивающегося мира.

60 биологов из 11 стран мира приехали в Париж, чтобы обсудить Кодекс филогенетической номенклатуры, основанный не столько на морфологическом сходстве объектов, сколько на общности их происхождения. Вместо того чтобы выстраивать иерархии таких групп, как царства, типы, классы, отряды, семейства и т.д., приверженцы кодекса предполагают выделять группы, ведущие начало от общего предка (монофилетические). Они уверяют, что предлагаемая ими иерархия так называемых клад более адекватно отражает характер ветвления филогенетического дерева.



## КЕВИН ДЕ КУЭЙРОС РАБОТАЕТ В ОБЛАСТИ БИОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМАТИКИ

- Юные годы провел в Лос-Анджелесе, где страстно полюбил природу.
- Куэйрос говорит: «Если идея хороша, она встретит понимание. Возможно, время Кодекса филогенетической номенклатуры еще не пришло, но будущее – за ним».



В соответствии с Кодексом филогенетической номенклатуры клада под названием «Птицы» (Aves) была бы помещена внутри более крупной клады «Пресмыкающиеся» (Reptilia), которая включает в себя близких родственников рептилий и всех их потомков. Современная классификация рассматривает птиц и рептилий как отдельные классы одного и того же ранга.

Новая номенклатура предусматривает также создание Кевином де Куэйросом и Жаком Готье (Jacques Gauthier) специального языка, на котором объяснялись бы ученые, не опасаясь, что на самом деле они говорят о разных вещах.

Сомнения в линнеевской классификации впервые были высказаны в 1983 г. аспирантами Калифорнийского университета в Беркли. Молодые люди занимались систематизацией ящериц и змей. Взгляды де Куэйроса и Готье пришли в противоречие с принципами классификации, регламентированными международными кодексами зоологической и ботанической номенклатуры, которые гласят, что каждый организм принадлежит ряду таксонов различного ранга. Совокупность видов составляет род, причем один из видов является для данного рода типовым. Точно так же несколько родов образуют семейство, и один из них служит типовым. Аналогично обстоит дело и с таксонами более высокого ранга, названия которых заучивают наизусть целые поколения студентов. Какие именно низшие таксоны принадлежат к данному высшему, определя-

ется соответствующими диагностическими признаками. Например, животное, относящееся к типу хордовых, непременно должно обладать спинной струной. Трудности применения общепринятой системы связаны с наличием «промежуточных» организмов, наделенных признаками, характерными для нескольких групп сразу. К тому же при движении по филогенетическому древу от высших таксонов к низшим ничто не указывает на время и место возникновения тех или иных признаков.

Де Куэйрос и Готье сочли неверным отнесения родственных форм и их общих потомков к различным таксонам. Линней жил и работал за столетие до того, как Чарльз Дарвин опубликовал «Происхождение видов». Систематики не могли игнорировать эволюционный процесс, и линнеевскую систему им пришлось дополнить такими группами, как надтриба, субкогорта и множеством других градаций, чтобы учесть все новые формы.

В ряде статей, опубликованных в 1987–1994 гг., де Куэйрос и Готье заявили, что настало время «дополнить дарвинистскую революцию»

номенклатурой, базирующейся на эволюционной теории. Сегодня де Куэйрос – куратор по земноводным и пресмыкающимся в Национальном музее естественной истории, а Готье занимает должность профессора палеонтологии позвоночных в Йельском университете. За годы работы они приобрели много единомышленников, которые в 1998 г. собрались в Гарвардском университете. Де Куэйрос совместно с Филипом Кантино (Philip Cantino), ботаником из Университета штата Огайо, написали черновой вариант Кодекса филогенетической номенклатуры и поместили его в Интернете. На совещании, прошедшем в 2002 г. в Йельском университете, был предложен усовершенствованный вариант.

Кевин заявил: «Для меня вся привлекательность занятий наукой заключается в поисках нового. Если нас заставляют мыслить шаблонами, научная работа теряет всякий смысл». Его противники утверждают, что нынешняя номенклатура вполне пригодна. Организмы можно сгруппировать по филогенетическим кладам, не меняя существующих названий, что повлекло ▶

бы за собой потерю ценной информации, касающейся их принадлежности к более крупным группам. «Мы не хотим менять названия, мы намерены лишь изменить заложенный в них смысл», – возражает им де Куэйрос. Так, например, состав класса млекопитающих (*Mammalia*) претерпел серьезные изменения, по меньшей мере, 10 раз в зависимости от того, какие признаки (наличие молочных желез или определенных элементов скелета) систематики включали в определение класса. Де Куэйрос поясняет, что в соответствии с Кодексом филогенетической номенклатуры нетаксономическая группа *Mammalia* найдет «свое место на филогенетическом древе» и будет определяться входящими в нее видами, а не перечнем «диагностических» признаков. Одно из определений, предлагаемых для млекопитающих новым Кодексом, гласит: «Минимальная клада, включающая общего предка

человечества + *Didelphis marsupialis* [опоссум] + *Ornithorhynchus anatinus* [утконос] + *Tachyglossus aculeatus* [ехидна]». Сторонники де Куэйроса полагают, что, возможно, определения, которые даются в соответствии с новым кодексом, проигрывают в описании «словесного портрета», зато значительно выигрывают в точности.

Летом 2003 г. 70 сторонников кодекса организовали симпозиум Международного общества филогенетической номенклатуры, который прошел во французском Национальном музее естественной истории. Де Куэйрос был избран президентом. В 2006 г. будут опубликованы результаты симпозиума, которые станут официальным документом филогенетической номенклатуры, подобно тому, как линнеевские *Systema Naturae* (1758 г.) и *Species Plantarum* (1753 г.) послужили основой современной зоологической и ботанической таксономии.

По словам ответственного секретаря Международного общества зоологической номенклатуры Эндрю Полацека (Andrew Polaszek), между единомышленниками де Куэйроса и сторонниками можно наладить плодотворное сотрудничество. Более того, он признает, что Международный кодекс зоологической номенклатуры, созданный 250 лет назад, неудобен для пользователей, что необходимо рационализировать его сложный язык и разработать новый документ. Тем не менее Полацек убежден, что основа линнеевской системы не должна претерпеть никаких изменений. ■

*Редакция выражает благодарность главному редактору журнала «Общая биология» Павлинову Игорю Яковлевичу за консультацию.*



**НА КАНАЛЕ ТВЦ ПО ПОНЕДЕЛЬНИКАМ В 00:30**

**программа С.П. Капицы**

# Очевидное – Невероятное

...О сколько нам открытий чудных  
Готовит просвещенья дух,  
И опыт, сын ошибок трудных,  
И гений, парадоксов друг,  
И случай, бог изобретатель...

*А. Пушкин*

# НАУКА В РОССИИ: Взгляд изнутри

«Наступает время востребованной науки. Последние годы дали научному сообществу нелегко, тем не менее, удалось сохранить многие научные школы и перспективные направления исследований».

На страницах нашего журнала неоднократно поднимался вопрос о нынешнем состоянии российской науки и образовании, их взаимодействии, месте в современном обществе и дальнейших перспективах. Свое мнение по данной проблеме высказал лауреат Нобелевской премии, вице-президент Российской академии наук, директор-организатор Научно-образовательного центра ФТИ им. А.Ф. Иоффе, ректор-организатор Академического физико-тех-

нологического университета академик Жорес Иванович Алферов.

Проблемы, рассмотренные в статье обсуждались на прошедшей с 12 по 14 марта в Санкт-Петербурге встрече лауреатов Нобелевской премии и премии «Глобальная энергия».

Распад Советского Союза стал переломным моментом в истории российской науки. Академия наук СССР была очень мощной организацией, она активно вела серьезные научные исследования, в том числе фундамен-



Н.М. Хомин

тальные, которые были востребованы в стране. Советский Союз стремился быть по всем статьям «впереди планеты всей», и руководство страны понимало, что без сильной науки этого достичь невозможно. Поэтому ученые занимали достойное и уважаемое место в обществе, имели возможность знакомиться с научными разработками иностранных коллег, получали вполне приличную зарплату и т.д. Конечно, сложности имелись, и немало, но они были иного характера. Например, значительно труднее было выехать за границу на конференцию или в ознакомительную поездку, поработать в зарубежной лаборатории. Но ученым не приходилось думать о куске хлеба.

С переходом российской экономики на новые рельсы стране стало казаться, что теперь она в меньшей степени нуждается в науке. В результате за последние пятнадцать с лишним лет мы утратили многие наукоемкие отрасли промышленности и важные научные направления, целый ряд институтов морально устарел, сотни перспективных сотрудников покинули страну.

Однако мы не можем вечно сидеть в сырьевой ловушке, рано или поздно Россия должна будет перейти к экономике, построенной на наукоемких отраслях промышленности. Иного пути у нас нет. Сегодня, я считаю, снова наступает время востребованной науки. Последние годы дали научному сообществу нелегко, тем не менее удалось сохранить РАН в целом и многие научные школы.

Академия наук, безусловно, нуждается в структурных изменениях, но они не могут осуществляться по указке сверху. Любая реструктуризация должна быть продиктована самой жизнью. Философия и принцип реформы должен быть таков: нужно всеми силами поддерживать и развивать те полезные и перспективные тенденции, которые вызваны самой жизнью. Если говорить более предметно, то прежде всего следует стимулировать интеграцию науки

и образования, создание научно-образовательных комплексов. Самого пристального внимания требуют те институты и лаборатории, которые работают в наиболее перспективных направлениях, по-настоящему сохранили свой потенциал и действительно конкурентоспособны на мировом рынке знаний. А в Академии наук такие есть, и немало. В области физики можно назвать, например, и Физтех в Петербурге, и Институт физики микроструктур в Нижнем Новгороде, и Институт физики полупроводников в Сибирском отделении РАН, и недавно созданный Институт СВЧ-полупроводниковой электроники на гетероструктурах в Москве. Существует и еще целый ряд лабораторий в других институтах, которые по-прежнему проводят важные исследования, признанные во всем мире, и в каком-то отношении считаются законодателями в этих областях.

Однако взгляд на реструктуризацию науки с точки зрения РАН принципиально отличается от того, как ее видят в Государственной думе. Повторю, нельзя допустить, чтобы реформа науки была «спущена сверху» горсткой чиновников – а именно так до сих пор проводилось большинство реформ в стране. Российская академия отвечает за фундаментальные исследования в стране и призвана бороться за сохранение и развитие науки. Дума, по идее, должна проводить законы, которые способствуют процветанию России, в целом, и российской науки в частности. Но на деле все не просто. Скажем, в «знаменитый» 122-й закон помимо монетизации льгот просочилось очень много поправок, касающихся науки и образования, причем далеко не лучших. Комитет по науке выступал против них, но ответственным в данном случае был Комитет по бюджету, хотя, казалось бы, вопросы, относящиеся к науке, должны быть отданы соответствующему подразделению Госдумы. Другой пример: из бюджета 2005 г.

вдруг исчезла статья шестая – «Наука». Я считаю, что это в корне неправильно, хотя в этом году предполагается вложить в науку существенно больше средств, чем в прошлом. Но расходы на нее теперь расписаны по другим статьям: например, суммы, выделяемые на фундаментальные исследования РАН, попали в статью «Государственное управление». Может быть, для академии должно быть лестно попасть в разряд государственного управления, но все же лучше было бы оставить ее в разделе расходов на науку.

К сожалению, далеко не всегда ученым удается отстоять свои интересы на государственном уровне. В свое время решить некоторые вопросы помогла моя Нобелевская премия – она была присуждена в октябре, как раз когда рассматривался бюджет на следующий год. Я выступил на пленарном заседании Думы, и бюджет на науку был увеличен на 10%. Но в другой раз нам не удалось добиться подобного результата. Выходит, надо, чтобы каждый год российские ученые получали Нобелевскую премию и выступали в Госдуме. Однако вряд ли это возможно, поскольку и моя награда, и та, которой удостоен В.Л. Гинзбург, присуждены за работы, которые были выполнены давно, еще в советское время. Конечно, в России еще есть «стратегический запас» научных разработок вполне «нобелевского» уровня, но и они были сделаны в лучшие для науки времена. За последние же пятнадцать лет, увы, не было ни одного открытия, которое могло бы претендовать на столь высокую награду.

Но как бы то ни было, без целенаправленной поддержки государства наука обойтись не может. Бытует, однако, мнение, что государство должно финансировать только фундаментальные исследования, а конкретные прикладные разработки может оплачивать заинтересованный в них частный капитал. Я совершенно не согласен с подобным мнением. Приведу такой пример. Вильям Шокли, один ▶



из создателей транзистора, в своей нобелевской лекции в 1956 г. сказал, что неправомерно делить науку на чистую и прикладную, на фундаментальные исследования и промышленные разработки. По его мнению, мотив исследования не имеет никакого значения – будь то общий интерес к какой-либо области науки или решение конкретной задачи, – важен результат работы и ее вклад в развитие науки и технологии.

Промышленность готова платить деньги только за то, от чего ожидается немедленной пользы. Наука же – и прикладная, и фундаментальная, в основном занимается тем, что будет востребовано завтра, поэтому финансирование науки – это вложение денег в будущее страны. Несколько лет тому назад я был в Сингапуре и посетил два научных учреждения – институты микроэлектроники и разработки информационных сред. С моей точки зрения, их нельзя назвать академи-

чить и речи об их принудительном объединении. Но вполне допустимо, чтобы определенные университеты и факультеты были переданы академическим институтам, а некоторые лаборатории вошли в состав университетов. Этот процесс должен быть естественным. Новосибирский академгородок, например, создавался как единое целое с университетом, поэтому если Новосибирский государственный университет окажется в составе академии, ничего худого не будет. Кроме того, можно создавать принципиально новые структуры – например, нами был открыт Академический физико-технологический университет в Петербурге. Теперь мой родной Физтех представляет собой целый научно-образовательный комплекс, включающий лицей, университет и отдельный факультет политехнического института.

Важно, чтобы от подобной реструктуризации выигрывала Академия

ситетах, в Европе ее фактически нет. Нашу аспирантуру в академии можно считать аналогом *graduate school*. Но за последнее десятилетие она многое утратила, а новое не успела приобрести. Поэтому и нужны академические университеты, где человек не просто напишет диссертацию и сдает кандидатский минимум, но получает и дополнительное широкое образование в интересующих его областях. Скажем, созданный нами в Санкт-Петербурге Академический физико-технологический университет включает три специальных кафедры, соответствующие наиболее перспективным направлениям: кафедры физики и технологии наноструктур, астрофизики, и нейтронной физики. Кроме того, есть кафедра иностранных языков и философии и истории естествознания, поскольку по этой части аспиранты должны быть энциклопедически образованными людьми. По тому же принципу работает целый ряд институтов в разных странах. Например, огромный Азиатский технологический институт в Таиланде – две тысячи аспирантов и ни одного студента. Он готовит специалистов по разным направлениям для всех азиатских стран, кроме Японии.

Я повторяю – развитие высоких технологий требует специалистов качественно нового уровня, который может обеспечить, прежде всего Академия наук. Аспирантура в ней существовала практически всегда, но сегодня образование в ней должно быть гораздо глубже. А для этого нужно создавать определенные структуры. Но только не стоит плодить их по шаблону и сразу в большом количестве. Они должны создаваться там, где назрела такая необходимость, а потом дело само будет расти как снежный ком. ■

## «За последние пятнадцать с лишним лет мы утратили многие наукоемкие отрасли промышленности и важные научные направления».

ческими институтами – они занимаются прикладными проблемами. Бюджет каждого из них составляет \$25 млн. Я спросил у директоров, откуда берутся деньги. Оказалось, что 90% выделяется государством, а оставшиеся 10% – промышленными предприятиями и компаниями, при этом последние платят только за то, в чем они нуждаются именно сегодня. Таким образом, единственным инвестором в завтрашний день почти всегда оказывается государство, и когда оно отказывается от этой роли, страна теряет высокий научно-технический уровень.

Другой живо обсуждаемый сегодня вопрос – интеграция науки и образования. Разумеется, не может

наук, чтобы повышалось качество образования. Особенно это касается аспирантуры. Сегодня развитие науки и высоких технологий в мире привело к тому, что кандидат наук (то, что в мире принято называть *PhD*) стал, по сути, массовой «профессией». Они востребованы не только на кафедрах университетов, не только в исследовательских лабораториях академии, но и в крупных компаниях, в промышленности. Поэтому аспирантура сегодня – это не просто диссертация и пара экзаменов. Аспирант должен получить блестящее образование, что возможно только при наличии специальных образовательных учреждений. У американцев есть подобная система – *graduate school* при универ-

Журнал «В мире науки»  
поздравляет Жореса Ивановича  
Алферова с 75-летием и  
награждением орденом «За заслуги  
перед Отечеством» I степени..

Сергей Титов

# Этапы БОЛЬШОГО ПУТИ

Приближается последний этап строительства Большого адронного коллайдера.

## СПРАВКА:

Европейская организация ядерных исследований (ЦЕРН) – крупнейший в мире научно-исследовательский центр в области физики частиц. К настоящему времени число стран-участниц выросло до 20. Около 7000 ученых, представляющих 500 научных центров и университетов, пользуются экспериментальным оборудованием ЦЕРН.

В 1996 году ЦЕРН приступил к реализации глобального научного проекта – сооружению Большого адронного коллайдера (БАК), в разработке которого принимают участие свыше 400 физических институтов.

БАК станет самой большой «сверхпроводящей» установкой в мире. Около 4000 тонн металла будет охлаждено до температуры на 300° ниже комнатной, в результате ток 1,8 млн. ампер будет проходить по сверхпроводящим кабелям почти без потерь. В настоящий момент ведется сборка конструкций и деталей детекторов, доставленных в ЦЕРН из более чем 30 стран мира.



Центральная часть Адронного калориметра

## Каждую секунду на ускорителе будет происходить до миллиарда СТОЛКНОВЕНИЙ.

В ближайшие десятилетия ЦЕРН станет главным центром изучения фундаментальных свойств материи, поскольку в 2007 г. будет запущен Большой адронный коллайдер (БАК) – крупнейшая в мире установка для ускорения, накопления и столкновения пучков частиц сверхвысоких энергий.

Столкновения в ускорителе БАК будут порождать тысячи частиц, для отслеживания которых в ЦЕРН будут построены четыре высокоточных детектора *ATLAS*, *CMS*, *ALICE* и *LHCb*.

Основная цель эксперимента *ATLAS* – обнаружить бозон Хигса и изучить его свойства. Детектор *ALICE* сконструирован для изучения кварк-глюонной плазмы, в то время как *CMS* представляет собой высокоэффективный прибор общего назначения. *LHCb* специализирован на выявление асимметрии между веществом и антивеществом (*на иллюстрациях – сборочная площадка детектора CMS*).

Детекторы – цилиндрические «луковицы» высотой с многоэтажный дом – будут буквально напичканы электроникой. Столкновения протонов будут происходить около 800 млн. раз в секунду, поэтому пока одни частицы будут проходить через детектор, успеют произойти следующие столкновения. Столкновения происходят внутри детектора, различные слои которого будут определять свойства рождающихся частиц. Ближайшие к центру трековые детекторы позволят «увидеть» траектории заряженных частиц, образовавшихся при столкновении. Затем размещены калориметры – приборы, измеряющие энергию. Внешние слои «луковицы»

состоят из трековых детекторов для регистрации мюонов. Встроенные магниты позволяют измерить импульсы частиц по отклонению в магнитном поле.

Работы на коллайдере предполагается начать в 2007 г. Их суть будет заключаться в изучении столкновений двух пучков протонов с суммарной энергией 14 ТэВ на один протон. Эта энергия в миллионы раз больше, чем энергия, выделяемая в единичном акте термоядерного синтеза. Кроме того, будут проводиться эксперименты с ядрами свинца, сталкивающимися при энергии 1150 ТэВ, то есть будут созданы условия, в которых находилась Вселенная сразу после Большого взрыва.

Каждую секунду на ускорителе будет происходить до миллиарда столкновений. Обработка и анализ полученной информации будут одновременно вестись во всех институтах, участвующих в проекте. Чтобы реализовать принципиально новый подход распределенных вычислений, будет создана всемирная компьютерная сеть *GRID*, которая в будущем придет на смену сети *INET*.

### Вклад российских ученых в строительство БАК

Несмотря на то что финансовый вклад России – менее 5% от общей стоимости проекта, доля участия российских физиков в последующих экспериментальных исследованиях составит в среднем 16%. Это результат признания значительного интеллектуального вклада российских ученых в развитие физики высоких энергий вообще и в осуществление проекта БАК



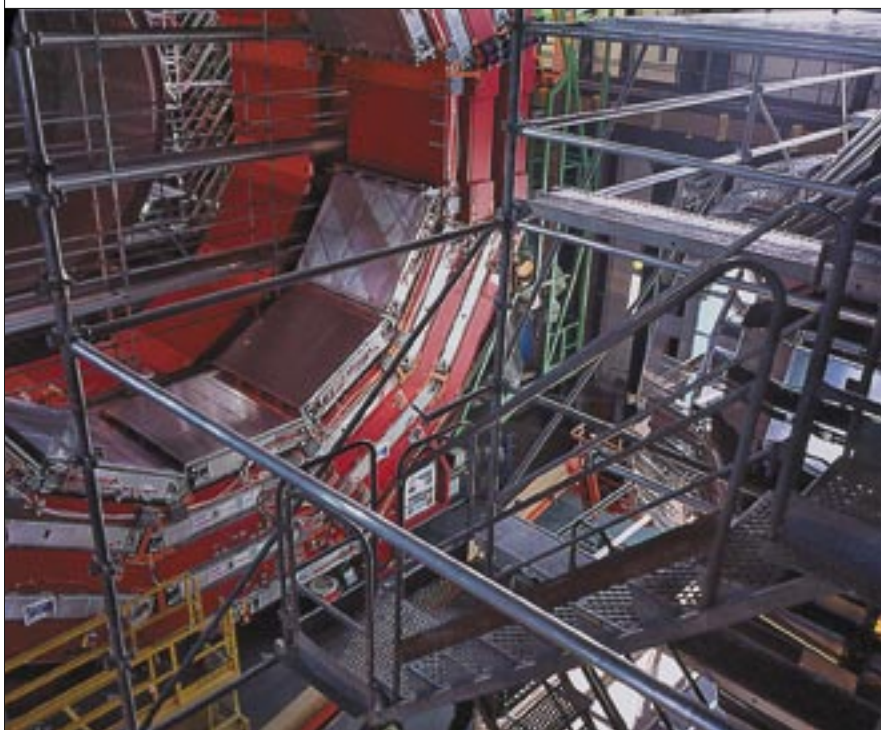
Монтаж сверхпроводящей обмотки соленоида.

в частности. Начиная с 1993 г. российские физики участвуют в экспериментах на всех поколениях ускорителей, созданных в ЦЕРН, включая Большой электрон-позитронный коллайдер (ЛЭП).

Российские институты и предприятия, участвующие в создании детекторов БАК, получили возможность применить свои разработки в области высоких технологий.

В НПО «Машиностроитель» (Пермь) по инициативе Московского Инженерно-физического института (МИФИ) и при участии ПИЯФ РАН им. Б.П. Константинова и ЦЕРН разработана технология изготовления легких высокопрочных опорных колец из углепластика для трекового детектора переходного излучения установки *ATLAS*.

Ученые из Новосибирска (ИЯФ СО РАН им. Г.И. Будкера) отвечают за создание магнитов инжекционного канала и сверхпроводящих ▶



Большой адронный коллайдер (БАК) – ускоритель частиц, благодаря которому физики смогут проникнуть так глубоко внутрь материи, как никогда ранее.



коммутационных шин для основных магнитов, а также ряда других магнитов и вакуумного оборудования.

В ИФВЭ создается адронный калориметр (модульный детектор размерами  $8,6 \times 7,4 \times 1,65$  м и весом свыше 500 т). Российские исследователи контролируют сборку стальных модулей, производство сцинтиллирующих пластин, оптических волокон и монтаж калориметра на ускорителе БАК.

В сооружении мюонной системы для эксперимента *SMS* принимает участие ПИЯФ им. Б.П. Константинова РАН. В этом детекторе используются катодные стриповые камеры, которые позволяют получить точную пространственную и временную информацию о траекториях мюонов в магнитном поле при одновременной регистрации большого количества частиц. Для этого же электромагнитного калориметра *SMS* с 2000 г. начато производство более 60 тыс. уникальных кристаллов вольфрамата свинца.

Российскими учеными также разработаны прецизионные кассеты из композиционных материалов, вакуумные радиационно стойкие и нечувствительные к магнитному полю фототриоды. Эти и многие другие работы составят весомый и необходимый вклад России в осуществление проекта БАК. ■

*По материалам ИТЭФ и ЦЕРН*

Одно из пяти колец стального ярма магнита с мюонными камерами (красные элементы сделаны в Санкт-Петербурге на Ижорском заводе, мюонные камеры разработаны в Италии) (вверху); катодные стриповые камеры, созданные в ПИЯФ им. Б.П. Константинова, закрепленные на одном из шести торцевых стальных дисках ярма магнита (внизу).

# ВРОЖДЕННЫЙ ИММУНИТЕТ: СИСТЕМА РАННЕГО ОПОВЕЩЕНИЯ



Как только в организм  
попадает болезнетворный  
агент, включается система  
врожденного иммунитета.

ЛЮК О'НИЛЛ

Система врожденного иммунитета – это самая первая линия обороны на пути инфекционного агента, пытающегося проникнуть в организм. Удивительные факты, обнаружившиеся при ее исследовании, помогут в создании новых методов лечения заболеваний и патологий, связанных с нарушениями иммунитета.

Двери лифта захлопнулись, и девушка заметила, что все попутчики кашляют и чихают. Пока она размышляла, что за недуг их поразил, ее иммунная система начала действовать. Если микроб, распространившийся по всей кабине лифта, окажется ей уже знаком, то целый батальон специально обученных клеток («бойцов» адаптивной иммунной системы) мгновенно распознает агрессора и за несколько часов избавит от него организм. Девушка и не заметит, что была инфицирована.

Но если вирус никогда прежде не встречался иммунной системе невезучей пассажирки, то за работу примется другой тип иммунитета – врожденный. Система врожденного иммунитета распознает тип соединений, продуцируемых разнообразными болезнетворными микроорганизмами (патогенами). Затем она запускает воспалительную реакцию, с помощью которой специфические клетки пытаются окружить «захватчика» и не дать ему распространиться. В инфицированном участке появляются покраснение и отек, повышается температура тела, возникает ломота и другие симптомы, характерные для многих инфекций.

Недавно ученые установили, что воспалительную реакцию запускает древнее семейство белков, так называемые *Toll*-подобные рецепторы (*TLR*, от англ. *Toll-like receptors*), которые опосредуют врожденный иммунитет у самых разных организмов – от камчатского краба до человека. Если *TLR* не функционируют, то вся иммунная система рухнет и организм останется совершенно беззащитным перед любой инфекцией. Однако излишняя активность *TLR* тоже опасна, т.к. может привести к хроническим воспалительным заболеваниям (например, к артриту), волчанке и сердечно-сосудистым патологиям.

Открытие *TLR* вызвало среди иммунологов такой же переполох, как

открытие Америки Христофором Колумбом среди жителей Старого Света. Ученые делают все возможное, чтобы найти объяснение тайнам иммунитета и его нарушений. Проводятся исследования как самих *Toll*-подобных рецепторов, так и тех молекулярных процессов, которые разворачиваются после их встречи с патогенным агентом. Полученные результаты помогут правильно подбирать лекарственные препараты, с тем чтобы повысить сопротивляемость организма, «подстегнуть» действие вакцин, добиться больших успехов в лечении крайне опасных высоколетальных заболеваний.

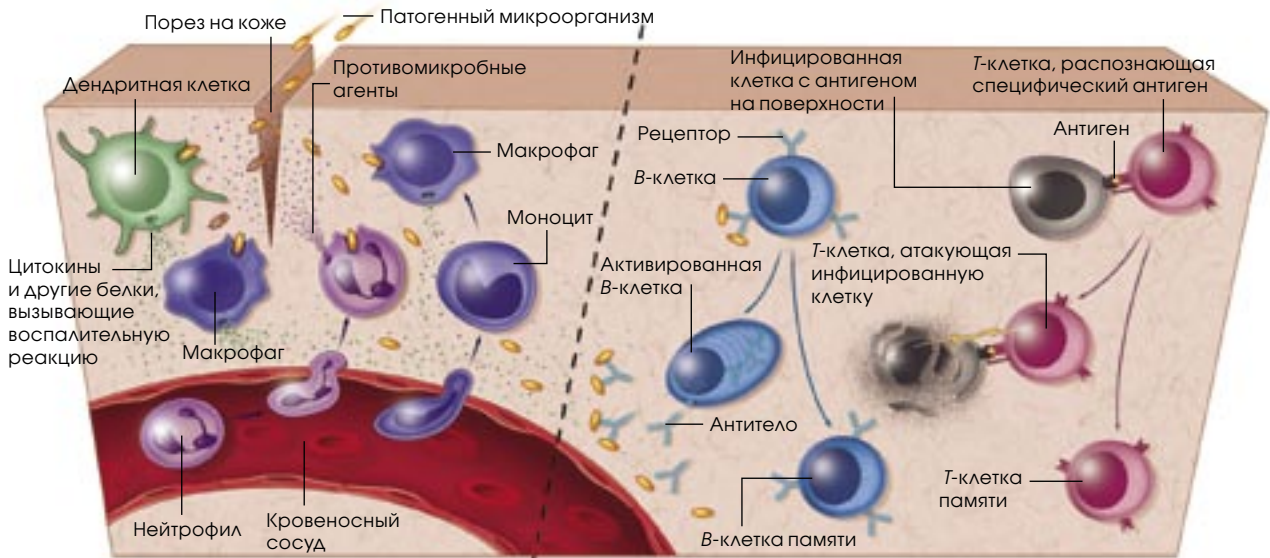
#### «Золушка» ИММУННОЙ СИСТЕМЫ

Еще пять лет назад адаптивный механизм был настоящей звездой иммунологической «сцены». В учебниках только и говорилось, что о *B*-клетках, продуцирующих антитела, которые связываются со специфическими белками, антигенами на поверхности чужеродного агента, и о *T*-клетках, которые вооружены рецепторами, способными распознавать фрагменты белков, принадлежавших патогенам. Иммунный ответ данного типа называется адаптивным, т.к. по ходу развития инфекции происходит подстройка под вызвавший процесс микроорганизм, с тем чтобы более эффективно с ним бороться.

Адаптивный иммунитет важен еще и потому, что он наделяет иммунную систему памятью. После того как с инфекцией покончено, в организме остаются обученные *B*- и *T*-клетки, защищающие его от повторной атаки того же патогена. Способность иммунной системы помнить прошлое лежит в основе действия вакцин. Вакцинация заключается во введении в организм «разоруженной» формы патогена или его компонент, не представляющих опасности для человека. Иммунная система реагирует ▶

## КОМПОНЕНТЫ ИММУННОЙ СИСТЕМЫ

Иммунная система млекопитающих состоит из двух связанных между собой компонентов. Система врожденного иммунитета (слева) следит за ситуацией у «входных ворот» инфекции и всегда готова к действию. Если ей не удастся остановить распространение патогена в организме, в дело вступает адаптивная система (система приобретенного иммунитета) (справа).



### СИСТЕМА ВРОЖДЕННОГО ИММУНИТЕТА

В арсенал системы входят, в частности, противомикробные вещества и различные фагоциты (клетки, захватывающие и разрушающие патогенные микроорганизмы). Последние (дендритные клетки, макрофаги и др.) запускают также воспалительную реакцию. Сигналом к этому служат особые белки – цитокины, они собирают к месту воспаления клетки моноциты (которые при созревании могут превращаться в макрофаги) и нейтрофилы.

### СИСТЕМА АДАПТИВНОГО ИММУНИТЕТА

Главными участниками этой линии обороны служат В- и Т-клетки. Активированные В-клетки секретируют антитела, которые связывают антигены (отличительные «метки» микроорганизма-агрессора), и либо сами разрушают его, либо помечают, так что он становится мишенью для атаки других клеток. Т-клетки помогают активировать В-клетки и другие Т-клетки, а также непосредственно атакуют инфицированные клетки. В- и Т-клетки памяти сразу узнают антиген, с которым организм уже встречался, и при повторной инфекции немедленно уничтожают несущие его клетки.

на них точно так же, как на полноценный патоген, и вырабатывает защитные В- и Т-клетки памяти, благодаря которым человек, переболевший инфекционным заболеванием, становится невосприимчивым к нему в дальнейшем.

Врожденный иммунитет по сравнению с адаптивным кажется менее изощренным. Все его компоненты (ферменты слюны, набор взаимосвязанных белков, убивающих бактерии в кровотоке и т.д.) кажутся весьма простыми по сравнению

со специфическими антителами и Т-киллерами. Кроме того, система врожденного иммунитета не приспособляется к обстоятельствам, как это делает система адаптивного иммунитета.

Однако иммунологи не заметили одну интересную особенность: адаптивная система не работает без своего более примитивного партнера. Последний продуцирует сигнальные белки цитокины, которые не только вызывают воспалительную реакцию, но и активируют В- и Т-клетки, участвующие в адаптивном ответе. Оказывается, «звезда сцены» не может обойтись без помощи своей невзрачной на первый взгляд сводной сестры.

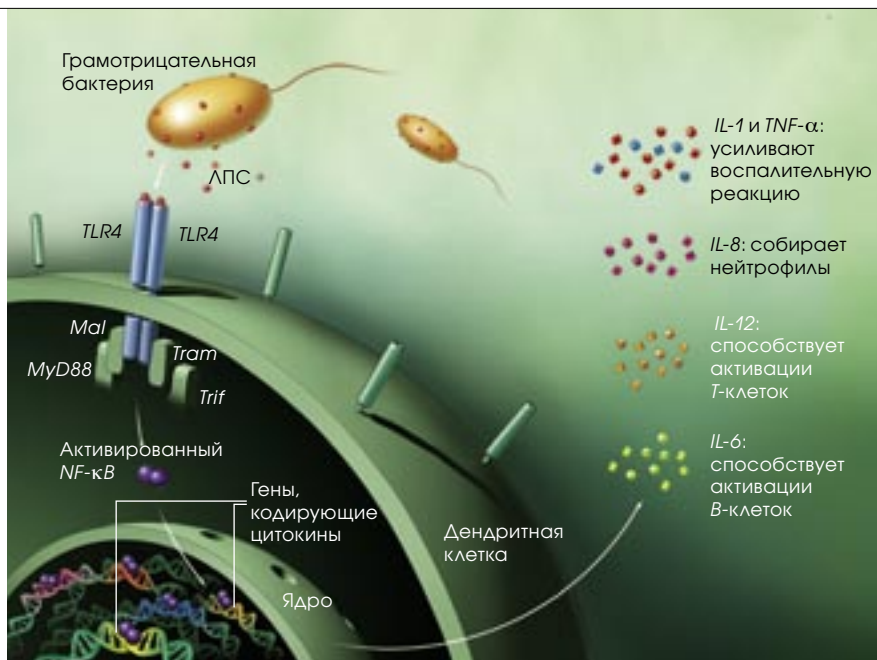
К концу 1990-х гг. для ученых, изучавших систему врожденного иммунитета, оставалось неясным, как именно микроорганизмы индуцируют ее ответ и как ответ активирует адаптивную систему.

## ОБЗОР

### ВРОЖДЕННЫЙ ИММУНИТЕТ

- Система врожденного иммунитета служит для мгновенного реагирования на любые инфекционные агенты. Иммунный ответ этого типа опосредуется семейством белков под названием *Toll*-подобные рецепторы (*TLR*).
- Когда *TLR* узнают о попадании в организм чужеродного микроорганизма, они включают механизм образования белков-посредников, запускающих воспалительную реакцию и активирующих адаптивную систему.
- Если *TLR* почему-либо не функционируют, то вся иммунная система рухнет, а если они слишком активны, то могут возникнуть такие заболевания, как ревматоидный артрит и патологии сердечно-сосудистой системы. Научившись воздействовать на *Toll*-подобные рецепторы и на белки-посредники, можно будет выработать новые подходы к лечению инфекционных заболеваний и подавлению воспалительных процессов.

Toll-подобные рецепторы управляют системой врожденного иммунитета и играют ключевую роль в активации адаптивной системы. *TLR4*, например, подает сигнал тревоги, когда в организм попадают болезнетворные грамотрицательные бактерии. Он связывает липополисахариды (ЛПС), находящиеся на их поверхности, и сообщает об этом четырем внутриклеточным белкам – *MyD88*, *Mal*, *Tram* и *Trif*. Те, в свою очередь, активируют один из основных регуляторов воспалительной реакции, фактор *NF-κB*. Он включает гены, которые кодируют цитокины и другие стимуляторы иммунного ответа. Цитокины помогают активировать T- и B-клетки адаптивной иммунной системы и воспалительный ответ.



Оказалось, что ключевую роль играют Toll-подобные рецепторы. Однако, чтобы это установить, понадобилось провести исследования процесса развития плодовой мушки (дрозофилы), заняться поисками лекарств от артрита и, наконец, дождаться наступления эры секвенирования геномов различных организмов.

## Таинственный белок

В начале 1980-х гг. иммунологи занялись изучением работы цитокинов на молекулярном уровне. Эти сигнальные белки продуцируются самыми разными клетками иммунной системы, в том числе макрофагами и дендритными клетками. Макрофаги патрулируют в тканях всего организма в поисках инфекции. Обнаружив чужеродный белок, они инициируют воспалительную реакцию, поглощают и уничтожают агрессора, несущего белок, и секретируют набор цитокинов. Часть цитокинов посылает сигнал тревоги, созывающий другие клетки к месту инфекции и приводящий всю иммунную систему в состояние полной боевой готовности. Дендритные клетки поглощают бактерии и расщепляют их на фрагменты. Затем по лимфатическим сосудам они

перемещаются в лимфоузлы, где представляют фрагменты другим клеткам иммунной системы и высвобождают цитокины, участвующие в активации адаптивной иммунной системы.

Для определения функций различных цитокинов необходимо было найти способы индукции их образования. Как показали исследования, макрофаги и дендритные клетки охотнее всего начинают образовывать цитокины в присутствии бактерий или, что еще важнее, их специфических компонент. Наиболее мощный иммунный ответ вызывают липополисахариды (ЛПС), молекулы, находящиеся на поверхности бактерий определенного типа. Иммунная система человека реагирует на ЛПС повышением температуры, а иногда возникает септический шок – смертельно опасный сосудистый коллапс, вызываемый чрезмерно активным деструктивным действием клеток иммунной системы. Эффект ЛПС заключается в провоцировании макрофагов и дендритных клеток к высвобождению таких цитокинов, как фактор  $\alpha$  некроза опухолей (*TNF- $\alpha$* , от англ. *tumor necrosis factor-alpha*) и интерлейкин-1 (*IL-1*).

Эти два цитокина «стоят у руля» воспалительной реакции, подталкивая клетки иммунной системы к действию. Если их не контролировать, то могут возникнуть такие патологии, как ревматоидный артрит (аутоиммунное заболевание, проявляющееся воспалением суставов и их разрушением). Ученые надеются, что если им удастся ограничить действие *TNF- $\alpha$*  и *IL-1*, то они смогут остановить развитие болезни и облегчить состояние больных. Однако сначала необходимо выяснить, как функционируют данные цитокины, и, прежде всего, идентифицировать белки, с которыми они взаимодействуют.

В 1988 г. исследователи обнаружили один из белковых рецепторов, распознающих *IL-1*. Он находится в мембране самых разных клеток, в том числе макрофагов и дендритных клеток. Та его часть, которая выступает из мембраны наружу, связывается с *IL-1*, а сегмент, находящийся внутри клетки, посылает сигнал, что *IL-1* обнаружен. Исследователи тщательно изучали внутренний сегмент, надеясь узнать, как именно рецептор сигнализирует о связывании *IL-1*. Однако им это не удалось.

В 1991 г. Ник Гэй (Nick J. Gay) из Кембриджского университета ▶



сделал одно любопытное открытие. Он занимался поисками белков, сходных с так называемым *Toll*-белком дрозофилы. *Toll*-белок участвует в развитии эмбриона дрозофилы (в его дифференцировке в направлении от задней части тела к передней). Мушки, у которых такого белка нет, выглядят, будто у них перепутаны все части тела. Гэй проанализировал все данные о нуклеотидной последовательности различных генов в поисках тех, которые сходны с геном белка *Toll* и, следовательно, могут кодировать *Toll*-подобные белки. Обнаружилось, что один участок молекулы *Toll*-белка напоминает внутренний сегмент *IL-1*-рецептора человека.

Поначалу этому открытию не придали никакого значения, его оценили по достоинству лишь в 1996 г., когда Юлис Хофман (Jules A. Hoffmann) из Французский национальный центр научных исследований (CNRS) в Страсбурге показал, что дрозофила использует *Toll*-белок для защиты от грибковых инфекций. По-видимому, у нее белок выполняет двоякую функцию: участвует в регуляции развития эмбриона, и в работе иммунной системы.

### Черви, дафнии и мы с вами

Частичное сходство *IL-1*-рецептора и *Toll*-белка навело ученых на мысль о наличии у человека белков, полностью сходных с *Toll*-белком. Ведь известно, что наиболее удачные конструкции природа старается использовать многократно, и если *Toll*-белок опосредует иммунный ответ у дрозофилы, то, возможно, сходные белки выполняют аналогичную функцию и у человека.

В 1997 г. Руслан Меджитов (Ruslan Medzhitov) и Чарлз Джейнуэй



Плодовая мушка, у которой нет белка *Toll*, становится жертвой грибковой инфекции. Ее тело сплошь покрыто спорами. Это наблюдение, сделанное в 1996 г., стало одним из первых указаний на то, что *Toll*-белки используются дрозофилой для защиты от инфекций.

(Charles A. Janeway) из Йельского университета обнаружили первый из таких белков. Позже Фернандо Базан (Fernando Bazan) из биологического центра DNAX в Пало-Альто (Калифорния) выявил еще пять, которые он назвал *Toll*-подобными рецепторами (*TLR*). Один из них, *TLR4*, был тем самым белком, который открыли Меджитов и Джейнуэй.

В то время было еще не совсем ясно, какое участие принимают *TLR* в иммунном ответе человека. Джейнуэй обнаружил, что если мембрану дендритных клеток заполнить белком *TLR4*, то клетки начинают продуцировать цитокины. Однако каким образом активируются *TLR4* при инфицировании, он сказать не мог.

Ответ был получен в конце 1998 г. Брюс Бютлер (Bruce Beutler) из Института Скриппса в Ла-Холья (Калифорния) выяснил, что мутантные мыши, не реагирующие на липополисахариды, содержат дефектный *TLR4*. В то время как обычные грызу-

ны погибают от сепсиса в течение часа после инъекции ЛПС, мутантные животные при таком же воздействии не проявляют никаких признаков заболевания. По-видимому, мутация в гене *TLR4* обуславливает нечувствительность мышей к ЛПС.

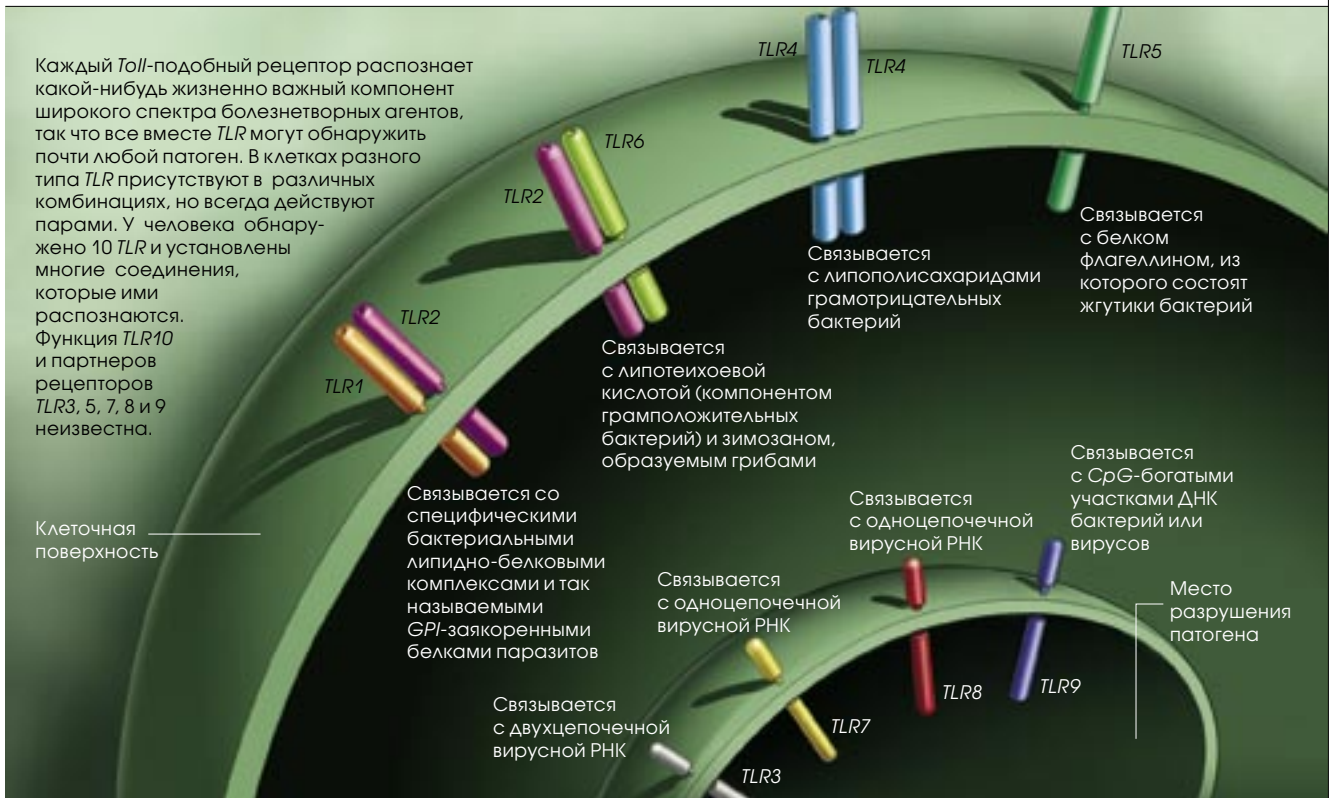
Такие данные указывали на то, что *TLR4* активируется при взаимодействии с липополисахаридом, и его функция заключается в распознавании этого вещества. Открытие стало настоящим прорывом в области изучения патогенеза сепсиса, поскольку стал ясен молекулярный механизм воспалительного процесса. Ученые выяснили, что большинство *TLR* распознают молекулы, существенные для выживания бактерий, вирусов, грибов и паразитов. *TLR2* связываются с липотейхоевой кислотой, компонентом клеточной стенки бактерий. *TLR3* распознает генетический материал вирусов, а *TLR5* – белок флагеллин, из которого состоят жгутики бактерий, отвечающие за их подвижность. *TLR9* выявляет в геноме бактерий и вирусов CpG-богатые участки, отличающиеся от таковых в геноме млекопитающих.

*TLR* распознают жизненно важные компоненты вирусов и бактерий. Отсутствие любого компонента или его химической модификации губительно для микроорганизма, а это означает, что он не может ускользнуть от *TLR* благодаря мутациям, если только не изменится до неузнаваемости, т.е. фактически перестанет быть самим собой. Многие из компонент у самых разных микроорганизмов одинаковы, и поэтому для защиты от всех известных патогенов достаточно и десяти *TLR*.

Врожденным иммунитетом обладает не только человек. Это очень древняя система, которая есть почти у всех исследованных организмов: насекомых, морских звезд, дафний и т.д. Круглые черви используют единственный имеющийся у них *TLR*, чтобы вовремя обнаружить в среде вредные бактерии и избежать встречи с ними. *TLR* в изоби-

### ОБ АВТОРЕ:

**Люк О'Нилл** (Luke A.J.O. O'Neill) в 1985 г. стал кандидатом наук в области фармакологии в Лондонском университете за исследование интерлейкина-1. Сегодня он профессор Фонда научных исследований Ирландии и заведующий отделом биохимии в Тринити-колледже в Дублине.



лии имеются и у растений. Так, у табака есть *N*-белок, необходимый для борьбы с вирусом табачной мозаики, а у сорняка арабидопсиса число TLR превышает 200. Скорее всего, первый Toll-подобный белок появился у одноклеточного организма, общего предка растений и животных. Возможно, эти молекулы даже способствовали эволюции человека: без эффективной системы защиты от патогенных микроорганизмов наш вид ни за что бы не выжил.

## Взятие бастиона

Ранее считалось, что система врожденного иммунитета служит чем-то вроде крепостной стены. Настоящий бой разыгрывался после того, как стена была пробита и воины (*T*- и *B*-клетки), находящиеся в крепости, вступали в схватку с врагом. Теперь мы знаем, что стена тщательно охраняется. Охранники (молекулы TLR) обнаруживают врага и поднимают шум. По их сигналу войско в крепости приводится в состояние боевой готовности, чтобы отразить атаку. Другими словами, TLR приводит в действие оба компонента

системы – врожденный иммунитет и адаптивный.

Происходит все это следующим образом. Как только какой-нибудь патоген проникает в организм, один или более TLR (например, те, что находятся на поверхности макрофагов или дендритных клеток) связываются с его компонентами, скажем, с липополисахаридами грамотрицательных бактерий, и побуждают клетки к высвобождению набора цитокинов. Эти белки-посредники мобилизуют другие макрофаги, дендритные клетки и прочие элементы иммунной системы. Одновременно цитокины могут вызвать все симптомы, характерные для инфекционного заболевания: повышение температуры, головную боль, общее недомогание.

Макрофаги и дендритные клетки, захватившие патоген, размещают его фрагменты на своей поверхности, оповещая о присутствии в организме болезнетворного агента. В ответ на это и на сигналы, посылаемые цитокинами, которые высвободились по команде TLR, происходит активация *B*- и *T*-клеток,

распознающих специфические фрагменты, и массированная атака на болезнетворный агент. Не будь TLR, *B*- и *T*-клетки остались бы безучастными и иммунный ответ не развился в полной мере.

Есть и еще один важный момент. После выздоровления больного в его организме в большом количестве остаются *T*- и *B*-клетки памяти, и в следующий раз он справляется с такой же инфекцией гораздо легче. Клетки памяти действуют так быстро, что воспалительная реакция иногда вообще не возникает, а инфицированный даже не догадывается, что он подвергался риску.

Итак, врожденный и адаптивный иммунитет – это два компонента иммунной системы, участвующие в распознавании и уничтожении патогенов. Взаимодействие между ними служит необходимым условием эффективной работы всей иммунной системы.

## Оружие на любой случай

Чтобы выяснить, как TLR контролируют активность иммунной системы, необходимо идентифицировать ▶



Мечников был человеком со странностями. В биографии ученого так говорится о времени его пребывания в Пастеровском институте: «В любую погоду Мечников ходил в галошах и с зонтиком, карманы его пальто топорщились от научных статей. На голове всегда была одна и та же шляпа. Увлечись чем-нибудь, он, по рассеянности, нередко садился на нее».

Открытие *Toll*-белков и *Toll*-подобных рецепторов стало продолжением исследований, которые начал более 100 лет назад русский биолог И.И. Мечников, по существу сформулировавший теорию врожденного иммунитета. В начале 1880-х гг. Мечников провел следующий эксперимент: собрав шипы с мандаринового дерева, он воткнул их в личинку морской звезды. К следующему утру шипы были окружены массой копошащихся клеток, которые, как предположил ученый, были заняты поглощением бактерий, попавших в личинку вместе с шипами. Аналогичную реакцию Мечников наблюдал у дафний, подвергшихся нашествию спор грибов. В обоих случаях биолог стал свидетелем так называемого фагоцитоза. За открытие фагоцитоза и исследование иммунитета Мечников в 1908 г. был удостоен Нобелевской премии.

в запуске иммунного ответа, возникло предположение, что их гипо- или гиперактивные формы имеют отношение к развитию многих инфекционных заболеваний и расстройств, связанных с нарушениями в работе иммунной системы. Так оно и оказалось. При снижении врожденного иммунитета повышается восприимчивость к вирусным и бактериальным инфекциям. Результаты пятилетних наблюдений показывают, что у людей с гиперактивной формой *TLR4* серьезные бактериальные инфекционные заболевания возникают в пять раз чаще, чем у индивидов с нормальной формой этого рецептора. У жертв болезни легионеров часто обнаруживается мутантный *TLR5*, неспособный выполнять свои функции, в результате нарушается работа врожденной иммунной системы, и организм не может бороться с легионеллезом. Однако гиперактивность иммунной системы не менее опасна. Только в США и Европе от сепсиса, развивающегося в результате гиперактивности *TLR4*, ежегодно умирает более 400 тыс. человек.

Ряд исследований указывает на роль *TLR* в развитии таких аутоиммунных заболеваний, как системная красная волчанка и ревматоидный артрит. В этом случае *TLR* может реагировать на продукты, высвобождаемые поврежденными клетками, вызывать аномальную воспалительную реакцию и провоцировать неадекватный ответ адаптивной иммунной системы. У больных волчанкой, например, *TLR9* реагирует на собственную ДНК организма.

Система врожденного иммунитета и *TLR* влияют и на риск развития некоторых сердечно-сосудистых заболеваний. Люди, несущие мутацию в гене *TLR4*, в меньшей степени подвержены этим патологиям. Выключение *TLR4* приводит к смягчению воспалительной реакции, а следовательно, к уменьшению вероятности образования бляшек в коронарных сосудах. Таким обра-

HULTON ARCHIVE/GETTY IMAGES

молекулы, которые передают сигналы от активированных *TLR*, расположенных на поверхности клетки, ее ядру, где они включают гены цитокинов и других активаторов. Поисками таких молекул-посредников занимаются многие ученые, и кое-что интересное им уже удалось обнаружить.

Мы знаем, что *TLR*, подобно многим другим рецепторам, расположенным на клеточной поверхности, прибегают к помощи белков-посредников, которые передают полученную от них информацию ядру. Так, все *TLR*, кроме *TLR3*, используют для этой цели белок *MyD88*, а также множество других белков, каких именно – зависит от типа *TLR*. Один из них, белок *Mal*, участвует в передаче сигналов от *TLR4* и *TLR2*. *TLR4* пользуется услугами еще двух белков, *Tram* и *Trif*, а *TLR3* передает информацию только с помощью белка *Trif*. Как показал Сизуо Акира (Shizuo Akira) из Осацкого университета (Япония), у трансгенных мышей, не синтезирующих некоторые из этих белков-посредников, не возникает иммунного ответа на патогенные микроорганизмы. Таким образом, белки-посредники могут служить еще одной мишенью для новых противовоспалительных и противомикробных лекарственных препаратов.

Поскольку *TLR* взаимодействуют с разными наборами белков-посредников, они могут активировать различные наборы генов, оптимизируя клеточный ответ на тот или иной патоген. Например, *TLR3* и *TLR7* реагируют на вирусы. Они запускают цепочку молекулярных взаимодействий, которые индуцируют высвобождение интерферона, наиболее активного противовирусного цитокина. *TLR2*, активирующийся в присутствии бактерий, стимулирует высвобождение целой группы цитокинов, среди которых нет интерферона, но есть белки, побуждающие иммунную систему к уничтожению бактерий.

Все, что стало известно в последнее время о *TLR*, заставило пересмотреть давно сложившиеся представления о том, что врожденная иммунная система служит неким барьером на пути инфекции, не обладающим избирательностью. На самом деле она представляет собой динамичный механизм, участвующий в контроле почти всех аспектов воспалительной реакции организма и его иммунного ответа.

## От болезни легионеров до волчанки

Когда стало ясно, что *Toll*-подобные рецепторы играют ключевую роль

зом, модификация *TLR4* служит еще одним подходом к лечению сердечно-сосудистых заболеваний.

### «Регулятор тона» иммунной системы

Сегодня многие фармацевтические компании заинтересовались *Toll*-подобными рецепторами и белками-посредниками. Потребность в новых методах лечения инфекционных заболеваний с каждым годом увеличивается, т.к. все больше патогенных микроорганизмов приобретает устойчивость к антибиотикам, появляются ранее неизвестные, высоковирулентные штаммы вирусов, возрастает угроза биотерроризма.

Например, используя *TLR*, можно создавать более безопасные и эффективные вакцины. Сегодня в состав вакцин часто включают адъюванты – вещества, усиливающие иммунный ответ на вводимый антиген. Однако большинство адъювантов не обеспечивают полноценный ответ, активируя одни типы клеток иммунной системы в большей степени, чем другие. Многие компании, надеясь решить эту проблему, работают над созданием вакцин с использованием веществ, активирующих *TLR9*, который распознает широкий спектр бактерий и вирусов и индуцирует адекватный иммунный ответ.

Исследование *TLR* помогло нам также найти некоторые способы защиты от патогенных микроорганизмов, которые могут оказаться в арсенале биотеррористов. Один из таких патогенов – поксвирусы. Они обладают способностью выводить из строя *TLR* и в результате остаются незамеченными. Мы обнаружили, что, удалив вирусный белок, инактивирующий *TLR*, можно получить ослабленную форму вируса и использовать ее как основу для вакцины против поксвирусов.

Зная, как функционируют *TLR* и в каком состоянии находится врожденная иммунная система больного, врачи смогут учитывать это при его лечении. Так, если в больни-

Вещества, которые активируют *TLR*, а следовательно, усиливают иммунную реакцию, можно использовать для повышения активности вакцин и защиты организма от инфекций. Кроме того, они способны даже мобилизовать защитные силы организма при онкологических заболеваниях. Вещества – ингибиторы *TLR* служат для уменьшения воспаления.

#### ДЕЙСТВИЕ ПРЕПАРАТА

Активирует *TLR4*

Активирует *TLR7*

Активирует *TLR7* и *TLR8*

Активирует *TLR9*

Ингибирует *TLR4*

Ингибирует все *TLR*

Ингибирует все *TLR*

#### ПРИМЕРЫ/ФИРМА-ПРОИЗВОДИТЕЛЬ

*MPL*, средство против аллергии, адъювант. *Corixa* (Сиэтл); Проводятся масштабные клинические испытания

*ANA245* (изаторибин), противовирусный препарат. *Anadys* (Сан-Диего); проводятся первые клинические испытания для проверки эффективности лечения гепатита С

Имиквимод, препарат для борьбы с остроконечными бородавками, лечения базально-клеточной карциномы и старческого кератоза. *3M* (Сент-Пол, шт. Миннесота); имеется в продаже

ПроМун, адъювант, препарат для лечения меланомы и неходжкинских лимфом. *Coley* (Уэллсли, шт. Массачусетс); проводятся масштабные клинические испытания

*E5564*, противосептический препарат. *Elsai* (Тинек, шт. Нью-Джерси); проводятся первые клинические испытания

*RDP58*, препарат для лечения неспецифического язвенного колита и болезни Крона. *Genzyme* (Кеймбридж, шт. Массачусетс); начинаются крупномасштабные клинические испытания

*OPN201*, препарат для лечения аутоиммунных заболеваний. *Orsona Therapeutics* (Дублин, Ирландия); проводится тестирование на животных

цу поступит пациент с инфекционным заболеванием и обнаружится, что у него к тому же нарушена работа *TLR4*, то ему могут назначить ударные дозы антибиотиков или агенты, способные подстегнуть иммунную систему, с тем чтобы компенсировать имеющийся дефект.

Стимулируя иммунную систему, необходимо помнить, что наша основная задача заключается в избавлении организма от патогенного микроорганизма, не вызывая при этом аномально сильной воспалительной реакции. С другой стороны, любые препараты, смягчающие воспаление через подавление активности *TLR* и уменьшение количества цитокинов, не должны уничтожать защитные механизмы самого организма.

Хорошим уроком служит опыт применения противовирусных препаратов, взаимодействующих с *TNF-α*, одним из цитокинов, которые появляются в ответ на активацию *TLR4*. *TNF-α*, образующийся

в ходе инфекции и по мере развития воспалительной реакции, накапливается в суставах больных ревматоидным артритом. Специфичные к нему противовоспалительные препараты действительно смягчают симптомы, но у некоторых больных при длительном их приеме развивается туберкулез. Возможно, инфекция у них существовала и раньше, но процесс носил вялотекущий характер и при подавлении воспалительной реакции резко активизировался.

Подводя итоги, можно сказать, что *Toll*-подобные рецепторы играют в нашем организме такую же роль, что и регулятор тона в стереоприемнике: они поддерживают равновесие между адаптивным иммунитетом и воспалительной реакцией. Сегодня ученые ищут способы слегка подправить этот регулятор – так, чтобы можно было уменьшать воспалительную реакцию без ущерба иммунитету. ■

The background of the cover is a dark, deep blue space. In the upper center, there is a bright, glowing light source, possibly a star or a distant galaxy, emitting a beam of light that creates a series of concentric, glowing rings or ripples. To the right, a spiral galaxy is visible, its arms glowing with blue and white light. A large, white, rectangular shape, resembling a book cover or a piece of paper, is positioned diagonally across the lower half of the image, extending from the bottom left towards the right.

Эми Баджер

# КОСМОС: КРИЗИС СРЕДНЕГО ВОЗРАСТА

## Во Вселенной все еще рождаются звезды и черные дыры.



В течение последних 14 млрд. лет космическое строительство постепенно перемещается от крупных галактик к мелким. В течение первой половины жизни Вселенной в гигантских галактиках сформировалось огромное количество звезд и сверхмассивных черных дыр, которые дают энергию ярким квазарам (*слева*). Во второй половине жизни активность гигантских галактик снизилась, но формирование звезд и черных дыр продолжалось в галактиках среднего размера, таких как наш Млечный Путь (*в центре*). В будущем основными участками космической активности станут карликовые галактики, каждая из которых содержит лишь несколько миллионов звезд (*справа*).

До недавних пор большинство астрономов предполагали, что Вселенная вступила в свой весьма скучный средний возраст. Считалось, что ранняя история Вселенной (приблизительно до 6 млрд. лет после Большого взрыва) была эпохой космического фейерверка: галактики сталкивались и сливались, огромные черные дыры всасывали стремительные водовороты газа, рождалось большое количество звезд. Но в течение следующих 8 млрд. лет слияние галактик стало ослабевать, гигантские черные дыры успокоились, и формирование звезд замедлилось. Многие астрономы были убеждены, что приходит конец космической истории и в будущем нас ждет бесконечное расширение спокойной и стареющей Вселенной.

Но наблюдения последних лет показали, что сообщения о кончине Вселенной преувеличены. Благодаря новым космическим обсерваториям и оснащению наземных телескопов современными приборами астрономы обнаружили, что близкие к нам галактики были очень активны в недавнем прошлом. (Поскольку свет от более далеких галактик идет до нас дольше, мы наблюдаем их на более ранней стадии развития.) ▶

Рентгеновское излучение ядер относительно близких к нам галактик показало, что там скрыты чрезвычайно массивные черные дыры, все еще пожирающие окружающий газ и пыль. А при более детальном изучении света, испущенного галактиками различного возраста, выяснилось, что темп формирования звезд не уменьшается так быстро, как считалось раньше.

Стало ясно, что в ранней Вселенной доминировали немногие гигантские галактики, содержащие колоссальные черные дыры

самые точные оптические представления о Вселенной появились благодаря работе космического телескопа «Хаббл». На глубоких снимках двух крошечных участков неба, полученных аппаратом с десятисуточной экспозицией через четыре цветных фильтра, ученые обнаружили тысячи далеких галактик, наиболее старая из которых образовалась спустя всего 1 млрд лет после Большого взрыва. А на самых последних сверхглубоких снимках «Хаббла» видимость еще лучше. Астрономы хотят уз-

и измерить его красное смещение. Из-за расширения Вселенной линии в спектре далеких источников смещены в красную сторону: чем сильнее сдвинуты линии, тем дальше от нас источник в пространстве и времени. Например, единичное красное смещение означает, что длина волны возросла на 100%, то есть увеличилась вдвое. Свет от такого объекта был испущен примерно через 6 млн. лет после Большого взрыва, что меньше половины возраста Вселенной. На самом деле астрономы указывают глубину прошлого не в единицах времени, а в единицах красного смещения, поскольку прямо измеряется именно оно.

Определение красных смещений – надежный способ восстановить космическую историю, но на самых глубоких снимках практически невозможно измерить красное смещение всех галактик. Во-первых, их чрезвычайно много. Но еще важнее, что некоторые галактики чрезвычайно слабы, их тусклый свет состоит из одного фотона в минуту на квадратный сантиметр. Когда получают спектр галактики, дифракционная решетка спектрографа рассеивает этот тусклый свет по большой площади детектора, что делает сигнал на каждой длине волны еще слабее.

В конце 1980-х Леннокс Кьюве (Lennox L. Cowie) из Астрономического института Гавайского университета и Саймон Лилли (Simon J. Lilly) из Технологического института в Цюрихе (Швейцария) разработали новый метод, позволяющий обойтись без сложного измерения красных смещений. Они фотографировали небо через светофильтры, пропускающие ультрафиолетовый, зеленый или красный свет, а затем измеряли яркость галактик в каждом из данных диапазонов (см. рис. на стр. 45). Таким образом, близкие галактики с молодыми звездами оказывались одинаково яркими во всех трех диапазонах.

## Новые наблюдения показывают, что сообщения о грядущей смерти Вселенной были сильно преувеличены.

и демонстрировавшие вспышки звездообразования. В современной же Вселенной формирование звезд и аккреция вещества на черные дыры происходит повсеместно, в том числе и во множестве средних и малых галактик.

### Глубокие снимки

Чтобы восстановить историю Вселенной, астрономы сначала должны понять смысл того поразительного разнообразия объектов, которое они наблюдают. Наши

наблюдения, как самые старые и далекие объекты превратились в современные галактики. Понять связь настоящего с прошлым – одна из основных задач современной астрономии.

Важным шагом станет разработка космической стратиграфии – выяснение того, какие объекты среди тысяч галактик на глубоком снимке расположены к нам ближе, а какие дальше. Стандартный способ решить поставленную задачу – получить спектр каждой галактики

## ОБЗОР

### СРЕДНИЙ ВОЗРАСТ

- Ранняя история Вселенной была бурной эпохой, отмеченной столкновениями галактик, мощными вспышками формирования звезд и рождением массивных черных дыр. Благодаря спаду космической активности многие астрономы поверили, что славные дни Вселенной ушли в прошлое.
- В последние годы ученые обнаружили черные дыры, все еще активно пожирающие газ во многих близких к нам галактиках. Наблюдения также показали, что формирование звезд не заканчивалось так быстро, как думали раньше.
- В ранней Вселенной доминировало небольшое число гигантских галактик, теперь активными стали более мелкие из них.

Изучая глубины пространства, астрономы получают сведения о прошлом Вселенной, поскольку свет от далеких объектов идет до нас долго. Более 10,5 млрд. лет назад огромные галактики сталкивались и сливались, стимулируя рождение звезд и появление газа на сверхмассивных черных дырах. Активное

рождение звезд и рост черных дыр в ядрах галактик продолжалось и 8 – 10,5 млрд. лет назад. Затем активность черных дыр и звездообразование в крупных галактиках стали затухать. Сегодня звезды в основном рождаются в небольших спиральных и неправильных галактиках.

10,5 млрд. лет назад

8 млрд. лет назад

Наша эпоха

Наша Галактика

Однако в спектре такой галактики имеется резкий обрыв сразу за ультрафиолетовым диапазоном, на длине волны 912 ангстрем. Он возникает потому, что нейтральный водород внутри и вокруг галактики поглощает излучение с более короткими длинами волн. Поскольку свет от далеких галактик смещен к красному концу спектра, обрыв перемещается к более длинным волнам. Если красное смещение достаточно велико, то галактика не будет видна в ультрафиолетовом диапазоне, а если оно еще больше, то галактике не суждено быть обнаруженной и в зеленом диапазоне.

Таким методом Кьюве и Лилли смогли разделить галактики со звездообразованием на широкие интервалы по красному смещению, грубо указывающие их возраст. В 1996 г. Чарльз Стейдел (Charles C. Steidel) из Калифорнийского технологического института и его сотрудники

использовали данный метод, чтобы выделить сотни древних галактик с формирующимися звездами и красным смещением около 3, т.е. с возрастом около 2 млрд. лет после Большого взрыва. Контрольные спектры некоторых из этих галактик, полученные с помощью мощнейшего десятиметрового телескопа «Кек» на Мауна-Кеа (Гавайи), подтвердили, что большинство из них действительно имеет такое красное смещение.

Как только красное смещение галактик измерено, можно приступать к реконструкции истории звездообразования. Из наблюдений ближайших галактик известно, что за определенное время на свет появляется небольшое число массивных и множество маломассивных звезд. На каждые 20 звезд, подобных Солнцу, рождается одна звезда с массой в 10 раз больше солнечной.

Массивные звезды излучают ультрафиолетовый и голубой ▶

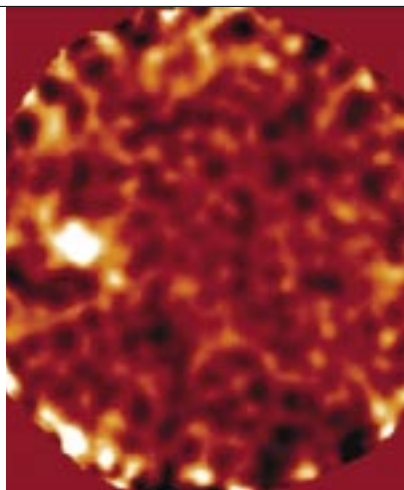
## ОБ АВТОРЕ:

**Эми Баджер** (Amy J. Barger) – профессор астрономии в Висконсинском университете в Мадисоне, преподает в Гавайском университете в Маное. Баджер защитила диссертацию по астрономии в 1997 г. в Кембриджском университете, а затем проводила исследования в Астрономическом институте Гавайского университета. Как космолог-наблюдатель она исследует далекие объекты Вселенной с помощью рентгеновской обсерватории «Чандра», космического телескопа «Хаббл» и оптических телескопов в обсерваториях Кит-Пик в Аризоне и Мауна-Кеа на Гавайях.



свет, тогда как звезды малой массы – желтый и красный. Если красное смещение далекой галактики известно, астрономы могут определить ее истинный спектр (в ее собственной системе отсчета). Тогда, измерив полное ультрафиолетовое излучение галактики, исследователи могут оценить количество массивных звезд, которые живут всего лишь несколько десятков миллионов лет – краткий миг по галактическим стандартам. Если темп звездообразования замедляется, количество массивных звезд быстро снижается, поскольку они умирают вскоре после своего рождения. В нашей Галактике, вполне рядовой современной спиральной системе, количество наблюдаемых массивных светил указывает на то, что звезды формируются со скоростью нескольких солнечных масс в год. Однако в галактиках с большим красным смещением темп рождения звезд в 10 раз выше.

Когда Кювье и Лилли вычислили скорости формирования звезд во всех наблюдавшихся ими галакти-



В ранней Вселенной с помощью субмиллиметровой камеры SCUBA на телескопе «Дж.К.Максвелл» обсерватории Мауна-Кеа (Гавайи) были открыты галактики предельно высокой светимости. Яркое пятно слева, вероятно, древняя, окутанная пылью галактика, в которой звезды рождаются с частотой: более 1 тыс. солнц в год.

звезд во Вселенной, Мадау объединил свои результаты с полученными из оптических наблюдений для

логическое красное смещение. При достаточно большом смещении ультрафиолетовое и оптическое излучение галактики перемещается для земного наблюдателя в инфракрасную часть спектра. Кроме того, звездный свет нагревает частицы пыли, возникающие от взрывов сверхновых и других процессов, которые затем переизлучают энергию в далеком инфракрасном диапазоне. Свет удаленных источников, поглощенный и излученный уже пылью в далеком ИК-диапазоне, смещается из-за расширения Вселенной еще дальше – в субмиллиметровый диапазон. Поэтому яркие источники субмиллиметрового излучения часто указывают на места интенсивного формирования звезд.

До недавних пор астрономам трудно было проводить наблюдения с наземными телескопами в субмиллиметровом диапазоне потому, что водяной пар в атмосфере поглощает сигналы на данных волнах. Но ситуация улучшилась с введением в строй Матрицы субмиллиметровых болометров общего назначения (*Submillimeter Common-User Bolometer Array – SCUBA*), установленной на телескопе «Джеймс Клерк Максвелл» на Мауна-Кеа в 1997 г. (Расположенная на высоте 4 км над уровнем моря, эта обсерватория оказалась выше, чем 97% атмосферной воды.)

Несколько групп исследователей, одну из которых возглавляю я, использовали SCUBA, чтобы с высокой чувствительностью и большим охватом неба искать далекие закрытые пылью источники исключительно высокой светимости. Поскольку угловое разрешение довольно низкое, изображения галактик похожи на капли (см. иллюстрацию вверху). К тому же на снимке их довольно мало: даже после многих часов экспозиции лишь несколько источников появляются на каждом изображении, полученном SCUBA, но они из числа самых ярких галактик во Вселенной. Трудно поверить, но до

## С замедлением темпа звездообразования снижается количество массивных звезд: они умирают вскоре после своего рождения.

ках, они пришли к поразительному выводу, что во Вселенной произошел поистинне демографический взрыв при красном смещении около 1.

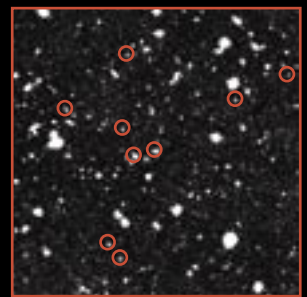
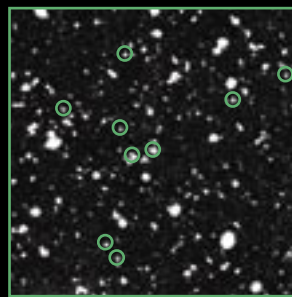
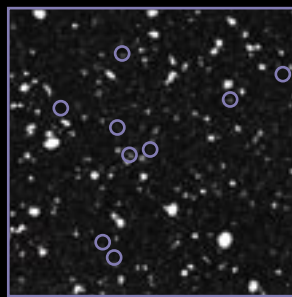
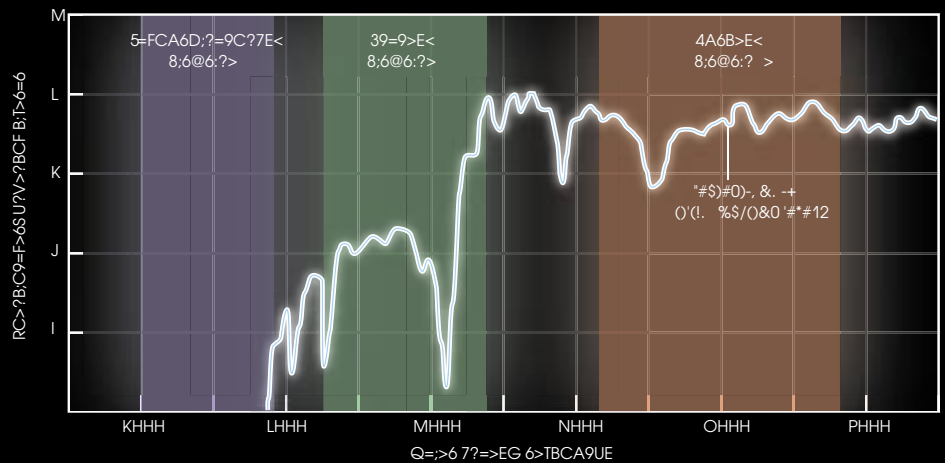
В 1996 г. Пьеро Мадау (Piero Madau) из Калифорнийского университета в Санта-Крус применил метод, предложенный Кювье и Лили, к анализу данных глубокого северного снимка, полученного «Хабблом». Данные оказались идеальными для такого исследования из-за очень точного измерения интенсивности в четырех диапазонах спектра. Чтобы уточнить историю формирования

низких красных смещений. Он обнаружил, что интенсивность формирования звезд достигала максимума, когда возраст Вселенной был приблизительно 4–6 млрд лет. Такой результат привел многих астрономов к заключению, что лучшие дни Вселенной давно миновали.

### Поглощающая история

Обзор галактик с помощью оптических телескопов не может выявить все объекты, существовавшие в ранней Вселенной. Чем дальше галактика, тем на нее больше влияет космо-

Для поиска самых древних галактик при обзоре неба астрономы используют светофильтры, выделяющие ультрафиолетовый, зеленый и красный участки спектра. Из-за расширения Вселенной свет древнейших галактик смещается в красную область. График (вверху) показывает, как довольно большое красное смещение (около 3) выводит излучение далекой галактики из ультрафиолетовой области. В результате изображение древней галактики проявляется в красном и зеленом фильтрах, но не в ультрафиолетовом (внизу).



TOMMY MOORMAN (graph); COURTESY OF CHARLES C. STEIDEL, California Institute of Technology (images)

появления Матрицы субмиллиметровых болометров общего назначения мы даже не догадывались, что существовали такие мощные и далекие системы. Темп формирования звезд в них был в сотни раз выше, чем в современных галактиках, что служит еще одним подтверждением того, что Вселенная раньше была намного энергичнее, чем теперь.

Обнаруженные области звездообразования вызвали сенсацию; но вдруг мы узнаем, что во Вселенной существует и другая, скрытая от нас активность? К примеру, газ и пыль в галактиках могут закрывать излучение дисков вещества, вращающегося вокруг сверхмассивных черных дыр (которые весят в миллиарды раз больше Солнца). Считается, что такие диски служат источником энергии квазаров – необыкновенно мощных объектов, имеющих большое красное смещение, а также энергии активных ядер в центрах многих близлежащих галактик. Оптические исследования 1980-х гг. показали,

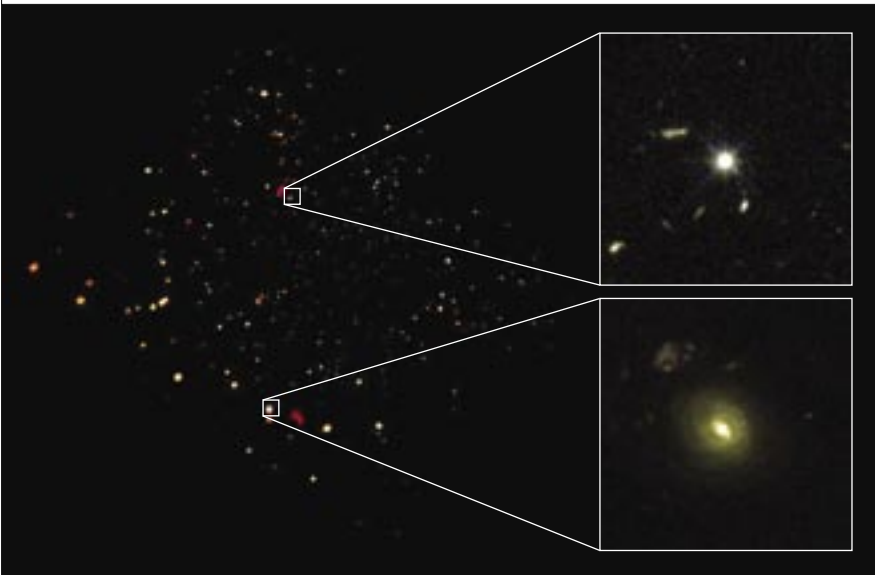
что спустя несколько миллиардов лет после Большого взрыва квазаров было гораздо больше, чем активных галактических ядер. Поскольку сверхмассивные черные дыры, дающие энергию далеким квазарам, невозможно разрушить, астрономы предположили, что многие близлежащие галактики должны содержать в себе мертвые квазары, т.е. черные дыры, исчерпавшие «топливо».

Такие бездействующие сверхмассивные черные дыры действительно были найдены по их гравитационному влиянию на окружающие тела. Звезды и газ продолжают обращаться вокруг черных дыр, даже когда вещество не засасывается в них. В центре нашей Галактики обнаружилась почти спящая черная дыра. Результаты этих исследований позволили предположить, что большинство сверхмассивных черных дыр сформировалось еще в эпоху квазаров, поглотив в процессе бурного роста все окружающее их вещество и затем перестав

светиться, когда запасы топлива иссякли. Таким образом, активность квазаров, как и формирование звезд, была более энергичной в далеком прошлом, еще раз доказывая, что наступили скучные времена.

Однако наш сценарий на этом не исчерпывается. Объединив рентгеновские и оптические наблюдения, астрономы пересматривают вывод о том, что большинство квазаров давно потухло. Важно что рентген, в отличие от видимого света, может пройти через заслоняющие черную дыру газ и пыль. Земная же атмосфера не пропускает рентген, так что в поиске активных черных дыр астрономы надеются на космические телескопы типа рентгеновских обсерваторий «Чандра» и «ХММ/Ньютон».

В 2000 г. Леннокс Кьювье, Ричард Мушотски (R.F. Mushotzky) из Годдардовского центра космических полетов NASA, Эрик Ричардс (E.A. Richards) из Аризонского университета и я использовали телескоп «Субару» на Мауна-Кеа ▶



Рентгеновское излучение выявляет скрытые черные дыры. Обсерватория «Чандра» зафиксировала много черных дыр на глубоком снимке северного неба (слева). Некоторые оказались мощными древними квазарами, засиявшими уже через несколько миллиардов лет после Большого взрыва (вверху справа). А другие притаились в ядрах довольно близких галактик, излучая рентген (внизу справа).

для оптической идентификации 20 рентгеновских источников, найденных в ходе обзоров «Чандра». Затем с помощью десятиметрового телескопа «Кек» мы получили спектры этих объектов.

Результаты оказались неожиданными: многие активные сверхмассивные черные дыры, обнаруженные «Чандра», находятся в довольно близких крупных галактиках. Модели космического рентгеновского фона предсказывали существование большого числа невидимых сверхмассивных черных дыр, но никто не ожидал, что они у нас под носом! Более того, оптические спектры многих галактик не подтверждают активность этих объектов. Без рентгеновских наблюдений астрономы никогда бы не смогли обнаружить сверхмассивные черные дыры, скрывающиеся в ядрах галактик.

Соответственно, не все сверхмассивные черные дыры родились в эпоху квазаров. Похоже, что могучие объекты начали формироваться с самых ранних времен и до наших дней. Однако те сверхмассивные

черные дыры, которые все еще активны, ведут себя иначе, чем далекие квазары, которые с завидным аппетитом пожирают вещество вокруг себя. А большинство близких источников, обнаруженных «Чандрой», воздержанны в «еде» и поэтому светят не так ярко. Ученые пока не поняли, в чем причина этого различия. Возможно, современным черным дырам просто достается меньше газа. Близлежащие галактики сталкиваются друг с другом реже, чем далекие древние звездные системы, а ведь именно столкновения могут поставлять вещество к черной дыре в галактическом центре.

«Чандра» позволил ученым приоткрыть еще одну завесу тайны: хотя умеренные источники рентгена значительно менее мощные, чем квазары (в среднем раз в 100), совокупное излучение нынешних раз в десять слабее того, что в прежние времена производили квазары. Иными словами, состав Вселенной постепенно меняется от небольшого числа ярких объектов к большому количеству тусклых. Но даже при том,

что нынче сверхмассивные черные дыры стали «меньше и дешевле», их суммарный эффект все еще велик.

Галактики со звездообразованием также мельчали. Несмотря на то что некоторые соседние с нами галактики столь же активно формируют звезды, как и сверхмощные, заполненные пылью галактики, обнаруженные на снимках камеры SCUBA, их пространственная плотность сверхвысокой светимости в современной Вселенной в 400 с лишним раз ниже, чем была в древней Вселенной. Однако вновь проявили себя небольшие галактики. Кьюве, Джиллиан Уилсон (J.Wilson) из Центра обработки инфракрасных наблюдений NASA, Дуг Берк (D.J.Burke) из Гарвард-Смитсоновского астрофизического центра и ваш покорный слуга уточнили плотность светимости во Вселенной, используя высококачественные изображения, полученные с большим набором фильтров, и спектроскопические данные. Мы обнаружили, что плотность оптической и ультрафиолетовой светимости практически не изменилась за космологическое время. Несмотря на то что полная интенсивность формирования звезд во второй половине жизни Вселенной снизилась (гигантские запыленные галактики больше не демонстрируют вспышек звездообразования), маленькие, близлежащие галактики, формирующие звезды, оказались настолько многочисленными, что плотность оптического и ультрафиолетового излучения снижается довольно медленно.

### Бодрость средних лет

Новые компьютерные модели показывают, что переход от Вселенной, где доминировали немногочисленные крупные и мощные галактики, к Вселенной, заполненной множеством более мелких галактик, может быть следствием космического расширения, при котором галактики расходятся и их слияния

D. M. ALEXANDER, F. E. BAUER, W. N. BRANDT, G. P. GARMIRE ET AL. NASA/Pennsylvania State University (Chandra image); A. J. BARGER AND M. GIAVALISCO/NASA/Great Observatories Origins Deep Survey (optical images)

становятся редкими. К тому же по мере снижения плотности газа, окружающего галактики, его становится легче нагреть. А поскольку горячий газ более упруг, чем холодный, он меньше поддается гравитационному сжатию в потенциальной яме галактики. Фабрицио Никастро (F. Nicastro) из Гарвард-Смитсоновского астрофизического центра и его коллеги недавно обнаружили теплый межгалактический туман, поглощающий ультрафиолетовое и рентгеновское излучение далеких квазаров и активных ядер галактик. Туман окружает нашу Галактику со всех сторон и заполняет Местную группу галактик, включающую наш Млечный Путь, галактику в Андромеде и еще 30 меньших членов. Вероятно, газ остался от ранней эпохи формирования галактик, но теперь он слишком горячий, чтобы продолжать участвовать в данном процессе.

Вокруг маленьких галактик среда может быть более прохладной, поскольку они не в состоянии нагреть окружающий газ так же сильно, как большие галактики, в распоряжении которых были взрывы сверхновых звезд и энергия квазара. К тому же маленькие галактики не так жадно поглощают окружающее вещество, что позволяет им продлить свой скромный образ жизни до наших дней. Напротив, более крупные и расточительные галактики истощили свои ресурсы и больше не способны вобрать в себя вещество из своих окрестностей. Проводимые исследования свойств газа в маленьких близлежащих галактиках покажут, как они взаимодействуют с окружающей средой, что поможет лучше понять эволюцию галактик.

Главный вопрос все же остается нерешенным: как на столь раннем этапе эволюции Вселенной смогли возникнуть гигантские квазары? Слоановский цифровой обзор неба (крупнейший астрономический проект по картографированию четверти полного небосвода

и измерению расстояний до более чем миллиона далеких объектов) позволил обнаружить квазары, которые существовали, когда Вселенная была в шестнадцать раз моложе, чем сейчас, т.е. спустя примерно 800 млн. лет после Большого взрыва. В 2003 г. Фабиан Уолтер (F. Walter) из Национальной радиоастрономической обсерватории и его сотрудники обнаружили линии угарного газа в излучении одного из таких квазаров. Поскольку углерод и кислород могли появиться благодаря термоядерным реакциям в звездах, это открытие свидетельствует о том, что значительное количество звезд сформировалось

звезд в черные дыры. Поскольку гамма-всплески – самые мощные взрывы во Вселенной, произошедшие после Большого взрыва, астрономы обнаруживают их на очень больших расстояниях.

В ноябре 2004 г. для их исследования NASA запустило спутник «Свифт» стоимостью \$250 млн. с тремя телескопами для наблюдения взрывов в гамма-, рентгеновском, ультрафиолетовом и оптическом диапазонах. Изучая спектры гамма-всплесков и их послесвечение, «Свифт» поможет ученым лучше понять, как коллапсируют звезды и как начинался рост сверхмассивных черных дыр в ранней Вселенной.

## Мы становимся свидетелями перехода Вселенной к более размеренному периоду ее жизни.

в первые сотни миллионов лет жизни Вселенной. Недавние результаты исследователя микроволновой анизотропии «Вилкинсон» (спутника, наблюдающего космическое фоновое излучение), также указывают, что формирование звезд началось спустя всего 200 млн. лет после Большого взрыва.

Кроме того, компьютерное моделирование показало, что первые звезды были, скорее всего, в сотни раз массивнее Солнца. Они сияли так ярко, что полностью сожгли свое топливо за несколько десятков миллионов лет. Тогда самые массивные из них сжались в черные дыры, которые, возможно, стали зародышами сверхмассивных черных дыр, породивших первые квазары. Такое объяснение раннего появления квазаров подкрепляется изучением гамма-всплесков (см. «Ярчайшие взрывы во Вселенной», «В мире науки», №4, 2003 г.), которые, вероятно, возникают в результате коллапса очень массивных

Теперь астрономы благодаря обсерваториям «Чандра» и «ХММ/Ньютон», подобно суперменам из комиксов, которые при помощи «рентгеновского зрения» видят сквозь стены, наблюдают окутанные пылью области Вселенной. Как оказалось, гигантские галактики, изобилующие молодыми звездами, и жадные древние черные дыры теперь отживают свой век. Еще через несколько миллиардов лет небольшие галактики, которые сегодня довольно активны, израсходуют свое топливо, и свет в космосе почти померкнет. Нашу Галактику ожидает такая же судьба. По мере космического измельчания карликовые галактики (которые содержат всего несколько миллионов звезд, но являются самым многочисленным типом галактик во Вселенной) останутся единственными очагами звездообразования. Со временем Вселенная неизбежно будет темнеть, а старые галактики не умрут, а лишь медленно угаснут. ■



ALICE SMITH  
520



Уэйт Гиббз

# ТАКТИЧНЫЕ КОМПЬЮТЕРЫ

Все чаще цифровые устройства отвлекают нас от дел, требуя сиюминутного внимания.

Поэтому специалисты по вычислительной технике решили привить окружающую нас технику чувство такта.

«Зарядка батареи завершена», – не без гордости сообщил компьютер *Powerbook*. Но слегка надменный тон машины почему-то не понравился ее владельцу, Дональду Норману (Donald A. Norman), который пытается наделить компьютерные программы чем-то вроде эмоций. Норман смутился – ведь в этот момент он обращался к участникам конференции по когнитивистике и вычислительной технике, и *Powerbook* был подключен к системе трансляции. Бестактность машины вызвала смех в зале, а председатель метнул в Нормана недовольный взгляд.

Впрочем, многим приходилось попадать в неприятные ситуации из-за наших «интеллектуальных» помощников. Почему-то мобильные телефоны звонят в самый неподходящий момент, экраны ноутбуков гаснут на презентациях, а как только в голову приходит стоящая мысль, компьютер тут же сбивает с толку, сообщая, что получена почта.

«Взрослый человек обычно удерживает в памяти одновременно 5–6 важных дел, что само по себе мешает сосредоточиться, а тут еще возникает множество факторов,

требующих переключения внимания», – говорит Тед Селкер (Ted Selker) из Массачусетского технологического института. Но все чаще нас отвлекают не расшалившиеся дети или озабоченные внезапно возникшей проблемой домочадцы, а наша «говорящая» техника. Электронные письма, телефонные звонки и автоматические напоминания тревожат нас вне зависимости от того, заняты мы или вообще отсутствуем. «Почему современные компьютеры менее сообразительны, чем общественные туалеты, безошибочно определяющие, есть внутри кабины человек или нет!» – восклицает Роэл Вертегал (Roel Vertegaal) из Королевского университета в Онтарио.

Человечество окружило себя радиоприемниками и телевизорами, пищащими холодильниками и микроволновыми печами, телефонами и компьютерами, которые создают комфорт и позволяют в любой момент связаться с близкими людьми. Поэтому, когда необходимо провести совещание или сосредоточиться на работе, мы не отключаем телефоны, не закрываем почтовую программу и не запираем дверь на ключ. ▶

Результаты экспериментов Жилия Эйнштейна (Giles O. Einstein) из Университета Фурмана показали, что, отвлекаясь всего на 15 секунд, большинство людей забывают о некоторых важных делах. Когда сосредоточенно работающего человека неожиданно отвлекают, его производительность труда снижается, а количество ошибок увеличивается. «Когда нас отвлекают, мы раздража-

сбоям в работе и даже роковым последствием, если речь идет о возможных ошибках пилотов, водителей, военных, врачей и т.п.

«Если бы мы дали компьютерам и телефонам какое-то представление о пределах внимания и памяти человека, то они стали бы гораздо более чуткими и корректными», – предположил Эрик Хорвиц (Eric Horvitz) из компании *Microsoft Research*. Хорвиц,

я ее владелец и чем он занят. Затем она должна сопоставлять важность сообщений с важностью дел, которыми в данный момент занят человек. И, наконец, машина должна правильно выбирать, когда и как отвлечь хозяина.

Что и говорить, задачи стоят не простые. Впрочем, деликатные компьютерные системы уже можно встретить в новых моделях автомобилей *Volvo* (см. рис. на стр. 51), в пакете коммуникационных программ *Websphere* компании *IBM* и в новых продуктах *Microsoft*. Возможно, в ближайшие годы компьютерные секретари, которыми сегодня пользуются только высокопоставленные руководители, станут доступны каждому работнику офиса.

И все же прежде чем обзавестись интеллектуальным электронным помощником, тщательно все взвесьте: ведь чтобы стать «воспитанной», система должна постоянно следить за человеком. В итоге может оказаться, что заботливый компьютер будет знать о своем хозяине больше, чем он сам.

### Работа не волк

Недавно Джеймс Фогарти (James Fogarty), Скотт Хадсон (Scott E. Hudson) из Университета Карнеги-Меллона в сотрудничестве с Дженнифер Лей (Jennifer Lay) из компании *IBM Research* исследовали работу десяти менеджеров, ученых и врачей-интернов. Во время эксперимента видеочамера бесстрастно фиксировала будничную деятельность испытуемых. Периодически их чем-нибудь отвлекали и просили оценить, насколько это мешает работе. В результате оказалось, что на сосредоточенную работу, от которой крайне нежелательно отвлекаться, испытуемые отводили в разные дни всего от 10 до 51% времени. В среднем люди хотели работать не отвлекаясь около 1/3 рабочего времени. Похожие результаты получил и Хорвиц, изучавший работу

Ужасно глупо, что персональный компьютер не способен заметить присутствие человека, тогда как общественный туалет справляется с этой задачей без труда!

емя», – отмечает Розалинда Пикард (Rosalind Picard), специалист по когнитивистике из Массачусетского технологического института. Дело в том, что вновь сосредоточиться на деле, которым занимался, бывает не так-то просто: на это уходит немало времени и усилий, особенно если отвлекающие факторы, например, телефонные звонки, появляются снова и снова. Рассеянное внимание порой может привести с серьезным

Вертегал, Селкер и Пикард относят к тем немногим ученым, которые пытаются привить компьютерам, телефонам, автомобилям и другим устройствам чувство такта.

Чтобы научить наших электронных помощников хорошим манерам, сначала следует наделить их способностью к восприятию, рассуждениям и общению. Прежде всего система должна определять или хотя бы предполагать, где находит-

## ОБЗОР

### ВОСПРИЯТИЕ ВНИМАНИЯ

- С каждым днем компьютеры становятся все дешевле, мощнее и более пространнее. Вместе с тем человеческое внимание – скудный и ограниченный ресурс. Все больше времени мы проводим в окружении «интеллектуальных» устройств, которые отвлекают нас от важных дел и мешают сосредоточиться.
- Специалисты крупных компаний и университетов разрабатывают методы, позволяющие машинам оценивать уровень и направленность внимания человека.
- Проводятся испытания систем, которые автоматически оценивают важность поступающих телефонных звонков и электронных писем и фильтруют их не хуже обычного секретаря. Новые автомобили оснащаются датчиками внимания, которые со временем будут встраиваться и в бытовую технику.

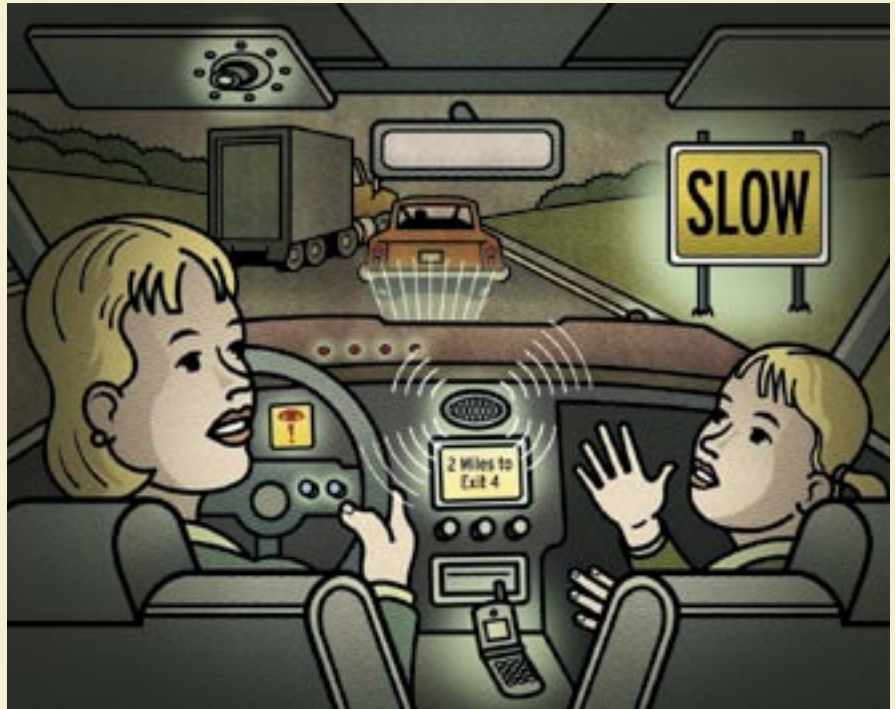
Сначала у водителя опускаются веки, потом он начинает клевать носом. Автомобиль сошел с полосы, затем его резко повернуло назад... Признаки сонливости или невнимательности у водителя обнаружить нетрудно, если за ним кто-то следит. Вскоре этим займутся сами автомобили.

По данным Национального управления безопасности дорожного движения США, от 20 до 30% аварий на дорогах – около 1,5 млн. в год – обусловлено невнимательностью водителей. Отчасти в этом виноваты мобильные телефоны, DVD-проигрыватели, электронные карты и прочие прогрессивные штучки. Настало время для внедрения технологий, уменьшающих количество отвлекающих факторов.

С 2003 г. компания Volvo оснащает седаны S40 системой управления вниманием. Датчики контролируют вращения руля, положение педали газа и т.п. Данные поступают в компьютер, который выявляет признаки неуправляемости, обгона или резкого торможения. Обнаружив подобное событие, система блокирует сигналы телефона, а также навигационной и других не связанных с безопасностью систем. В июне 2004 г. Motorola и DaimlerChrysler представили на суд общественности мини-вэн, оснащенный подобной системой. В том же году Volvo провела испытания видеокамер, которые позволяют заметить признаки сонливости у водителя и зарегистрировать выезд автомобиля на встречную полосу (см. рис. справа).

В марте 2004 г. Евросоюз выделил €12,5 млн. на четырехлетнюю программу разработки общепромышленных стандартов на встроенные интерфейсы «автомобиль-водитель». Инженерам предстоит решить множество сложных задач.

«В США все упирается в ответственность», – отмечает Трент Виктор (Trent Victor), разработавший систему оповещения водителя для Volvo. Автомобилестроители должны быть уверены, что в трудную минуту компьютер не сделает ситуацию на дороге еще сложнее, даже если водитель неправильно пользуется им. Кроме того, очевидно, что чем заботливее и умнее будут автомобильные компьютеры, тем более невнимательными и рассеянными станут водители.



Заботливые автомобили будут оснащены различными устройствами для наблюдения за вниманием водителя и подавления отвлекающих факторов в случае опасности. В нашем примере автомобиль Элис мчится в потоке машин, но ее отвлекает непоседливая дочка. Автомобиль впереди начал тормозить, и в тот же момент зазвонил мобильный телефон, а бортовая навигационная система решила сообщить расстояние до ближайшего съезда с автострады.

**а) СОБЛЮДАЙ ДИСТАНЦИЮ:** Радар ближнего действия, установленный в передней части автомобиля, обнаруживает, что расстояние до впереди идущей машины стало сокращаться. Система управления движением сбрасывает газ и слегка притормаживает, чтобы сохранить дистанцию. Такие системы успешно используются в некоторых дорогих автомобилях.

**б) ДОРОЖНЫЙ ЗНАК:** С помощью специальной видеокамеры бортовой компьютер непрерывно отслеживает разметку и дорожные знаки. Он распознает предупреждение о дорожных работах и повышает стоимость нагрузки на внимание водителя. Такая система считывания знаков была создана группой Александра Зелинского (Alexander Zelinsky) из Австралийского национального университета.

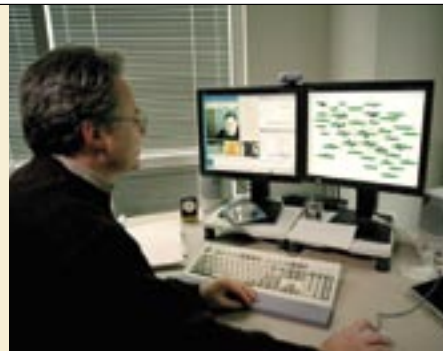
**с) ЭТИ ГЛАЗА НАПРОТИВ:** Светодиоды на солнцезащитном козырьке направляют на глаза Элис невидимое инфракрасное излучение, а миниатюрная видеокамера регистрирует отражение от зрачков и определяет направление взгляда. Если водитель отводит взгляд от дороги или проявляет признаки сонливости, на приборном щитке загорается сигнальная лампа, и автомобиль переводится в состояние повышенной готовности. Чтобы разбудить водителя, система может включить вибрацию рулевого колеса. Зелинский основал фирму по производству систем слежения за взглядом *Seeing Machines*. Volvo и еще несколько компаний испытывают такие системы на своих автомобилях.

**д) СМОТРИ НА ДОРОГУ:** Поскольку в ситуации, требующей внимания, Элис смотрит в сторону, система включает звуковой сигнал тревоги и ряд мигающих лампочек, чтобы привлечь внимание водителя к тому, что происходит на дороге. Эффективность этого метода была доказана в ходе испытаний, проведенных компанией Volvo.

**е) ДЕЛУ ВРЕМЯ:** Бортовой компьютер непрерывно контролирует информационную нагрузку на водителя и определяет, когда поступление телефонных звонков или предупреждений навигационной системы нежелательно. Система отключает звонок сотового телефона, а когда на дороге становится спокойнее, подсвечивает кнопку «Поступило сообщение» на рулевом колесе. Аналогично включается кнопка, извещающая водителя о поступлении указаний от навигационной системы. Компания Chrysler реализовала схему ненавязчивых оповещений в некоторых новых моделях автомобилей.



Группа Хорвица из компании *Microsoft* разработала систему *Notification Platform*, которая сортирует поступающие сообщения не хуже обычного секретаря. Она располагается на центральном сервере и анализирует поступающие сообщения, чтобы определить, сообщать ли адресату об их поступлении, и если сообщать, то когда и как. Система разбирается с электронными письмами для Элис, выясняя, проводит ли она в данный момент деловую встречу (сценарий 1), читает ли почту (сценарий 2) или же собирается в деловую поездку (сценарий 3). Один из модулей оценивает важность сообщений и скорость ее убывания со временем. Другой модуль использует датчики и статистические модели для оценки направленности и степени внимания, определяя, с какими устройствами работает Элис в данный момент и знает ли она о поступлении новых писем. На этом же этапе система прогнозирует, как изменятся перечисленные факторы в ближайшее время. Третий модуль системы решает, какой вид уведомления использовать.



Эрик Хорвиц (слева) первым использовал датчики и статистические модели (сверху) для создания системы связи, учитывающей занятость пользователя.



сотрудников *Microsoft*, у которых пониженное внимание наблюдалось в среднем на протяжении 65% рабочего дня.

Следовательно, современные телефоны и компьютеры, наивно полагающие, что их владелец никогда не бывает настолько занят, чтобы не ответить на звонок, не получить почту или не щелкнуть «ОК» в окошке оповещения, правы в течение 2/3 времени. (При этом Хадсон и Хорвиц признают, что пока не вполне ясно, соответствуют ли полученные результаты другим видам деятельности.) Значит, чтобы «тактичные» системы были полезны, они должны с вероятностью не менее 65% определять, когда их хозяин близок к когнитивному пределу.

Для этого совершенно необязательно устанавливать датчики сердечной деятельности или сканеры мозга. Фогарти пришел к выводу, что использование микрофона, способного определить, разговаривают ли в пределах радиуса слышимости, позволяет повысить точность до 76%. Система с такими характеристиками не хуже человека определяет, можно

ли отвлечь пользователя в данный момент. Когда группа Фогарти усовершенствовала программу, прибавив к распознаванию разговоров слежение за мышью и клавиатурой, точность для двух менеджеров повысилась до 87%. Любопытно, что для пяти ученых она возросла всего до 77%. Вероятно, люди науки более разговорчивы.

Используя результаты экспериментов Хорвица, специалисты *Microsoft* изготовили опытный образец системы *Bestcomp/Enhanced Telephony*, оценивающей по усовершенствованному алгоритму, насколько пользователь компьютера готов отвлечься от работы. Испытания системы начались в середине 2003 г., а уже в октябре 2004 г. около 3 800 человек пользовались ею для фильтрации звонков.

Хорвиц сам принял участие в эксперименте. Пока он давал нам интервью, *Bestcomp* сортировала входящие телефонные звонки. Сначала она проверяла, нет ли имени звонящего в персональной телефонной книге, в каталоге компании или перечне лиц, связывавшихся с Хорвицем в последнее время.

Сопоставляя полученные сведения, система пыталась определить взаимоотношения своего хозяина с вызывающим его абонентом. Пропускались звонки от членов семьи, прямых начальников вышестоящих работников и тех, с кем Хорвиц сам в тот день созванивался. Прочим сообщалось, что Хорвиц на совещании и будет на месте в три часа дня. Одни говорили, что перезвонят, другие оставляли речевые сообщения. Когда хозяина не было в офисе, система автоматически предлагала избранным абонентам переадресовать звонок на его мобильный телефон, если из календаря или других источников не следовало, что Хорвиц сейчас нельзя отвлекать. Аналогично сортировались электронные письма.

В большинстве солидных компаний уже установлены компьютеризованные телефонные системы. Сотрудники пользуются стандартными программами для организации своей деятельности и управления связью, так что подключение необходимых «датчиков» не доставляет особых хлопот. Однако не всем понравится, если в офисе постоян-

СЦЕНАРИЙ 1

Понедельник 10:07



СЦЕНАРИЙ 2

Вторник 09:00



СЦЕНАРИЙ 3

Среда 06:15



КЛАССИФИКАТОР ВАЖНОСТИ

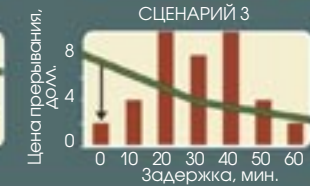
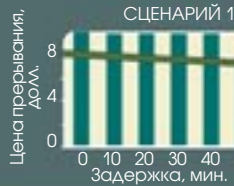
запрашивает у базы данных, какими отношениями связаны отправитель и получатель и какова история их общения. Лингвистический анализатор сканирует текст, выделяя ключевые слова, даты и сроки. Сообщению присваивается важность (выраженная в долларах), которая снижается, т.к. информация постепенно устаревает.

Новое сообщение  
ОЦЕНКА СТОИМОСТИ:  
\$8,00

**БАЙЕСОВА СТАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ**  
объединяет информацию, полученную от нескольких источников (подсвечены) для оценки текущего фокуса внимания Элис



Система оценивает, стоит ли отвлекать Элис в данный момент и в ближайшее время. Элис узнает о сообщении только тогда, когда стоимость прерывания становится меньше важности сообщения (стрелки).



**МОДЕЛЬ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ** опрашивает имеющиеся у Элис устройства и анализирует соотношение стоимость/польза, чтобы определить, нужно ли оповещать ее о получении сообщения, и если нужно, то когда и как.



СЦЕНАРИЙ 1

Система Notification Platform заносит почтовое сообщение от начальника в почтовый ящик, но извещает Элис о его поступлении только через час, после окончания беседы с потенциальным сотрудником.

СЦЕНАРИЙ 2

Система обнаруживает, что Элис сидит за своим компьютером, ждет, пока она закончит писать письмо, а затем издает звуковой сигнал и отображает на экране оповещение о поступлении сообщения от начальника.

СЦЕНАРИЙ 3

Система сопоставляет тему письма с расписанием Элис и присваивает ему наивысший приоритет. Сообщение передается на сотовый телефон, который издает сигналы, соответствующие высокой важности.



Роэл Вертегал (слева) из Королевского университета в Кингстоне (Канада) оснастил телевизоры, телефоны и компьютеры устройствами для слежения за взглядом человека. Система *AuraMirror* (нижнее левое фото) превращает большой монитор, оснащенный скрытыми инфракрасными излучателями и видеокameraми, в «волшебное» зеркало, налагающее нимбы на изображения стоящих перед ним людей. Когда они смотрят друг на друга, виртуальные ауры вытягиваются и сливаются (нижнее правое фото).



Сегодня наблюдение за глазами позволяет получить наиболее точную оценку степени внимания. К сожалению, даже этот метод пока нельзя считать совершенным.

но будет включен микрофон, и, конечно, ни один человек не хочет делиться информацией из своего ежедневника с программой, которую он не контролирует.

Похоже, исследователи это осознают. Хадсон отмечает, что тактичная система не должна записывать разговоры, регистрировать нажатия клавиш и т.п. Она должна только анализировать потоки данных и помогать организовывать работу. «Поэтому в систему *Bestcomp* с самого начала были заложены принципы защиты конфиденциальной информации. Пользователю известно, кому разрешен доступ к тем или иным сведениям о нем», – подчеркивает Хорвиц.

### Эти глаза напротив

С помощью простой цифровой видеокamera за \$20 программное обеспечение Хорвица определяет, находится ли человек в поле зрения, а также один он или нет. Вертегал заполнил свою университетскую лабораторию бытовыми приборами, приводимыми в действие взглядом. «Если я скажу «Зажгись», вон та лампа никак не отреагирует», –

сказал он, показывая пальцем себе через плечо. Затем он повернулся к светильнику, повторил команду, и свет включился. Дело в том, что светодиод, вмонтированный в маленькую плату, посылает в сторону человека пучок невидимых инфракрасных лучей. Когда излучение отражается от сетчатки, инфракрасная камера обнаруживает два ярких блика (по одному от каждого глаза), процессор выполняет распознавание изображения и речи и включает лампу.

Когда зазвонил телефон, Вертегал повернулся к нему, произнес «алло» и начал разговаривать со своим приятелем. Закончив разговор, он отвернулся от телефона, и тот отключился. Когда никто не смотрит телевизор, тот останавливает DVD-проигрыватель или отключает звук. Некоторые студенты Вертегала носят на своих головных уборах или очках датчики зрительного контакта. Когда юноша или девушка вступает в разговор, прибор передает информацию об этом по беспроводному каналу на сотовый телефон, который переключается в режим вибровзвонка.

Детекторы взгляда пока еще слишком дороги, громоздки и ненадежны для повседневного применения. «Сегодня зрительный контакт дает наиболее верную оценку степени внимания: точность достигает 80%, – говорит Вертегал. – Но и этот метод пока нельзя считать совершенным».

Тактичные бытовые приборы – это просто забава, особенно когда они действуют порознь. Практическую пользу могут принести более крупные интеллектуальные системы, способные предугадывать фокус нашего внимания и облегчающие нам общение с окружающей техникой. Чтобы сделать такие системы надежными, потребуется много работы.

### Покой нам только снится

Чтобы научить компьютер своевременно и ненавязчиво передавать информацию своему хозяину, можно использовать метод правил и метод моделей.

Если система подчиняется лишь нескольким простым правилам, пользователи могут точно предсказать, как она поступит с тем или иным сообщением. Так, многие

почтовые программы отфильтровывают спам, пользуясь списками известных источников спама и доверенных контактов. Получив почтовое сообщение, система проверяет, есть ли отправитель в каком-нибудь из этих списков, и либо доставляет, либо отбрасывает письмо. Такие системы просты и понятны, но часто ошибаются.

Работу спам-фильтров и сетевых брандмауэров можно существенно улучшить, если использовать статистические модели (т.н. байесовы сети). Они строятся с помощью самообучающихся алгоритмов, которым пользователь представляет множество желательных сообщений и несколько нежелательных. «Программа выявляет все переменные, определяющие нужные пользователю свойства (например, отсутствие спама), затем ищет все возможные комбинации переменных и формирует наиболее подходящую модель», – объяснил Хорвиц.

Байесовы сети могут быть поразительно точными. «Они используют вероятностный подход, т.е. они знают, что не могут знать всего, – поясняет Хорвиц. – Это позволяет улавливать тонкости поведения, для описания которых потребовались бы тысячи строгих правил». В январе 2005 г. Хорвиц представил результаты испытаний модели, обученной на 559 записях о прошедших встречах, взятых из дневника менеджера. Проанализировав 100 новых календарных записей, система верно предсказала, что менеджер будет присутствовать на встречах в течение 92% времени. В четырех случаях из пяти модель давала ту же оценку стоимости прерывания, что и сам менеджер.

Результаты впечатляют, но некоторые специалисты по-прежнему настроены скептически. Пользователям очень не понравится система, которая будет ошибочно отсекает 10% важных звонков. «Чем более внимательными ста-

новятся вещи, тем менее предсказуемыми они оказываются, – утверждает Бен Шнейдерман (Ben Schneiderman) из Мэрилендского университета. – Нередко люди отказывались от многих интеллектуальных устройств из-за того, что не понимали, как они работают».

«Искусственный интеллект пока не в состоянии заменить секретаря, – отмечает Вертегал. – Но я совершенно уверен, что мы сможем

сложности и напряженности работы на четверть. ВМФ США планирует оснастить системами *HAIL-SS* весь флот.

Однако в офисной среде подобных исследований пока не проводилось. Несмотря на то что система *Bestcomp* переадресовывала звонящих на голосовую почту и отсекала почтовые уведомления, за время пятичасового интервью Хорвица прерывали 14 раз. Две

## Искусственный интеллект не заменит вам секретаря. Но с фильтрацией поступающей информации он справляется без труда.

разработать умелого сортировщика поступающей информации».

Поможет ли заботливый компьютер людям сосредоточиться на важных делах и повысить производительность труда? В некоторых случаях – бесспорно.

Рассмотрим систему *HAIL-SS* (*Human Alerting and Interruption Logistics-Surface Ship*) компании *Lockheed Martin*. Она выступает посредником между боевым расчетом и морской оружейной системой *Aegis*. При моделировании боевой обстановки *HAIL-SS* уменьшала число прерываний на 50–80%, позволяя военным обрабатывать важные сообщения вдвое быстрее. Программа позволила снизить восприятие

пожарные тревоги, курьер *FedEx* и множество коллег, заглянувших в офис, – вот лишь несколько примеров прерываний, от которых нельзя избавиться, поскольку они полезны прерывающим.

Тем не менее Вертегал сохраняет оптимизм. «Открыв новые источники информации о том, насколько доступен нужный человек, люди, естественно, будут приспособляться и пользоваться ими, вырабатывая новые правила социального этикета, – считает он. – Таким образом, если вы будете просто извещать людей, что в данный момент заняты, прерывать вас будут меньше». ■

### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

- Attentive User Interfaces. Special section. Edited by Roel Vertegaal in Communications of the ACM, Vol. 46, No. 3, pages 30 – 72; March 2003.
- Learning and Reasoning about Interruption. Eric Horvitz and Johnson Apacible. Proceedings of the Fifth International Conference on Multimodal Interfaces, November 2003.
- Proceedings of the International Workshop on Progress and Future Directions of Adaptive Driver Assistance Research. Washington, D.C., May 2004. Доступно на [www.volpe.dot.gov/opsad/saveit/](http://www.volpe.dot.gov/opsad/saveit/)
- Статьи по теме см. на <http://interruptions.net>

Жертвы пандемии гриппа в 1918 г. в военном госпитале вооруженных сил США, расположенном в Экс-ле-Бен, Франция. От гриппа умерли 43 тыс. американских военнослужащих, что составляет 40% всех потерь вооруженных сил США во время Первой мировой войны.



# реконструкция ВИРУСА-УБИЙЦЫ

Джеффри Таубенбергер,  
Энн Рид,  
Томас Фаннинг

Реконструирован самый смертоносный штамм вируса гриппа, вызвавший пандемию в 1918 г. Можем ли мы теперь сказать, в чем причина его необычайной агрессивности и каково его происхождение?

В сентябре 1918 г., незадолго до окончания Первой мировой войны, в госпиталь военного учебного лагеря, расположенного под Бостоном, обратился рядовой с высокой температурой. Врачи поставили диагноз менингит, но на следующий день после госпитализации еще дюжины солдат с симптомами респираторного заболевания диагноз сняли. Через 10 дней заболели еще 36 человек, а еще через неделю из 45 тыс. военных больны были 13 тысяч. К моменту спада эпидемии неизвестного заболевания им переболела половина воинского контингента лагеря, и 800 умерло от удушья в ужасных мучениях. Кожные покровы у умирающих приобретали голубоватый оттенок. Многие погибли спустя всего 48 часов после появления первых симптомов. Их легкие, как показало вскрытие, были буквально забиты жидкостью или кровью.

По своим симптомам болезнь не походила ни на одну из ранее известных, и Уильям Генри Уэлч, известный патологоанатом того времени, предположил, что человечество столкнулось с новой инфекцией. Оказалось, что это был всего-навсего грипп, вызванный необычайно вирулентным штаммом. За 1918–1919 гг. он унес жизни 40 млн. человек по всему миру.

Вспышка самого смертоносного в современной истории инфекционного заболевания исчезла почти так же внезапно, как и началась. Причины ее возникновения, казалось, навсегда затерялись во времени. Никому не пришло в голову сохранить патогенный агент для будущих исследований, потому что до 1930-х гг. возбудитель гриппа не считался вирусом. И только благодаря ловкости сотрудников Медицинского музея вооруженных сил США, настойчивости патологоанатома Йохана Хальтина (Johan Hultin) и разработке новых методов генетического исследования плохо сохранившихся тканей ученые ►

смогли получить фрагменты генома вируса, вызвавшего пандемию в 1918 г., и исследовать их. Сегодня появилась надежда, что анализ останков жертв той эпидемии позволит ответить на фундаментальные вопросы, касающиеся природы смертельного штамма и эволюции вирусов гриппа.

Учеными движет не просто желание раскрыть тайну давней трагедии. Дело в том, что вирусы

работку способов лечения гриппа и методов предотвращения эпидемий; 3) установить происхождение вирусов, способных вызывать пандемии, с тем, чтобы заранее уничтожить возможные резервуары опасных штаммов.

### Охота за вирусом 1918 года рождения

Пандемия 1918 г. была похожа на многие другие тем, что ее вызвал новый

Косени 1918 г. все в Европе только и говорили об «испанском» гриппе – «испанке», прозванном так потому, что в этой стране, не участвовавшей в войне, не было запрета на информацию об эпидемии, охватившей воюющие страны. На самом деле первая волна пандемии возникла в военных лагерях в США в марте 1918-го. Вторая, самая мощная, прокатилась с сентября по ноябрь 1918, а отдельные вспышки наблюдались в разных регионах вплоть до начала 1919 г.

Антибиотиков в то время не существовало, и большинство больных умирало от осложнения – воспаления легких, вызванного бактериями, которые инфицировали и без того ослабленный организм. Но некоторые больные погибали уже через несколько дней после появления первых симптомов от более тяжелой формы вирусной пневмонии, сопровождавшейся обильными легочными кровотечениями. В основном умирали люди в возрасте от 15 до 35 лет – как раз те, среди которых смертность от обычного гриппа была ниже, чем в среднем в популяции.

Сразу после окончания пандемии гриппа ученые попытались идентифицировать его возбудитель, но таинственного убийцу удалось найти лишь спустя 80 лет. В 1951 г. исследователи из Университета штата Айовы, среди которых был молодой специалист из Швеции Йохан Хальтин, добрались до полуострова Сьюард на Аляске (см. рис. на стр. 67), надеясь отыскать штамм-убийцу. Им было известно, что в ноябре 1918 г. грипп распространился среди эскимосов – жителей одного рыболовецкого поселения (его нынешнее название – Бривиг-Мишн) и унес жизни 72 человек, примерно 85% взрослого населения. Тела были погребены в промерзшем грунте (деревня располагалась в зоне вечной мерзлоты), и члены экспедиции полагали, что им удастся найти вирус в лег-

## Целый год прошел в безуспешных поисках, и наконец в 1996 г. мы вышли на след вируса.

гриппа непрерывно эволюционируют, и человечеству угрожают все новые и новые штаммы. После 1918–1919 гг. разразились еще две пандемии гриппа – в 1957 и в 1968 г. А те вирусы, которые обычно инфицируют только животных, периодически вызывают заболевание и у человека. Пример тому – недавняя вспышка птичьего гриппа в Азии. Наши основные задачи состоят в следующем: 1) выяснить причину столь высокой вирулентности вируса, вызвавшего пандемию в 1918 г.; 2) стимулировать раз-

вирусный штамм со свойствами, непривычными для иммунной системы человека. Но у нее были и уникальные особенности, в частности, невероятная распространенность и вирулентность возбудителя. Страшная эпидемия пронеслась, как буря, по Европе и Северной Америке, захватив Аляску и самые отдаленные острова в Тихом океане. Треть жителей Земли была инфицирована. Кроме того, заболевание протекало необычайно тяжело, летальность составляла от 2 до 5%, что в 50 раз больше, чем при других вспышках гриппа.

## ОБЗОР

### ТАЙНА ПАНДЕМИИ ГРИППА 1918 г.

- Пандемия гриппа, охватившая в 1918–1919 гг. весь земной шар, была беспрецедентна по числу жертв, особенно среди людей молодого возраста.
- Почему штамм, вызвавший пандемию, был столь агрессивен? Долгое время это оставалось загадкой. И лишь недавно, после того как удалось реконструировать вирусный геном с помощью методов, разработанных авторами данной статьи, завеса тайны над этой историей немного приподнялась.
- Исследование вирусных генов и кодируемых ими белков выявило некоторые особенности штамма: он подавлял естественную защитную реакцию организма и провоцировал аномальный иммунный ответ.
- Птицы и млекопитающие не были резервуаром инфекции, так что происхождение смертоносного штамма остается неизвестным.

ких умерших. Однако все попытки его культивировать, используя найденные останки, закончились неудачно.

В 1995 г. наша группа решила попытаться найти вирус, используя коллекцию военного Института патологии, где хранились архивные образцы тканей, взятых у трупов. До этого мы в течение нескольких лет разрабатывали методы выделения сегментов вирусных геномов из поврежденных или разложившихся тканей в целях диагностики. Так, в 1994 г. мы помогли сотрудникам института установить причину массовой гибели дельфинов. Ткани животных сильно разложились, и все же мы выделили из них достаточно протяженные сегменты РНК, позволившие идентифицировать вирус, сходный с тем, который вызывал чуму у собак и стал причиной гибели дельфинов. Удача нас вдохновила, и мы решили использовать новые методы для раскрытия давних медицинских тайн.

Институт патологии вооруженных сил был создан на базе основанного в 1862 г. Военно-медицинского музея, в котором насчитывается 3 млн. экспонатов, среди которых и образцы тканей, взятые от трупов людей, умерших от гриппа в 1918–1919 гг. Вначале мы исследовали 78 таких образцов, больше нас интересовали больные со скоротечной формой заболевания, при которой особенно страдали легкие. Обычно вирус гриппа исчезает из легких через несколько дней после заражения, поэтому шанс обнаружить его следы у таких больных был достаточно велик.

Процедура консервации образцов тканей в те давние годы состояла в обработке их формальдегидом и последующем заключении в парафин, так что извлечение крошечных фрагментов генетического материала вирусов из 80-летних тканей было крайне проблематично. Год работы прошел впустую, и наконец в 1996 г. мы впервые обнаружили следы ви-



Работники Красного креста в Сент-Луисе, занимающиеся транспортировкой больных гриппом во время пандемии 1918 г. Гриппом заболела треть населения США, 675 тыс. умерли.

руса в образце тканей легких, взятом у солдата, умершего в сентябре 1918 г. в Форт-Джексо, шт. Южная Каролина. Мы смогли определить нуклеотидную последовательность небольших фрагментов пяти генов.

Но чтобы убедиться в том, что идентифицированные последовательности принадлежат тому самому смертоносному вирусу, мы в 1997 г. проанализировали совсем другой образец. Он был взят от трупа военного, погибшего в сентябре 1918 г. в Кэмп-Аптоне (шт. Нью-Йорк). Результаты анализа подтвердили принадлежность нуклеотидных последовательностей

вирусу гриппа 1918 г., но количество имевшегося у нас материала было так мало, что мы и не надеялись восстановить весь его геном.

Помощь пришла неожиданно. О наших исследованиях узнал тот самый Йохан Хальтин, который участвовал в экспедиции на Аляску в 1951 г. Связавшись с нами, он решил вновь вернуться в те места и с разрешения местных властей произвел эксгумацию жертв пандемии гриппа 1918 г., захороненных в зоне вечной мерзлоты. В результате он получил замороженные образцы тканей легких четырех умерших, и в одном из них мы обнаружили ▶

#### ОБ АВТОРАХ:

**Джеффри Таубенбергер** (Jeffery K. Taubenberger), **Энн Рид** (Ann H. Reid) и **Томас Фаннинг** (Thomas G. Fanning) работают в Институте патологии вооруженных сил США в Роквилле, шт. Мэриленд. Их усилиями были разработаны методы выделения ДНК и РНК из поврежденных или частично разложившихся тканей. Новые способы позволили ученым выделить из архивных образцов тканей умерших фрагменты генома вирусного штамма, вызвавшего пандемию гриппа в 1918 г. Они попытались проследить взаимосвязь вирусных генов, полученных из архивных образцов, и генов других штаммов вируса гриппа животных и человека. Авторы подчеркивают, что в статье изложена их личная точка зрения, которая может не совпадать с мнением специалистов из министерства обороны или руководства американского Института патологии.



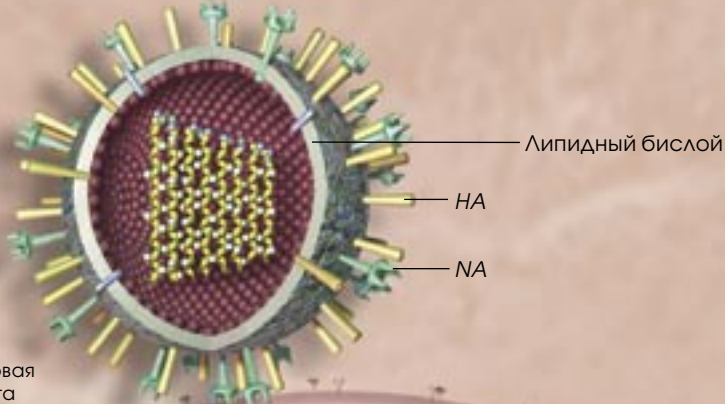
## ВИРУС ОККУПИРУЕТ ХОЗЯЙСКУЮ КЛЕТКУ И ИСПОЛЬЗУЕТ ЕЕ АППАРАТ ДЛЯ СВОЕГО РАЗМНОЖЕНИЯ

Вирус гриппа является одним из самых мелких и несложных по структуре инфекционных агентов. У него есть шарообразная липидная оболочка, пронизанная белками, а внутри содержится генетический материал, представленный восемью отдельными фрагментами. Этого достаточно, чтобы вирус мог проникнуть в клетку-хозяина и использовать ее в своих целях. «Орудием захвата» служит поверхностный вирусный белок гемагглютинин (HA), с помощью которого вирусная частица прикрепляется к клетке и проходит сквозь оболочку. От формы белка зависит тип клетки-хозяина, который сможет

инфицировать данный штамм. Другой белок, нейраминидаза (NA), обеспечивает выход из клетки образовавшихся в ней новых вирусных частиц. От его действия зависит скорость распространения вируса в организме. Незначительные изменения в этих и других белках позволяют вирусу инфицировать новые типы клеток и избегать атаки со стороны иммунной системы. Изменения в белках могут быть следствием ошибок при репликации вирусного генома или результатом перетасовки генов, принадлежащих разным вирусным частицам, одновременно инфицировавшим клетку (справа).

### ВИРУС ГРИППА

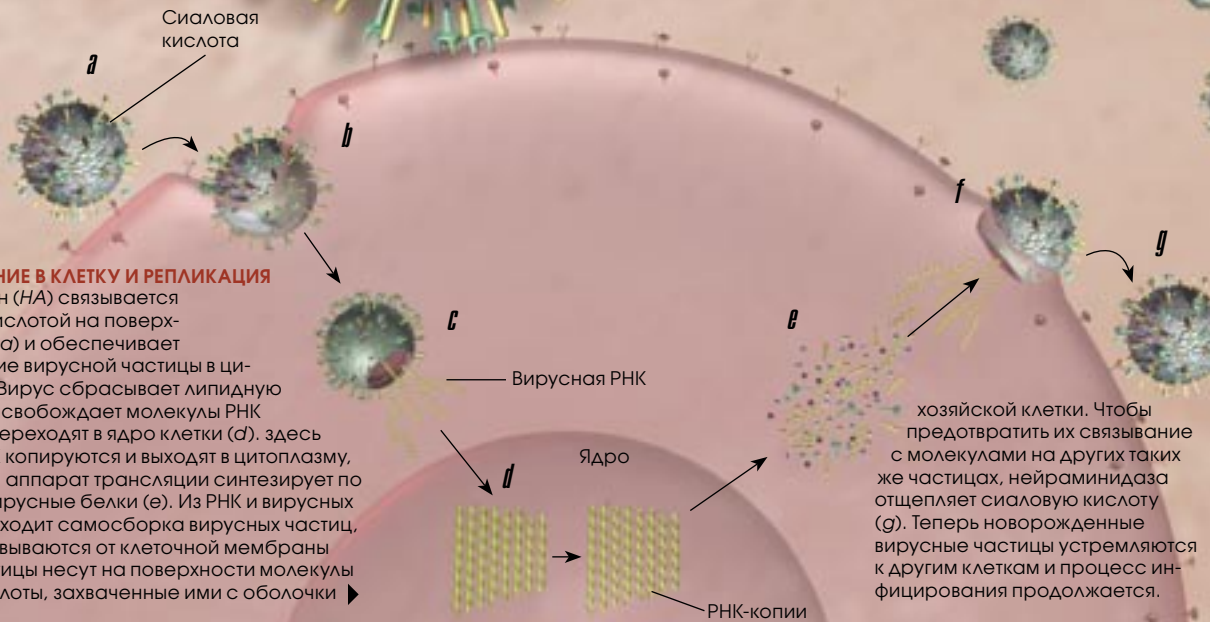
Из липидной оболочки выступают два основных поверхностных белка вируса гриппа – гемагглютинин (HA) и нейраминидаза (NA). Восемь фрагментов РНК, составляющих вирусный геном, кодируют еще несколько белков, необходимых для функционирования вируса.



Новые вирусные штаммы

### ПРОНИКНОВЕНИЕ В КЛЕТКУ И РЕПЛИКАЦИЯ

Гемагглютинин (HA) связывается с сиаловой кислотой на поверхности клетки (а) и обеспечивает проникновение вирусной частицы в цитоплазму (b). Вирус сбрасывает липидную оболочку и высвобождает молекулы РНК (с), которые переходят в ядро клетки (d). Здесь вирусные РНК копируются и выходят в цитоплазму, где клеточный аппарат трансляции синтезирует по их команде вирусные белки (е). Из РНК и вирусных белков происходит самосборка вирусных частиц, и они отпочковываются от клеточной мембраны (f). Такие частицы несут на поверхности молекулы сиаловой кислоты, захваченные ими с оболочки



хозяйской клетки. Чтобы предотвратить их связывание с молекулами на других таких же частицах, нейраминидаза отщепляет сиаловую кислоту (g). Теперь новорожденные вирусные частицы устремляются к другим клеткам и процесс инфицирования продолжается.

РНК вируса гриппа, что позволило секвенировать весь его геном.

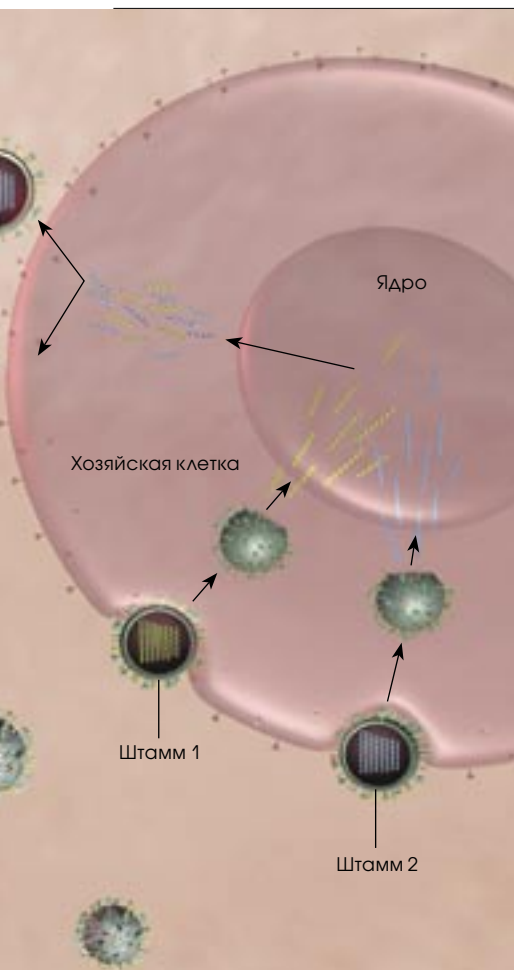
Позже наша группа совместно с британскими коллегами получила образцы тканей жертв пандемии 1918 г. из Лондонского королевского госпиталя. Проанализировав вирусные геномы, выделенные из двух образцов, мы обнаружили их идентичность с теми, что были получены из тканей североамериканского происхождения. Все данные свидетельствовали об очень быстром распространении одного и того же штамма

вируса по всему земному шару. Но может ли сказать что-либо нуклеотидная последовательность генома о вирулентности и происхождении штамма вируса? Чтобы ответить на этот вопрос, нужно иметь представление о жизненном цикле вируса, т.е. о его проникновении в клетку, репликации и распространении по всему организму.

### Переменчивый облик вируса

Все три штамма вируса гриппа, которые были причиной пандемий за

последние 100 лет, принадлежали к вирусам группы А. Существуют еще две – В и С, чьи вирусы инфицируют только человека и никогда не вызывают пандемий. В отличие от них, вирусы типа А заражают широкий спектр животных, в том числе домашнюю птицу, свиней, лошадей, а также человека. Естественным резервуаром всех известных подтипов вируса группы А служат водоплавающие птицы. Вирус находится у уток в кишечнике, не вызывая при этом никаких симптомов заболевания.



#### ПЕРЕТАСОВКА ГЕНОВ

Когда две вирусные частицы разных штаммов одновременно инфицируют одну клетку (вверху), может произойти перетасовка копий их РНК-фрагментов. Тогда образуется новый вирусный штамм, геном которого представляет собой смесь генов «родительских» штаммов. Возможно, таким способом какой-нибудь вирус птиц или животных приобрел гены, наделившие его способностью инфицировать человека.

Однако птичьи вирусы дикого типа могут подвергаться мутациям или обмениваться генетическим материалом с другими штаммами, в результате чего возникают новые штаммы, способные инфицировать млекопитающих и домашнюю птицу.

Геном вируса состоит из восьми отдельных сегментов РНК, которые окружены липидной мембраной, усеянной торчащими наружу белками (см. верхнюю часть рисунка на развороте). Вирус не способен размножаться самостоятельно,

для этого он должен оккупировать подходящую клетку. Здесь он подчиняет себе весь клеточный аппарат, который теперь вырабатывает вирусные белки и многократно копирует вирусный геном – сегменты РНК. Затем все составляющие сами собираются в вирусные частицы, которые покидают клетку-хозяина и инфицируют другие клетки. Механизм редактирования синтезированных РНК у вируса отсутствует, что приводит к накоплению в них многочисленных мутаций. А если в одну клетку попадают одновременно два разных штамма вируса гриппа, то их РНК-сегменты перемешиваются, что приводит к образованию новых вирусов с другой комбинацией генов. Такая «перетасовка» генов является важным механизмом появления огромного разнообразия штаммов.

Разные штаммы вирусов группы А классифицируют по типам двух специфических белков на их поверхности. Один из них, гемагглютинин (HA), представлен 15 разными подтипами. Другой, нейраминидаза (NA), имеет 9 подтипов. В зависимости от того, какие подтипы указанных белков несет вирус, в инфицированном организме образуются разные антитела. Штамм 1918 г. был назван H1N1 – по типу антител, обнаруженных в крови выживших больных. Затем в популяции человека циркулировали менее вирулентные потомки штамма H1N1, а в 1957 г. появился следующий – H2N2, ставший причиной новой эпидемии. Наконец, в 1968 г. пандемия гриппа разразилась опять, на этот раз ее возбудителем был подтип H3N2.

Подтипы белков HA и NA определяют не только штамм вируса, они также необходимы для его репродуктивной способности и служат целью для иммунной системы организма-хозяина. Молекулы HA связываются с рецепторами на поверхности определенных клеток хозяйского организма, обычно на

слизистой органов дыхания у млекопитающих и кишечника у птиц. Молекулы NA помогают новым вирусным частицам, образовавшимся в хозяйской клетке, покинуть ее.

После первого контакта организма с каким-нибудь подтипом HA антитела блокируют соответствующие рецепторы, и повторное инфицирование этим же штаммом становится невозможным. Однако в среде вскоре появляются вирусы, несущие новые, незнакомые организму подтипы HA. Наиболее вероятным механизмом их возникновения может быть обмен генетическим материалом с обширным пулом вирусов гриппа, инфицирующих диких птиц. Как правило, молекулы HA, адаптированные к клеткам птиц, не связываются с рецепторами клеток слизистой органов дыхания человека. Чтобы связывание все-таки стало возможным и вирус распространился среди людей, HA птичьего вируса должен измениться. До недавнего времени считалось, что истинный вирус птичьего гриппа не может инфицировать человека, однако в 1997 г. птичий вирус H5N1 привел к заболеванию в Гонконге 18 человек, 6 из которых скончались. В 2003–2004 гг. в Азии распространился еще более патогенный вариант штамма H5N1, от которого во Вьетнаме и Таиланде умерли уже 30 человек.

Вирулентность вируса гриппа, уже попавшего в организм, определяется целым рядом факторов, например: насколько легко он проникает в другие ткани, как быстро реплицируется, как реагирует на его проникновение иммунная система. Таким образом, разобравшись в причине высокой вирулентности штамма вируса гриппа 1918 г., мы сможем понять, насколько серьезную угрозу представляет тот или иной штамм.

#### Облик убийцы

Располагая молекулами РНК вируса гриппа, вызвавшего пандемию ▶

в 1918 г., мы могли использовать его собственные гены для воссоздания разных его частей. Прежде всего нас интересовал гемагглютинин; получив его, мы, возможно, поняли бы причину исключительно высокой вирулентности штамма.

Мы обнаружили, что та часть молекулы *HA* вируса 1918 г., которая отвечает за связывание с клеткой, почти не отличается от таковой птичьего вируса (см. рис. справа). У двух полученных нами изолятов различия в сайте связывания касались только одной аминокислоты, а у трех других – двух. Таких минимальных изменений могло быть достаточно, чтобы птичий *HA* при-

обрел способность связываться с рецептором клеток человека.

Однако такая возможность не могла объяснить природу необычайно высокого летального эффекта штамма вируса 1918 г. Тогда мы вновь обратились к нуклеотидной последовательности вирусных генов, прежде всего к тем ее особенностям, которые напрямую связаны с вирулентностью. Речь идет о двух известных мутациях в генах других штаммов вирусов гриппа. Одна из них затрагивала ген *HA*. Дело в том, что для активации *HA* его молекула должна быть расщеплена на две части протеиназой, содержащейся только в кишечнике организма-хо-

зяина. Некоторые птичьи подтипы *H5* и *H7* из-за изменений в соответствующих генах содержали в сайтах, по которым происходило расщепление, одну или две лишние основные аминокислоты. В результате этого *HA* могли активироваться широко распространенными протеиназами, а не только теми, что присутствуют в кишечнике. У кур и других птиц вирус с такой мутацией вызывал поражение многих органов и приводил к летальному исходу. Такая мутация обнаружена в гене *H5N1* вируса, циркулирующего сейчас в Азии. Однако у вируса, вызвавшего пандемию 1918 г., она отсутствовала.

## ВОССОЗДАНИЕ ВИРУСА ГРИППА

После того как нам удалось выяснить причину вирулентности вирусного штамма 1918 г. с помощью анализа его генов, мы решили использовать метод обратной генетики. В его основе лежит изучение продуктов исследуемых генов и использование полученных данных для определения их функций.

В сотрудничестве с учеными из Синайской медицинской школы, Центров контроля за распространением болезней, министерства сельского хозяйства США, Вашингтонского университета и Исследовательского института Скриппса мы сконструировали вирусы гриппа, в геноме которых содержался один или более генов штамма 1918 г., с тем чтобы посмотреть, как поведет себя вирус в культуре клеток животных (в том числе и человека).

Сначала мы получили ДНК-копии вирусных РНК-генов. Затем каждую из них встроили в крошечную кольцевую молекулу ДНК – плазмиду и набор плазмид инъецировали в живую клетку. Клеточный аппарат, руководствуясь записанными в плазмидах инструкциями, синтезировал компоненты вируса с данной комбинацией генов.

Метод обратной генетики позволяет не только изучать вирусный штамм 1918 г., но и помогает оценить, какую опасность для человека представляет птичий вирус гриппа *H5N1*. С января 2004 г. вирус получил распространение среди популяции птиц в 10 странах Азии, где им заболело 40 человек, более 30 из

которых умерли. Особый интерес представляет случай, когда вирус был передан матери от заболевшей дочери, а не непосредственно от птицы.

Похоже, что данный птичий вирус более адаптирован к человеку. Адаптация могла произойти в результате мутации или обмена генами со штаммом

вируса человека, циркулирующим в популяции. Опасная трансформация чревата возникновением новой пандемии гриппа. В надежде предотвратить такое развитие событий ученые из Центра контроля за распространением болезней и Университета Эразма в Нидерландах планируют создать гибрид из штамма *H5N1* и циркулирующего в настоящее время вируса гриппа человека, оценить вероятность его возникновения естественным путем и определить, насколько он опасен для людей.

Получение вирусных белков штамма 1918 г. позволило нам установить, что современные противовирусные препараты (амантадин или недавно созданные ингибиторы нейраминидазы, такие как тамифлу) могли бы справиться с гриппом, вызванным штаммом 1918 г. К ингибиторам нейраминидазы чувствителен и штамм *H5N1*.

Ученые США и Великобритании недавно использовали плазмид для создания штамма, лишённого наиболее опасных для человека свойств. На его основе они создали вакцину против вируса *H5N1* и вскоре намереваются провести ее клиническое испытание.





Исходя из нуклеотидной последовательности гена гемагглютинаина (HA) вирусного штамма 1918 г., была воссоздана пространственная структура этого белка и исследована та его часть, которая отвечает за связывание с сиаловой кислотой на поверхности клетки-хозяина и проникновение в нее вируса. Сайты связывания разных HA обычно отличаются друг от друга настолько, что круг хозяев данного вируса ограничивается организмами одного вида. Так, сайт связывания HA, адаптированного к человеку (H3), имеет в центре широкую полость, в отличие от сайта связывания HA, адаптированного к птицам (H5), где она узкая. Но HA вируса 1918 г. (справа) по своей структуре оказался ближе к птичьему гемагглютинуину (в центре) и мало отличается от него по своей аминокислотной последовательности. Однако его центральная полость оказалась немного шире, в результате чего вирус гриппа с HA, сходным с птичьим, смог вызвать пандемию 1918 – 1919 гг.

Другая мутация, также влияющая на вирулентность, была обнаружена в гене NA двух штаммов мышинного вируса гриппа. И вновь изменения, затрагивающие всего одну аминокислоту, обеспечивали репликацию вируса в самых разных тканях, и несущий их вирус обладал чрезвычайно высоким летальным эффектом в отношении лабораторных животных. Но у вируса 1918 г. такая мутация тоже не была обнаружена.

Итак, исследование генов вируса 1918 г. не выявило ничего, что могло бы объяснить его необычайную вирулентность, поэтому мы попытались воссоздать части самого вируса и посмотреть, как они воздействуют на живые ткани. Для копирования вирусных генов и соединения их с генами современного штамма гриппа, с тем, чтобы создать гибридный вирус, мы прибегли к одному из новых методов – обратной генетике с использованием плазмид (*plasmid-based reverse genetics*). Так, мы могли использовать штамм, персистирующий в организме мышей, и получить на его основе разные комбинации с вирусом 1918 г. Затем, инфицировав рекомбинантным вирусом животное или введя его в культуру тканей человека, попытаться определить, какие компоненты штамма отвечают за его патогенность.

Быстрое распространение вируса 1918 г. как на верхние, так и на нижние отделы дыхательной системы свидетельствует о его высокой скорости репликации и бы-

строй передаче от клетки к клетке. Известно, что вирусный белок NS1 блокирует образование интерферона типа I (*IFN-I*) – участника «системы раннего оповещения», которую клетки используют для запуска иммунного ответа во время атаки вируса. Результаты тестирования рекомбинантных вирусов с применением культуры клеток легких человека показали, что вирус, несущий ген NS1 1918 г., эффективнее блокирует *IFN-I*.

На сегодня мы сконструировали рекомбинантные вирусы гриппа, содержащие от одного до пяти генов штамма 1918 г. Интересно, что любой из рекомбинантных вирусов, содержащих гены HA и NA, оказался летален для мышей. Вирусы вызывали у животных серьезные легочные повреждения, сходные с теми, что были у жертв пандемии. Исследование легочных тканей выявило свидетельства активации генов, ответственных за обычную воспалительную реакцию. Но наряду с этим мы обнаружили более высокий, чем обычно, уровень активации генов, ассоциированных с работой T-клеток и макрофагов («солдат» иммунной системы), а также генов, имеющих отношение к повреждению тканей, нарушениям, связанным с окислительными процессами, а также к апоптозу.

Позже Ёсихиро Каваока (Yoshihiro Kawaoka) из Висконсинского университета (г. Мадисон) сообщил об аналогичных экспериментах с рекомбинантными вирусами на

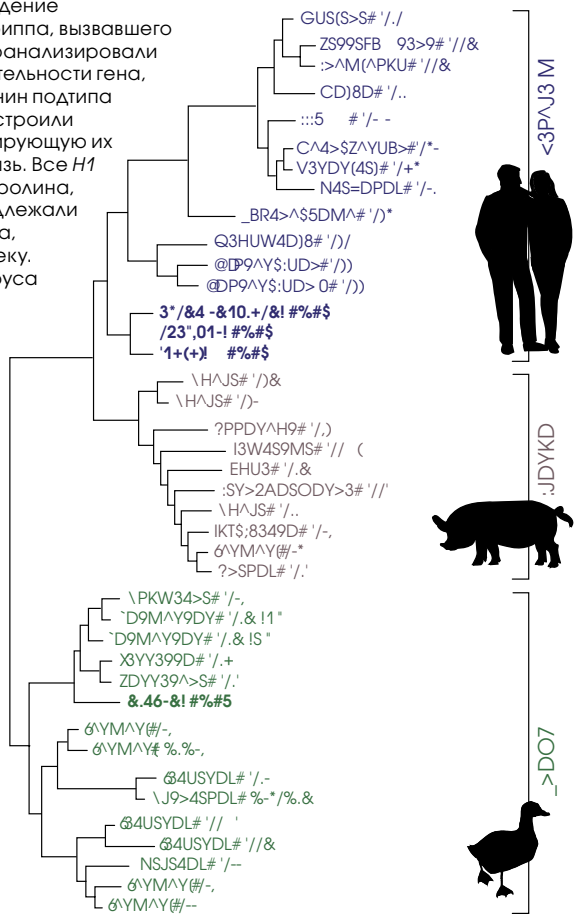
мышях. Впрочем, когда он провел тестирование HA- и NA-генов 1918 г. по отдельности, то обнаружил, что бурную иммунную реакцию вызывает лишь HA. Значит, можно предположить, что этот белок во многом и определял вирулентность штамма вируса 1918 г.

Такие эксперименты помогают ученым понять причины необычайной масштабности и агрессивности пандемии 1918 г. Кроме того, используемые методы пригодятся для того, чтобы выявить изменения в геноме нынешнего чрезвычайно агрессивного штамма вируса птичьего гриппа, которые могут вызвать пандемию и в человеческой популяции.

### В поисках первоисточника

Филогенетический подход к выявлению взаимосвязей вирусов ▶

Чтобы выяснить происхождение гемагглютинина вируса гриппа, вызвавшего пандемию в 1918 г., мы проанализировали нуклеотидные последовательности гена, кодирующего гемагглютинин подтипа *H1* у разных штаммов и выстроили «родословную», иллюстрирующую их эволюционную взаимосвязь. Все *H1* штамма 1918 г. (Южная Каролина, Нью-Йорк, Бривиг) принадлежали к семейству вируса гриппа, адаптированного к человеку. Отдаленность *H1*-гена вируса 1918 г. от генов птичьих вирусов свидетельствует о том, что даже если его прародителем был птичий ген, то он претерпел значительные эволюционные изменения в неизвестном организме-хозяине и лишь потом объяснился в штамме 1918 г., адаптированном к человеку. Косвенным подтверждением служит следующий факт: птичий штамм вируса гриппа, выделенный из тканей казарки, погибшей от гриппа в 1917 г. на Аляске, гораздо ближе к современным птичьим штаммам, чем к вызвавшему пандемию в 1918 г.



гена, либо его первоисточником послужил непосредственно птичий ген, существенно отличающийся от известных птичьих *H1*-генов.

Чтобы проверить последнюю гипотезу, мы обратились в Музей естественной истории Смитсоновского института и Университет штата Огайо, где хранятся многочисленные образцы тканей птиц. После длительных поисков мы выделили птичий штамм вируса гриппа, несущий гемагглютинин подтипа *H1*, из тканей черной казарки, хранившихся в спирте с 1917 г. Обнаружилось, что нуклеотидная последовательность гена *H1* птичьего вируса 1917 г. мало чем отличается от таковых современных птичьих штаммов, циркулирующих в Северной Америке. А это означает, что ген птичьего *H1* за последние 80 лет почти не изменился.

Может быть, у вируса был промежуточный хозяин? Наиболее вероятными кандидатами на эту роль представляются свиньи, поскольку они восприимчивы как к вирусам человека, так и к вирусам птиц. И действительно, одновременно с пандемией гриппа в популяции человека в 1918 г. отмечались и вспышки гриппа у свиней, однако мы полагаем, что вирус, скорее всего, передавался от человека к животным. Тем не менее мы решили проверить, мог ли штамм 1918 г. иметь своим первоисточником птиц, а затем адаптироваться к млекопитающим, претерпев изменения в промежуточном хозяине. Мы обратились к данным об эволюции птичьих вирусов гриппа в организме свиней, а именно к штамму *H1N1*, наиболее частому возбудителю гриппа у этих животных в Европе за последние 25 лет. Обнаружилось, что никаких существенных изменений за это время вирус не претерпел. Аналогичные исследования четырех других генов вирусного штамма 1918 г. привели нас к окончательному выводу: вирус, ставший причиной пандемии, скорее всего был ранее одним из птичьих

гриппа оказался самым эффективным. Он заключается в построении «генеалогического древа» на основе данных о нуклеотидной последовательности вирусных геномов и о средней частоте мутаций в них. Поскольку геном вируса гриппа состоит из восьми сегментов РНК, которые при пересортировке ведут себя независимо друг от друга, эволюционные исследования должны проводиться для каждого сегмента отдельно.

Мы сравнили гены пяти РНК-сегментов штамма вируса 1918 г. с многочисленными генами вирусов человека, свиней и птиц и пока можем сказать, что виновник пандемии 1918 г. находится на границе между семействами вирусов человека и свиней и вне группы птичьих вирусов (см. вставку наверху). Однако некоторое сходство между генами

штамма 1918 г. и птичьими генами все же имеется, и, возможно, исходным резервуаром инфекции были все-таки птицы. Персистирующий в них вирус постепенно видоизменялся и в конце концов превратился в опасного для человека агента. Вопрос только в том, в каком именно организме-хозяине произошло видоизменение.

Как показали наши исследования, ген гемагглютинина штамма, вызвавшего пандемию в 1918 г., по своей нуклеотидной последовательности отличается от соответствующих птичьих генов больше, чем от генов подтипов *H2* 1957 г. и *H3* 1968 г. Это означает, что либо ген *HA* 1918 г. просуществовал какое-то время в организме некоего промежуточного хозяина, где в нем произошли многочисленные изменения, отдавшие его от птичьего

их штаммов, который в ходе эволюции отделился от типичных вирусов гриппа диких водоплавающих птиц, а затем через неизвестного промежуточного хозяина распространился среди людей.

## Будущие исследования

Проведенные исследования пяти сегментов РНК-генома вируса-убийцы свидетельствуют о том, что он, скорее всего, является общим предком соответствующих вирусов штамма *H1N1* человека и свиней, а не продуктом эволюции в организме последних. Пока мы так и не знаем, в чем причина его чрезвычайно высокой вирулентности. Однако эксперименты с рекомбинантными вирусами, содержащими гены штамма 1918 г., показывают, что некоторые его белки были причастны к ускорению его репликации и провоцировали аномально бурную реакцию со стороны иммунной системы организма.

Далее мы собираемся выявить характерные особенности штамма 1918 г., а также штаммов, непосредственно ему предшествующих и появившихся позже. Прямым предшественником вируса, вызвавшего пандемию, стал штамм – возбудитель первой «весенней» волны гриппа. Он был менее вирулентен, чем «осенний», и распространялся не столь молниеносно. Сейчас мы занимаемся поисками образцов его РНК-генома, с тем чтобы найти генетические различия между ним и следующим штаммом. Кроме того, это позволит установить, какие сегменты генома вируса-убийцы оказались совершенно новыми, а их белковые продукты – незнакомыми человеческому организму. Чрезвычайно высокую смертность среди молодых людей можно объяснить тем, что вирус обладал некоторыми свойствами, характерными для штаммов, циркулировавших в человеческой популяции гораздо раньше. Старшее поколение было с ними знакомо,

В ноябре 1918 г. на Аляске в эскимосских поселениях на острове Сьюард (ныне Бривиг-Мишн) от гриппа скончались почти все жители. Встревоженные миссионеры обратились к командованию вооруженных сил США, чтобы им помогли похоронить жертв эпидемии. Все умершие были погребены в общей могиле, на которой поставили два креста.

В 1949 г. об этой истории узнал шведский студент-медик Йохан Хальтин из Университета штата Айовы. История его очень взволновала, и он решил попытаться извлечь вирус из тканей людей, погребенных в 1918 г. в зоне вечной мерзлоты. Летом 1951 г. он с коллегами вирусологом и патологоанатомом приехали на Аляску, вскрыли могилу и взяли образцы тканей легких у нескольких трупов.

Вернувшись в Айову, они неоднократно пытались культивировать вирус, но безуспешно. Неудача так расстроила Хальтина, что он оставил работу над докторской диссертацией и стал обычным патологоанатомом. В 1997 г., уже находясь на пенсии, Хальтин прочел нашу статью о выделении сегментов РНК из архивных образцов тканей, взятых от жертв пандемии гриппа 1918 г., и у него появилась надежда получить живой вирус. Он написал мне, горя желанием вновь попытаться счастья в Бривиг-Мишн и добыть для нас образцы тканей.



Хальтин снова в Бривиге, 1997 г.

и их иммунная система дала им отпор. Интересно было бы найти и штаммы *H1N1*, ответственные за вспышки гриппа в 1920-х гг. Это помогло бы пролить свет на ход эволюции смертоносного штамма в направлении меньшей вирулентности.

Необходимо помнить, что механизм возникновения штаммов, способных вызывать пандемию, далеко не ясен. Штаммы, ответственные за пандемию 1957 и 1968 г., несли гемагглютинины, сходные с птичьими. Вероятно, что они появились в результате прямого обмена генами между вирусами человека и птиц. Однако реальных подтверждений нет, поэтому неизвестно, сколько времени должно пройти, чтобы новый штамм превратился в вирус человека, способный вызвать пандемию.



Хальтин (в центре) с коллегами у вскрытой могилы в Бривиге, 1951 г.

К счастью, ученый получил разрешение властей Бривиг-Мишн на эксгумацию, и в августе 1997 г. вскрыл могилу. На этот раз он остановился на трупе молодой женщины, страдавшей при жизни избыточной полнотой. Благодаря низкой температуре и толстому слою подкожного жира ткани легких женщины очень хорошо сохранились. С помощью образцов, привезенных Хальтином, нам удалось воссоздать весь геном вируса.

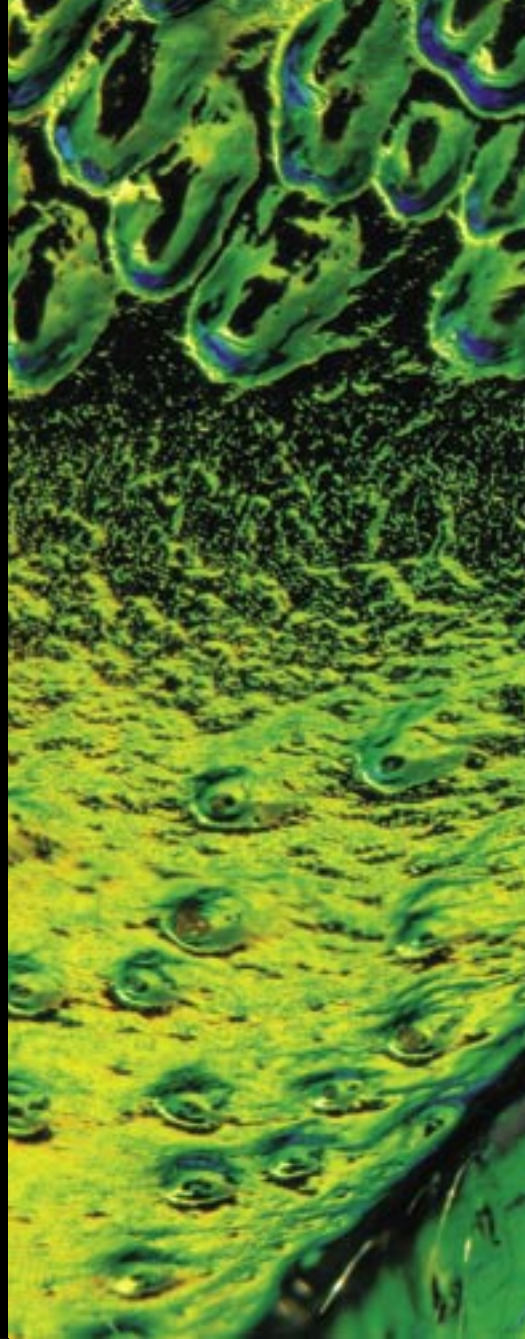
Тайна штамма 1918 г. пока не раскрыта, и сделать это гораздо сложнее, чем в случае с вирусами 1957 и 1968 г.: нуклеотидные последовательности его генов не соответствуют ни «птичьим», ни «свиным». Возможно, свою вирулентность он приобрел, находясь в альтернативном организме, который мы вообще не рассматриваем. Необходимо секвенировать геномы вирусов гриппа самых разных птиц и возможных промежуточных хозяев – не только свиней, но и домашних и диких птиц, лошадей и других. Пока происхождение таких агрессивных штаммов, как тот, что стал причиной пандемии 1918 г., не установлено, все попытки вовремя зарегистрировать их и предотвратить эпидемию будут безуспешны. ■



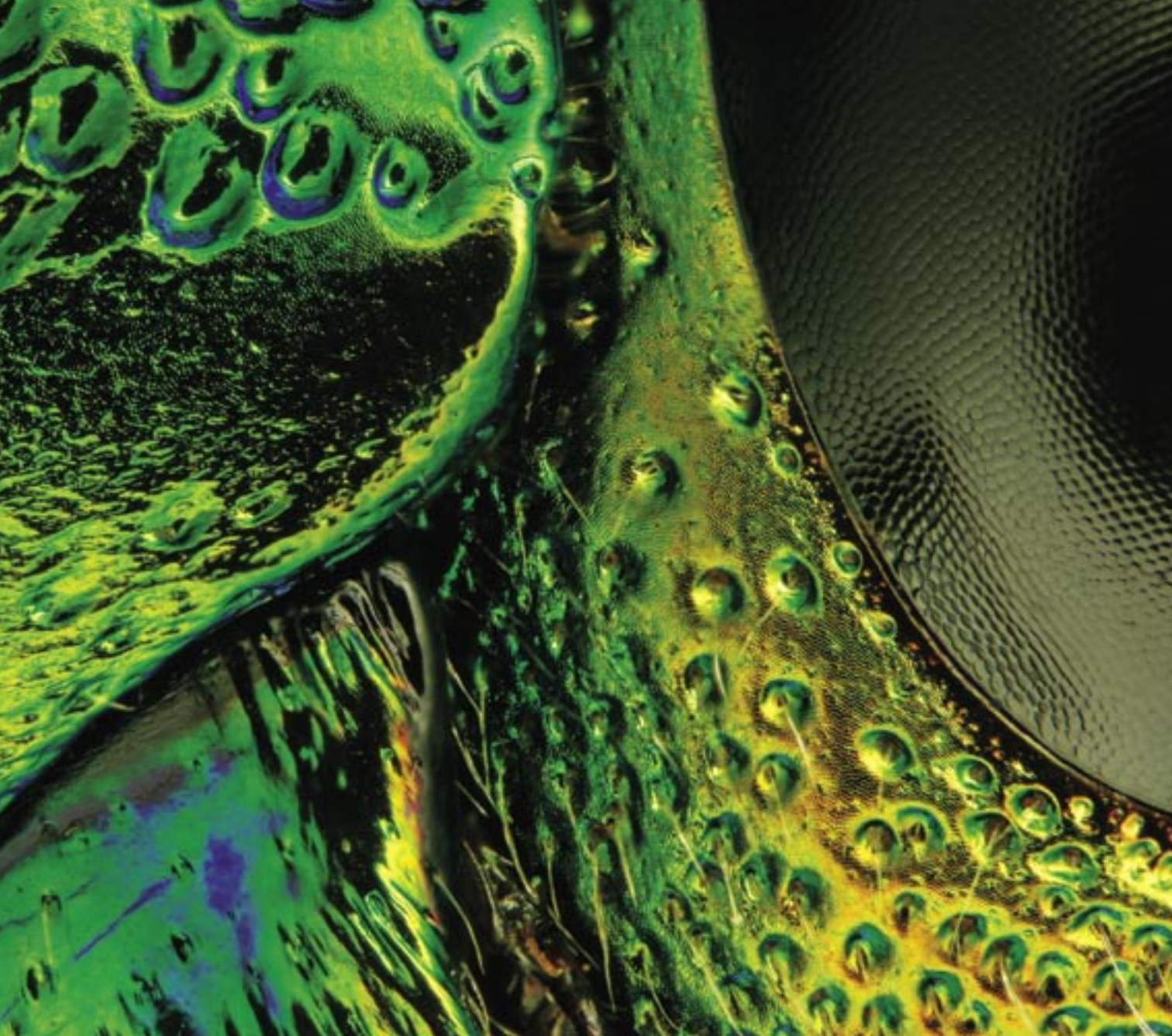
Эмили Харрисон

# ГЛАЗАМИ ОЧЕВИДЦА

Чудеса природы под объективом  
оптического микроскопа

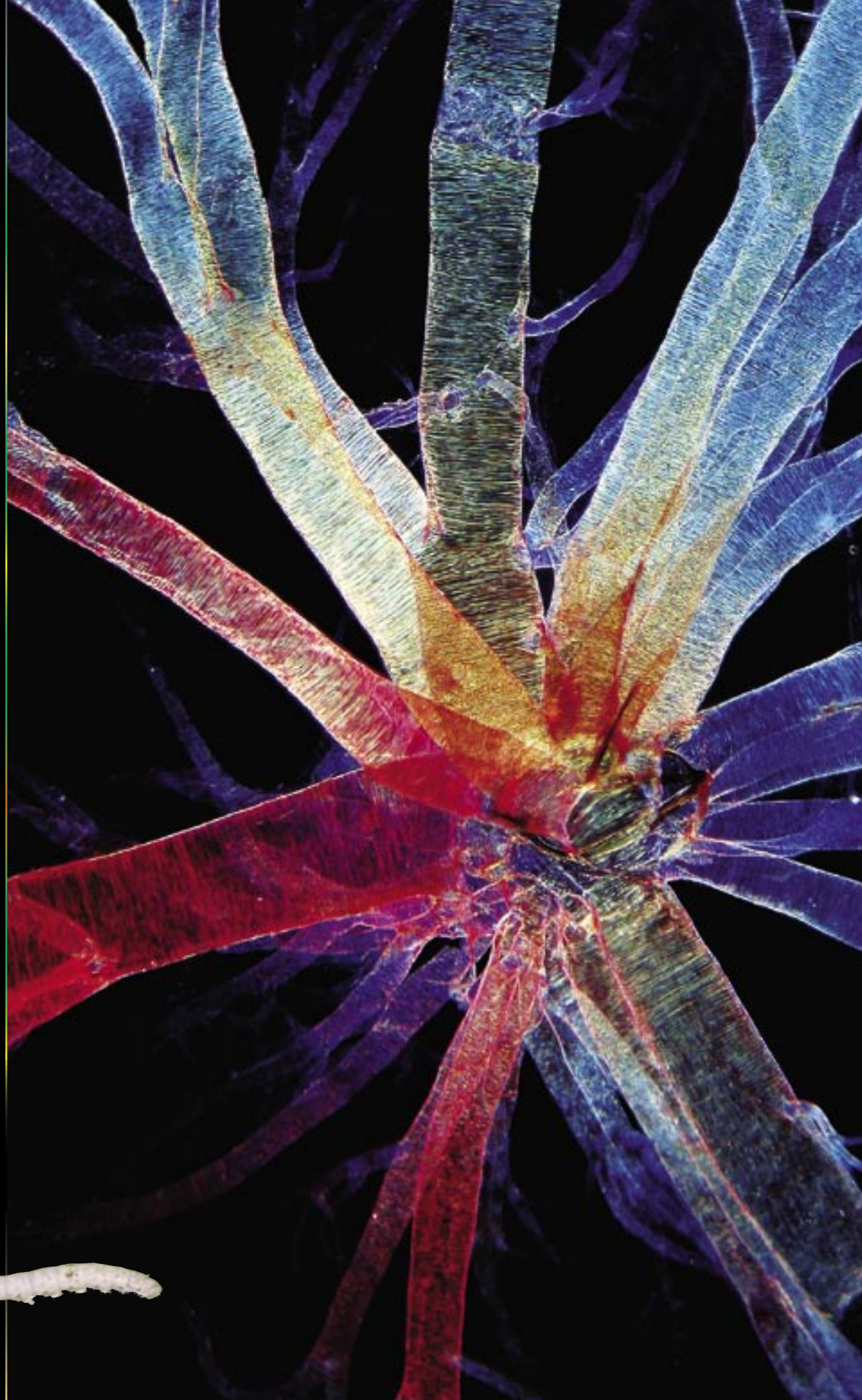


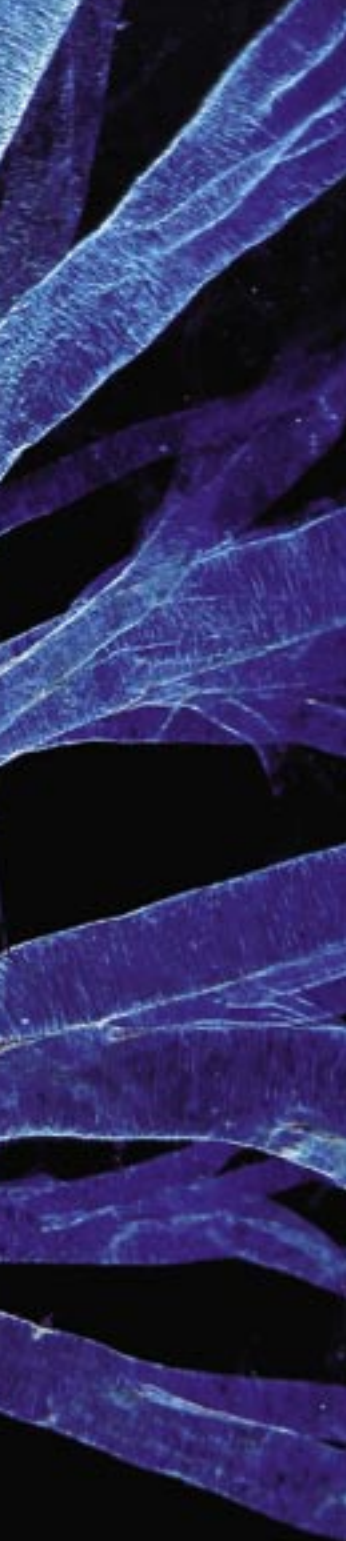
Море плывущих золотых рыбок? Пленка масла на тротуаре? Нет, так под микроскопом выглядят крыло мадагаскарской бабочки павлиноглазки (слева) и часть тела жука златки (вверху). Кевину Маккензи (Kevin Mackenzie) из Абердинского университета в Шотландии удалось рассмотреть детали строения крыла павлиноглазки-кометы (*Argema mittrei*), использовав светопольный микроскоп и волоконно-оптическое освещение (100x). А Чарлз Кребс (Charles B. Krebs) из г. Иссакуа (штат Вашингтон, США) сделал фотографию части глаза и груди златки *Chrysochroa fulminans* с помощью отраженного света (45x).



Красота окружающей нас природы бесконечна – нужно только уметь ее видеть. Современные методы научного наблюдения позволяют расширить границы видимого мира далеко за пределы, доступные человеческому глазу. Оптические телескопы помогают созерцать бесконечные дали космического пространства, а оптические микроскопы погружают нас в бездонные глубины микромиров. Благодаря таким приборам мы можем различать частицы величиной с длину световой волны, т.е. в 1 тыс. раз мельче объектов, различимых невооруженным глазом. Эти изображения были отобраны из бесконечного числа фотографий, полученных организаторами конкурса «Маленький мир» (*Small World*), который ежегодно проводится фирмой *Nikon*. Они были сделаны современными мастерами микрофотографии и дают некоторое представление о том, каких высот достигло сегодня это искусство. На каждом снимке жизнь предстает перед нашими взорами в совершенно новом ракурсе – такой, какой обычно мы ее не видим.

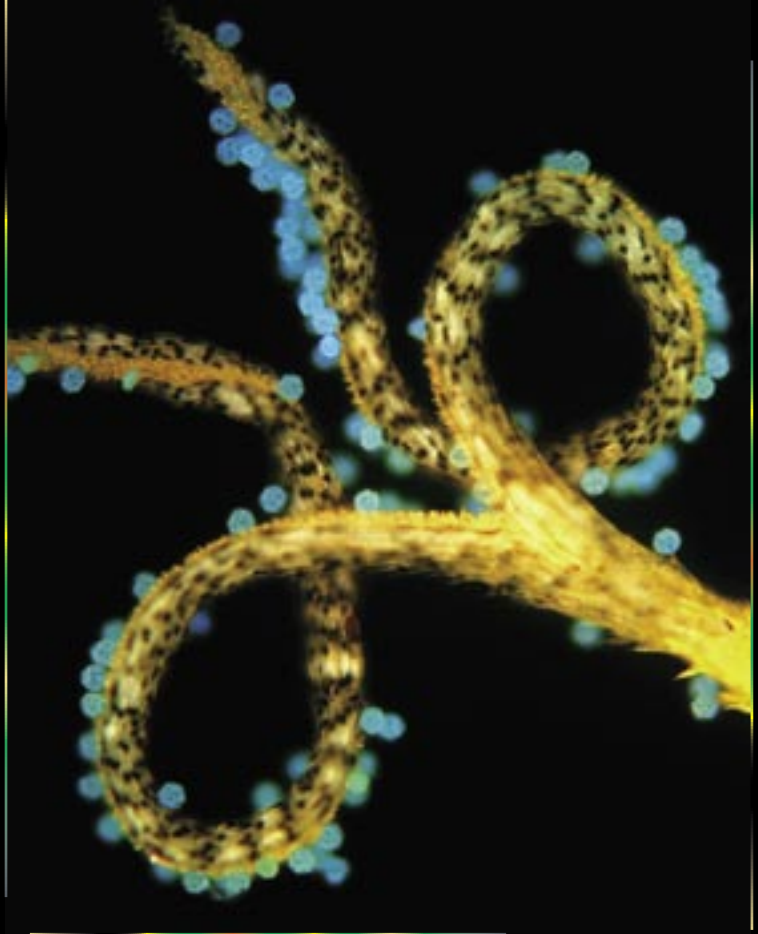
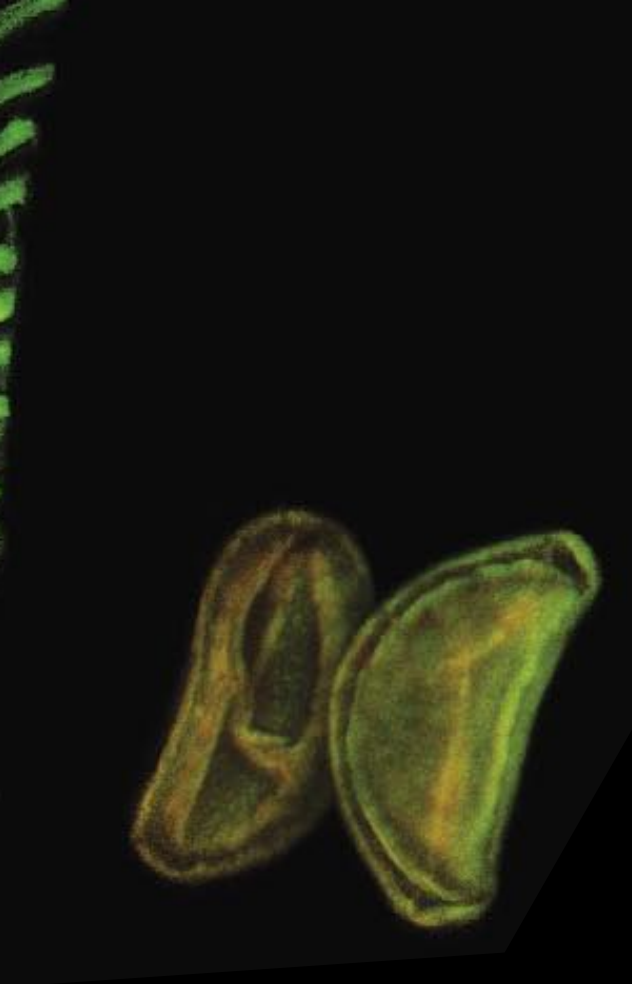






Экстравагантные геометрические формы можно встретить повсюду – даже в мире червей. Грег Роуз (Greg W. Rouse) из Южно-Австралийского музея в г. Аделаида запечатлел эту многощетинковую красавицу – полихету *Myrianida pachycera* (вверху) – с помощью темнопольного микроскопа (45х). А Яну Уолкеру (Jan S. Walker) из Хаддерсфилда (Англия) удалось эффектно «высветить» трахею шелковичного червя (70х) (на странице слева).





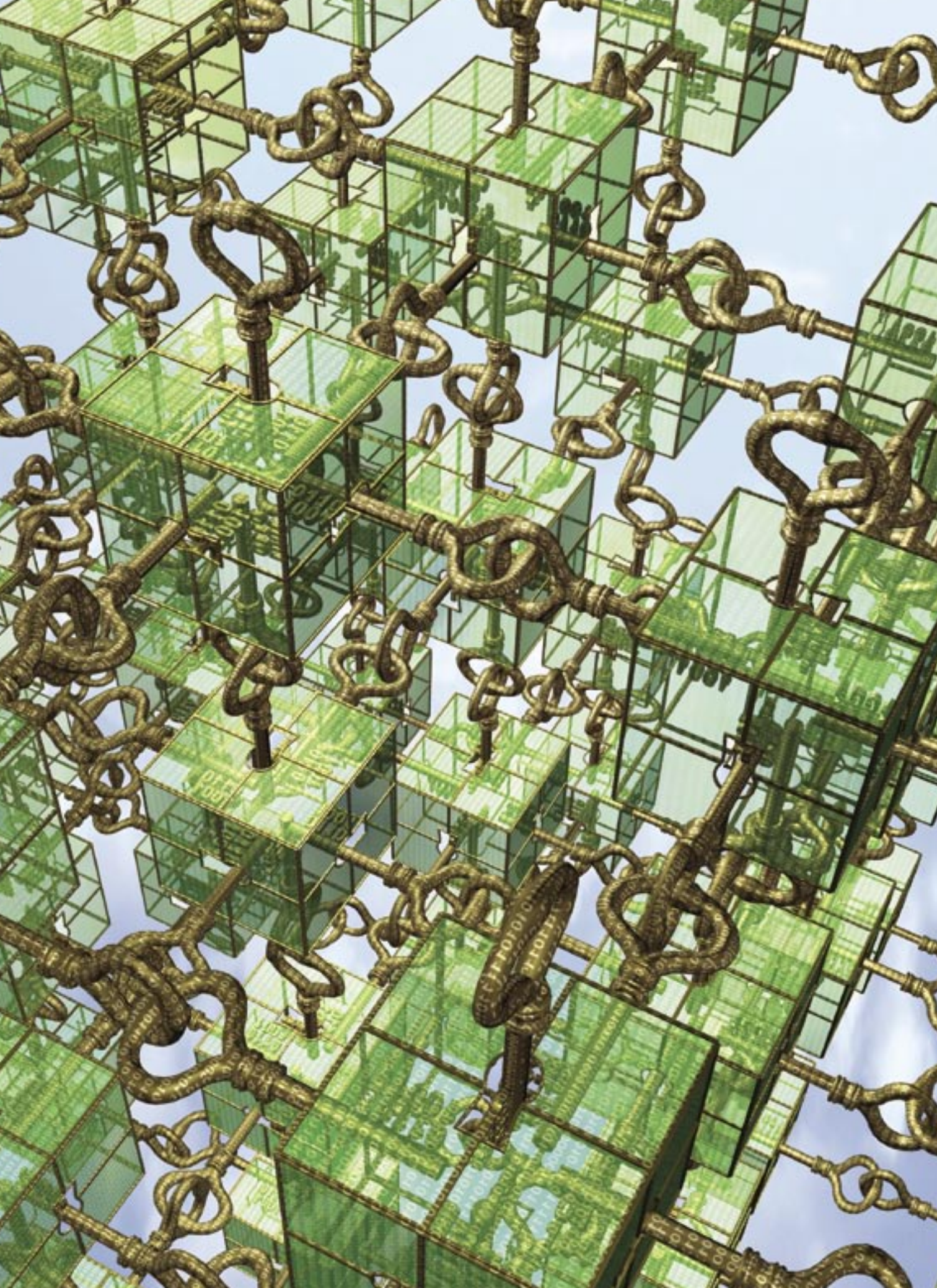
На этих снимках запечатлены начальные стадии жизненного цикла растений. Ширли Оуэнс (Shirley A. Owens) из Университета штата Мичиган обнаружила «пельменевидные» пыльцевые зерна на пыльнике традесканции виргинской (*Tradescantia virginiana*) и сфотографировала их с помощью конфокального лазерного микроскопа. (1450х). А «рога», украшенные гирляндой новогодних лампочек (справа вверху) – на самом деле рыльце пестика одуванчика (*Taraxacum*), сфотографированное с помощью флуоресцентного микроскопа Робертом Маркусом (Robert Marcus) из Венгерской академии наук в г. Сегед.



Продолжение (начало см. на стр. 67)

С помощью увеличения, разрешения и контраста микроскопы превращают крошечные, а зачастую и почти прозрачные частицы в объекты, доступные нашему глазу. Чтобы лучше рассмотреть изучаемый объект, микроскопист может окрасить его сахара, маркировать флуоресцентными метками белки, озарить его светом всех цветов радуги или придать с помощью затенения большую отчетливость контурам. Удачное изображение любого живого существа – это маленькая симфония света и торжественный гимн удивительной способности человека проникать в самую суть вещей.

Эмили Харрисон (Emily Harrison) – художественный редактор *Scientific American*.



Гэри Стикс

# СОВЕРШЕННО СЕКРЕТНО

Квантовая криптография прошла путь от теоретических исследований и лабораторных опытов до коммерческих изделий.

В фирме *IBM*, в исследовательской лаборатории имени Томаса Уотсона, работает Чарльз Беннетт (Charles Bennett), один из основателей новой области науки – квантовой вычислительной техники. В 1989 г. Беннетт и его коллеги Джон Смолин (John A. Smolin) и Жиль Брассар (Gilles Brassard) провели уникальный эксперимент для демонстрации нового способа шифрования, основанного на принципах квантовой механики.

В ходе опыта фотоны перемещались по 30-сантиметровому каналу в светонепроницаемом кожухе. Направлением их колебаний (плоскостью поляризации) были закодированы нули и единицы квантовых битов (кубитов), из которых был составлен криптографический ключ для зашифровки и расшифровки сообщений. Перехвату ключа препятствует принцип неопределенности Гейзенберга – фундаментальное положение квантовой механики, согласно которому измерение одного из свойств квантового состояния будет нарушать другие свойства. В квантовой криптографической системе любой нарушитель, пытающийся внедриться в поток фотонов, изменит их таким образом, что его вмешательство сможет обнаружить как отправитель, так и получатель. В принципе, такая методика обеспечивает создание нераскрываемого шифровального ключа.

С момента появления экспериментальной установки, наспех сооруженной на рабочем столе Беннетта, квантовая криптография ушла далеко. Сегодня готовую квантовую криптографическую систему можно купить за сотню-другую тысяч долларов. Кроме того, скоро в продажу поступит еще целый ряд подобных изделий. Новый метод шифрования стал первым серьезным коммерческим воплощением квантовой информатики, объединившей квантовую механику и теорию информации. В конце концов появятся квантовые компьютеры такой мощности, что единственным способом защититься от их потрясающей способности раскрывать шифры может оказаться лишь дальнейшее развитие квантовой криптографии.

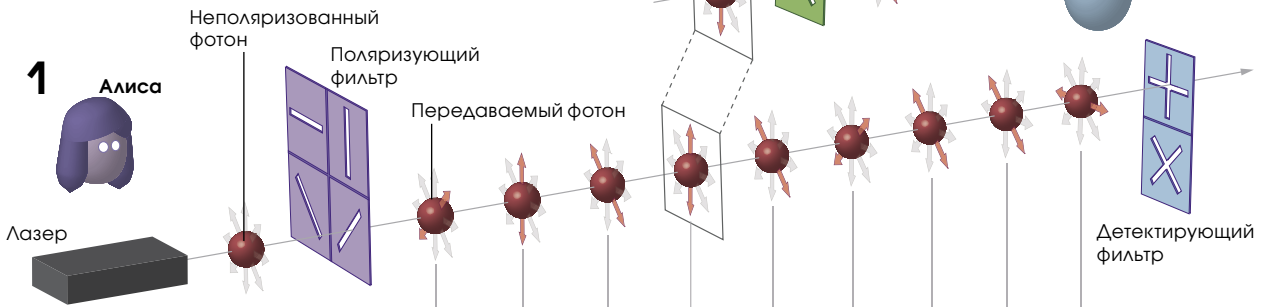
Основная трудность, с которой сталкиваются современные шифровальщики, состоит в обеспечении такого обмена ключами между отправителем и получателем, при котором никто не может скопировать их. При распространении секретных шифровальных ключей часто используется шифрование с открытым ключом. Безопасность в этом случае основана на разложении на множители очень больших чисел или на других сложных математических процедурах. Легко вычислить произведение двух больших чисел, но разложить его на простые сомножители чрезвычайно ▶

# КВАНТОВАЯ МЕХАНИКА ПОМОГАЕТ СКРЫТЬ СЕКРЕТНЫЙ КЛЮЧ

Алиса и Боб пытаются сохранить тайну шифровального ключа, передавая его в виде поляризованных фотонов по схеме, изобретенной в 1980-х гг. Чарльзом Беннеттом из *IBM* и Жилем Brassаром из Монреальского университета.

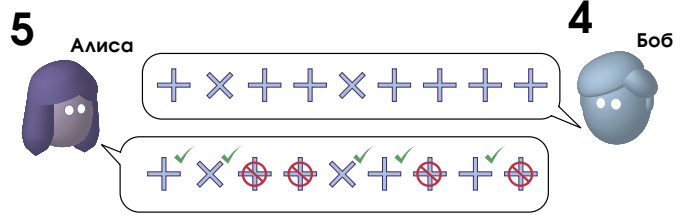
- 1 Для создания ключа Алиса посылает фотоны через прямой или диагональный полярирующий фильтр и записывает направление плоскости поляризации.
- 2 Для каждого поступающего бита Боб случайным образом выбирает фильтр для обнаружения и записывает поляризацию и значение бита.
- 3 Когда злоумышленник (Ева) пробует отследить последовательность фотонов, принципы квантовой механики не позволяют ему использовать оба типа фильтров для выяснения направления поляризации одного фотона. Если Ева выбирает неправильный фильтр, то возникают ошибки, обусловленные изменением поляризации.

	Фотоны	
Прямая поляризация		
Диагональная поляризация		
Принятое значение бита	0	1



Последовательность битов у Алисы	0	0	1	0	1	0	1	1	1
Последовательность фильтров у Алисы									
Последовательность детектирующих фильтров у Боба									
Результат измерения битов у Боба	1	0	1	0	1	0	0	1	1
Остающаяся последовательность битов (ключ)	-	0	-	0	1	-	-	1	1

- 4 Получив все фотоны, Боб по открытому каналу сообщает Алисе последовательность фильтров, которые он использовал для поступающих фотонов. О считанных значениях битов он ничего не сообщает.
- 5 Алиса говорит Бобу, какие фильтры он выбрал правильно. Измеренные с их помощью биты будут использоваться при формировании ключа для шифрования сообщения.



трудно. Популярный алгоритм шифрования *RSA*, широко используемый в криптографии с открытым ключом, основан именно на разложении на множители. Секретный ключ, которым обмениваются отправитель и получатель, шифруется открытым ключом, например, с помощью большого числа, скажем, 408 508 091 (на практике следует брать намного большее число). Сообщение можно расшифровать только с помощью

персонального ключа, имеющегося у получателя данных и состоящего из двух множителей: 18 313 и 22 307. Сложность взлома шифра с открытым ключом сможет обеспечивать безопасность секретных ключей еще лет десять–пятнадцать. Но наступление эры квантовой информатики и, в частности, появление квантовых компьютеров, способных быстро производить невероятно трудное разложение на

множители, ознаменует крах *RSA* и многих других криптографических схем. «Если квантовые компьютеры станут реальностью, правила игры резко изменятся», – отмечает Джон Рэрити (John Rarity), профессор факультета электротехники и электроники Бристольского университета в Англии. В отличие от шифрования с открытым ключом, квантовая криптография должна остаться на-

дежной даже после появления квантовых компьютеров. В одном из способов пересылки квантового шифровального ключа между отправителем и получателем требуется, чтобы лазер посылал одиночные фотоны, поляризованные одним из двух способов. В первом случае они поляризованы вертикально или горизонтально (прямое положение), а во втором плоскость поляризации наклонена под углом  $45^\circ$  влево или вправо от вертикали (диагональное положение). И в том, и в другом случае взаимно перпендикулярные направления поляризации фотонов изображают 0 и 1. Отправитель, которого шифровальщики обычно называют Алисой, посылает строку битов, выбирая случайным образом прямой или диагональный вид поляризации. Получатель, которого по традиции зовут Боб, подобным же образом случайно решает, каким из способов – прямым или диагональным – измерять приходящие биты. Согласно принципу неопределенности Гейзенберга, измерить биты можно только одним из них, но не обоими. И только биты, которые Боб измерил тем же способом, каким они были посланы Алисой, непременно будут находиться в правильной ориентации, сохраняя свое верное значение (см. стр. 74).

После передачи Боб связывается с Алисой по обычному (несекретному) каналу, чтобы сообщить ей, каким из двух способов он пользовался при приеме каждого фотона, но не указывает, какое значение – 0 или 1 – он получил в результате измерения. Затем Алиса сообщает Бобу, какие из фотонов были считаны правильно. Неверно измеренными фотонами пренебрегают. Верно принятые фотоны образуют ключ, который используется для шифрования или расшифровки секретных сообщений.

Согласно принципу Гейзенберга злоумышленник (назовем его Евой), пытающийся перехватить поток фотонов, не сможет произвести из-

ФИРМЫ	МЕТОДЫ
<i>id Quantique</i> Женева	Система посылает квантовые шифровальные ключи на десятки километров по оптоволокну.
<i>MagiQ Technologies</i> Нью-Йорк	Система с оптоволоком посылает квантовые шифровальные ключи на расстояние до 100 км. Предлагаются также аппаратные средства и программное обеспечение для интеграции в существующие сети.
<i>NEC</i> Токио	В 2004 г. удалось передать ключи на рекордные 150 км. Намечено выпустить изделие с оптоволоком в самом начале 2006 г.
<i>QinetiQ</i> Фарнбург, Англия	Предлагает системы на контрактной основе, которые передают ключи через атмосферу на расстояния до 10 км. Поставила систему фирме <i>BBN Technologies</i> в Кеймбридже, штат Массачусетс.

мерения каждого фотона обоими способами. Если Ева проведет измерение неправильным способом, то неизбежно внесет ошибки, даже если потом перешлет измеренные биты Бобу. Алиса и Боб смогут обнаружить присутствие нарушителя, сверяя отобранные биты.

Начиная с 2003 г. две компании, *id Quantique* в Женеве и *MagiQ Technologies* в Нью-Йорке, представили коммерческие изделия, которые позволяют пересылать квантовый шифровальный ключ на значительное расстояние. После демонстрации рекордной дальности передачи в 150 км *NEC* собирается выйти на рынок со своим изделием уже в начале 2006 г. Другие фирмы, например, *IBM*, *Fujitsu* и *Toshiba*, также ведут активные исследования (см. таблицу наверху).

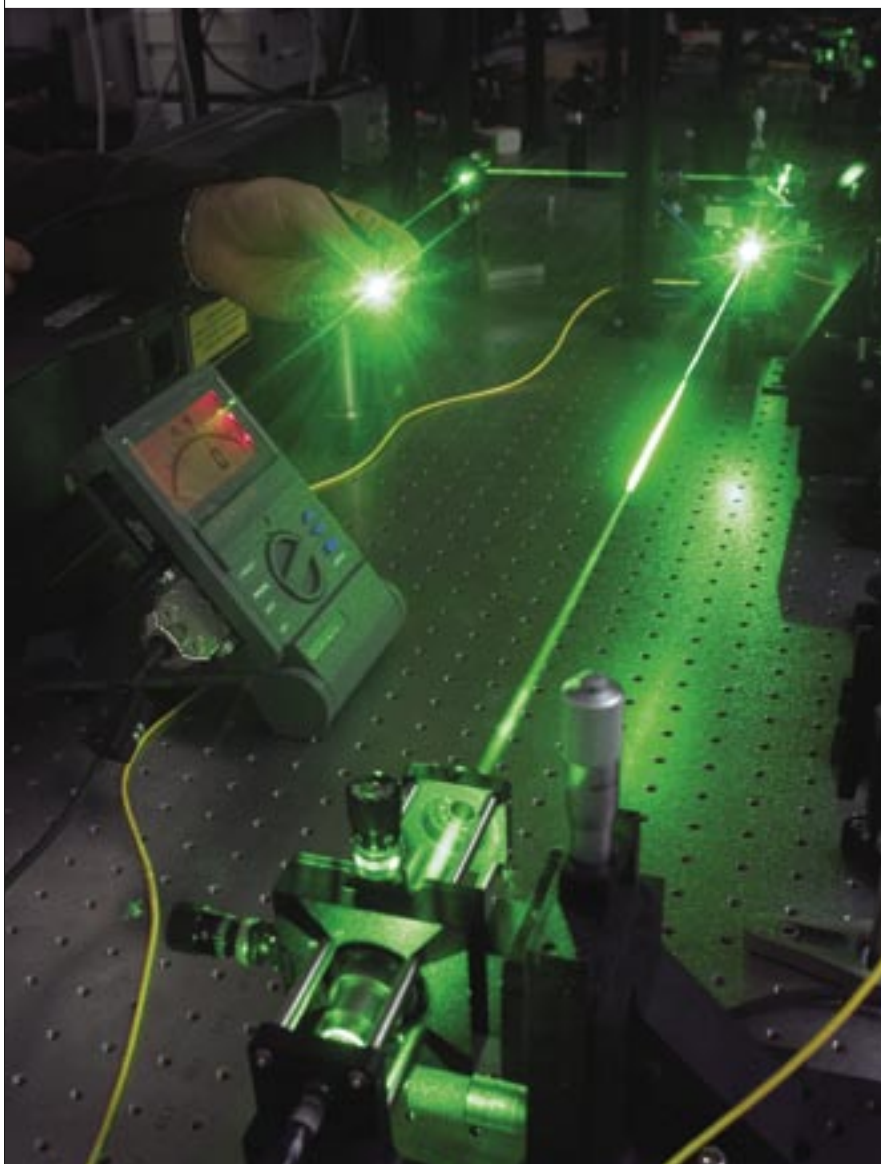
Современные коммерческие изделия могут посылать ключи по индивидуальным оптоволоконным линиям на десятки километров. Системы фирмы *MagiQ* стоят от \$70 тыс. до \$100 тыс. «Несколько пользователей уже испытывают наше оборудование, но пока оно не развернуто ни в одной сети», – комментирует Роберт Гелфонд (Robert Gelfond), основавший *MagiQ Technology* в 1999 г.

Правительственные агентства и финансовые учреждения опасаются, что зашифрованное сообщение можно перехватить сегодня, а когда появятся квантовые ком-

пьютеры, расшифровать его. Ричард Хьюз (Richard J. Hughes), занимающийся квантовой криптографией в Лос-Аламосской национальной лаборатории, приводит другие примеры информации, которая должна оставаться конфиденциальной в течение долгого времени: первичные данные переписи, формула «Кока-колы», команды управления коммерческими спутниками. (Вспомните капитана Миднайта, который в 1986 г. почти на пять минут перехватил управление крупной сетью кабельного телевидения *HBO*.) В число предполагаемых пользователей квантовых криптографических систем входят и поставщики дальней связи, желающие предоставить своим клиентам сверхнадежное обслуживание.

Уже предприняты первые шаги по внедрению квантовой криптографии в большие компьютерные сети. Управление перспективных исследований и разработок министерства обороны США (*DARPA*) работает над объединением шести узлов, охватывающих Гарвардский и Бостонский университеты, а также кембриджскую фирму *BBN Technologies*, которая сыграла важнейшую роль в становлении Интернета. Шифровальные ключи пересылаются по специальным линиям, а сообщения, зашифрованные ими, передаются по Интернету. Пока по демонстрационной сети передаются обычные несекретные ▶





Для квантового шифрования применяется чрезвычайно сложное оборудование, которому пока еще рано покидать стены лабораторий (MagiQ Technologies).

данные. Прошлой осенью фирма *id Quantique* и ее партнер, женеvский интернет-провайдер *Deckpoint*, представили сеть, с помощью которой можно посылать данные с женеvских серверов на компьютеры, расположенные в 10 км. Для передачи используются обновляемые ключи, рассылаемые по линии связи с квантовым кодированием.

В настоящее время квантовая криптография находит применение в сетях, характеризующихся небольшим географическим охватом.

Сильная сторона квантового шифрования заключается в том, что любой, кто шпионит за передачей ключей, неизбежно изменяет их. Поэтому сигналы, несущие квантовые ключи, невозможно усилить стандартным сетевым оборудованием, которое восстанавливает ослабленный сигнал и передает его к следующему ретранслятору. Оптический усилитель разрушает информацию, заключенную в кубитах.

Чтобы увеличить максимальную длину линий связи, исследовате-

ли рассматривают не только оптические волокна, но и другие среды для распространения квантовых ключей. Ученые уже добрались до горных вершин, где высота сводит к минимуму турбулентность атмосферы, чтобы испытать пересылку квантовых ключей в атмосфере. В одном эксперименте, проведенном в 2002 г. в Лос-Аламосской национальной лаборатории, была создана 10-километровая линия связи. В другом, выполненном в том же году фирмой *QinetiQ* из Фарнборо (Англия) и Университетом Людвига Максимилиана в Мюнхене, линия связи протянулась на 23 км между двумя горными вершинами в Южных Альпах. Оптимизация такой методики (использование для обнаружения сигнала телескопов большего размера, улучшенных фильтров и противотражающих покрытий) позволила бы создать систему, передающую сигналы на расстояния более 1 тыс. км, чего вполне достаточно, чтобы достигнуть спутников на низких околоземных орбитах. С помощью спутниковой сети можно было бы охватить весь земной шар. Европейское космическое агентство уже приступило к разработке эксперимента, в котором будет осуществлена связь со спутником. (В апреле 2004 г. Евросоюз начал исследовательскую работу по внедрению квантового шифрования в телекоммуникационных сетях, чтобы предотвратить перехват сообщений системой «Эшелон», которую используют разведывательные службы США, Великобритании и некоторых других стран.)

Совершенно очевидно, что шифровальщикам нужен какой-нибудь квантовый ретранслятор, в сущности простейший квантовый компьютер, который помог бы преодолеть ограничение расстояния. Принцип его действия может быть основан на квантовой сцепленности, которую Альберт Эйнштейн называл *spukhafte Fernwirkungen* (призрачное действие на расстоя-

нии, нем.). Антон Зайлингер (Anton Zeilinger) и его коллеги из Института экспериментальной физики в Вене уже сделали первый шаг к созданию ретранслятора. В журнале *Nature* от 19 августа 2004 г. они сообщили, что их группа протянула оптоволоконный кабель в туннеле коллектора под рекой Дунай и «поместила» на каждом его конце по сцепленному фотону. Измерение поляризации одного фотона позволяет немедленно выяснить такую же поляризацию другого фотона, которую можно измерить на удаленном конце кабеля.

Сцепленность смущала Эйнштейна, но Зайлингер и его команда использовали ее для «телепортации» информации, которую несет третий фотон, на 600 м под Дунаем. Такую систему можно расширять, добавляя ретрансляторы так, чтобы кубиты ключа можно было передать через континенты и океаны. Однако для практической реализации замысла необходимо разработать квантовые ячейки памяти, способные сохранять кубиты до тех пор, пока они не будут направлены по следующей линии связи. «Нашим идеям пока еще рано покидать стены физических лабораторий», – замечает Николас Джайсин (Nicolas Gisin), профессор Женевского университета, который принимал участие в создании *id Quantique* и проводил эксперименты со сцепленностью на больших расстояниях.

Для изготовления квантовой памяти лучше всего подходят атомы, а не фотоны. Эксперимент, результаты которого были опубликованы в журнале *Science* от 22 октября 2004 г., показал, как она могла бы работать. Основываясь на идеях исследователей из Инсбрукского университета в Австрии, группа в Технологическом институте штата Джорджия (США) подробно описала, как два облака ультрахолодных атомов рубидия можно было бы ввести в состояние сцепленности и благодаря квантовой связи приписать им значение кубита. Облака могут хра-

нить кубит значительно дольше, чем фотон. Далее квантовое состояние атомов (их кубит) можно передать фотону, т.е. осуществить передачу информации от вещества к свету и показать, как извлекать биты из квантовой памяти. Приводя облака в состояние сцепленности, Алекс Кузмич (Alex Kuzmich) и Дмитри Мацюкевич (Dzmitry Matsukevich) из Технологического института Джорджии надеются создать ретрансляторы, которые смогут передавать кубиты на большие расстояния.

Предполагаемая неприступность квантовых шифров опирается на несколько идеалистических предположений. Согласно одному из них, каждый кубит представляется

Но шифровальщикам хотелось бы обладать лучшими источниками и приемниками фотонов. «Особый интерес представляет разработка детекторов, способных обнаружить разницу между одним, двумя или большим числом фотонов, пришедших одновременно», – говорит Алан Мигдал (Alan Migdall) из Национального института стандартов и технологий. Другие исследователи пробовали решить проблему медленной передачи данных, генерируя квантовые ключи со скоростью 1 Мбит/с, т.е. в 100 раз быстрее, чем в предыдущих экспериментах. Этого вполне достаточно, чтобы использовать такие ключи для шифрования потокового видео.

## С появлением квантового компьютера шифры, основанные на разложении на множители, станут достоянием истории.

одиночным фотоном. В квантовой криптографии берется импульсный лазер, интенсивность которого уменьшается до такой степени, что лишь один из 10 импульсов содержит фотон, а остальные пусты. В результате скорость передачи данных оказывается совсем небольшой. Но это – только статистическая вероятность. В импульсе может содержаться больше одного фотона. Теоретически злоумышленник мог бы перехватить лишний фотон и использовать его для расшифровки сообщения. Алгоритм усиления секретности позволяет защититься от этого, маскируя значения кубитов.

Однако квантовое шифрование может оказаться уязвимым для некоторых нестандартных способов нападения. Так, злоумышленник мог бы повредить детектор приемника, заставляя кубиты, полученные от отправителя, просачиваться назад в оптоволоконно, где их можно будет перехватить. Печальнее всего то, что наука не способна защитить от шпионажа. «Предательство – самый распространенный способ раскрытия шифров», – отмечает Сет Ллойд (Seth Lloyd), эксперт по квантовым вычислениям из Массачусетского технологического института. – Квантовая механика здесь, увы, бессильна». ■

### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

- Quantum Cryptography. Charles H. Bennett, Gilles Brassard and Artur K. Ekert, *Scientific American*, Vol. 267, No. 4, pp. 50–57; October 1992.
- The Code Book. Simon Singh. Anchor Books, 1999.
- Информацию о квантовых криптографических изделиях можно найти на веб-сайтах фирм *id Quantique* ([idquantique.com](http://idquantique.com)) и *MagiQ Technologies* ([magiqtech.com](http://magiqtech.com)).



Рой Баумейстер,  
Дженнифер  
Кемпбелл,  
Джоаким Крюгер,  
Кетлин Вос

## МИФОЛОГИЯ

# самооценки

Долгое время считалось, что высокая самооценка – залог жизненного успеха. Однако исследования показывают, что такая позиция не помогает ни повысить академическую успеваемость, ни предотвратить опрометчивые поступки.

Многие убеждены, что самооценка влияет на состояние психического здоровья человека, поэтому нет ничего удивительного в том, что люди стараются повысить ее любым способом. А большинство американцев уверено, что высокое мнение о себе – залог успеха и процветания, и наоборот – заниженная самооценка лежит в основе многих личных и, как следствие, общественных проблем.

В Калифорнии в конце 80-х гг. по инициативе члена законодательного собрания штата Джона Васкончеллоса (John Vasconcellos) и губернатора штата Джорджа Дьюкмиджиана (George Deukmejian) была создана специальная комиссия по персональной и общественной ответственности. Васкончеллос утверждал, что повышение самооценки у молодежи приведет к снижению уровня преступности, наркомании, а также к предотвращению нежелательной беременности среди несовершеннолетних, загрязнению окружающей среды и т.д. Кроме того, он считал, что люди, высоко ценящие себя, якобы зарабатывают больше других, а потому платят немалые налоги. Помимо прочей

деятельности комиссия собрала группу ученых для того, чтобы составить обзор литературы по данному вопросу. В результате в 1989 г. вышло в свет издание, озаглавленное «Социальное значение самооценки», в котором утверждалось, что «большая часть, если не все значительные проблемы, отягощающие жизнь общества, коренятся в низкой самооценке большого количества людей». Однако на самом деле в отчете не сохранилось никаких доказательств в пользу данного утверждения.

Калифорнийская комиссия была распущена в 1995 г., однако ее дело продолжила некоммерческая организация под названием Национальная ассоциация за самооценку (*National Association for Self-Esteem, NASE*), основная задача которой сводилась (согласно ее официальному заявлению) к тому, чтобы «улучшать жизнь граждан, повышая их мнение о себе».

К сожалению, руководители NASE не ознакомились с новейшими исследованиями. Поэтому при поддержке Американского психологического общества мы составили обзор научной литературы по данной теме. ▶

### Критерий объективности

Как измерить самооценку? Для этого необходим надежный критерий ее анализа, однако большинство исследователей ограничиваются тем, что просто спрашивают у людей их мнение о себе. Ответы не всегда бывают объективны, поскольку все, естественно, хотят выглядеть лучше в глазах других. Но, к сожалению, психологи не располагают более удачным методом, позволяющим судить об уровне самооценки.

Fujita) из Университета штата Индианы в Саут-Бенда опросили большое количество людей, предлагая им поставить самим себе оценку. Затем их сфотографировали, и группа экспертов дала заключение об их внешних данных. Фотографии, сделанные в полный рост, не выявили достоверной корреляции. Съемка крупным планом дала лучшие результаты, но и они вызывают сомнение, поскольку люди, которые себя любят, обычно

согласно которой, поставив себе положительную отметку по одному параметру, люди обычно оценивают себя так же и по другому. Аналогично дело обстоит и с теми, кто обладает низкой самооценкой, они склонны к тому, что по-английски называется «флокси-носинигили-пили-фикацией» (*floccin aucinibilipilification*). Этот неудобнопроизносимый термин, составленный из латинских корней, – одно из самых длинных слов, включенных в Оксфордский словарь, однако невозможно избежать соблазна привести его здесь. Оно переводится как «действие или привычка оценивать все как не имеющее никакой ценности». То есть люди, неудовлетворенные собой, склонны отрицательно оценивать не только себя, но и вообще все на свете.

## Результаты некоторых исследований говорят о том, что искусственное повышение самооценки учащихся может ухудшить академическую успеваемость.

Такая тенденция явно изменила некоторые выводы, сделанные учеными ранее. Например, некоторые психологи считали, что люди с низкой самооценкой относятся к окружающему миру с некоторым предубеждением. Однако Дженнифер Крокер (Jennifer Crocker) из Мичиганского университета в Анн-Арборе, подвергла сомнению такое мнение. В конце концов, если люди плохо думают о себе и о тех, кто отличается от них, вряд ли будет правильно назвать это предубеждением. Если попросить человека оценить членов некоей группировки или представителей сообщества, будь то национальность, профессия и др., то получится противоположный результат: с большим предубеждением к «чужакам» относятся как раз индивидуумы с высокой самооценкой. Привычка оценивать все как не имеющее ценности приводит также к тому, что те, кто пренебрежительно отзываясь о себе, зачастую и к своей жизни относятся так же, в результате создается впечатление, будто именно низкая самооценка ведет к неудачам.

Физически привлекательные люди склонны иметь высокое мнение о собственной персоне, поскольку окружающие чаще стремятся к общению с ними, они любимы супругами и друзьями и т.д. Но бывает и так, что люди с завышенным самомнением просто переоценивают свою внешность без особых на то оснований.

стремятся выделиться, лучше одеваются, носят украшения. Затем экспертам показали фото тех же участников без прикрас, и было выявлено, что оценка, выставленная людьми своей внешности, не соответствует действительности.

В 1995 г. Эдвард Динер (Edward F. Diener) и Брайан Волсик (Brian Wolsic) из Университета штата Иллинойс и Фрэнк Фуджита (Frank

Такое несовпадение должно было подействовать отрезвляюще. Вначале казалось, что тесная взаимосвязь между приятной внешностью и высокой самооценкой очевидна, но выяснилось, что она лишь отражает закономерность,

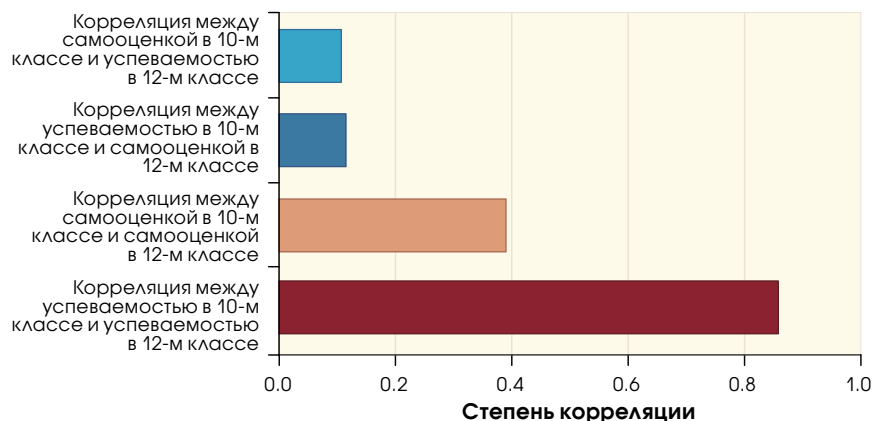
Самоидентификация может быть неверной, поэтому мы решили от-

## ОБЗОР

### САМООЦЕНКА

- Американцы полагают, что самооценка граждан – проблема социальная, и ее понижение может привести к нежелательным поступкам.
- Вопреки распространенному заблуждению, дети, склонные к агрессии, вовсе не обладают заниженной самооценкой. То же самое относится и к тем, кто вступает в ранние половые связи, склонен к злоупотреблению алкоголем или наркотиками.
- Повышение самооценки отнюдь не всегда способствует успехам в учебе или работе.
- Люди с высокой самооценкой склонны проявлять инициативу и, видимо, счастливее остальных.

Пытаясь проверить, действительно ли успехи в учебе обусловлены высоким самомнением, исследователи опросили тысячи школьников. Корреляция между самооценкой учеников средних классов и их успеваемостью в старших классах оказалась примерно такой же, как и между успехами в учебе в средних и самооценкой в старших классах. В результате трудно понять, где причина, где следствие, а где некоторый третий фактор, который одновременно обуславливает и высокую самооценку, и отличные оценки.



ИСТОЧНИК: S.M.Pottebaum, T.Z.Keith and S.W.Ehly in *Educational Research*, Vol. 79, pages 140–144; 1986.



талкиваться от объективных критериев. Мы также не стали принимать во внимание утверждение о том, что корреляция между самооценкой и некоторыми поступками означает наличие причинной связи между ними. Если высокая самооценка ведет к положительным результатам, то, вероятно, стоит приложить усилия, чтобы изменить в лучшую сторону представление человека о себе. Но если положительное представление о себе формируется вследствие достигнутых успехов, то повышение самооценки не приведет к положительным результатам. Мы начали нашу работу, длившуюся два года, с того, что познакомились с исследованиями, касающимися связи между самооценкой и академической успеваемостью.

## Школьные годы чудесные

Вначале мы надеялись, что повышение самооценки станет мощным инструментом помощи школьникам и студентам: уверенность в себе позволит учащимся легче овладевать науками и защитит их от комплексов. Первые результаты опытов выявили положительную корреля-

цию между самооценкой и академической успеваемостью, подкрепив тем самым исходное утверждение. Однако дальнейшие исследования поставили под сомнение их прямую взаимозависимость.

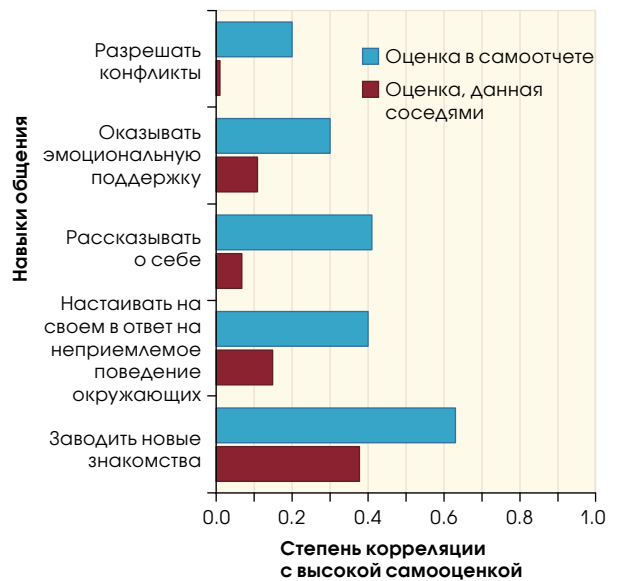
Выводы о наличии причинно-следственной связи можно делать лишь в том случае, если испытуемых исследуют дважды в разное время. В 1986 г. Шейла Поттебаум (Sheila M. Pottebaum), Тимоти Кейт (Timothy Z. Keith) и Стюарт Эли (Stewart W. Ehly) из Университета штата Айовы протестировали более 23 тыс. учеников 10-го класса средней школы, а два года спустя, когда дети перешли в 12-й класс, опыт повторили. Самооценка десятиклассников лишь в незначительной степени позволяла предсказать, как они будут учиться в последний год. Академическая успеваемость школьников практически не влияла на их мнение о себе. Дальнейшие исследования показали, что повышение самооценки не способствовало улучшению отметок, а в некоторых случаях даже ухудшило успеваемость (см. иллюстрацию на стр. 83).

Сходные результаты были получены и при анализе взаимосвязи между степенью уважения к себе у работающих взрослых и результатами их деятельности. Простой поиск корреляций дает некоторые положительные результаты, но не указывает прямо на то, ведет ли позитивное отношение к собственной персоне к успехам в работе или же дела обстоят как раз наоборот. В любом случае четкой взаимосвязи выявлено не было.

Отсутствие влияния самооценки на успехи в учебе или работе могло бы компенсироваться в том случае, если бы самоуверенность помогла человеку в общении. Обычно люди тянутся к самодостаточным, уверенным в себе и позитивно настроенным личностям, которые, как правило, убеждены в том, что популярны в коллективе, поэтому хорошо ладят со всеми. Между тем неуверенные в себе люди менее удовлетворены своими взаимоотношениями с обществом, конфликтны, и их стараются избегать. Однако, как показали исследования, проведенные в 1995 г. Джулией Бишоп (Julia Bishop) и Хейди Индербицен Нолан (Heidi ▶



Исследование, проведенное среди студентов колледжей, выявило реальную связь между самооценкой и успешным общением с другими людьми. Однако соседи по общежитию зачастую совершенно иначе смотрели на их навыки общения: для четырех из пяти пунктов корреляция с самооценкой упала ниже уровня статистической достоверности. Тем не менее, как и следовало ожидать, связь между самооценкой и умением заводить новые знакомства осталась хорошо выраженной.



ИСТОЧНИК: D. Buhrmester, W. Furman, M.T. Wittenberg and H. T. Reis in *Journal of Personality and Social Psychology*, Vol. 55, pages 991–1008; 1988.

M. Inderbitzen-Nolan) из Небрасского университета в Линкольне, такие утверждения не отражают реального положения дел. Ученые попросили 542 девятиклассников назвать самого популярного и самого нелюбимого одноклассника, и оказалось, что результаты никоим образом не соотносились с тем, что думали о себе тот и другой.

Исследования показали, что это верно и для взрослых коллективов. В конце 80-х гг. Дуэйн Бёрместер (Duane P. Buhrmester) из Техасского университета в Далласе и ее сотрудники обнаружили любопытное противоречие. Самоуверенные студенты были убеждены, что им

легко удастся завязывать отношения, оказывать эмоциональную поддержку однокурсникам и разрешать их конфликты. Однако их соседи по общежитию были совершенно иного мнения. По четырем из пяти исследуемых навыков общения корреляция упала почти до нуля. Статистическая достоверность сохранилась лишь для способности идти на новые социальные контакты и заводить друзей: уверенные в своей привлекательности люди без стеснения вступают в разговор с незнакомцами, а личности, относящиеся к себе скептически, стараются воздерживаться от новых знакомств (см. иллюстрацию вверху).

Можно предположить, что подобные нюансы могут также влиять на удачливость человека в любви. В 2002 г. Сандра Мюррей (Sandra L. Murray) из Университета в Буффало пришла к выводу, что люди с низкой самооценкой часто ведут себя так, как будто постоянно опасаются быть отвергнутыми. Тем не менее, как выяснили исследователи, такое поведение не мешает семейным отношениям. Наоборот, угрозу семейному благополучию представляет повышенное самомнение партнеров. В 1987 г. Керил Расбалт (Caryl E. Rusbult), Грегори Морроу (Gregory D. Morrow) и Деннис Джонсон (Dennis J. Johnson) из Университета штата Кентукки выявили, что при возникновении проблем или конфликтных ситуаций самовлюбленные люди легче идут на разрыв отношений и начинают поиск нового партнера.

## ОБ АВТОРАХ:

**Рой Баумейстер** (Roy Baumeister), **Дженнифер Кемпбелл** (Jennifer D. Campbell), **Джоаким Крюгер** (Joakim I. Kruger) и **Кетлин Вос** (Kathleen D. Vohs) опубликовали статью о самооценке в журнале *Psychological Science*. **Баумейстер**, бывший ранее профессором психологии в Западном резервном университете Кейса, в 2003 г. стал профессором психологии в Университете штата Флорида. **Кемпбелл** является почетным профессором психологии в Университете Британской Колумбии в Ванкувере. **Крюгер** – профессор психологии в Университете Брауна. **Вос** заведует канадской научно-исследовательской кафедрой маркетинга и психологии потребителя в Школе бизнеса Саудера при Университете Британской Колумбии.

## Секс, наркотики, рок-н-ролл

А что можно сказать о подростках? Каким образом их самооценка влияет на любовь и в особенности на половую активность? Результаты исследований не подтвердили тот

факт, согласно которому неуверенность в себе побуждает молодежь рано вступать в половые отношения из страха оказаться хуже других. Однако было выявлено, что самоуверенные подростки менее закомплексованы, более склонны к риску и эротическим приключениям. Правда, неудачный сексуальный опыт или нежелательная беременность могут серьезно травмировать их и подорвать уверенность в себе.

Многие психологи долгое время полагали, что самомнение помогает людям избежать алкогольной и наркозависимости, поскольку считалось, что именно слабые люди ищут подобным образом утешения. Однако данные исследований этого не подтверждают. В 2002 г. Роб Макги (Rob McGee) и Шейла Вильямс (Sheila M. Williams) из медицинской школы Университета в Отаго в Новой Зеландии обнару-

жили, что нет никакой связи между самооценкой в возрасте 9–13 лет и алкоголизмом или наркоманией в 15. Даже в тех случаях, когда некая закономерность все же прослеживается, она не выходит за рамки допустимой погрешности. Можно все же установить некоторую зависимость между употреблением наркотиков и низкой самооценкой. В частности, Джуди Эндрюс (Judy A. Andrews) и Сьюзен ▶

## ДВА ПИСЬМА

Как показывает исследование, проведенное в 1999 г. Донельсоном Форситом (Donelson R. Forsyth) и Натали Керр (Natalie A. Kerr) в Университете Содружества Виргинии, попытки повысить самооценку у учащихся и таким образом поднять успеваемость могут привести к обратным результатам. В данном случае испытуемыми стали учащиеся колледжа, слушавшие курс психологии.

Неуспевающие студенты были в самом начале эксперимента разделены на две равные группы с примерно одинаковыми оценками. Раз в неделю

ребята из первой получали по электронной почте сообщение, целью которого было повысить их самооценку (как в примере, приведенном слева). Вторая группа получала сообщения, которые должны были развивать в них чувство личной ответственности за свою успеваемость (справа).

К концу курса средняя оценка у студентов первой группы упала ниже 50%, т.е. стала неудовлетворительной. Средняя оценка у учащихся второй группы составила 62%, что считается хотя и очень плохой, но все же положительной отметкой.

Группа 1

**ОТ ЧЕГО ЗАВИСИТ УСПЕВАЕМОСТЬ?**

Проведенные исследования показывают, что когда студенты получают на руки свои контрольные работы с выставленной оценкой, то часто теряют уверенность в себе, чувствуя себя хуже остальных. Однако другие исследования показывают, что ученики, обладающие высокой самооценкой, не только лучше учатся, но и более уверены в своих силах. Ученые попросили студентов записать, о чем они думали, когда стремились получить хорошие оценки. Те, кто с каждым разом учился все лучше и лучше, думали примерно так:

«Я могу гордиться собой».  
 «Мне это по силам».  
 «Я лучше большинства других учеников этой школы».  
 «Я доволен собой».

Студенты, успеваемость которых не улучшалась, думали так:

«Мне стыдно за себя».  
 «Я не достоин учиться в колледже».  
 «У меня нет никаких способностей».

**ВЫВОД:** Держи голову – и свою самооценку – выше.

Группа 2

**ОТ ЧЕГО ЗАВИСИТ ХОРОШАЯ ИЛИ ПЛОХАЯ УСПЕВАЕМОСТЬ?**

Проведенные исследования показывают, что, анализируя полученные оценки, студенты часто сваливают плохой результат на влияние внешних факторов. Ход их мыслей примерно таков: «Контрольная была слишком трудной», или «Профессор не разъяснил все как следует», или «Вопросы были слишком каверзные».

Однако результаты других работ показывают, что учащиеся, признающие собственную личную ответственность за свою успеваемость, не только лучше учатся, но и осознают, что сами могут влиять на результаты своего труда. Ученые попросили студентов записать, о чем они думали, когда стремились получить хорошие оценки. Те, кто с каждым разом достигал все более высоких показателей, думали так:

«Мне нужно заниматься еще упорнее».  
 «Я смогу выучить материал, если постараюсь».  
 «Я могу контролировать то, что произойдет со мною на занятиях».  
 «У меня есть все, что требуется».

Студенты, успеваемость которых не улучшалась, думали так:

«Это не моя вина».  
 «Контрольная была слишком трудной».  
 «Я не силен в этом предмете».

**ВЫВОД:** Возьми на себя ответственность за свою успеваемость.



Дункан (Susan C. Duncan) из Орегонского исследовательского института заметили в 1997 г., что снижение успеваемости может вызвать понижение самооценки, что, в свою очередь, порой приводит к употреблению марихуаны. Однако такая взаимосвязь очень слаба.

Интерпретация результатов изучения пристрастия к алкоголю и наркотиками осложняется и тем, что одни люди приобщаются к ним

из любопытства или в поисках необычных ощущений, в то время как другие, погружаясь в иллюзорный мир дурмана, стремятся уйти от своих проблем. Поэтому никаких безоговорочных утверждений здесь сделать нельзя. То же самое относится и к табакокурению.

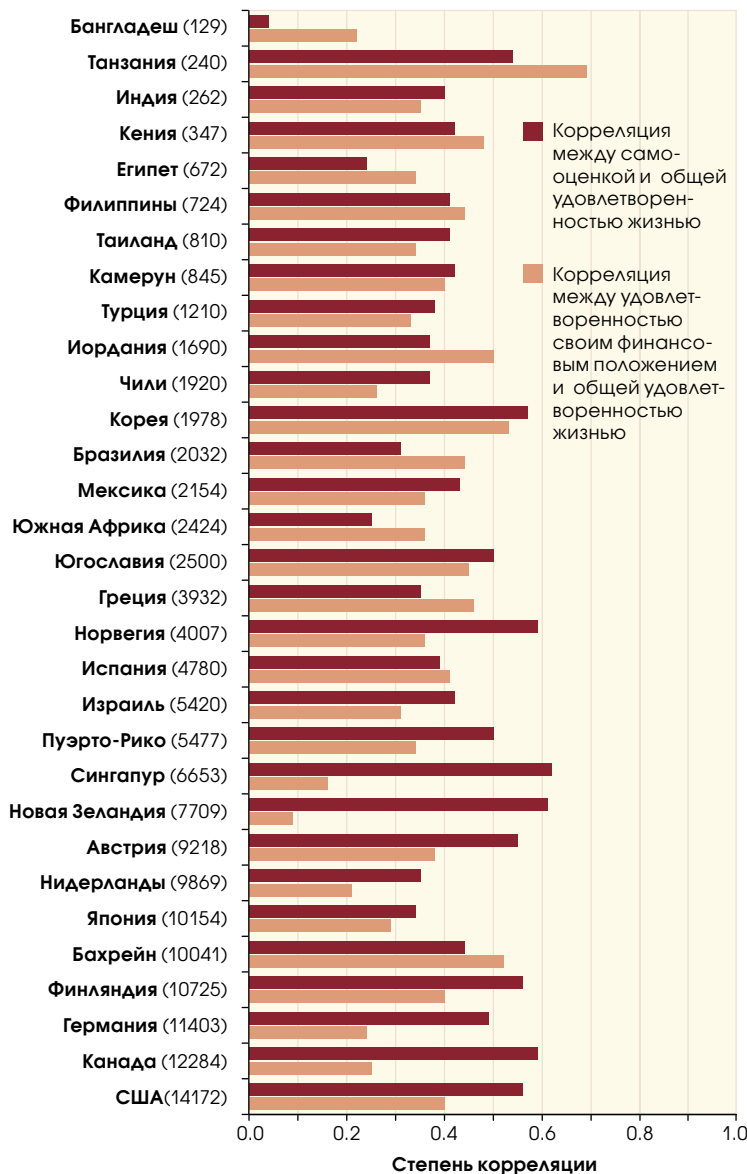
Кроме того, многие исследования включают в одну группу как людей со здоровым самоуважением, так и тех, кто лишь пытается

себя демонстрировать уверенность в себе или страдает нарциссизмом. Неудивительно, что в результате появляются неубедительные или противоречивые результаты.

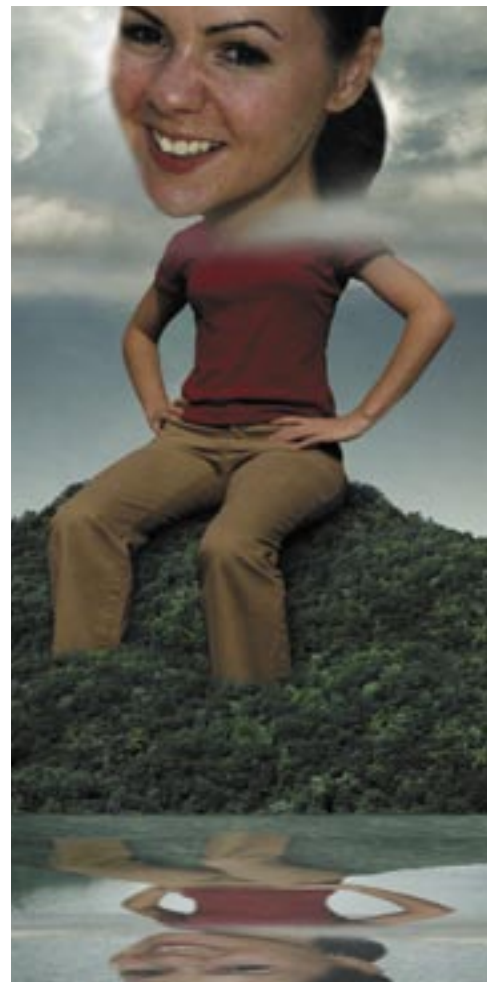
### Причины агрессии

На протяжении десятилетий психологи были убеждены, что низкая самооценка – одна из причин агрессии. Р. Баумейстер в 1996 г. попытался опровергнуть это утверждение.

## САМООЦЕНКА И СЧАСТЬЕ



Во всем мире общая удовлетворенность жизнью идет рука об руку с уровнем самооценки, на что указывает высокая корреляция между ними. Обратите внимание на то, что в большинстве стран общее довольство жизнью коррелирует с самооценкой сильнее, чем с удовлетворенностью своим финансовым положением.



MELISSA SZALKOWSKI

ИСТОЧНИК: E. Diener and M. Diener in Journal of Personality and Social Psychology, Vol. 68, pages 653–663; 1995.

Проанализировав многочисленные исследования, он пришел к заключению, что человек, осуществляющий преступный замысел, как правило, обладает хорошим или даже завышенным мнением о себе.

Дан Ольвеус (Dan Olweus) из Университета Бергена был в числе первых, кто усомнился в том, что под грубой внешней оболочкой хулигана скрывается страдающая и закомплексованная личность. Ольвеус не проводил непосредственных измерений самооценки подобных персонажей, но заметил, что, согласно самоотчетам, агрессивные дети меньше других страдают от тревожности и вполне уверены в себе. По всей видимости, то же самое относится и к взрослым, склонным к насилию, считает Баумейстер.

Придя к выводу, что высокая самооценка не снижает склонности к асоциальным действиям, не отражается на пристрастии к алкоголю, табаку, наркотикам и сексу и не влияет на успеваемость или профессиональный успех, мы задались целью посмотреть, каким образом сомнение связано с представлениями о счастье.

Результаты исследований показали, в частности, что уверенные в себе люди меньше подвержены депрессии. В 1995 г. Эдвард Динер (Edward F. Diener) со своей дочерью Мариссой (Marissa Diener), психологом из Университета штата Юта, провели опрос более 13 тыс. студентов колледжей и пришли к заключению, что высокая самооценка – важнейший фактор, определяющий степень общей удовлетворенности своей жизнью. В 2004 г. Соня Любомирски (Sonja Lyubomirsky), Крис Ткач (Chris Tkach) и Робин Ди Маттео (M. Robin DiMatteo) из Калифорнийского университета в Риверсайде сообщили о результатах исследования, в котором участвовало более 600 человек в возрасте от 51 до 95 лет. И снова оказалось, что самооценка и ощущение счастья оказались тесно взаимосвязанными. Однако прежде чем

можно будет с уверенностью сказать, что одно обеспечивает другое, необходимо провести специальные исследования, которые устроят недочеты всех предыдущих.

Во-первых, требуется выявить наличие причинно-следственной связи. Вероятно, человек с высокой самооценкой склонен считать себя

объективные оценки счастья и депрессии получить трудно, но это не означает, что оценки, данные в самоотчетах, следует принимать безоговорочно.

Должны ли родители, педагоги и врачи любой ценой пытаться поднять самооценку у своих подопечных? В некоторых случаях это весь-

## Люди с высокой самооценкой значительно счастливее остальных. К тому же они меньше подвержены депрессии.

счастливым, но этого не было доказано ни одним исследованием. Возможно, успех в профессиональной деятельности, учебе и личном общении одновременно дает и ощущение радости жизни, и хорошее мнение о своей персоне, а неудачи делают человека несчастным и неуверенным в себе. Скорее всего, сама склонность индивидуума к позитивному восприятию мира обеспечивает ему высокую самооценку.

Во-вторых, следует признать, что понятие счастья (как, впрочем, и депрессии) было исследовано в основном путем опросов, и в результате склонность некоторых людей к негативному отношению к окружающим может обусловить как низкую оценку самих себя, так и других аспектов жизни. Действительно, не легко доказать, что человек на деле куда счастливее (или несчастнее), чем он сам полагает. Очевидно,

ма полезно, т.к. уверенный в своих силах человек успешнее противостоит неудачам и хорошо работает в коллективе. А неудовлетворенность собственным имиджем может привести, например, к расстройствам аппетита, в особенности к булимии, как установила Кетлин Вос и ее коллеги в 1999 г. Другие взаимосвязи труднее доказать объективно, но в целом мы склонны согласиться с тем, что самооценка и ощущение счастья идут рука об руку.

Однако если возросшее сомнение позволит некоторым людям требовать особого отношения к себе или же эксплуатировать окружающих, это приведет к негативным социальным последствиям.

Таким образом, мы не нашли доказательств того, что завышенная самооценка граждан способна принести какую бы то ни было пользу обществу в целом. ■

### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

- The Social Importance of Self-esteem. Edited by Andrew M. Mecca, Neil J. Smelser and John Vasconcellos. University of California Press, 1989.
- Violent Pride. Roy F. Baumeister in Scientific American, Vol. 284, No. 4, pages 82–87; April 2001.
- Does High Self-Esteem Cause Better Performance, Interpersonal Success, Happiness, or Healthier Lifestyles? Roy F. Baumeister, Jennifer D. Campbell, Joachim I. Krueger and Kathleen D. Vohs in Psychological Science in the Public Interest, Vol. 4, No. 1, pages 1–44; May 2003.

## разум или интеллект?

«Избыток информации ведет к оскудению души»

А.Н.Леонтьев

Заключительный день на книжной выставке «Non-fiction-6». Доброжелательные представители издательств приветливо предлагают посетителям новую книжную продукцию для интеллектуалов. Моя личная библиотека в один прием заметно обогатилась, а душа несколько дней парила, подобно Чайке Джонатан.

Еще в 2002 г. издательство МГУ опубликовало сборник под редакцией академика В.А. Садовниченко «Образование, которое мы можем потерять». Книгу открывает текст выступления Президента РФ В.В. Путина на заседании Государственного совета РФ. В нее включены также переводы доклада Национальной комиссии США и проект программы реформ в области образования президента США Дж. Буша. В издание включены статьи выдающихся ученых и педагогов нашей страны, занимающих особое место в науке и образовании. Академики Ж.И. Алферов, В.И. Арнольд, С.М. Никольский и Ю.Б. Осипов, писатель и мыслитель А.И. Солженицын поделились своими размышлениями о проблемах образования. В.В. Путин в своем выступлении отметил, в частности: «И убежден, нельзя относиться к образованию только как к накоплению знаний. В современных условиях это – прежде всего развитие аналитических способностей и критического мышления у учеников. Это – умение учиться. Умение самому воспринимать знания, успевать за переменами».

Обратимся к Эриху Фромму (1900–1980), создателю так называемого гуманистического психоанализа, сторонника идеи «здорового общества», основанного на ценностях гуманизма, восстановления гармонии между индивидом и природой, личностью и обществом. Работы, включенные в сборник «Искусство любить», адресованы всем, кому интересна живая мысль. «Я испытываю трепет, когда оглядываюсь на историю развития человека за последние четыре тысячи лет. Человек развил свой разум настолько, что стал способен раскрывать загадки природы и освободился от власти ее слепых сил. Но в момент своего величайшего триумфа, стоя на пороге нового мира, он попал во власть вещей и организаций, которые сам

создал... Я уверен, что единственное, что может спасти нас от самоуничтожения, – это разум, способность раскрыть нереальность большинства идей, способность пробиться к реальности, скрытой

за многослойной толщей лжи и идеологий; разум не как вместилище знаний, а как своего рода энергия, сила, <...> основным содержанием которой является способность соединять и разъединять, понимать и предвидеть». И далее: «Мне представляется, что способность понять истину зависит больше от характера человека, чем от интеллекта. Важнее всего смелость сказать «нет», не подчиниться силе и общественному мнению, стряхнуть с себя сон и стать человеком, проснуться и избавиться от чувства беспомощности и пустоты... Но способность сказать осмысленное «нет» предполагает и способность сказать осмысленное «да».

«Сказать жизни «Да» (психолог в концлагере)» – новое издание известной книги Виктора Франкла (1905–1997), выдающегося философа и психолога: как пишет в предисловии доктор психологических наук Дмитрий Леонтьев, «великая книга великого человека». Это точный и четкий анализ на материале страшного эксперимента, одним из объектов которого воля судьбы сделала самого автора, последовательных этапов разрушения личности в условиях бесчеловечной общественной структуры и выявления уникальных возможностей силы человеческого духа и стремления к смыслу, которые помогают выжить и выстоять даже в лагерях смерти.

Восхищением силой стремления к смыслу наполнена очаровательная серия литературных портретов, созданная Зинаидой Гиппиус



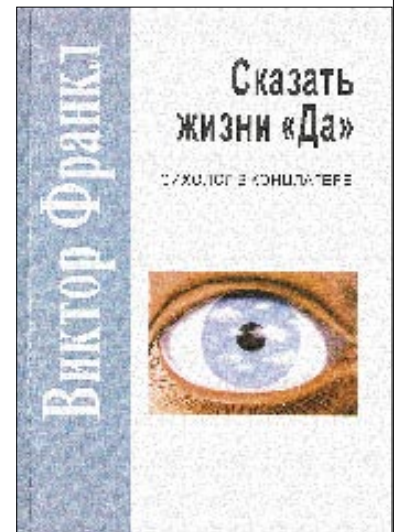
(1869–1945) в начале 20-х годов прошлого века (еще до эмиграции из России). Поэт, писатель, критик, она была инициатором знаменитых Религиозно-философских собраний и фактическим соредктором журнала «Новый путь». В. Розанов, Н. Минский, Д. Философов, А. Бенуа, Ф. Сологуб, Н. Бердяев, З. Венгерова, В. Брюсов, А. Блок, А. Белый и многие другие выдающиеся личности были частыми гостями в доме З. Гиппиус и Д. Мережковского... Творческая активность хозяйки дома дарила ей доверие интереснейших людей предреволюционной и революционной России, живые лица которых помогают нам глубже заглянуть в ту эпоху, почувствовать биение человеческой мысли. Без такого погружения нам, видимо, не удастся решить сегодняшние насущные проблемы культурного наследия.

Последняя правительственная реформа лишь усугубляет тревогу за судьбы образования и науки в России начала XXI века. Неужели наше общество и дальше будет идти по пути отчуждения человека от самого себя, от своих ближних, от природы и, как предсказывал Э. Фромм, вынуждать каждого «превращаться в товар, воспринимая свою жизненную энергию как помещение капитала, которое должно принести ему максимально возможную прибыль при существующих рыночных условиях»? «Вся наша культурная традиция, – пишет Фромм, – в основном покоится не на передаче неко-

его знания, но некоторых человеческих качеств. Если грядущие поколения не увидят больше этих черт, пятитысячелетняя культура будет разрушена, даже если знания по-прежнему будут передаваться и развиваться».

Современная молодежь увлечена получением знаний и «общением» через Интернет. При всем восхищении той оперативностью, с которой интеллект извлекает для себя пищу из Всемирной Паутины, приходится признать, что настоящего человеческого общения этот способ коммуникации не дает. Скорее это новый соблазн, который отвлекает неокрепшие умы от поисков смысла жизни, лишая их важной и нужной опоры и поддержки.

Татьяна Потапова



## путь к храму

В любой религии центром духовности, священным местом общения с Богом и в некотором роде основой мироздания считается Храм. Соломон возвел свой Храм, что послужило толчком к объединению израильского народа; герой романа Ю. Мисимы «Золотой храм» поджигает архитектурный шедевр, который стал подавлять его своим совершенством. Во все времена войны насмерть бились, защищая святыни, и осквернить церковь означало подорвать самые основы веры, оскорбить и дух верующих. Таким образом, храм – не только и не столько культовое сооружение, место поклонения и жертвоприношений, но и модель мира, определенная идеология.

Предлагаемая вниманию читателя коллективная монография помогает понять, как храм формирует духовное пространство человека и наоборот. Подробно рассматриваются типы культовых зда-



**Храм земной и небесный.** / Сост. и автор предисловия Ш.Ш.Шуруров. – М., Прогресс-Традиция, 2004. – 584 с.

ний, анализируется процесс изменения архитектуры в зависимости от исторической эпохи, географии и особенностей вероисповедания. Так, католический храм принципиально отличается от православного, причем не только в плане архитектуры, но и отправлением культа, мировосприятием. В то же время и внутри конфессий нет единства: суровые готические соборы мало похожи на роскошные церкви в стиле барокко, протестанты и лютеране не признают догматов классического католицизма, а Русская православная церковь веками борется со старообрядцами.

## реклама как часть культуры

Негативное отношение к рекламе во многом объясняется непрофессионализмом ее создателей, которые слепо копируют западные методики, не принимая во внимание особенностей российской аудитории. Доктор филологических наук В.В. Ученова решила исправить ситуацию и возглавила коллектив, который попытался проанализировать различные виды рекламы в средствах массовой информации. Результатом исследований стали работы, излагающие культурологическую концепцию рекламы. Авторы предлагают рассматривать рекламу в историческом, психологическом и социологическом контексте, что позволяет выявить, как с течением времени меняется характер и тематика рекламы, ее воздействие на сознание индивидуума, понять, какие приемы следует использовать для получения оптимальных результатов.

Российская реклама только начинает свой путь, но уже имеет свою сформировавшуюся систему жанров. Авторы книги попытались проанализировать ее, выявить особенности и внутренние взаимосвязи. Систематизируя типы рекламы, специалисты выделяют рекламное объявление, обращение, афишу, анонс, листовку и другие формы. Публицистические жанры



Ученова В., Гринберг Т., Конаныхин К., Петрушко М., Шомова С. **Реклама. Палитра жанров.** – М.: Гелла-Принт, 2004. – 248 с.  
Ученова В. **Философия рекламы.** – М.: Гелла-Принт, 2004. – 208 с.

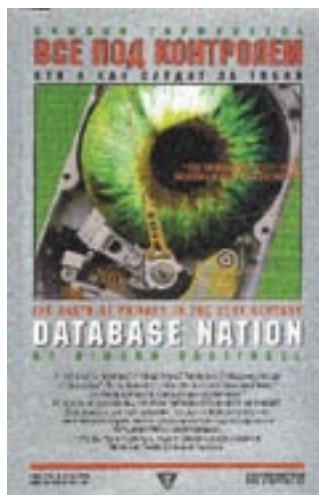
разделены на информационные, аналитические и художественно-публицистические. Анализируются также особенности плаката, наружной, радио- и интернет-рекламы.

Таким образом, реклама носит не только сугубо прикладной характер, но и является частью культуры с собственными законами развития. Возможно, книги Ученовой и ее коллег помогут изменить взгляд на рекламу и поверить в ее возможности.

## как украсть личность?

В 1965 г. правительству США предложили создать Национальный информационный центр, куда вносились бы все данные о каждом жителе страны. Приватность сведений должна была контролироваться особой системой безопасности. Однако возник естественный вопрос: а кто будет управлять этим механизмом? Не окажется ли общество заложником людей, имеющим доступ к конфиденциальной информации?

К счастью, подобный центр так и не был создан, поскольку американцы расценили эту идею как попытку государства вмешаться в их личную жизнь. Но можем ли мы быть уверены, что никто тайком не следит за нами? Исследуя проблему сохранения приватности, автор книги подробно описывает разнообразные системы слежения и наблюдения, адресной рассылки рекламы и просьб о пожертвованиях. Он показывает, как информация, собранная для одних целей, служит осуществлению совсем иных задач, которые зачастую нарушают



Гарфинкель С. **Все под контролем: Кто и как следит за тобой.** – Екатеринбург: У-Фактория, 2004. – 432 с.

покой и угрожают безопасности личности.

Вопросы сохранения и использования конфиденциальной информации сегодня играют важную роль во взаимоотношениях как

между государством и его гражданами, так и на международной арене, более того, от их разрешения зависит развитие глобальной экономики. Поэтому темы, затронутые исследователем, актуальны не только для каждого из нас, но и для человечества в целом.

## тайны китайской души

В последние годы Китай активно вторгается в мировое экономическое пространство, а потому у европейцев проснулся интерес к этой стране, особенностям ее развития, этическим идеалам китайцев и их ментальности, основанной на познании Срединного пути.

В первой части монографии Тань Аошуана рассматривает китайскую модель мира, особенности восприятия пространства, времени, семантики чисел. Так, например, если в русском языке наречие «далеко» обозначает расстояния, то в китайском – время, необходимое для преодоления пути.

Второй раздел работы посвящен анализу культурных, этических и эстетических категорий, таких как любовь, отношения между человеком и природой, а также абстрактных понятий: душа, тоска и т.д. Ключевые по-

**Тань Аошуан. Китайская картина мира. Язык, культура, ментальность.** – М.: Языки славянской культуры, 2004. – 231 с.

нятия рассматриваются в рамках определенных семантико-ассоциативных полей, что позволяет автору показать все своеобразие китайской ментальности.

Таким образом, книга представляет собой уникальное исследование в области когнитивной (познавательной) лингвистики.



## опутанные сетью



**Кастельс М. Галактика Интернет: Размышления об Интернете, бизнесе и обществе.** – Екатеринбург: У-Фактория, 2004. – 328 с.

Монография М. Кастельса посвящена одному из ключевых событий в новейшей истории человечества – созданию Интернета. Всего несколько десятилетий назад никто не мог даже представить подобного способа общения и передачи информации в глобальных

масштабах. Если в 1995 г. в мире насчитывалось менее 10 млн. пользователей Всемирной Сети, то, по прогнозам, в 2005 г. их количество достигнет миллиарда. Эта система коммуникаций в определенном смысле породила особую культуру и новый тип взаимоотношений.

Когда появился Интернет? Кто его придумал? Как его можно использовать? Какое влияние он оказывает на экономику и общество? М. Кастельс исследует такие явления, как хакерство, электронный бизнес, виртуальные сообщества и т.д. Всемирную Паутину нельзя ни ограничить, ни запретить, но что будет, когда она опутает все сферы общественной и частной жизни? Не окажемся ли мы ее пленниками? На эти и многие другие вопросы пытается ответить автор книги.

## что такое симулякр?

Отделом литературоведения Центра гуманитарных научно-информационных исследований ИНИОН РАН подготовлен ряд изданий, знакомящий отечественного читателя с ведущими литературоведческими школами, теоретическими концепциями и работами западных специалистов. Сначала появился небольшой энциклопедический справочник «Современное зарубежное литературоведение», за ним последовала Энциклопедия, отражающая специфику различных литературоведческих направлений и содержащая сведения о наиболее ярких исследователях и их трудах. Многие непонятные и не ласкающие слух определения (например, «симулякр», «дискурс», «резом») получили в справочнике подробное и внятное объяснение.

Справочник позволяет проследить связи между отдельными понятиями и воспринять сложную панораму литературоведческой науки XX в. как единое целое.

**Западное литературоведение XX века: Энциклопедия.** – М.: Intrad, 2004. – 560 с.



Марк Фишетти

# СЕЗАМ, ОТКРОЙСЯ

Нажав кнопку на радиобрелке сигнализации, мы безошибочно найдем свой автомобиль на парковке. Как это происходит? Именно в этом мы и постараемся разобраться.

Большинство современных машин оборудовано электронной системой блокировки дверей. Микропроцессор автосигнализации использует технологию динамического кодирования. Изменение кода происходит при каждом нажатии на кнопку пульта дистанционного управления (см. иллюстрацию). По такому же принципу работают автоматические ворота гаражей. По мнению Фани Дюванхейдж (Fanie Duvanhave), специалиста компании *Microchip Technology*, основного производителя процессоров для автомобильных сигнализаций, за десять лет эксплуатации изделия зарекомендовали себя наилучшим образом.

Специалисты создают все более удобные и надежные системы безопасности.

При использовании пассивной электронной системы открытия дверей водителю достаточно приблизиться к автомобилю, нажать на ручку и дождаться, пока процессор в брелке или электронной карточке сверит код доступа с электронным устройством, после чего замок будет разблокирован.

Имобилайзер – еще одно из средств защиты автомобиля. Устройство состоит из электронного блока, установленного на транспортном средстве, и чипа, вмонтированного в ключ зажигания. Поворот ключа в замке зажигания обеспечит запуск двигателя лишь после того, как оба устройства обменяются кодами. Использование иммобилайзера в новых машинах европейского производства привело к снижению угонов на 50%.

Передача сигнала в двух вышеупомянутых системах осуществляется на частоте 125 кГц.

В США и Японии современные охранные системы используют для передачи кодированного сигнала частоту 315 МГц. Повышая рабочую частоту, производители электронных систем добились увеличения радиуса их действия. В Европе подобные устройства работают на частоте 433 МГц. По мнению сотрудника калифорнийской компании *Maxim Integrated Products* Алека Макдесиана (Alec Makdessian), европейские производители в ближайшем будущем перейдут на использование частоты 868 МГц, поскольку более низкие частоты уже заняты другими электронными устройствами. Ежегодно около 2 млн. автомобилей во всем мире оснащаются охранными электронными системами.

**1** Современные автомобильные противоугонные системы используют для кодирования сигнала 32-битный код, изменение которого происходит при каждом нажатии на кнопку, расположенную на пульте дистанционного управления.

**2** При нажатии на клавишу электронного брелка происходит передача 64-битного сигнала. Приемное устройство автомобиля получает полный пакет информации, включающий три кодированных сигнала. Если коды совпадают, автомобильный приемник принимает новый код, и только после этого команда выполняется. Система кодирования сигнала защищает его от злоумышленников, вооруженных радиосканером.



SAMUEL VELASCO: SOURCES: COLICRAFT, INC.; MAXIM INTEGRATED PRODUCTS

**АВТОМОБИЛЬНЫЕ ШИНЫ**

Низкое давление в шинах может стать причиной дорожно-транспортных происшествий. Недавно принятый в США федеральный закон обязывает производителей оснащать все новые модели датчиками давления в шинах. Уже сейчас такая система предлагается на рынке в качестве дополнительной опции. В колесо помещается датчик с радиопередающим устройством. При падении давления на 25% от номинала датчик передает сигнал на

контроллер, и на приборном щитке загорается предупреждающий сигнал.

**ГАРАЖИ**

Первые автоматические системы открытия гаражных дверей появились в 50-х гг., когда у системы дистанционного управления были две команды – «открыть» и «закрыть» и она работала на фиксированной частоте. В 70-х гг. появились электронные пульты с восемью клавишами, и у пользователя была возможность создать 256 секретных

комбинаций. Сегодня для этих целей используется 32-битный код, позволяющий создать единственный код из 4 млрд. комбинаций.

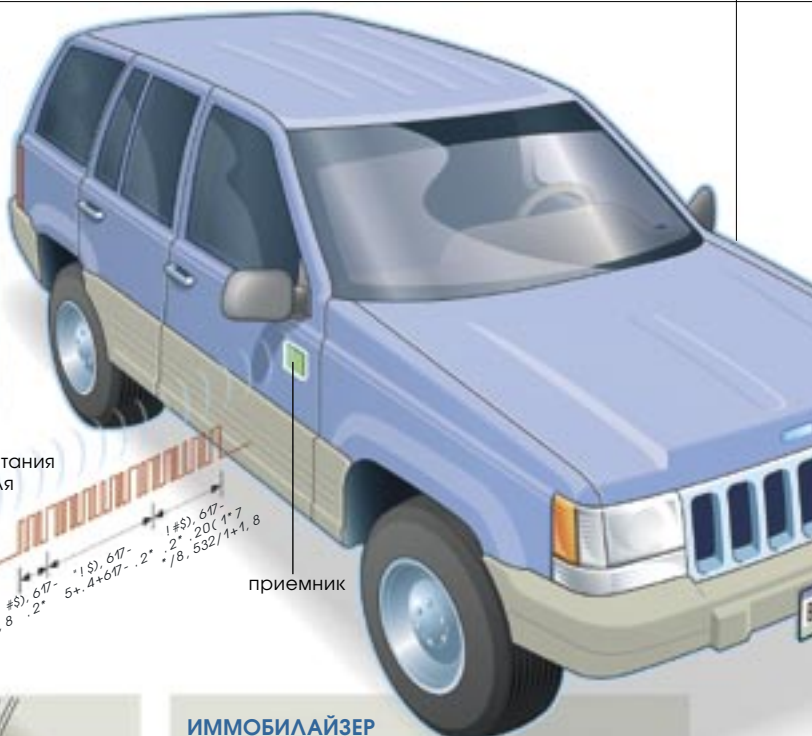
**ДОМА**

Вам больше не придется копаться в кармане или сумке и в кромешной тьме искать замочную скважину. В квартирах и домах все чаще используются электронные замки, состоящие из стационарного электронного блока с системой индикации и электронных ключей.

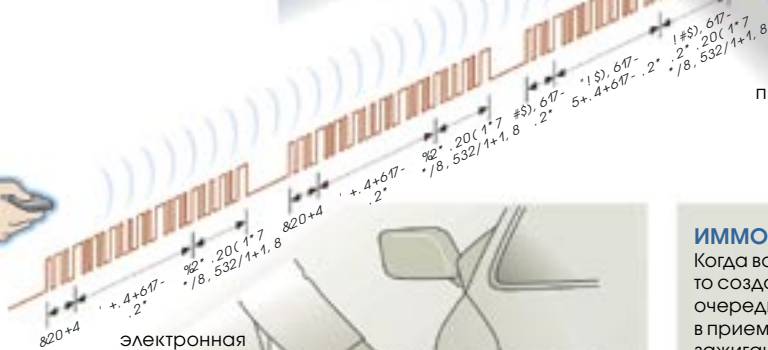
**3** При нажатии кнопки брелка вне радиуса действия передатчика происходит генерация нового кода, но информация об этом не доходит до автомобильного приемника. Поэтому, приближаясь к автомобилю, водитель вынужден нажимать кнопку брелка дважды, чтобы электронные устройства произвели согласование кодов и выполнили команды.



антенна  
микропроцессор  
система электропитания автомобиля



приемник



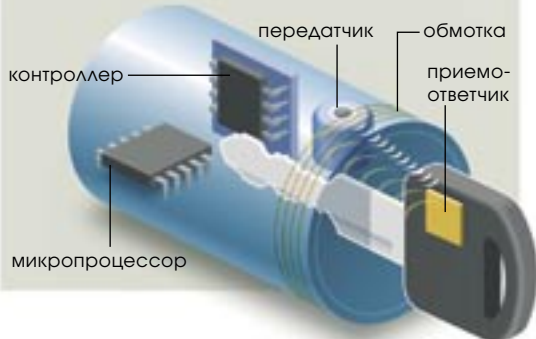
электронная карта

**ПАССИВНАЯ СИСТЕМА БЛОКИРОВКИ ДВЕРЕЙ**

Когда водитель, приближаясь к автомобилю, нажимает на ручку дверного замка, то автомобильный блок системы с помощью радиосигнала фиксирует наличие электронной карты. Затем происходит обмен кодированными сигналами и разблокировка замков.

**ИММОБАЙЗЕР**

Когда водитель вставляет ключ в замок зажигания, то создается магнитное поле, которое, в свою очередь, генерирует электрический ток в приемоответчике, вмонтированном в ключ зажигания. Микропроцессор системы зажигания передает кодированный сигнал, и в том случае, если он получает подтверждение от приемоответчика, производится запуск двигателя.





## почему пробки на дорогах иногда возникают без видимых причин?



Отвечает доцент факультета электронной и вычислительной техники Университета штата Огайо **Бенджамин Коифман** (Benjamin Coifman), который изучает особенности дорожного движения.

Водители, которые подъезжают к хвосту дорожной пробки, часто не видят, из-за чего она возникла, т.к. очередь застрявших машин растягивается на многие километры. Затор может быть вызван сужением

проезжей части из-за ДТП или из-за особенности дороги, например, крутого поворота, перед которым водителям приходится тормозить. Разница между пропускной способностью узкого места и «спросом» на проезд определяет скорость увеличения пробки. Хуже всего положение в самом ее хвосте, т.к. задержки из-за первоначального препятствия

здесь накапливаются, в частности, потому что машины, выезжающие с боковых ответвлений дороги, ухудшают ситуацию, занимая дополнительное место. По мере приближения к месту первоначального затора скорость движения в пробке увеличивается, и водители вполне могут проехать мимо, даже не заметив его истинной причины.

## почему появляются мешки под глазами?



Отвечает **Рода Нейринс** (Rhoda S. Narins), профессор дерматологии медицинского центра Нью-Йоркского университета и президент Американского общества дерматологической хирургии.

Кожа под глазами слишком тонкая а с возрастом она теряет упругость, кровеносные сосуды, расположенные в этом месте, приобретают фиолетовый оттенок. Кроме того, у некоторых людей пигментация данной

области обусловлена наследственностью. С годами жировая ткань набухает и возникает припухлость, а накапливающаяся в ней жидкость делает мешки под глазами более заметными. Причины могут быть различны: чрезмерное потребление соли, недостаток сна, аллергия и гормональные изменения, связанные с месячным циклом у женщин.

Чтобы избавиться от проблемных зон, под кожу вводят наполнитель, например, рестилан. Сразу же после процедуры слезная борозда разглаживается, а пигментация становится практически незаметной. Для разглаживания кожи применяют также углекислотный лазер, воздействие которого делает ее более упругой, утолщает и осветляет поверхность. При выраженной наследственной пигментации действительно хороших результатов можно достичь, применяя углекислотный лазер в сочетании с отбеливающими кремами. Хирург также может предложить пациенту блефаропластику (устранение излишков кожи в области век) и удаление жировой подушки под глазами.

Для того чтобы избежать хирургических операций, врачи рекомендуют воздерживаться от соленой пищи, накладывать на глаза холодные компрессы, спать на высокой подушке.

## как хакеры проникают в компьютер?

Отвечает **Жюли Райан** (Julie J.C.H. Ryan), доцент Университета Джорджа Вашингтона, соавтор книги «Защита цифровых активов от хакеров, взломщиков, шпионов и воров» (*Defending Your Digital Assets against Hackers, Crackers, Spies and Thieves*).

Чтобы проникнуть в компьютер, хакеры используют слабости оборудования и программного обеспечения, которые есть в любой вычислительной системе. Термин «хакер» (*hacker*) довольно противоречив: некоторые называют так тех, кто вторгается в компьютеры без злого умысла и помогает выявить слабые места в их защите. Людей, которые умышленно выводят вычислительные системы из строя, крадут или

уничтожают ценную информацию, обычно называют «взломщиками» (*crackers*). Я предпочитаю называть всех, кто получает несанкционированный доступ к компьютеру, незаконными пользователями (НП). Под проникновением чаще всего имеется в виду доступ к информации, хранящейся в компьютере; тайное использование его вычислительных возможностей (например, для рассылки спама) и перехват данных, передаваемых от одной вычислительной системы к другой.

Как же НП проникает в компьютер? Самый простой путь – расшифровать плохо продуманный пароль. Программы для взлома паролей всего за несколько минут распознают словарные слова, имена и общеизвестные фразы. Часто предпринимается так называемая словарная атака: каждое слово в словаре шифруется по алгоритму, который используется в атакуемой системе, и результат сравнивается с предварительно украденным зашифрованным паролем. Если пароль оказывается сложен, НП может пустить в ход свое техническое мастерство или попытаться украсть документацию по операционной системе.

Опытный НП может дистанционно узнать тип атакуемой системы, используя протокол передачи гипертекста (*http*), который используется службой Всемирной Паутины. Веб-серверы обычно фиксируют версию используемого пользователем браузера, и НП может воспользоваться этой информацией, чтобы атаковать его слабые места.

Разумеется, полностью защитить себя невозможно, но можно принять специальные меры по предупреждению несанкционированного доступа. Сначала следует убедиться, что установлены самые последние обновления операционной системы и прикладных программ. Кроме того, необходимо придумать сложный пароль из букв, цифр и специальных символов. Желательно также установить программу-брандмауэр, блокирующую поступление нежелательной информации из Интернета. Пользователи должны регулярно обновлять антивирусные программы и их антивирусные базы. В любом случае следует периодически выполнять резервное копирование важных данных, чтобы в случае чего их можно было восстановить.



## как образуются сокращенные названия элементов периодической таблицы менделеева?

Отвечает **Майкл Топп** (Michael R. Topp), профессор химии Пенсильванского университета.

Несмотря на то что некоторые из обозначений, встречающихся в периодической таблице элементов, могут показаться странными, на самом деле все они появились неслучайно. Например, символ для обозначения ртути – Hg – происходит

от латинского слова *hydrargyrum*, которое переводится как «жидкое серебро». Многие другие элементы, известные еще с античных времен, также имеют латинские названия.

Редкие или инертные газы были открыты гораздо позже и обычно имеют «классические» названия, произведенные от греческих слов. Например, ксенон (*xenon*, Xe) по-гречески означает «странник», а аргон (*argon*, Ar) значит «инертный», «неактивный». Гелий (*helium*, He) назван в честь греческого бога солнца Гелиоса.

Новые элементы получают искусственным путем, и открытие каждого из них требует подтверждения (см. «Острова стабильности», «В мире науки», №3, 2005 г.). Если оно получено, первооткрыватели могут предлагать свое наименование, которое официально утверждается совместно Международным союзом теоретической и прикладной химии (*International Union of Pure and Applied Chemistry*, IUPAC) и Международным союзом теоретической и прикладной физики (*International Union of Pure and Applied Physics*, IUPAP).

Предложение назвать стоодиннадцатый элемент рентгениумом (Rg) было, например, рекомендовано к принятию комитетом отдела неорганической химии IUPAC. В заключении комитета говорится: «Данное предложение продолжает давнюю традицию называть химические элементы в честь знаменитых ученых. В 1895 г. Вильгельм Конрад Рентген открыл излучение, названное его именем». В честь создателя таблицы химических элементов, Д.И. Менделеева был назван 101 элемент, менделеевий (Md), а имя известного русского физика И.В. Курчатова носит искусственный радиоактивный химический элемент курчатовий (Cu).

Элементы с большими атомными номерами, еще ожидающие своего открытия, получают условные названия, составленные из латинизированных атомных номеров. Элемент с номером 111 ранее был унунуниум, т.е. буквально «один-один-один» (Uuu), а элементу 112 дали временное наименование унунбийум (Uub).

Читайте в следующем выпуске журнала:

### САМЫЙ МАЛЕНЬКИЙ ЧЕЛОВЕК

Исчезающий вид бактерий

Как сохранить воспоминания

Атомные микросхемы

Нанотрубки в чистой комнате

Кто ищет, тот всегда найдет



# журнал «В МИРЕ НАУКИ»



## ГДЕ КУПИТЬ 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 Санкт-Петербурге, ЗАО «НЕВА-ПРЕСС», тел. (812) 324-67-40;

ООО «Заневская пресса» тел. (812) 275-07-21

■ 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, а также в ООО «Едиториал УРСС» по адресу: проспект 60-летия Октября, д. 9, оф. 203, тел./факс (095) 135-42-16.

## Как заказать/подписаться на журнал «В мире науки»:

1. Указать в бланке заказа/подписки те номера журналов, которые вы хотите получить и ваш полный почтовый адрес.
2. Оплатить заказ/подписку в отделении Сбербанка (для удобства оплаты используйте квитанцию, опубликованную ниже)
3. Выслать заполненный бланк заказа/подписки вместе с копией квитанции об оплате по адресу: 105005, г. Москва, ул. Радио, д. 22. Редакция Журнала «В мире науки». Бланк подписки можно отправить по электронной почте [distr@sciam.ru](mailto:distr@sciam.ru), или по факсу: 105-03-72.

### БЛАНК ЗАКАЗА

#### Бланк подписки

Я хочу подписаться на 6 номеров журнала «В мире науки» и плачу 390 руб. 00 коп.

Я хочу подписаться на 12 номеров журнала «В мире науки» и плачу 780 руб. 00 коп.

#### Адрес

ФИО \_\_\_\_\_  
 Индекс \_\_\_\_\_  
 Область \_\_\_\_\_  
 Город \_\_\_\_\_  
 Улица \_\_\_\_\_  
 Дом \_\_\_\_\_ Корп. \_\_\_\_\_ Кв. \_\_\_\_\_  
 Телефон \_\_\_\_\_  
 Дата рождения \_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/20\_\_\_\_

#### Бланк заказа

Я заказываю следующие номера журнала «В мире науки» (отметить галочкой):

- №1/\_\_\_\_  №7/\_\_\_\_  
 №2/\_\_\_\_  №8/\_\_\_\_  
 №3/\_\_\_\_  №9/\_\_\_\_  
 №4/\_\_\_\_  №10/\_\_\_\_  
 №5/\_\_\_\_  №11/\_\_\_\_  
 №6/\_\_\_\_  №12/\_\_\_\_

Всего \_\_\_\_\_ экземпляров.

Я заказываю полный комплект «В мире науки» за 20\_\_\_\_ г.

Цена одного номера журнала 65 руб.

ЗАО «В мире науки»  
 Расчетный счет 40702810100120000141  
 в ОАО «Внешторгбанк» г. Москва БИК 044525187  
 Корреспондентский счет 30101810700000000187  
 ИНН 7709536556; КПП 770901001

\_\_\_\_\_  
 Фамилия, И.О., адрес плательщика

Вид платежа	Дата	Сумма
Подписка на журнал «В мире науки» на _____ номеров		
Плательщик		

ЗАО «В мире науки»  
 Расчетный счет 40702810100120000141  
 в ОАО «Внешторгбанк» г. Москва БИК 044525187  
 Корреспондентский счет 30101810700000000187  
 ИНН 7709536556; КПП 770901001

\_\_\_\_\_  
 Фамилия, И.О., адрес плательщика

Вид платежа	Дата	Сумма
Подписка на журнал «В мире науки» на _____ номеров		
Плательщик		

## ОФОРМИТЬ ПОДПИСКУ 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).

