ежемесячный научно-информационный журнал

# В мире науки

scientific american

№6 2003

тема номера:

## Магнитары

Пейте на здоровье

Изобретательные машины

Самоубийства и биология: мозг-предатель

«Очевидное-невероятное» расы и метисы

ISSN 0208-0621

# ЗА ПРЕДЕЛЫ
## ОБЫДЕННОСТИ

САМАЯ СВЕЖАЯ ИНФОРМАЦИЯ
о последних достижениях
во всех областях науки и высоких технологий

**В МИРЕ НАУКИ**
scientific american
ежемесячный научно-информационный журнал

# содержание

ИЮНЬ 2003

## ГЛАВНЫЕ ТЕМЫ НОМЕРА


АСТРОФИЗИКА

26 **МАГНИТАРЫ**

Крисса Кувелиоту, Роберт Дункан, Кристофер Томпсон

*Некоторые звезды обладают настолько сильным магнитным полем, что, излучая вспышки электромагнитной энергии, изменяют квантовую природу вакуума*

36 **НОВЫЕ ЛИКИ НЕЙТРОННЫХ ЗВЕЗД**

Михаил Прохоров, Сергей Попов

НЕЙРОБИОЛОГИЯ

40 **БИОХИМИЯ САМОУБИЙСТВА**

Кэрол Эззел

*Похоже, близок к разгадке извечный вопрос: имеет ли склонность к самоубийству врожденную природу или же возникает в результате накопления горьких переживаний*

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

46 **ЭВОЛЮЦИЯ В МИРЕ ИЗОБРЕТЕНИЙ**

Джон Коза, Мартин Кин, Мэтью Стритер

*Алгоритмическое воплощение эволюционных процессов превращает обычный компьютер в заправского изобретателя*

ВООРУЖЕНИЕ

54 **ОРУЖИЕ СО СПУТНИКОВЫМ НАВЕДЕНИЕМ**

Майкл Путтре

*Новейшим пополнением американского арсенала стало исключительно точное ударное оружие*

ЭССЕ

64 **ТАРАКАНЫ В ГОЛОВЕ**

Роберт Сапольски

*Некоторые микробы способны управлять работой нервных сетей головного мозга гораздо искуснее, чем сами люди*

МЕДИЦИНА

68 **ПЕЙТЕ НА ЗДОРОВЬЕ**

Артур Клацки

*Умеренное употребление алкоголя положительно влияет на сердечно-сосудистую систему – подтверждают последние исследования*

АСТРОНОМИЯ

76 **ВЛАЖНЫЙ МАРС**

Леонид Ксанфомалити

*Обнаруженные на Марсе склоновые овраги носят явные следы водных потоков. Это кардинально меняет мнение о планете*

ОЧЕВИДНОЕ–НЕВЕРОЯТНОЕ

84 **РАСЫ И МЕТИСЫ**

*По следам передачи*

# в мире науки

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

**Главный редактор:** С. П. Капица
**Заместитель главного редактора:** В. Э. Катаева
**Ответственный секретарь:** О. И. Стрельцова
**Редакторы отделов:** А. Ю. Мостинская, В. Д. Ардаматская
**Редакторы:** Д. В. Костикова, А. А. Приходько
**Старший менеджер по распространению:** С. М. Николаев

**Научные консультанты:**
доктор биологических наук, профессор Л. А. Животовский
кандидат психологических наук М. С. Капица
доктор экономических наук, профессор М. В. Конотопов
доктор физико-математических наук М. Е. Прохоров

**Над номером работали:**
М. М. Агафонов, Е. В. Базанов, О. А. Василенко, А. Г. Гамбурцев, Л. А. Животовский, А. В. Зернов, Ф. С. Капица, Б. А. Квасов, Г. Н. Кричевец, Л. В. Ксанфомалити, Н. В. Макаров, И. В. Перевозчиков, С. Б. Попов, А. А. Рогова, И. Е. Сацевич, В. В. Свечников, А. А. Сорокин, П. П. Худолей, С. В. Шалманов, Н. Н. Шафрановская, Н. А. Шурыгина

**Корректура:** И. Е. Кроль
**Препресс:** P-studio

**Отпечатано** Федеральным государственным унитарным издательско-полиграфическим предприятием «Кострома» Заказ №2120

**Адрес редакции:**
105005 Москва, ул. Радио д. 22, к. 409
**Телефон:**
(095) 105-03-72, тел/факс (095) 105-03-83
e-mail: red_nauka@rosnou.ru



**© В МИРЕ НАУКИ РосНОУ, 2002**



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

**Тираж:** 15000 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.
Рукописи не рецензируются и не возвращаются.



## SCIENTIFIC AMERICAN

ESTABLISHED 1845

**Editor in Chief:** John Rennie
**Editors:** Mark Alpert, Steven Ashley, Graham P. Collins, Carol Ezzell, Steve Mirsky, Georg Musser
**Art director:** Edward Bell
**Publisher:** Bruce Brandfon
**Chairman emeritus:** John J. Hanley
**Chairman:** Rolf Grisebach
**President and chief executive officer:** Gretchen G. Teichgraeber
**Vice President and managing director:** Charles McCullagh
**Vice President:** Frances Newburg



© 2002 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


СКЕПТИК
18 **ДРЕЙФ ПАРАПСИХОЛОГИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ**
**Майкл Шермер**

ИННОВАЦИИ
20 **НЕУТИХАЮЩАЯ БУРЯ**

ПРОФИЛЬ
22 **РАЗМЫШЛЯЯ О РАСАХ**
**Салли Лерман**

МНЕНИЕ
24 **ГЕНЕТИЧЕСКИЙ АСПЕКТ ВОПРОСА**
**Лев Животовский**


## ОБЗОРЫ


ОТ РЕДАКЦИИ
3 **О ПОЛЬЗЕ ПРИВИВОК**

4 **50, 100 И 150 ЛЕТ ТОМУ НАЗАД**

6 **НОВОСТИ И КОММЕНТАРИИ**
- В поисках марсианской воды
- Невод для автомобиля
- Не так хорошо лекарство, как его малюют
- Сердечный секрет аквариумной рыбки
- Гигантские квантовые кошки
- Письмена великих вождей
- Веруем в Господа

80 **КНИЖНОЕ ОБОЗРЕНИЕ**

ТЕХНИЧЕСКИЕ НЮАНСЫ
90 **САМОСТОЯТЕЛЬНЫЕ ПЫЛЕСОСЫ**
*Где же долгожданная армия домашних роботов-помощников?*

ПУТЕШЕСТВИЕ
92 **ПРИЧУДЛИВЫЕ КОНСТРУКЦИИ И МАЯТНИК ФУКО**

ГОЛОВОЛОМКА
94 **ПЯТЬ НАДЕЖНЫХ СИГНАЛЬНЫХ РАКЕТ**
*Подбираем качественное снаряжение*

95 **СПРОСИТЕ ЭКСПЕРТОВ**
*Почему у одних кариес возникает чаще, чем у других? Почему снежинки имеют симметричную форму?*

# О ПОЛЬЗЕ ПРИВИВОК

Прививки по-прежнему остаются наиболее эффективной мерой предупреждения эпидемиологических заболеваний во всем мире. Однако многие родители отказываются вакцинировать своих детей, что делает их беззащитными перед опасными заболеваниями из-за недоверия к препаратам ртути, содержащимся в вакцинах.

Американская статистика показывает, что за последнее десятилетие количество заболеваний аутизмом утроилось. Первые симптомы недуга проявляются в возрасте около двух лет, вскоре после того, как большинство детей прививаются от кори, коклюша и других болезней. Многие родители связали заболевание с тимеросалом – соединением ртути, применяемым во многих вакцинах в качестве консерванта (тимеросал применяется уже около 60 лет и предотвращает заражение вакцин бактериями и микроорганизмами, особенно во вскрытых мультидозных флаконах).

Недоверие усилилось, когда в Америке был принят закон об общественной безопасности, куда вкралась поправка, освобождающая фармакологические компании от прямых гражданских исков по вопросу о том, являются ли добавки к их вакцинам причиной аутизма у детей.

В 1999 г. в Америке впервые были приняты рекомендации по использованию тимеросал-содержащих препаратов, поскольку вакцинация теоретически может поднять уровень ртути в детском организме выше допустимого. Однако за последние годы научных доказательств этому получено не было, хотя медицинские учреждения целенаправленно изучали вероятность взаимосвязи между использованием тимеросал-содержащих вакцин и таких расстройств, как аутизм, гиперактивность, задержка речевого развития и т.д. Рекомендательный комитет ВОЗ по безопасности вакцин организовал обзор имеющейся по данному вопросу информации и подтвердил, что определенных свидетельств причинно-следственной связи между тимеросалом и заболеваниями нервной системы не существует, а потому нет необходимости в изменении действующих параметров иммунизации.

Подобные исследования проводились и в России, в том числе специалистами НИИ вакцин и сывороток им. Мечникова РАН. Важно, что ни одна из «живых» вакцин, включая коревую, корь-паротит-краснушную, ОПВ, против желтой лихорадки, БЦЖ, не содержит тимеросал. Нет его в мультидозных флаконах АКДС, дифтерийно-столбнячной и столбнячной вакцин. В качестве консерванта вакцин используют и другие химические соединения, такие как 2-феноксиэтанол, но тимеросал признан наиболее эффективным. Тем не менее поиск альтернативных вариантов продолжается, в частности, существует возможность комбинировать несколько вакцин в одном флаконе. При этом тимеросал консервирует сразу несколько вакцин и попадает в организм ребенка в минимальных дозах.

Риск побочных эффектов от применения тимеросала невелик, никаких реальных нарушений, кроме аллергии (кожная сыпь), до сих пор не наблюдалось. Количество препарата в вакцинах ничтожно, кроме того, тип ртути в тимеросале не идентичен тому, который вызывает серьезные отравления. Ртуть в молекуле тимеросала связана с другими химическими веществами и не может свободно вступать в реакцию с человеческим организмом.

Озабоченность в связи с применением тимеросала основана на теоретическом риске и не подтверждается научными данными, несмотря на тщательный анализ имеющейся информации. С другой стороны, эпидемиологические исследования свидетельствуют о значительном и реальном риске смерти и осложнений от управляемых вакцинами инфекций для не привитых детей. Выгоды вакцинации современными препаратами перевешивают потенциальную опасность от попадания в организм минимальных количеств ртути. Поэтому совет родителям – продолжайте прививать своих детей. ■

**Страх перед прививками** – результат предвзятого общественного мнения.

SATURN STILLS/SPL/PHOTO RESEARCHERS, INC.

# 50, 100, 150 ЛЕТ НАЗАД

Комплексообразование • Лошадиный прародитель • Китайский сыр •

## ИЮНЬ 1953

**«СЫВОРОТКА ПРАВДЫ».** «Исследователи из Йельского университета пришли к выводу: применение «сыворотки правды» (натрия амитал) в ходе уголовных расследований не всегда приводит к желаемому результату. Клинические данные указывают на то, что субъектам с устойчивой психикой удается скрыть правду даже под влиянием препаратов, а неврастеники зачастую признаются в действиях, к которым они не имеют никакого отношения». ■

**КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЕ.** «Сегодня одно из наиболее прибыльных направлений химической промышленности, основанное на производстве нестандартных соединений, имеющих широкий спектр применения (снижение жесткости воды или растворение камней в почках). Комплексообразующие соединения способны присоединять и удерживать ионы металлов. Известно, что водопроводная вода содержит растворенные соли железа. Домашние хозяйки знают, как трудно с ними бороться. Железо образует желтые пятна ржавчины в ванной, изменяет вкус чая. Но если в воду добавить химическое соединение *EDTA*, то ржавые пятна исчезнут. Смягчение воды – одно из направлений использования *EDTA*-комплексов». ■

## ИЮНЬ 1903

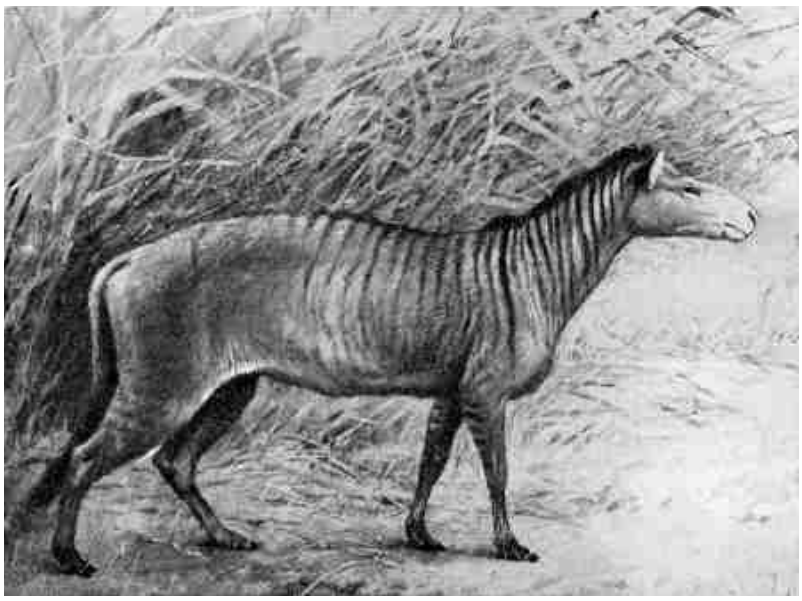
**ПРОИСХОЖДЕНИЕ ЛОШАДИ.** «Сотрудники палеонтологического отделения Американского музея истории естествознания, под руководством профессора Генри Озборна (Henry F. Osborn) подготовили материал об эволюции лошади. Предки современного скакуна жили более 3 млн. лет назад, были похожи на лису, ростом чуть больше 40 см. Исследовательский материал базируется на данных экспедиции, которая обнаружила останки первых лошадей. Раскопки проводились в течение полугода. Акварельный рисунок Чарльза Найта (Charles R. Knight) воссоздает ее облик» (см. рис.). ■

**ОТ ЧУДА К ХЛАМУ.** «Колесо обозрения, развлекавшее публику на Чикагской выставке 1893 года, продано на аукционе за $1.800 (в том числе двигатели, паровые котлы и прочее). Сооружение колеса обошлось в $362 тыс. Известно также, что $300 тыс. составляет долговое обязательство перед владельцами колеса, как и еще $100 тыс. долга» ■

## ИЮНЬ 1853

**РОГ ИЗОБИЛИЯ.** Как сообщает газета *Sacramento Union*, река Сакраменто кишит лососем, в противном случае при таких ежедневных темпах ловли его количество должно было бы уменьшиться. По заверениям опытных рыболовов, рыба не иссякает, и сокращения численности не ожидается, при том, что отловом лососевых занимаются 600 человек, выуживая ежедневно по 2 000 штук, т.е. на каждого приходится по 3 рыбины в день». ■

**НОВОСТИ О ТО-ФУ.** «Китайцы готовят легуминовый сыр, в состав которого входит горох под названием «Тао-фу», продаваемый на улицах Кантона. В ходе приготовления сыра земляной горох варится до однородной консистенции, что вызывает отделение крахмала от казеина. После чего для сгущения в массу добавляют гипс. Продукт доводят до состояния кислого молока, в него добавляют соль и помещают под пресс в формочки». ■



**EXTINCT EOHIPPUS (ископаемая примитивная лошадь).**
Чарльз Найт (Charles R. Knight), 1903.

Организатор:

ЭКСПОЦЕНТР

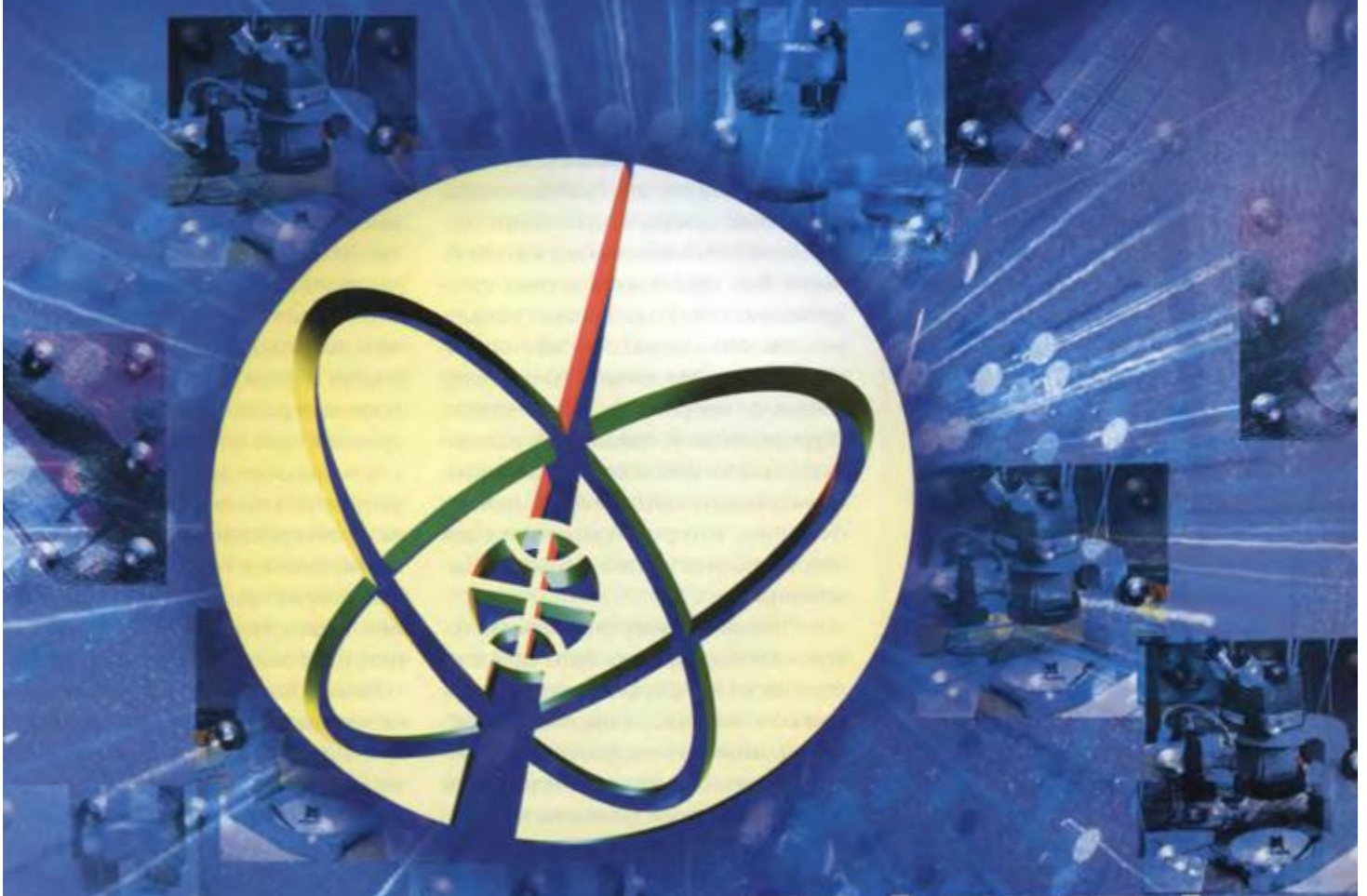
Москва, Россия

**20 - 24 октября 2003 г.**

При поддержке:

Министерства промышленности,
науки и технологий РФ,
Российской академии наук

Выставочный комплекс
ЗАО "Экспоцентр"
на Красной Пресне



# НАУКА. НАУЧНЫЕ ПРИБОРЫ 2003

**7-я международная выставка новейших технологий и приборов для научных исследований**

Россия, 123100, Москва, Краснопресненская наб., 14, ЗАО "Экспоцентр", фирма "Межвыставка".
Дирекция выставки "Наука. Научные приборы"
Тел.: (7 095) 255 37 35, 205 65 54 Факс: (7 095) 205 60 55, 256 50 17
Интернет: http//:www.expocentr.ru E-mail: mezvist@expocentr.ru, voronin@expocentr.ru

# буря ПЕРЕД ЗАТИШЬЕМ

## Существуют ли опасные для жизни нокаутирующие газы?

**Даниэл Дюпон**

### ПРИКАЗАНО НЕ ВОЛНОВАТЬСЯ

В 80-х и 90-х гг. работа над седативными средствами велась в отделе по химической защите министерства обороны США в Эджвуде, штат Мэриленд. Их использование неоднократно обсуждалось в генеральном штабе министерства обороны США. Имеются сведения, что в мае 2000 г. Пентагон возобновил работы по созданию «нокаутирующих» химических веществ.

**ПРЕДПОЛАГАЕМЫЕ КАНДИДАТЫ:**

- Бензодиазепины
- Альфа$_2$-адреностимуляторы
- Стимуляторы дофаминовых D 3 рецепторов
- Селективные ингибиторы обратного захвата серотонина
- 5-HT$_{1A}$-стимуляторы (5-HT – это гидрокситриптамин или серотонин)
- Стимуляторы опиатных μ-рецепторов
- Средства для нейролептанестезии
- Блокаторы рецепторов кортиколиберина
- Блокаторы холецистокининовых рецепторов типа B

**Москва, 26.10.02 г.** Офицер выносит потерявшего сознание человека после штурма ДК на Дубровке.

4 ноября прошлого года Совет по военно-морским исследованиям *NASA* призвал ученых заняться усовершенствованием успокаивающих средств, применяющихся для нейтрализации агрессивно настроенных групп людей. Отчет о положении дел в этой области был представлен весьма своевременно: девятью днями раньше российский спецназ провел операцию по освобождению 700 зрителей мюзикла «Норд-Ост», захваченных террористами. К сожалению, использованный во время штурма аэрозоль, по-видимому, содержавший опиоид фентанил, который применяется для анестезии, унес жизни более 100 заложников.

В США разработка специальных успокаивающих средств была приостановлена в 1997 г. с принятием Конвенции по химическому оружию. Однако угроза мирового терроризма заставляет вернуться к этим исследованиям и обратить особое внимание на некоторые «нокаутирующие» газы. Трагедия на Дубровке подтверждает правильность такого решения.

В результате исследований, проведенных в Пенсильванском университете, ученые пришли к выводу, что создание не опасных для жизни успокаивающих средств вполне возможно. Поэтому нужно продолжать работы по их поиску. Это должны быть простые в применении средства, обладающие быстрым, но кратковременным и обратимым действием. В числе наиболее перспективных были названы транквилизаторы, анестетики, миорелаксанты, опиоидные анальгетики, анксиолитики, антипсихотики (нейролептики) и антидепрессанты. Особое внимание следует обратить на диазепам (валиум) и дексмедетомидин. Решено отказаться от веществ, провоцирующих судороги и сильных наркотиков, вызывающих привыкание.

Многое зависит от способа применения препаратов и дозировки: если газ вдувается в здание через вентиляционную систему, как это было в Москве, то часть людей неизбежно получит слишком высокие дозы. Особенно опасен в этом отношении фентанил, поскольку разница между той концентрацией, при которой он оказывает успокаивающее действие, и предельно допустимой концентрацией очень мала. Более приемлемыми являются бензодиазепины, в том числе валиум (их используют при анестезии, для лечения тревожных состояний и бессонницы), но они действуют медленнее.

Не все ученые разделяют оптимизм своих пенсильванских коллег: существует мнение, что подобные вещества не могут быть совершенно безопасными, их применение всегда чревато человеческими жертвами.

Уменьшить число пострадавших помогает незамедлительное лечение. Возможно, московские врачи попросту не знали, какой именно газ был применен, поэтому принятые меры оказались неэффективными. Впрочем, российские власти отвергают подобные упреки и заявляют, что противоядие было приготовлено заранее и использовалось своевременно.

Так или иначе, большая часть заложников была освобождена, и неизвестно, каковы были бы масштабы трагедии, если бы правоохранительные органы отказались от применения усыпляющих средств. ■

DMITRY LOVETSKY AP Photo

# РЕЛИГИЯ В АМЕРИКЕ

## Американцы переоценивают свою религиозную активность.

**Роджер Дойл**

Кто верит в Магомета,
кто – в Аллаха, кто – в Исуса,
кто ни во что не верит,
даже в черта, назло всем...

*В. В. Высоцкий*

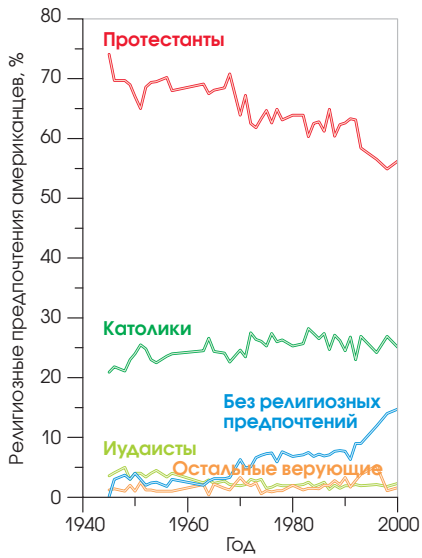
Когда-то считалось, что развитие науки и образования приведет к упадку религии. Но хотя регулярно посещают церковь немногие, американцы остаются одной из самых религиозных наций: США занимают первое место среди западных стран по уровню активности прихожан.

Протестантство с конца Второй мировой войны переживает упадок. Отчасти это объясняется снижением рождаемости: с начала XX в. протестантки стали принимать более деятельное участие в планировании семьи. К тому же, в отличие от евангелистов, уделяющих большое внимание спасению «заблудших душ», протестанты не столь энергично привлекают новых сторонников. Тем не менее основные протестантские конфессии (епископальная, конгрегационалистская, пресвитерианская и квакерская церкви) по-прежнему имеют серьезное влияние в банковской сфере, бизнесе, политике и искусстве. Протестантов в США больше, чем католиков и иудаистов вместе взятых.

Католицизм за последние 30 лет завоевал сердца приблизительно четверти американцев. Этому способствовал более высокий естественный прирост в семьях католиков, а также высокий уровень католического образования. По мнению аналитиков, прихожан привлекает многовековой опыт, традиции и высокий авторитет католической церкви. Однако громкий скандал вокруг священника-педофила нанес ощутимый удар по ее репутации: проведенный в июне 2002 г. опрос общественного мнения показал, что 22% католиков всерьез задумались о своей принадлежности к этой религии.

Сокращение сторонников иудаизма после Второй мировой войны вызвано спадом рождаемости и браками с представителями других религиозных конфессий. Тем не менее иудаизм (6 млн. верующих) наряду с мусульманством (1,9 млн. верующих) остается одной из самых массовых нехристианских религий. В США проживают также 1,5 млн. буддистов и около 1 млн. индуистов.

В 90-х гг. значительно возросло число американцев без каких-либо религиозных предпочтений. Покидая родительский очаг, молодые люди часто отворачиваются от веры и вновь обретают ее уже после создания семьи. За последние 30 лет число граждан, не связывающих себя с религией, возросло на 2–6%, но лишь треть из них действительно можно назвать атеистами. ■




*ИСТОЧНИК: Национальный центр США по изучению общественного мнения.*

**ВОСКРЕСНЫЕ ПРОПОВЕДИ**

Утверждают, что посещают церковь:
- по крайней мере раз в неделю: 24–30%
- реже чем раз в неделю: 54–58%

Действительно посещают церковь:
- по крайней мере раз в неделю: 14–17%
- менее чем раз в неделю: 32–34%

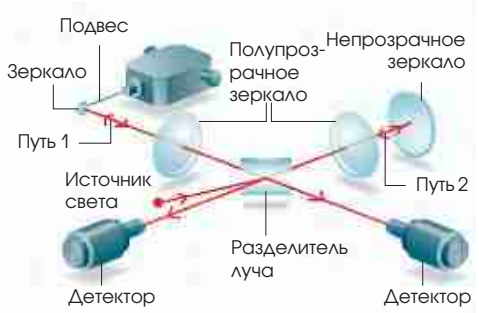
Опрашиваемые обычно переоценивают свою религиозную активность на 70%.

RODGER DOYLE

# КРУПНОМАСШТАБНАЯ суперпозиция

## Шредингеровская кошка не дает покоя физикам.

Чарльз Чой




У каждой кошки есть 9 жизней, но только шредингеровская может быть сразу и живой, и мертвой. Причудливые законы квантовой механики позволяют объекту пребывать в двух различных состояниях одновременно до тех пор, пока некоторое возмущение не свернет эту суперпозицию в одно из них. Пока такое поведение удавалось пронаблюдать лишь на примере одиночных частиц – фотонов или электронов. Ведь большую систему очень трудно сохранить в невозмущенном состоянии.

И вот физики придумали, как создать шредингеровскую кошку размером с клетку живой ткани – ничтожную для человеческого глаза, но гигантскую по меркам квантового мира. Сначала Роджер Пенроуз (Roger Penrose) из Оксфорда предложил схему космического эксперимента с использованием спутников. Однако его коллега из Калифорнийского университета в Санта-Барбаре Дирк Баумейстер (Dirk Bouwmeester) показал, что через несколько лет технологический уровень позволит поставить аналогичный опыт в лабораторных условиях.

Установка представляет собой своего рода интерферометр. Излучаемый источником света фотон попадает на лучерасщепляющий кристалл и продолжает движение в одном из двух равновероятных направлений, устремляясь в один из двух отражательных резонаторов. Испытав несколько отражений, он в конце концов вылетает обратно к лучерасщепителю и направляется в сторону детектора. В результате фотон оказывается сразу в двух состояниях, соответствующих одновременному распространению двумя различными путями (поскольку априори не известно, по какому из них он пришел к детектору).

Одно из зеркал интерферометра может свободно колебаться на подвесе, достаточно чувствительном, чтобы зарегистрировать удар фотона. После взаимодействия с квантом света оно будет находиться в суперпозиции колебательных состояний в течение примерно миллисекунды. Об этом будет свидетельствовать интерференционная картина, сформированная фотоном, двигавшимся по двум путям одновременно.

Сверхвысокая чувствительность – основное требование к установке, разрабатываемой Уильямом Маршаллом (William Marshall) и Кристофом Саймоном (Christoph Simon) из Оксфорда. Чтобы среагировать на толчок фотона, зеркало должно быть чрезвычайно маленьким – толщиной не более 10 мкм (примерно в 10 раз тоньше человеческого волоса) и весом всего 5 нг ($5 \cdot 10^{-9}$ г). Для минимизации паразитных колебаний температура не должна превышать абсолютный ноль более чем на несколько миллионных градуса, а чтобы соударения с атомами не перекашивали зеркало на подвесе, в ходе эксперимента должен поддерживаться сверхвысокий вакуум. Современный технический уровень позволяет выдержать требуемые температуру и вакуум, а вот обеспечить необходимую миниатюрность зеркала и подвеса пока затруднительно.

Баумейстер полагает, что в будущем такое зеркало можно будет изготовить на углеродной нанотрубке – прочном, но чрезвычайно маленьком стержне. Он считает, что осуществление крупномасштабной суперпозиции состояний поможет усовершенствовать квантовые компьютеры, в которых каждая частица одновременно представляет и ноль, и единицу. ■

### СТАВКА НА СУПЕРПОЗИЦИЮ

Роджер Пенроуз из Оксфорда считает, что строение всего сущего не позволяет крупным объектам долго находиться в суперпозиции состояний. Присутствие тела одновременно в двух местах предполагает две различные структуры пространства и времени. Чем больше энергии требуется для поддержания такого раздвоения реальности, тем короче период его существования. Электрон может находиться в суперпозиции состояний миллионы лет, а нечто большее чем пылинка – не более секунды.

Предложенный опыт с зеркалами не решит проблемы: для обеспечения режима, при котором будет достигнут предельный размер шредингеровской кошки, понадобится в 100 тыс. раз большая масса. Похоже, придется ставить эксперимент с привлечением искусственных спутников Земли, разнесенных на большие расстояния.

SAMUEL VELASCO

# ОСТОРОЖНО: ЛЕКАРСТВА!

## Не следует слишком доверять фармацевтическим компаниям.

**Ганджен Синха**

Продвижение на рынок новых лекарств превратилось в спорт – так считает Питер Лурье (Peter Lurie), член вашингтонской общественной группы *Public Citizen*. В последнее время настороженность подобных организаций весьма обоснована. По словам Лурье, сегодня фармацевтические компании полностью контролируют свои исследования и зачастую манипулируют данными или утаивают невыгодные для них результаты.

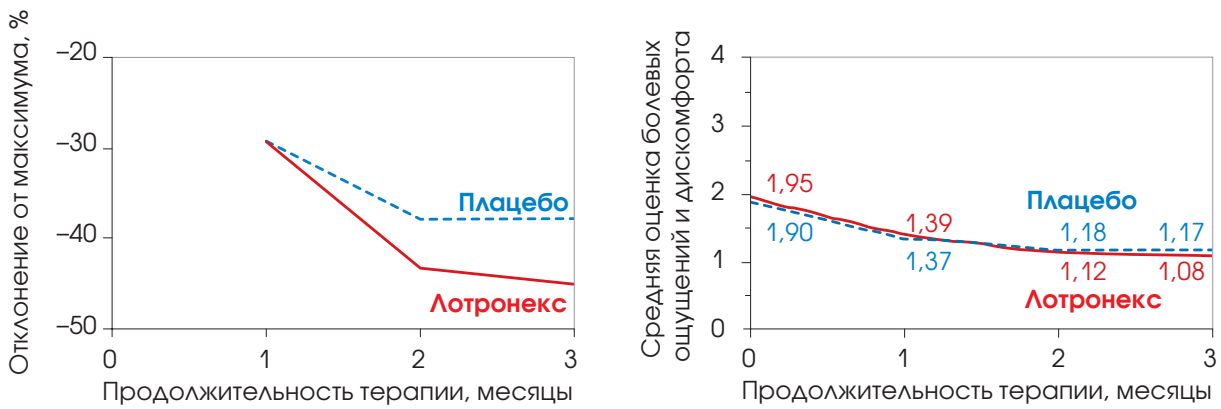
Два года назад Управление по контролю за продуктами и лекарствами (*FDA*) одобрило производство лотронекса (гидрохлорида алосетрона) – препарата, предназначенного для лечения слизистого колита. По данным клинических испытаний, опубликованным в журнале *Lancet*, у 41% женщин, принимавших новое средство, отмечалось некоторое улучшение, как, впрочем, и у 29% пациенток, получавших плацебо.

По мнению Лурье, эти выводы крайне обманчивы. Во-первых, на приведенном графике указаны не абсолютные значения измеряемых величин, а относительные. Создается иллюзия, что препарат весьма эффективен. Лурье привел удачную аналогию: «Иисуса предали 8% апостолов, а именно лишь один из 12». Во-вторых, не были представлены данные о первом месяце наблюдений, когда препарат и плацебо действовали одинаково. Группа *Public Citizen* направила в *Lancet* новый график, построенный с использованием абсолютных значений величин и свидетельствующий о сомнительной эффективности лекарства.

Майкл Кэмиллери (Michael Camilleri), руководивший исследованиями в Рочестерской клинике «Майо» (штат Миннесота), отверг все обвинения, заявив: «Подобное представление результатов – общепринятая практика для серьезных научных журналов. Данные четко указывают на высокую эффективность препарата после приема в течение двух-трех месяцев».

Есть и другая общепринятая практика – замалчивание нежелательных результатов. «Это недопустимо для научных публикаций, – заявляет Боб Гудман (Bob Goodman), основатель нью-йоркского издания *No Free Lunch*, занимающегося разоблачением маркетинговых уловок фармацевтических компаний. – Как врач может назначать то или иное лекарство, если его производитель утаивает важнейшую информацию?»

Показательный пример – скандал вокруг ингибиторов *Cox-2*, разрекламированных в качестве безопасной




**КРИВЫЕ ГРАФИКИ**

Лотронекс (алосетрон) выглядит гораздо эффективнее плацебо, если на графике отмечать относительное отклонение измеряемой величины от максимума (слева). Но стоит только перестроить кривые с использованием абсолютных значений, и эффективность лекарства сразу становится весьма сомнительной – никакой разницы между действием нового препарата и плацебо не наблюдается (справа). Оба графика опубликованы в журнале Lancet.

JOHNNY JOHNSON

## НОВОСТИ ОДНОЙ СТРОКОЙ

«Экстремалы» у нас в желудке: бактерия Helicobacteria pyroli, вызывающая образование язв, использует в качестве источника энергии водород, а не углеводы, как большинство бактерий.

Science,
19 ноября, 2002 г.

Встревоженные показаниями детектора радиации, стражи порядка дважды обыскали одного из авиапассажиров. Однако выяснилось, что чувствительная аппаратура среагировала на самого подозреваемого, проходящего курс лечения радиоактивным йодом. Впредь таким пациентам будут выдавать специальные справки и круглосуточный номер телефона лечащего врача.

Journal of the American Medical Association,
4 декабря, 2002 г.

Составлена первая точная карта генома мыши. Его составляют 30 тыс. генов, 99% которых имеют гомологи в геноме человека.

Nature,
5 декабря, 2002 г.

альтернативы нестероидным противовоспалительным средствам, таким как ибупрофен. В 2001 г. объем продаж одного из таких ингибиторов, целебрекса, достиг колоссальных размеров – $3 млрд. А в прошлом году в *The Washington Post* появилась статья о том, что компания *Pharmacia*, производящая препарат, обнародовала результаты только первых шести месяцев испытаний. И неспроста: данные за следующие полгода показали, что у пациентов, принимавших целебрекс, язва желудка возникала не реже, чем у тех, кто принимал ранее выпускавшиеся лекарства. В свое оправдание представители *Pharmacia* заявили, что результаты, полученные за последние шесть месяцев, слишком противоречивы, чтобы их опубликовать.

Ходят слухи, что *FDA*, как ни странно, проявляет все большую благосклонность к фармацевтическим компаниям. История с лотронексом подлила масла в огонь. Препарат поступил на рынок в феврале 2000 г., и вскоре Полу Столли (Paul D. Stolley) из Мэрилендского университета было поручено проанализировать его побочное действие. Тогда-то и начала вырисовываться удручающая картина: каждый день в больницах оказывались все новые пациенты, принимавшие лотронекс, при том, что их недуг никогда не приводил к госпитализации, не сопровождался прободением толстой кишки и не был смертельно опасен.

В ноябре 2000 г. в печати появилось сообщение о 49 случаях ишемических колитов и трех летальных исходах в результате приема лотронекса, и его производитель *GlaxoSmithKline* отозвал препарат из аптек. Однако спустя несколько месяцев компания обратилась в *FDA* с просьбой разрешить ей вернуть препарат в торговую сеть, ссылаясь на многочисленные обращения больных слизистым колитом. Понимая, что отрицательные последствия применения лотронекса с лихвой перекрывают его сомнительные преимущества, Столли сильно встревожился, однако сотрудникам управления запретили обсуждать с ним этот вопрос, несмотря на то, что в течение последних 30 лет он был консультантом *FDA*. «Не я один выступал против лотронекса, но всех остальных попросту запугали», – пояснил Столли.

Бытует мнение, что *FDA* стало снисходительно относиться к фармацевтическим фирмам после того, как в 1992 г. был принят закон, согласно которому компании должны выплачивать управлению по $500 тыс. за каждый одобренный препарат. Подобные взносы покрывают почти половину затрат *FDA* на испытание новых лекарств.

«Я потрясен: наше руководство не дрогнуло даже после того, как стали известны случаи подтасовки данных и замалчивания негативных результатов. Похоже, управлению удобнее сотрудничать с компаниями, чем с собственным персоналом», – с горечью замечает Столли. Сейчас лотронекс продают только по рецепту врача, а пациент обязан письменно подтвердить, что он осведомлен о возможных негативных последствиях применения препарата. Что ж, по крайней мере, теперь больные идут на риск сознательно. ■

Те, кто непосредственно проводит испытания новых лекарственных препаратов, могут и не знать о манипулировании результатами исследований. По данным журнала New England Journal of Medicine, только в 1% контрактов между фирмами-производителями и научно-исследовательскими учреждениями есть пункт, согласно которому каждый, кто участвует в исследованиях, имеет полный доступ к информации. Менее 1% контрактов гарантируют, что результаты вообще будут опубликованы.

# ПИСЬМЕНА ДРЕВНЕЙ АМЕРИКИ

**Филипп Ям**

На ольмекской печати (справа) изображена птица, которая, по всей видимости, говорит: «Царь Аджо Третий».

Недавно на побережье Мексиканского залива неподалеку от Табаско (Мексика) были найдены фрагменты древней ольмекской печати, датируемой 650 г. до н.э. На ней изображена птица, из клюва которой вылетают слова: «Царь Аджо Третий». У ольмеков сочетание «Аджо Третий» обозначало как дату священного 260-дневного календаря, так и имя правителя, родившегося в этот день. Поскольку новая находка на 250 лет старше, чем все ранее обнаруженные индейские письмена, ученые склонны считать надпись на ней образцом ранней мезоамериканской письменности, которую впоследствии унаследовали и легендарные майя. Однако некоторые антропологи полагают, что символы на печати – не изображения слов, а просто рисунки. Артефакты были подробно описаны в журнале *Science* 6 декабря 2002 г. ■

# ПОРТАТИВНЫЙ ХОЛОДИЛЬНИК

**Тарик Малик**

Похоже, вскоре портативные компьютеры перестанут обжигать колени своих владельцев. Майкл Райтли (Michael Rightley) из Национальной лаборатории в Сандии изобрел новую систему охлаждения: вытравленные в медном радиаторе канальцы глубиной 60 мкм заполняются метанолом, который используется в качестве теплоносителя. Детали компьютера нагревают жидкость, она испаряется и отводит тепло к внешней стороне радиатора. Здесь газ охлаждается, снова конденсируется и по капиллярам возвращается в горячую зону. Обычно для отвода тепла используют массивную металлическую пластину, рассеивающую до 100 Вт тепловой мощности с 1 см$^2$ охлаждаемой поверхности. Современные микросхемы выделяют примерно в два раза меньше тепла, однако недалек тот день, когда электроника потребует жидкостного охлаждения. ■

CHRISTOPHER VON NAGY

# просто сеть

**Фил Скотт**

Черно-белая кинохроника времен Второй мировой войны. На авианосец садится подбитый военный самолет, еще немного – и он вдребезги разнесет истребители, стоящие в конце взлетной полосы. Избежать катастрофы удается лишь благодаря стальной сети, установленной на палубе. Когда в 1993 г. Мэтью Гелфанд (Mathew Gelfand) просматривал эти кадры, у него возникла прекрасная идея: использовать сеть для остановки автомобилей и предотвращения столкновений с поездами и аварий на перекрестках. Так появился дорожный барьер *GRAB*. Он напоминает теннисную сетку, изготовленную из кевларовых нитей и прикрепленную к двум металлическим стойкам. По сигналу от сенсорных датчиков или по команде оператора барьер, спрятанный в траншее шириной 5 см, разворачивается менее чем за 3 сек. Как и во времена Второй мировой, кинетическая энергия пойманной «добычи» поглощается гидравлическими поршнями, установленными в стойках.

**ГУТТАПЕРЧЕВЫЙ «ПОЛИЦЕЙСКИЙ»**
Эластичная кевларовая сеть останавливает автомобиль, не нанося ему серьезных повреждений.

Получив от властей штата Нью-Йорк $650 тыс., изобретатель основал компанию, занимающуюся установкой новых барьеров на перекрестках, железнодорожных переездах, мостах, в тоннелях и при въездах на территорию правительственных объектов. Испытания показали, что сеть способна остановить автомобиль массой 800 кг, движущийся со скоростью 70 км/ч. Тормозной путь при этом составляет всего 4 м, а машина практически не страдает.

В декабре прошлого года первый экземпляр *GRAB* был установлен перед въездом на авианосец *Intrepid* ВМФ США, превращенный в плавучий музей Второй мировой войны. ■

# журчат ли на Марсе ручьи?

**Сара Грэхэм**

Споры о том, есть ли на Марсе вода в жидком состоянии, продолжаются. Ученые из Колорадского университета в Боулдере и представители *NASA* пришли к выводу, что суровый марсианский климат почти всегда был сухим и холодным. Плеск воды слышался здесь миллиарды лет назад, когда метеоритные атаки сопровождались обжигающими ливнями, которые порой затягивались на десятилетия. По подсчетам специалистов, удар небесного тела размером 250 км эквивалентен взрыву нескольких миллионов мегатонн тротила. Высвобождаемой энергии вполне достаточно, чтобы растопить полярные ледяные шапки и выбросить в атмосферу такое количество воды, которого хватило бы на 16 м осадков. Скорее всего, жизнь просто не успевала развиться за время этих непродолжительных наводнений. Ученые из Аризонского университета считают, что на Марсе и сейчас есть жидкая вода. По их мнению, темные штрихи на поверхности планеты – не что иное, как следы гидрологической активности. Даже в условиях низких температур и давлений сильно соленая вода может оставаться в жидком состоянии и, стекая по склонам, оставлять характерные, хорошо различимые следы. ■

UNIVERSAL SAFETY RESPONSE, INC.

# ЛЕД и ПЛАМЯ

Сара Симпсон

Джон Макленнан (John Maclennan) и его коллеги из Парижского института геофизики раскрыли тайну внезапного пробуждения древних исландских вулканов. По мнению французских ученых, всему виной чрезвычайно быстрое таяние ледяного панциря километровой толщины, который покрывал остров еще 10 тыс. лет назад. Анализ лавовых потоков того периода показал, что ослабление давления на горячий внешний слой мантии способствовало плавлению породы и выходу ее на поверхность. В результате в последующие полторы тысячи лет после отступления ледника вулканическая активность возросла в 100 раз. Статья об этом открытии была опубликована 5 ноября 2002 г. в журнале *G3* (*Geochemistry, Geophysics, Geosystems*). ■

# РЕГЕНЕРАЦИЯ СЕРДЕЧНОЙ МЫШЦЫ

Сара Симпсон

Поврежденная сердечная мышца человека никогда не восстанавливается полностью – на ней остаются рубцы. Неведомый людям секрет исцеления известен одному из обитателей обычного аквариума. Кеннет Посс (Kenneth D. Poss), Линдси Уилсон (Lindsay G. Wilson), Марк Китинг (Mark T. Keating) из Медицинского института Говарда Хьюза обнаружили, что ткани сердечной мышцы рыбки-зебры регенерируются сами собой. Через два месяца после удаления у взрослой особи 20% сердца, оно восстанавливает исходные размеры и бьется как ни в чем ни бывало. Под микроскопом можно разглядеть, что вначале рана покрывается соединительной тканью, а затем начинается пролиферация мышечных клеток, и рубец исчезает. Выявив гены, ответственные за регенерацию ткани у рыбы (такие гены есть и у человека), можно будет разработать методику восстановления сердечной мышцы после инфаркта миокарда. ■

HRAFNSSON GUSLI EGILL Corbis Sygma (top); MARK SMITH PHOTO RESEARCHERS, INC. : KENNETH D. POSS, LINDSAY G. WILSON AND MARK T. KEATING (bottom inset)

# ЦВЕТНОЕ безумие

## Сложные географические карты требуют более четырех цветов.

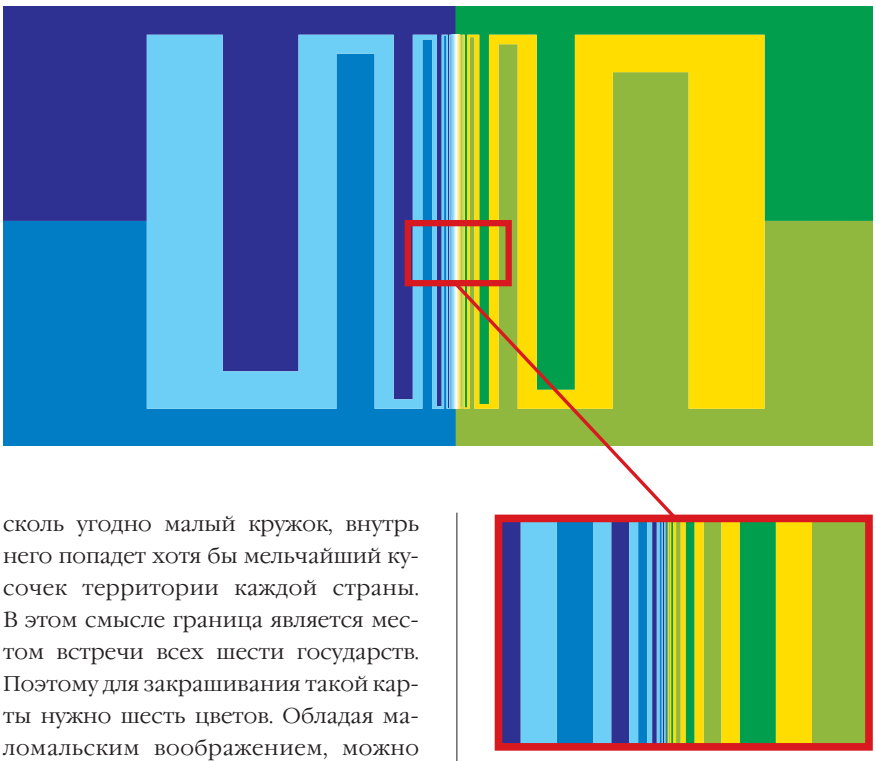
**Джордж Массер**

Наукой правит закон сохранения трудности. Труднее всего найти ответы на самые простые вопросы; чтобы получить более легкий ответ, вы должны задать более сложный вопрос. Математическая теорема четырех цветов – вопиющее доказательство этого закона. Достаточно ли будет четырех цветов для изображения государств на плоской карте, так чтобы никакие соседние страны не оказались окрашены в один и тот же цвет? Ответ – да. Но чтобы это доказать, потребовалось столетие, а описание доказательства заняло 50 страниц, не считая сотен страниц дополнительного материала.

Более сложные варианты теоремы доказать легче. Скажем, всего на одной странице можно показать, что для карты на поверхности тора нужно максимум семь цветов. Самый последний пример нетрадиционной картографии приводит философ Хад Хадсон (Hud Hudson) в своей статье в одном из номеров *American Mathematical Monthly*. Он рассматривает гипотетический остров прямоугольной формы, на котором расположены шесть стран. Четыре из них занимают углы, а две представляют собой буферные государства в форме зигзагов. По мере того как зигзаги идут от окраин острова к середине, их размер изменяется: ширина каждого последующего витка вдвое меньше, чем предыдущего. Когда они сужаются до ничтожно малой ширины, несметное число их оказывается прижато друг к другу.

В результате государственная граница, подходящая к середине острова, становится кошмаром для топографа. Если вокруг любой ее точки начертить сколь угодно малый кружок, внутрь него попадет хотя бы мельчайший кусочек территории каждой страны. В этом смысле граница является местом встречи всех шести государств. Поэтому для закрашивания такой карты нужно шесть цветов. Обладая маломальским воображением, можно придумать карты, для которых потребуется любое число красок.

Стандартная теорема четырех цветов определяет границы стран в соответствии со здравым смыслом и не охватывает такие экзотические случаи, как приведенный Хадсоном. Но в статьях для широкой публики это замечание зачастую опускается. «Популярная формулировка: каждую политическую карту можно изобразить с помощью четырех цветов – будет неверной, если ее не уточнить должным образом», – поясняет Робин Томас (Robin Thomas) из Технологического института штата Джорджия, один из авторов более короткого доказательства данной теоремы – всего на 42 страницах. ■



Чтобы раскрасить эту карту, требуется шесть цветов.

HUD HUDSON Western Washington University

# премия «ГЛОБАЛЬНАЯ ЭНЕРГИЯ»

## Награждение лауреатов пройдет 15 июня в Санкт-Петербурге.

**Алла Рогова**

В Москве были объявлены первые лауреаты премии «Глобальная энергия». Международный комитет по присуждению премии рассмотрел 5 работ, представленных экспертной комиссией, которые оценивались по следующим категориям: научная ценность, практическая значимость, важность для развития энергетической отрасли. Премиальный фонд в 2003 году составил $900 000 и будет поделен между лауреатами поровну.

Премии удостоены Ник Холоньяк (США) «за основополагающий вклад в создание силовой электроники и изобретение первых полупроводниковых светодиодов в видимой области спектра» и Геннадий Андреевич Месяц (Россия) с Яном Дугласом Смитом (США) «за фундаментальные исследования и разработку мощной импульсной энергетики».

Международная премия «Глобальная энергия» – новая научная награда за выдающиеся теоретические, экспериментальные и прикладные исследования, разработки, изобретения и открытия в области энергии и энергетики. Право выдвигать номинантов в этом году получили 400 специалистов из разных стран мира, в том числе и 160 российских ученых. На конкурс были представлены 40 работ.

Идея учреждения премии выдвинута группой российских ученых во главе с нобелевским лауреатом Ж. И. Алферовым, поддержана научным сообществом, крупнейшими энергетическими компаниями – ОАО «Газпром», РАО «ЕЭС России» и НК «ЮКОС» и находится под патронатом Президента России В. В. Путина.

Ник Холоньяк – выдающийся ученый и инженер, профессор Иллинойсского университета, член *NASA* и Национальной инженерной академии США. Он внес решающий вклад в создание кремниевых *p-n-p-n* ключей и управляемых кремниевых выпрямителей (тиристоров). Их применение позволяет добиться значительной экономии энергии, поэтому примерно 30% всей электроэнергии, вырабатываемой в мире, проходит через эти приборы.

Другое изобретение Холоньяка – полупроводниковые светодиоды в видимой области спектра. Эти экономичные, надежные, имеющие большой срок службы приборы должны постепенно заменить лампы дневного света. «Это одно из ключевых изобретений, открывающих путь к поиску новых способов продуктивного энергосбережения», – отметил председатель экспертной комиссии академик В. Е. Фортов.

Академик РАН Геннадий Андреевич Месяц и старший научный сотрудник *Titan Pulse Sciences Division* Ян Дуглас Смит открыли новое направление – мощную импульсную энергетику. Благодаря их исследованиям стала возможна коммутация сложных токов при мегавольтных значениях напряжения, был создан целый ряд мощных прерывателей тока, разработаны конструкции трансформаторов, позволяющих исключить потери энергии на линиях электропередач. Эти исследования и разработки позволили создать ряд уникальных установок и приборов, широко используемых в России и за рубежом.

Г. А. Месяц – известный ученый, доктор технических наук, профессор, академик и вице-президент РАН, лауреат многих премий. Он впервые разработал мощные коммутаторы мегавольтного диапазона на основе газового разряда, а также создал целый ряд мощных прерывателей тока. В 1966 г. Г. А. Месяц открыл явление взрывной эмиссии электронов, которое позволило извлекать сверхбольшие токи из металлов. Впервые было реализовано генерирование мощного микроволнового излучения в миллиметровом и сантиметровом диапазоне волн. На основе разработок Геннадия Месяца был налажен серийный выпуск мощной высоковольтной коммутационной аппаратуры.

Ян Дуглас Смит – лауреат премии им. Эрвина Маркса и премии Международного агентства по атомной энергии (МАГАТЭ). Ему принадлежит ряд выдающихся достижений в сфере мощной импульсной энергетики. Он участвовал в конструировании многих крупных систем сильноточной энергии, в частности, имитатора гамма-излучения «Аврора», одного из первых многотерраватных генераторов «Питон».

По мнению председателя Международного комитета по присуждению премии академика Ж. И. Алферова, «лауреаты премии 2003 года – блестящие ученые и яркие личности, великолепные физики». «Мы намеренно приняли решение в первый год вручения премии отметить тех ученых, чья научная деятельность имела и имеет поворотное значение как для минувшего века, так и для исследований ближайшего будущего, – отметил Жорес Иванович Алферов. – Разработки этих ученых действительно открывают перед человечеством новые возможности». ■

# СЛОВО О РОССИЙСКОЙ НАУКЕ

17 апреля 2003 г. в Малом зале Государственной думы состоялись слушания по проблеме «Роль науки в современном мире и ее влияние на развитие России». В заседании приняли участие Председатель Государственной думы Федерального собрания Российской Федерации Г. Н. Селезнев, заместитель председателя Комитета Государственной думы по образованию и науке О. Н. Смолин, президент ОАО «Туполев», генеральный конструктор И. С. Шевчук, известные отечественные ученые, академики А. С. Бугаев и Ю. А. Рыжов, а также главный редактор журнала «В мире науки» профессор С. П. Капица.

Выступая перед собравшимися, Г. Н. Селезнев, в частности, заявил: «Россия – великая научная держава, она не может быть в стороне от современной научной информации. Мы живем в динамичном, изменяющемся мире, который вместе с тем не является хаосом, а подчинен определенным закономерностям. Установлению этих закономерностей призвана служить наука, которая, активно вторгаясь в реальные процессы общественной жизни, сама интенсивно развивается.

Вряд ли кто усомнится в том, что по значимости изменений, произошедших с человеком и обществом, никакой век не сравнится с минувшим. В XXI веке нам, похоже, предстоит жить в новом – информационном – обществе. Обусловили эту, поистине глобальную перемену два основных фактора: образование и наука, которые, в свою очередь, не могут существовать без постоянной информационной подпитки.

Сейчас число публикаций по научно-технической проблематике сократилось почти на 60%, разрушена система распространения научной литературы информационного характера. Значительная часть научной периодики и книжной продукции малодоступна.

Негосударственный вуз Российский новый университет и профессор С. П. Капица взялись возобновить издание научно-информационного журнала «В мире науки», который призван внести достойный вклад в преодоление информационной изоляции отечественной науки и образования, стать источником оперативной, актуальной и достоверной информации для образованного читателя, который сам сможет формировать представление о тех или иных проблемах. В то же время данный журнал – это уникальная мировая трибуна, дающая возможность отечественным ученым обнародовать свои достижения».

Далее перед участниками собрания выступил профессор С. П. Капица, который рассказал о значении журнала «В мире науки» (*Scientific American*), выходящего сегодня на 12 языках. Главная ценность издания в комплексном взгляде на состояние науки в мире. Это своего рода вклад в решение проблем информационного обеспечения науки.

Главное на сегодня – это востребованность российской науки у нас в стране, потому что в противном случае мы, во-первых, будем «скармливать» наших ученых другим странам, а во-вторых, оставим собственную страну без будущего. Нельзя вообразить развитие цивилизации без развития науки и передовых технологий.

К сожалению, наши СМИ, особенно телевидение, уделяют мало внимания проблемам науки в нашей стране. Россия по существу осталась без научно-популярной информации. А между тем данная проблема исключительно важна, поскольку речь идет о борьбе за умы нашей молодежи. Это уже не только образовательный, но и политический вопрос, вопрос культурного единства нашей страны, без которого невозможно вообразить русскоязычное политическое образование. Одна из основных задач – формирование научного мировоззрения. Сейчас налицо определенный мировоззренческий кризис: старая идеология рухнула, новая не появилась. Как она будет зарождаться, какими силами? Роль СМИ в данном вопросе исключительно важна.

CREDIT

Журнал «В мире науки» стремится хотя бы отчасти наполнить образовавшийся информационный вакуум.

Далее выступавшие затронули вопрос о нынешнем положении науки и ее востребованности в системе высшего образования. Отмечалось, в частности, дальнейшее сокращение расходов на науку и зарплаты ученых. Была также затронута проблема массового выезда российских ученых за рубеж. Российский Фонд фундаментальных исследований подсчитал, что только за первую половину 90-х гг. страну покинуло не менее 80 тыс. ученых, причем прямые потери бюджета при этом составили около $60 млрд.

В ходе дискуссии выступавшие выразили обеспокоенность тем, что Минфин планирует сократить на миллиард финансирование системы образования, а недостаточная материальная база системы высшего образования приводит к тому, что уровень специалистов, выпускаемых российскими вузами, не соответствует требованиям общества, бизнеса, экономики. Поток выезжающих на обучение за границу за два года увеличился в три раза, а вывоз из России капитала на цели образования составил более $5 млрд. в год. Таким образом, мы не только «экспортируем» своих ученых, но и финансируем развитие образовательных систем других государств.

Ректор Российского нового университета, профессор В. А. Зернов отметил, что, вопреки всему, мы по-прежнему готовим почти половину физиков и математиков *bi*-класса во всем мире, а наше высшее образование остается концептуально лучшим. ■

# Возрождение традиций

**Алла Рогова**

12–19 июля 2003 года на ВВЦ состоится IX Международная выставка молодежных научно-технических проектов «Экспо-Наука 2003» (*ESI* 2003), организованная Международным движением научно-технического досуга (МИЛСЕТ) и правительством Москвы.

В связи с этим мэрия Москвы провела торжественный прием для представителей дипломатических миссий в Москве. С российской стороны на приеме присутствовали: заместитель мэра Москвы И. Н. Орджоникидзе, руководитель Департамента международных связей правительства Москвы Г. Л. Мурадов, руководитель Департамента экономического сотрудничества МИДа РФ А. Л. Кондаков, и.о. генерального директора ГАО ВВЦ А. В. Юрченко, Генеральный комиссар ЭКСПО-Наука 2003, первый заместитель генерального директора ГАО ВВЦ М. Х. Мусаев.

Сегодня одна из главных задач, стоящих перед организаторами выставки, – привлечение зарубежных участников. От имени Ю. М. Лужкова уже направлены личные послания мэрам столиц и крупных городов мира с приглашением молодежным делегациям. В ЮНЕСКО состоялись консультации о возможности проведения выставки под эгидой этой авторитетной международной организации.

Московская выставка – это продолжение традиций проведения международных молодежных форумов. На ВВЦ будут продемонстрированы лучшие научно-технические идеи и интеллектуальные разработки детей и молодежи. Организаторами продумана яркая, содержательная программа. Для участия в торжественном открытии в качестве почетных гостей планируется пригласить всемирно известных общественных и политических деятелей, бизнесменов, ученых, лауреатов Нобелевской премии. Церемония закрытия завершится веселым молодежным балом.

И. Н. Орджоникидзе сказал: «Эта выставка – событие международного масштаба. Хотя мы и растеряли многие замечательные традиции, но именно Россия имеет право и потенциал для ее проведения. Мы были родоначальниками выставок научно-технического творчества молодежи, проводившихся вплоть до 1989 года и возобновившихся два года назад. «ЭКСПО-Наука 2003» призвана собрать энтузиастов и дать новый импульс научно-техническому движению молодежи России.

Русский человек всегда чувствовал потребность что-то изобретать, творить. На мой взгляд, именно так можно прийти к национальной идее. Если обратиться к истории, то становится очевидным – мы создали многое из того, что сегодня составляет гордость мировой цивилизации.

Выставка может послужить мощным импульсом для отечественного научно-технического движения, которое несколько замедлилось в последнее десятилетие. В противном случае процесс развития России остановится на уровне «купил–продал» и притом не свое, а чужое. Мы будем гордиться большими объемами товарооборота, а не тем, сколько нашего труда вложено. Вот это заставляет серьезно задуматься».

Дополнительная информация на сайте: **www.moscow-esi2003.org** и по телефону исполнительной дирекции «ЭКСПО-наука 2003»: 748-34-48.

# дрейф ПАРАПСИХОЛОГИИ

## Почему большинство ученых не верят в телепатию и другие парапсихологические явления.

**Майкл Шермер**

На протяжении всего XIX в. теория эволюции опиралась лишь на предположения и домыслы, пока Чарльз Дарвин и Альфред Уоллес не доказали, что механизмом эволюции человека является естественный отбор.

В 1915 г. Альфред Вегенер предложил теорию дрейфа материков. Но большинство ученых не признавали ее вплоть до 1960-х г., когда были открыты срединно-океанические хребты, геомагнитная структура которых соответствовала перемещению литосферных плит, а сама тектоника плит предопределяла их движение.

*Факты и теория.* Доказательства и механизм – основа любой науки. Без фактов и доказательств не могут существовать ни теория, ни механизм. В свою очередь, последние без первых бесцельно дрейфуют в бескрайнем море науки.

Вот уже более 100 лет звучат доводы в пользу существования парапсихологических явлений. В конце XIX в. некоторые организации, например Общество психических исследований, начали изучать сверхъестественные явления с помощью научных методов. Эти работы получили поддержку таких ученых с мировым именем, как Уоллес (отношение Дарвина было весьма скептическим). В XX в. парапсихологические явления периодически становились предметом серьезных научных исследований, начиная с экспериментов Джозефа Райна (Joseph B. Rhine), проведенных им в 1920-х г. в Университете Дьюка, и заканчивая опытами Дэрила Бема (Daryl J. Bem) из Корнуэллского университета в 1990-х г.

В январе 1994 г. в солидном научном журнале *Psychological Bulletin* была опубликована статья Бема и его коллеги Чарльза Хонортона (Charles Honorton), парапсихолога из Эдинбургского университета, под названием «Существуют ли парапсихологические явления? Доказательства существования аномальных процессов передачи информации». Подвергнув метаанализу 40 опубликованных исследований, авторы обнаружили, что «высокий уровень воспроизводимости результатов, полученных с помощью методики ганцфельд (*от ganzfeld (нем.) – пустое, гомогенное зрительное поле*), говорит о том, что подобные явления заслуживают внимания широкого круга специалистов-психологов». (Метаанализ – статистический прием, позволяющий объединить данные различных исследований и воссоздать эффект в целом, даже если в отдельных экспериментах были получены статистически незначимые результаты; методика ганцфельд состоит в следующем – реципиент находится в помещении в условиях полной сенсорной изоляции; его глаза закрыты половинками шариков для игры в настольный теннис, а в наушниках он слышит белый шум; в другой комнате находится отправитель, который посылает реципиенту зрительные образы.)

Несмотря на то, что были получены доказательства возможности передачи зрительных образов от одного человека к другому (35% «посланных» образов реципиентами воспроизводились правильно, 25% угадывались случайно), Бем и Хонортон с сожалением отметили, что «большинство психологов не признают существование парапсихологических явлений, связанных с передачей информации и энергии (телепатия и другие формы экстрасенсорного восприятия), которые на сегодняшний день не могут быть объяснены известными физическими и биологическими законами».

Почему все-таки ученые упорствуют? Бем известен в научных кругах как добросовестный экспериментатор, к тому же он представил статистически значимые результаты. Разве получение новых фактов и доказательств не предполагает смены представлений? Скептическое отношение научного сообщества к паранормальным явлениям объясняется тем, что отсутствует как сама возможность повторить эксперимент и воспроизвести полученные ранее данные, так и жизнеспособная теория.

*Результаты.* Метаанализу и технике ганцфельд был брошен вызов. Рей Хайман (Ray Hyman) из Орегонского университета показал, что многие эксперименты, в которых использовалась эта методика и которые Бем анализировал как идентичные, на самом деле отличались именно в методическом плане. Он указал также на недостатки якобы произвольного порядка передачи зрительных образов реципиенту. Ричард Уайзман (Richard Wiseman) из Хертфордширского университета в Англии провел свой метаанализ, изучив материалы более 30 экспериментов, и не обнаружил доказательств существования парапсихологических явлений.

*Теория.* Основная причина, заставляющая ученых сомневаться в существовании паранормальных явлений, – отсутствие теории, объясняющей их механизм. Пока не будет получено внятного объяснения, как происходит передача информации от отправителя к реципиенту, скептицизм ученых будет оставаться единственной адекватной реакцией. ■

BRAD HINES

# ESI 2003 Moscow

**С 12 по 19 июля в Москве на территории ВВЦ пройдет IX Международная выставка «ЭКСПО-Наука 2003». Ее девиз – «Судьба планеты в руках молодых». На выставке будут представлены детские и молодежные научно-технические проекты и открытия. В рамках выставки пройдет Международный конгресс «Молодежь. Наука. Общество» с участием известных ученых. На конгрессе будет обобщен опыт работы российских и зарубежных ассоциаций научно-технического досуга, молодежных и студенческих научных обществ.**

«ЭКСПО-Наука 2003» в Москве – это продолжение традиции проведения всемирно известных международных форумов, которые организует Международное движение научно-технического досуга (МИЛСЕТ). Оно было учреждено в 1987 году в Квебеке (Канада) в ходе I Международной выставки детских и молодежных научных проектов «ЭКСПО-Наука». Сегодня МИЛСЕТ содействует развитию научной культуры, объединяя научные молодежные организации, научные ассоциации, центры досуга более 80 стран мира. Движение содействует развитию научной культуры во всем мире, организуя выставки, фестивали и праздники науки.

За прошедшие с момента возникновения МИЛСЕТ 15 лет состоялось 8 всемирных (*ESI*) и 4 европейских (*ESE*) выставки.

Участниками IX Международной выставки «ЭКСПО-Наука 2003» могут стать молодые люди в возрасте от 7 до 23 лет, увлекающиеся наукой и техникой, чьи проекты выставлялись на городских или районных конкурсах. Проект может представлять собой оригинальную идею, технологию или изобретение.

Чтобы стать участником выставки, необходимо, не позднее 25 мая 2003 года, отправить бланк заявки на адрес исполнительной дирекции «ЭКСПО-Наука 2003». Дополнительную информацию можно найти на сайте: **www.moscow-esi2003.org** или по телефону: 748-34-48.

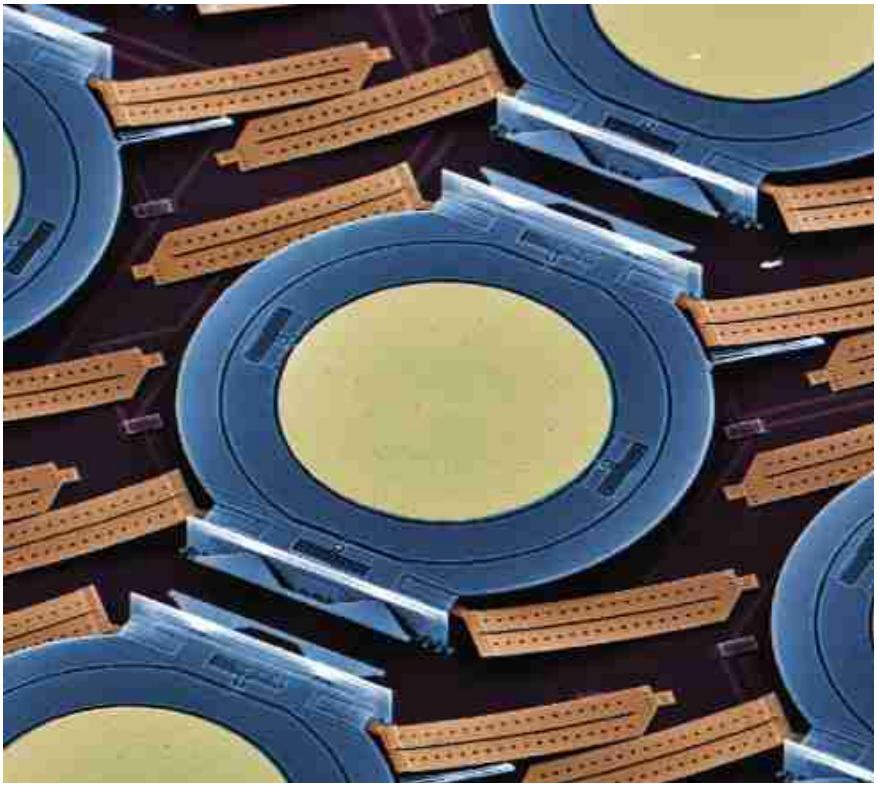
# НЕ УТИХАЮЩАЯ буря

Bell Labs переживает самый тяжелый кризис за всю свою 78-летнюю историю.

**Гэри Стикс**

Физик Дэвид Бишоп (David Bishop), специалист в области конденсированных сред, лидер *Bell Labs*, занимавшийся экспериментами в области высокотемпературной сверхпроводимости, занялся разработкой коммерческих проектов. В середине 90-х гг., когда усиливалось внимание к исследованиям, ориентированным на рынок, Бишоп руководил группой, которая изготавливала микроэлектромеханические системы (МЭМС) с микрозеркалами, изменявшими направление распространения оптических сигналов. Он возглавил команду, создавшую устройство *LambdaRouter* – коммутатор, способный принимать сигнал из одного оптического волокна и направлять его в сотни других каналов сети.

Коммутатор, способный управлять десятью триллионами битов (10 Тбит), стал образцом новаторства лаборатории. Однако летом 2002 г., когда спад в телекоммуникационной отрасли привел к резкому сокращению спроса на новые каналы дальней оптической связи, *LambdaRouter* пропал с рынка. Бишоп назвал финансовый коллапс, произошедший за последние два года в телекоммуникационной отрасли, настоящей трагедией.



Микрозеркальные оптические переключатели фирмы Bell Labs пропали с рынка во время кризиса.

С отделением в 1984 г. *Bell Labs* от *AT&T* вопрос о том, сможет ли команда ученых и инженеров, создавшая транзистор и лазер и открывшая дробный квантовый эффект Холла, выжить без покровительства монополии, возникал постоянно. Компания обратилась к рыночным приоритетам с переходом влияния от *AT&T* к компании *Lucent*, от которой впоследствии отпочковались подразделения микроэлектроники, волоконной оптики и бизнес-сетей.

В результате штат *Bell Labs Research* – основного ядра фундаментальных исследований компании – уменьшился с 1200 (1997 г.) до 500 человек. В 2001 г. отделение *Bell Labs Research* в Силиконовой долине, просуществовавшее три года, было закрыто. Штат самой родительской *Bell Labs*, включающей в себя отделение развития бизнеса компании *Lucent*, сократился с 24 тыс. (1999 г.) до 10 тыс. человек. Общие расходы на НИОКР упали с $3,54 млрд. в 1999 финансовом году до $2,31 млрд. в 2002 финансовом году, хотя их доля в сократившихся доходах компании даже выросла.

Нынешний кризис, усугубленный рядом ошибок высшего руководства *Lucent*, стал самым тяжелым за всю историю лабораторий, основанных

в 1925 г. Интересно, сохранятся ли фундаментальные исследования в *Bell Labs*, поскольку обоснование их существования постепенно растрачивалось? В частности, выделение отдела микроэлектроники компании *Lucent* в 2001 г. в самостоятельную компанию *Agere Systems* поставило под вопрос существование группы физических наук, которая была основой всего научно-исследовательского подразделения. «Сегодня деятельность *Bell Labs Research* не соответствует планам *Lucent* на будущее, и все идет к тому, что подразделение будет распущено», – сказал венчурный капиталист Грег Блондер (Greg Blonder), проработавший в *Bell Labs* 15 лет.

## Смогут ли выжить фундаментальные исследования, если Lucent постоянно получает финансовые удары?

Физики, материаловеды, химики, математики, инженеры и биологи, входящие в состав ядра исследовательской компании, стали более тесно сотрудничать с разработчиками продуктов. С начала 90-х гг. руководство лабораторий борется за изменение умонастроений специалистов в области фундаментальных наук, которые привыкли витать в облаках. Однако официальные заявления о сотрудничестве *Bell Labs* с бизнесом никогда не делались так регулярно, как сегодня.

После приостановки работы над устройством *LambdaRouter* Бишоп руководил несколькими мелкими проектами, включая разработку метода автоматической сборки компонентов оптических систем. Компания *Lucent* пытается продвигать свою интеллектуальную собственность. Некоторые правительственные организации и *Ford Motor Company* заинтересовались изобретенными в *Bell Labs* лазерами на каскадах переходов в качестве химических датчиков. А опыт химика мирового уровня Эльзы Рейхманис (Elsa Reichmanis), которая проработала в *Bell Labs* около 15 лет, создавая химикаты для производства полупроводников, оказался ненужным после отделения *Agere*. Сегодня Рейхманис руководит командой, которая предлагает ноу-хау и патенты *Lucent* компаниям *Du Pont* и *Sarnoff Corporation* для разработки дисплеев на органических светодиодах.

Несмотря на то, что прикладные исследования стали приоритетными, фундаментальные исследования не прекратились. «Мы и сегодня занимаемся научной работой», – говорит Бишоп. Практические приложения стали полезны для научной работы. Так, разработка алгоритмов для беспроводных сетей помогла разрешить некоторые теоретические вопросы. Разработки Бишопа с коллегами в области МЭМС привели к созданию датчика для измерения квантовомеханического эффекта, известного под названием силы Казимира. Специалисты из различных областей могут договориться о сотрудничестве, встретившись в кафетерии, и в тот же день начать работу над новым проектом. В университете, где необходимо добиваться грантов, подобное развитие событий менее вероятно.

Существование *Bell Labs*, несомненно, зависит от того, выживет ли родительская компания. «Я думаю, что *Lucent* необходимо продемонстрировать успех коммерциализации НИОКР независимо от того, достигнут ли он в *Bell Labs*», – считает финансовый аналитик компании *UBS Warburg* Никос Теодосопулос (Nikos Theodosopoulos), владеющий пакетом акций *Lucent*. Слишком часто изобретения *Bell Labs* – от операционной системы *Unix* до прогрессивных методов производства микросхем – приносили больше прибыли другим компаниям, чем *AT&T* и ее дочерним предприятиям.

Обычно компании стараются не проводить собственных исследований, предпочитая приобретать мелкие фирмы или использовать достижения национальных лабораторий или университетов. Однако президент *Bell Labs Research and Advanced Technologis* Джеффри Джафф (Jeffrey M. Jaffe) отстаивает подход *Lucent*: «Эффективнее заниматься своими разработками технологий, чем их покупать, – говорит он. – Компании переплачивают за приобретения и часто испытывают трудности, интегрируя их в свою структуру».

Даже если точка зрения Джаффа, представителя эпохи монополий, верна, она уже претерпела изменения. Коммерческие исследования требуют сотрудничества различных специалистов, простирающегося далеко за рамки любой отдельной компании. Однако существует опасность, что без критической массы ученых, ведущих единую тему, революционные телекоммуникационные технологии не будут созданы. «Трудно отказаться от перспективных исследований, вы никогда не знаете, что теряете», – говорит Роберт Лаки (Robert Lucky), бывший руководитель исследований в *Bell Labs* и в одном из дочерних предприятий *AT&T* компании *Bell Telecommuncations Research* (ныне *Telcordia*). Национальный научный совет пригласил Лаки возглавить группу по изучению проблемы – «Происходит ли разрушение научно-исследовательской базы США в области телекоммуникаций?». При изучении преимуществ новой модели исследований стало ясно: *Bell Labs*, на счету которой больше 40 тыс. изобретений, может служить эталоном для других. ■

# размышляя о расах

Вряд ли существуют различия между ДНК людей, принадлежащих к разным расам. Но это не означает, что генетика может игнорировать само понятие расы, считает социолог Трой Дастер.

**Салли Лерман**

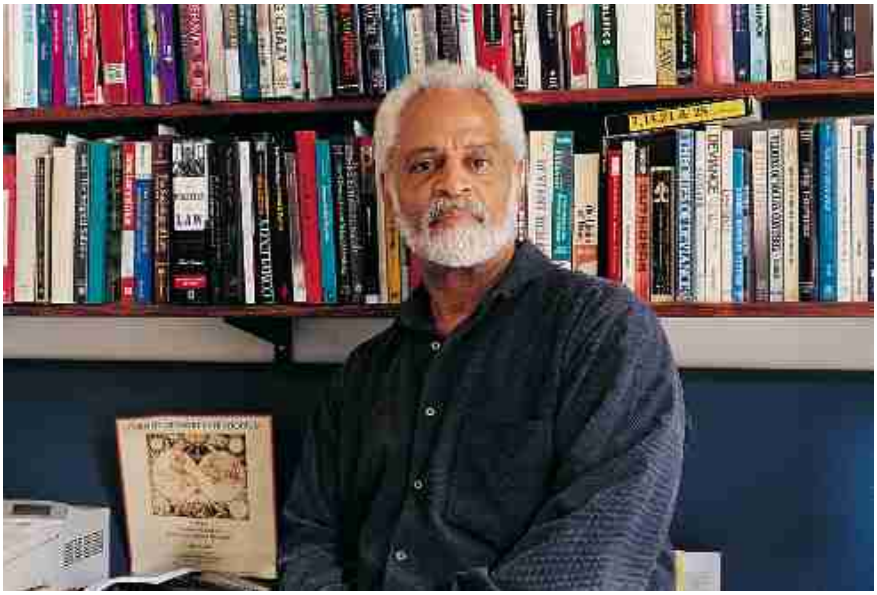
Никаких рас не существует – повторяют как заклинание снова и снова. ДНК всех людей независимо от цвета кожи и текстуры волос совпадает на 99,9%, так что с генетической точки зрения понятие расы бессмысленно. В этом сошлись все генетики – участники конференции, состоявшейся пять лет назад в Национальном институте по исследованию генома человека США (*NHGRI*). Но неожиданно социолог Трой Дастер (Troy Duster) достал из портфеля некую судебную бумагу. В ней утверждалось, что криминалисты могут выяснить, к какой расе принадлежит подозреваемый – является ли он европеоидом, представителем афро-карибской или азиатско-индийской расы, – просто проанализировав три сегмента ДНК.

«Это прозвучало как гром среди ясного неба», – вспоминает Фрэнсис Коллинз (Francis Collins), директор *NHGRI*. Он ничего не слышал о нуклеотидных последовательностях ДНК, специфичных для той или иной расы, и известие о том, что подобные данные используются в криминалистике, повергло его в шок.

Благодаря Дастеру многие генетики принялись анализировать результаты судебно-медицинских экспертиз, эпидемиологические и фармакогенетические данные, в которых содержался хоть какой-то намек на генетическую подоплеку расовых различий. Теперь руководство *NHGRI*, определяя приоритетные направления будущих исследований, неизменно прибегает к помощи экспертов в области социологии. «ДНК – слишком сложная молекула, чтобы можно было полагаться на упрощенческие суждения о ее сходстве у представителей разных групп населения. Нужно учитывать авторитетное мнение историков, антропологов, социологов и политиков, – считает Фрэнсис Коллинз. – Дастер – один из тех, к кому мы регулярно обращаемся за помощью».

66-летний Трой Дастер работает одновременно в Калифорнийском университете в Беркли и Нью-Йоркском университете. Он анализирует, как новые идеи из области генетики проникают в повседневную жизнь и как осознание этих новых реалий влияет на развитие таких молекулярно-генетических методов, как секвенирование ДНК, применение ДНК-зондов и т.д.

Как показывают результаты исследований с применением этих методов, понятие расы на генетическом уровне – это чушь. Генетические различия



ADAM FRIEDBERG

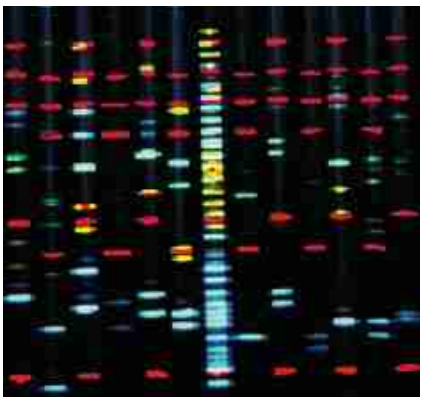
**ТРОЙ ДАСТЕР:** РАЗМЫШЛЯЯ О ГЕНАХ

- Внук Иды Вэлс-Барнетт, издателя газеты, любительницы сенсационных разоблачений, участницы кампаний за запрет линчевания.
- Коллеги-социологи говорят, что Трой Дастер способен сочетать в своей работе серьезность, мастерство, изящество, уравновешенность и чувство юмора.
- Предмет для беспокойства: «Почти наверняка в скором времени кто-нибудь попытается построить карты аллельных частот и на их основе разработать «компьютерные профили» преступников разного толка!»

между двумя случайно взятыми индивидами из одной социально ограниченной популяции составляют 85% тех вариаций, которые можно найти между представителями разных популяций. Иными словами, различия на генетическом уровне между двумя людьми одной расы могут быть больше, чем между представителями разных рас, – сахарный песок очень похож на соль, но еще более он похож на кукурузную патоку.

Однако генетики не могут доказать, что никаких рас не существует, считает Дастер. Ни одно логическое построение не способно сбросить со счетов эту концепцию, поскольку люди пользуются ею для разграничения социальных групп, а также социальных и экономических взаимосвязей. Более того, такие разделения имеют серьезные биологические последствия. Расы существуют, по крайней мере, как фактор различия с медицинской точки зрения. «Нельзя отказаться от этого понятия, не отказавшись вместе с ним от всех известных на сегодня эпидемиологических данных», – заявляет Дастер. Например, среди афро-американцев в пять раз больше людей, страдающих гипертонией, чем среди белых. «Чернокожим не дают ссуду в банке, за ними пристально следят службы безопасности супермаркетов, часто останавливают полицейские. Одно это может привести к развитию гипертонической болезни, а затем и к инфаркту», – отмечает ученый. Один из новых подходов – метод кластеризации генов, отвергает концепцию рас, положив в основу разграничения групп в человеческой популяции важные в медицинском отношении маркеры, такие, например, как гены ферментов, необходимые для метаболизма лекарственных веществ. Но, как предрекает Дастер, общество скорее всего воссоздаст расовые категории и выстроит новые рамки, взяв на вооружение новые термины. Не сумев обуздать социальную среду, этот подход придает слишком большое значение различиям в парах оснований (в ДНК), пренебрегая средовыми факторами. Дастер вновь подчеркивает, что расы – это социальная категория, более того, сама наука – социальный институт, восприимчивый к сущностному осмыслению понятия расы.

Дастер начинал как журналист, но оставил профессию по морально-этическим соображениям. Руководство осталось недовольно его неудачной попыткой взять интервью у зажатого в тоннеле машиниста электропоезда, ожидавшего ампутации ноги. Дастер обратился к социологии и в 1967 г. получил место в Беркли. Он быстро стал известен как автор оригинальной работы о лекарственных препаратах и социальной политике. В 1970-х Дастер был членом комитетов Национальных институтов здравоохранения, занимавшихся распределением грантов на исследования в области психического здоровья и токсикологии.



ДНК-профили: споры по поводу понятия расы, привлекающие внимание социологов, в том числе и Троя Дастера.

Будучи приверженцем идеи генетической значимости понятия расы, Дастер предостерегает от использования ее в качестве обоснования для разграничения групп людей, имеющих общее географическое происхождение, и следовательно, обладающих одинаковыми генами. Расы подвержены изменениям – как в географическом, так и в историческом плане. Так, за последние сто лет этнический статус выходцев из Южной Азии в США существенно трансформировался, и теперь их относят к категории «другие» не по биологическим признакам, а по политическим и культурным. В 1920 г. власти штата Орегон предоставили гражданство выходцу из Индии Бхагату Сингху Тинду – в это время иммиграция из стран Азии была запрещена. Тинда отнесли к категории европеоидов, хотя он вовсе не был «белым». (Тинд, служивший в войсках США во время Первой мировой войны, сумел остаться в Америке, получил степень доктора и написал 15 книг по метафизике.) Дастер предостерегает еще от одной ошибки: попытки оценить риск наследственных заболеваний для разных этнических групп, основываясь на частоте наследуемых однонуклеотидных замен в ДНК. Он считает, что такие *SNP*-профили (однонуклеотидный полиморфизм) могут не иметь отношения к делу. Представители различных этнических групп могут обладать разной восприимчивостью к лекарствам или к табаку, но эта разница минимальна и в значительной мере обусловлена средовыми факторами. Если придавать слишком большое значение ДНК, то проблема состояния здоровья превращается в биологическую неизбежность, считает Дастер. «Есть также большой соблазн использовать один и тот же инструмент, говоря о генетической подоплеке криминальных наклонностей или интеллекта», – предостерегает ученый.

Специфические особенности ДНК конкретного человека могут быть связаны с географическим происхождением его предков, но они вряд ли станут ключом к решению какой-нибудь важной в медицинском отношении проблемы. Едва ли их можно использовать как некую характеристику целой группы людей. Раса (столь неустоявшееся понятие), по мнению Дастера, является частью средового фона генома человека. «Это нечто вроде родства, – говорит он. – И придерживаясь такой точки зрения, мы убережемся от ложных толкований». ■

**Салли Лерман** (Sally Lehrman) – журналистка из Сан-Франциско, занимается вопросами медицинских технологий и социальной политики в области здравоохранения.

TEK IMAGE Photo Researchers, Inc.

# Генетический аспект вопроса

Лев Животовский

1. Статья Салли Лерман интересна и важна. С большинством ее положений можно полностью согласиться. Действительно, понятие расы как группы людей с ясно различимыми морфологическими признаками давно уже стало символом деления людей на низшие и высшие категории. Различия между расами по пигментации волос, кожи и сопутствующим признакам в последние столетия стали основой тезиса о биологическом неравенстве людей.

Евгеника и психология, опираясь на данные тестирования (коэффициент интеллектуального развития *IQ*), пытались доказать генетическую природу неравенства рас. Однако популяционная генетика показала несостоятельность такого взгляда. Оказалось, что различия между представителями одной и той же расы намного превосходят различия между расами. А недавно было установлено, что люди даже разных рас отличаются друг от друга по ДНК меньше, чем разные особи шимпанзе в одном стаде. Тем не менее мы не тождественны друг другу генетически (ДНК почти совпадают только у идентичных близнецов): мы все немного отличаемся друг от друга.

Салли Лерман утверждает, что наблюдаемые различия между расами обусловлены не генетическими, а чисто внешними причинами, в т.ч. социальными. В целом вывод о большом влиянии условий жизни на развитие личности в разных этнических и расовых группах справедлив. Однако генетические различия тоже существуют. Основываясь на данных последних лет, мы беремся утверждать, что популяции и расы все же отличаются друг от друга по ДНК. Но их генетическое различие само по себе не может служить мерилом наследственного неравенства людей разного происхождения. Генетические различия между популяциями и расами не есть биологическое неравенство: они эволюционно возникли и способны эволюционно изменяться.

2. *«ДНК всех людей независимо от цвета их кожи и текстуры волос совпадают на 99,9%, так что с генетической точки зрения понятие расы бессмысленно»*. Приведенный аргумент против существования генетических различий между расами на самом деле – не аргумент. Действительно, геном человека состоит из трех миллиардов нуклеотидов (точнее, говорят о парах нуклеотидов, потому что ДНК состоит из двух комплементарных цепей). Поэтому 99,9% совпадения, или 0,1% различий, означает, что люди отличаются друг от друга по трем миллионам пар нуклеотидов. Вероятно, большая часть этих различий приходится на информационно «молчащие» участки генома, но и остающихся функционально значимых различий достаточно, чтобы обеспечить индивидуальность каждого из нас. Известно, что ДНК человека и шимпанзе совпадают на 98–99% – цифра тоже на первый взгляд большая. Однако человек и шимпанзе – это разные зоологические виды, разделенные по меньшей мере пятью миллионами лет, прошедшими со времени отделения их эволюционных ветвей от общего предка.

3. *«Как показывают результаты исследований, понятие расы на генетическом уровне – это чушь»*.

Сейчас можно сказать, что это не так: указанных трех миллионов пар нуклеотидов достаточно для того, чтобы обусловить генетические различия между расами. Недавно были обследованы более пятидесяти нативных популяций из различных регионов мира (Южной Африки, Западной Евразии, Восточной Азии, Океании, Америки) по почти четыремстам генетическим локусам различных участков генома[1,2] (*LAZ*). Эти географические группы популяций соответствуют основным расам человека (термин «раса» в этих публикациях не употреблялся, поскольку за много десятилетий он оказался эмоционально перегруженным и вызывающим далекие от науки ассоциации). Оказалось, что среди этих локусов нет таких, которые бы четко «маркировали» ту или иную расу. Однако по каждому из них было выявлено практически неразличимое статистическими методами межрасовое различие. Эти мизерные отличия аккумулировались всеми четырьмястами локусами до полной расовой идентификации: по генетическому «профилю» каждый индивид мог быть однозначно отнесен к одной из географических групп.

4. *«Расы подвержены изменениям – как в географическом, так и в историческом плане»*.

Указанные выше данные подтверждают этот вывод: обнаружены статистически значимые различия между популяциями (этническими группами) из одного географического реги-

она (одной расы). Однако эти различия не были стопроцентными: индивид не всегда мог быть однозначно отнесен к той или иной популяции[1]. Сами же различия между географическими группами и между популяциями в пределах региона эволюционно развивались в течение многих десятков тысяч лет под действием мутаций и популяционно-генетических процессов, а степень различия соответствовала времени, прошедшему после выхода человека из Африки и расселения по разным континентам[2].

Времени генетической изоляции между регионами оказалось достаточно, чтобы аккумулированные генетические различия между ними стали идентификационно значимыми. Однако разделение популяций в пределах региона происходило гораздо позже, и потому оказалось недостаточно эволюционного времени для развития значимых различий в пределах региона. Правда, это не исключает того, что вовлечение в анализ, скажем, нескольких тысяч локусов аккумулирует дополнительные различия и позволяет идентифицировать популяции в пределах расы. Массовые миграции, межрасовые браки и метисация могут быстро, в течение нескольких поколений, разрушить эволюционно сложившиеся генетические различия. Это говорит о том, что раса – хоть и реальная, но не застывшая категория, не абсолютно разделяющая людей по биологическим признакам. Раса, как и этническая принадлежность, – понятие историческое, эволюционное.

Сказанное подтверждается еще одним фактом. По ДНК мы достаточно близки к неандертальцу, гораздо ближе, чем к шимпанзе, но мы с ним представляем различные эволюционные ветви, разошедшиеся от общего предка гораздо раньше, чем расы человека друг от друга, – порядка 500–700 тыс. лет назад. В рамках обсуждаемого вопроса мы и неандертальский человек – это просто сильно различающиеся расы, достигшие статуса подвидов *Homo sapiens*: по современной номенклатуре, мы – *Homo sapiens sapiens*, а неандертальский человек – *Homo sapiens neanderthalensis*. Однако генетические различия между современными расами человека гораздо меньше, чем различия между нами и неандертальским человеком.

5. «*Расы существуют, по крайней мере, как фактор различия с медицинской точки зрения. Нельзя отказаться от этого понятия, не отказавшись вместе с ним от всех известных на сегодня эпидемиологических данных*».

Разная распространенность наследственных патологий в разных расах также связана с эволюционными процессами. Наследственные заболевания возникают как вредящие мутации – «поломки» функционально важных генов, которые потом передаются потомкам, если носители таких мутаций доживают до репродуктивного возраста. Поэтому определенная мутация, если она не исчезает, распространяется преимущественно среди близких популяций и далее через миграции. Так, на основе чисто случайного процесса появления вредящих мутаций со временем возникают региональные различия по тем или иным наследственным патологиям. Этот процесс приводит к различиям в спектре наследственных болезней не только между расами, но и между популяциями в пределах расы. Конечно, распространенность того или иного наследственного заболевания может сдерживаться или, наоборот, усиливаться специфическими факторами среды обитания. И в этом смысле можно согласиться с фразой автора: «Раса является частью средового фона генома человека».

6. «*Придавая слишком большое значение ДНК, мы превращаем проблему состояния здоровья в биологическую неизбежность. Есть также большой соблазн использовать один и тот же инструмент, говоря о генетической подоплеке криминальных наклонностей или интеллекта*».

Эти справедливые фразы затрагивают важнейшую проблему: как соотносятся вклады генов и среды в развитие признаков и особенностей каждого человека. Действительно ли асоциальное поведение или нетрадиционная половая ориентация определяются особыми генами или же тому причиной воспитание? Сейчас стало модным ссылаться на генетическую фатальность ширящихся сегодня крайних проявлений личности. Однако серьезных доказательств тому нет, за исключением случаев, когда маргинальное поведение вызвано серьезными наследственными дефектами. Напротив, имеется большое число фактов, подтверждающих ведущую роль восприятия, подражания и мотиваций в развитии личностных особенностей.

7. «*Раса – это нечто вроде родства*». Можно бы добавить – эволюционного или генетического родства. ■

ОБ АВТОРЕ:

**Животовский Лев Анатольевич** – профессор, доктор биологических наук, главный научный сотрудник Института общей генетики им. Н. И. Вавилова РАН, лауреат Государственной премии РФ, лауреат премии в области эволюционной биологии РАН, приглашенный старший ученый Стэнфордского университета (Калифорния, США).

[1] Rosenberg, N.A., J.K Pritchard,, J.L. Weber, H.M. Cann, K.K. Kidd, L.A. Zhivotovsky, M.W. Feldman. 2002. Genetic structure of human populations. Science 298: p. 2381-2385.

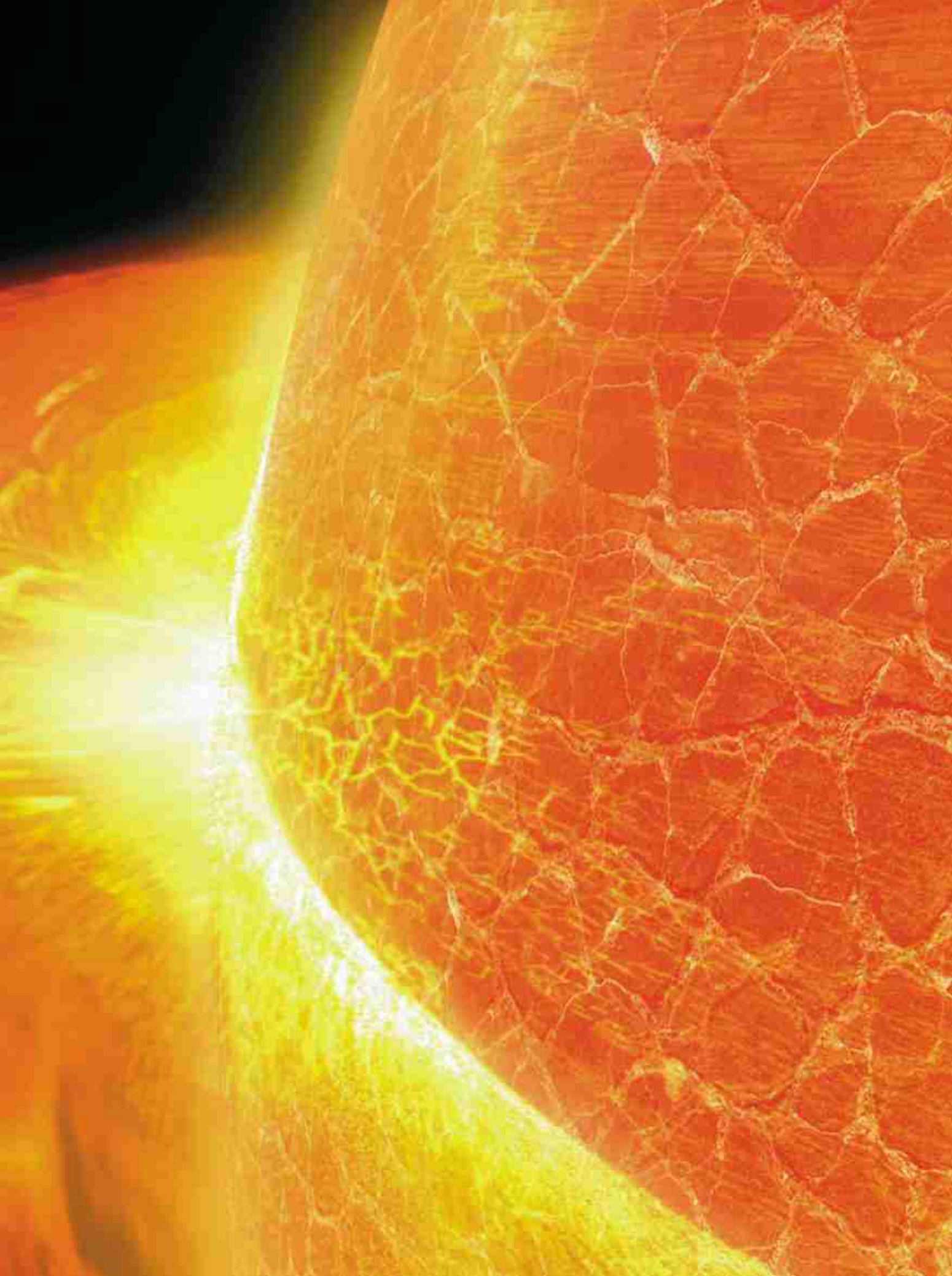
[2] Zhivotovsky, L.A., Rosenberg, M.W. Feldman. 2003. Features of evolution and expansion of modern humans inferred from genome-wide microsatellite markers. American Journal of Human Genetics (в печати).

# Магнитары

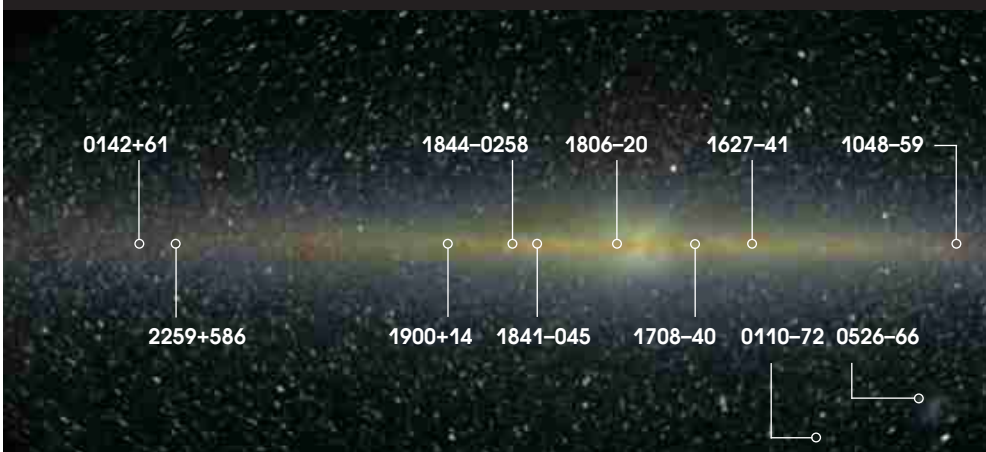
Крисса Кувелиоту, Роберт Дункан, Кристофер Томпсон

Некоторые звезды намагничены столь сильно, что излучают гигантские вспышки за счет энергии магнитного поля и существенно изменяют квантовые свойства вакуума.

«Звездотрясение» на магнитаре высвобождает огромное количество электромагнитной энергии (эквивалентное энергии землетрясения силой в 21 балл) и выбрасывает раскаленный плазменный шар, который захватывается магнитным полем.



## КАНДИДАТЫ В МАГНИТАРЫ




**В нашей Галактике и ее окрестностях обнаружены двенадцать объектов, которые могут быть магнитарами.**

5 марта 1979 г., сбросив спускаемые аппараты в ядовитую атмосферу Венеры, советские космические станции «Венера-11» и «Венера-12» продолжили полет по эллиптическим орбитам через внутреннюю часть Солнечной системы. Показания счетчиков радиации на борту обеих станций колебались в пределах 100 отсчетов в секунду. Однако в 10:51 по среднеевропейскому времени (*EST*) на аппараты обрушился поток гамма-излучения. За долю миллисекунды уровень радиации превысил 200 тыс. отсчетов в секунду. Через 11 сек. поток гамма-излучения накрыл космический зонд *Helios*-2 *NASA*, который также двигался по орбите вокруг Солнца. Стало ясно, что через Солнечную систему прошел плоский фронт излучения высокой энергии. Вскоре он дошел до Венеры, и на обращавшемся вокруг нее спутнике *Pioneer Venus Orbiter* детектор зашкалило. Спустя несколько секунд поток достиг Земли и был зарегистрирован тремя спутниками *Vela* министерства обороны США, советским спутником «Прогноз-7» и космической обсерваторией *Einstein*. Наконец, на пути через Солнечную систему волновой фронт ударил по международной космической станции *International Sun-Earth Explorer*.

Всплеск жесткого гамма-излучения высокой энергии был в 100 раз интенсивнее всех предыдущих, приходивших из-за пределов Солнечной системы, и длился всего 0,2 сек. За ним последовал поток мягкого рентгеновского и гамма-излучения, пульсировавшего с периодом в 8 сек. и затухшего через три минуты. Спустя 14,5 часа в 01:17 6 марта в той же точке небесной сферы наблюдалась еще одна, но более слабая вспышка гамма-излучения. В течение последующих четырех лет группа ученых из Ленинградского физико-технического института им. А. Ф. Иоффе под руководством Евгения Мазеца зарегистрировала еще 16 вспышек. Они различались по интенсивности, но были слабее и короче всплеска 5 марта 1979 г.

Астрономы никогда не сталкивались с подобным. Сначала новые вспышки были внесены в каталоги уже хорошо известных и изученных гамма-всплесков (*Gamma-Ray Bursts, GRB*), хотя отличались от них по целому ряду признаков. В 80-х гг. Кевин Харли (Kevin C. Hurley) из Калифорнийского университета в Беркли обнаружил, что подобные взрывы происходили еще в двух областях неба. Вспышки у всех этих источников повторялись, в отличие от *GRB*, которые вспыхивали только один раз (см. №4 «В мире науки». Нейл Герелс, Луиджи Пиро и Питер Леонард «Ярчайшие взрывы во Вселенной»). В июле 1986 г. на конференции в Тулузе астрономы пришли к согласию по вопросу о положении этих источников на небе и назвали их «повторными мягкими гамма-всплесками» (*Soft Gamma Repeaters, SGR*).

Прошло еще семь лет, прежде чем Дункан и Томпсон, двое из авторов настоящей статьи, придумали объяснение для этих странных объктов, и только в 1988 г. Кувелиоту и ее группа нашли убедительные свидетельства, подтверждающие предложенную модель. Последние наблюдения показали, что все это имеет отношение к еще одному типу загадочных небесных тел, известных под названием аномальных рентгеновских пульсаров (*Anomalous X-ray Pulsars, AXP*).

Нейтронные звезды – самые плотные из известных небесных тел: их масса, несколько превышающая массу Солнца, сосредоточена в шаре диаметром всего 20 км. Исследования

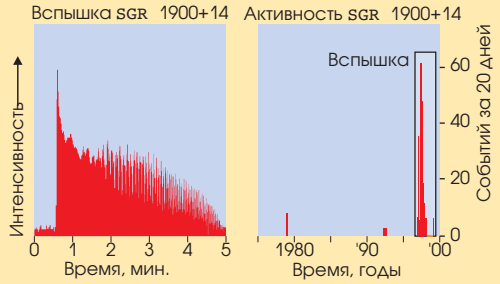
### ОБЗОР: СВЕРХНАМАГНИЧЕННЫЕ НЕЙТРОННЫЕ ЗВЕЗДЫ

- Астрономы обнаружили несколько звезд, испускающих мощные вспышки гамма- и рентгеновского излучения, которые могут быть в миллионы раз ярче всех других известных повторяющихся вспышек. Огромная величина этих энергий и пульсации излучения указывают на нейтронные звезды – второй по экстремальности (после черных дыр) тип объектов во Вселенной.
- Эти нейтронные звезды обладают самыми сильными из измеренных магнитными полями, поэтому их и назвали магнитарами. Наблюдаемые вспышки могут объясняться магнитной неустойчивостью, подобной землетрясениям.
- Миллионы магнитар дрейфуют через нашу Галактику не замеченными, т.к. сохраняют активность всего 10 тыс. лет.

DON DIXON (preceding pages); E. L. WRIGHT University of California at Los Angeles, THE COBE PROJECT, DIRBE AND NASA (above)

| Название | Год открытия | Период вращения, сек. |
|---|---|---|
| SGR 0526-66 | 1979 | 8,0 |
| SGR 1900+14 | 1979 | 5,16 |
| SGR 1806-20 | 1979 | 7,47 |
| SGR 1801-23* | 1997 | ? |
| SGR 1627-41 | 1998 | ? |
| AXP 1E 2259+586 | 1981 | 6,98 |
| AXP 1E 1048-59** | 1985 | 6,45 |
| AXP 4U 0142+61 | 1993 | 8,69 |
| AXP 1RXS 1708-40** | 1997 | 11,0 |
| AXP 1E 1841-045 | 1997 | 11,8 |
| AXPAXJ 1844-0258 | 1998 | 6,97 |
| AXP CXJ 0110-7211** | 2002 | 5,44 |

* На карте не показано – положение точно не известно.
** Сокращенное название.




Гигантская вспышка в августе 1998 г. подтвердила существование магнитаров. Она началась с резкого всплеска излучения, длившегося менее 1 сек. (слева), за которым последовал ряд импульсов с периодом повторения 5,16 сек. Это была самая мощная вспышка объекта SGR 1900+14 со времени его открытия в 1979 г. (справа).

*SGR* показали, что некоторые нейтронные звезды обладают настолько сильным магнитным полем, что оно существенно изменяет свойства вещества внутри звезд и квантовое состояние вакуума вокруг них, что и приводит к физическим эффектам, не наблюдаемым в других местах Вселенной.

## Никто не ожидал

Поскольку всплеск радиации в марте 1979 г. был настолько сильным, теоретики предположили, что ее источник находится где-то в нашей Галактике на расстоянии не более нескольких сотен световых лет от Земли. В этом случае интенсивность рентгеновского и гамма-излучения объекта могла бы лежать ниже максимума стационарной светимости звезды, который был рассчитан в 1926 г. английским астрофизиком Артуром Эддингтоном (Arthur Eddington). Он определяется давлением излучения, проходящего через горячие внешние слои звезды. Если интенсивность излучения превысит этот максимум, то его давление преодолеет силу гравитации, вызовет выброс вещества звезды и нарушит ее стационарность. А поток излучения, меньший предела Эддингтона, объяснить не сложно. Например, некоторые теоретики предполагали, что всплеск излучения мог быть вызван ударом сгустка вещества, например астероида или кометы, в расположенную неподалеку от нас нейтронную звезду.

Данные наблюдений вынудили ученых отказаться от этой гипотезы. Каждая из космических станций отметила время прибытия первого всплеска жесткого излучения, что позволило группе астрономов во главе с Томасом Клайном (Thomas Litton Cline) из Годдардовского центра космических полетов *NASA* определить методом триангуляции местоположение его источника. Оказалось, что оно совпадает с Большим Магеллановым облаком – небольшой галактикой, удаленной от нас примерно на 170 тыс. световых лет. Точнее, положение источника совпадает с молодым остатком сверхновой – светящимися остатками звезды, которая взорвалась в Большом Магеллановом облаке 5 тыс. лет назад. Если это не случайное совпадение, источник должен находиться в тысячу раз дальше от Земли, чем предполагалось вначале, следовательно, его интенсивность должна быть в миллион раз больше предела Эддингтона. В марте 1979 г. данный источник выделил за 0,2 сек. столько энергии, сколько Солнце излучает примерно за 10 тыс. лет, причем эта энергия была сконцентрирована в гамма-диапазоне, а не распределена по всему спектру электромагнитного излучения.

Обычная звезда не может выделять столько энергии, значит, источник должен быть чем-то необычным, например черной дырой или нейтронной звездой. Вариант черной дыры отвергли, т.к. интенсивность излучения менялась с периодом около 8 сек., а черная дыра – бесструктурный объект, который не может испускать строго периодические импульсы. Связь с остатком сверхновой еще больше подкрепляет гипотезу о нейтронной звезде, которая, как сейчас считается, образуется, когда запас ядерного топлива в ядре обычной звезды большой массы истощается, и она под действием сил гравитации коллапсирует, вызывая взрыв сверхновой.

Все же отождествление источника всплесков с нейтронной звездой не решило проблемы. Астрономам известно несколько нейтронных звезд, находящихся в остатках сверхновых, они являются радиопульсарами – объектами, которые периодически испускают импульсы радиоволн. Однако источник всплеска в марте 1979 г.

SOURCE FOR TABLE: CHRYSSA KOUVELIOTOU, ROBERT C. DUNCAN AND CHRISTOPHER THOMPSON

вращался с периодом около 8 сек., что намного медленнее, чем вращение всех известных к тому времени радиопульсаров. И даже в «спокойное» время он испускал стационарный поток рентгеновского излучения такой большой интенсивности, которую не может объяснить торможение вращения нейтронной звезды. Странно и то, что источник заметно смещен от центра остатка сверхновой. Если он образовался в центре остатка, то для такого смещения он во время взрыва должен был приобрести скорость в 1 000 км/с, не типичную для нейтронных звезд.

Наконец, необъяснимыми кажутся и сами вспышки. Всплески рентгеновского излучения наблюдались у некоторых нейтронных звезд и раньше, но они никогда не превышали Эддингтоновского предела. Астрономы приписывали их процессам термоядерного горения водорода или гелия либо процессам внезапной аккреции на звезду. Однако интенсивность вспышек *SGR* была беспрецедентна, и для ее объяснения требовался другой механизм.

## Всегда замедляя вращение

Последний всплеск гамма-излучения от источника 5 марта 1979 г. был зарегистрирован в мае 1983 г. Два других *SGR*, расположенные в пределах нашей Галактики, были обнаружены в 1979 г. и остаются активными до сих пор, производя сотни вспышек в год. В 1998 г. был обнаружен четвертый *SGR*. Три из четырех этих объектов, вероятно, связаны с остатками сверхновых. Два из них находятся вблизи очень плотных скоплений массивных молодых звезд, что позволяет думать об их происхождении из таких звезд. Пятый кандидат в *SGR* вспыхивал всего дважды, и его точное положение на небе пока не установлено.

## ДВА ТИПА НЕЙТРОННЫХ ЗВЕЗД

**1** Предполагается, что большинство нейтронных звезд образуется из массивных, но обычных в остальных отношениях звезд с массами от 8 до 20 масс Солнца.

**2** Массивные звезды умирают, взрываясь как сверхновые типа II, когда ядро звезды сжимается в плотный шар субатомных частиц.

**3A.** Если новорожденная нейтронная звезда вращается достаточно быстро, она создает интенсивное магнитное поле, силовые линии которого внутри звезды закручиваются.

**4A.** Магнитар разделяется на тонкие слои со скрученными магнитными силовыми линиями внутри и плавными снаружи. Он может испускать узкий пучок радиоизлучения.

**5A.** Старый магнитар остывает, его магнитное поле ослабевает. Он излучает очень мало энергии.

Магнитар

Обычный пульсар

**3B.** Если новорожденная нейтронная звезда вращается медленно, ее магнитное поле, будучи очень сильным, по земным представлениям, не достигает уровня полей магнитаров.

**4B.** Пульсар среднего возраста холоднее такого же магнитара. Он испускает широкий пучок радиоизлучения, который легко улавливают радиотелескопы.

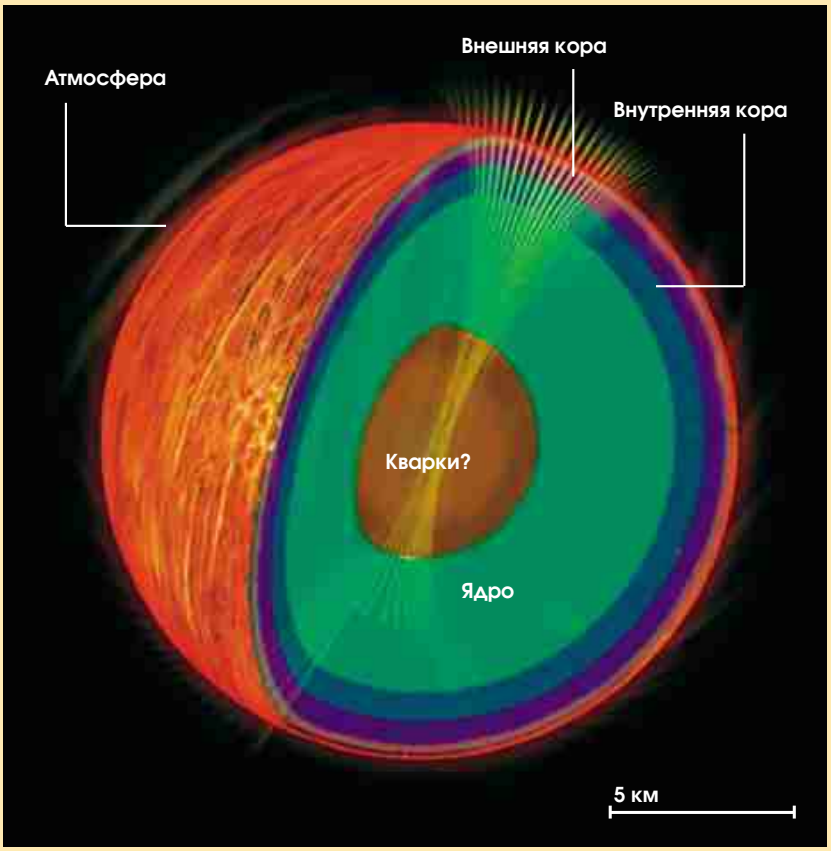
**5B.** Старый пульсар остывает и перестает испускать радиоизлучение.

В 1996 г. исследователи Баолянь Чен (Baolian L. Chang), Ричард Эпштейн (Richard I. Epstein), Роберт Гайер (Robert A. Guyer) и Алекс Янг (C. Alex Young) из Лос-Аламосской национальной лаборатории отметили, что вспышки *SGR* похожи на землетрясения: вспышки меньших энергий происходят чаще. Выпускник Алабамского университета в Хантсвилле Эрсин Гёгюс (Ersin Gegus) подтвердил такое поведение для большой выборки вспышек различных источников. Подобные статистические свойства характерны для самоорганизующихся систем, достигающих критического состояния, при котором малое возмущение способно вызвать цепную реакцию. Такое поведение присуще самым различным системам – от обрушения песчаных склонов до магнитных вспышек на Солнце.

Но почему нейтронные звезды ведут себя таким образом? Изучение радиопульсаров, которые представляют собой быстро вращающиеся нейтронные звезды с сильными магнитными полями, помогло ответить на вопрос. Магнитное поле, поддерживаемое электрическими токами, протекающими глубоко внутри звезды, вращается вместе со звездой. Пучки радиоволн испускаются с магнитных полюсов звезды и перемещаются в пространстве из-за ее вращения, подобно сигнальным огням маяка, в результате чего и наблюдаются пульсации. Пульсары испускают также потоки заряженных частиц и низкочастотные электромагнитные волны, которые уносят энергию и угловой нейтронной звезды, в результате чего ее вращение постепенно замедляется.

Пожалуй, самый известный пульсар находится в Крабовидной туманности – остатке сверхновой, взорвавшейся в 1054 г. Период его вращения составляет сегодня 33 мс и за каждые сто лет увеличивается на 1,3 мс. Обратная экстраполяция дает для первоначального периода пульсара значение около 20 мс. Ученые считают, что вращение пульсара будет и дальше замедляться, и в итоге его частота станет настолько малой, что он не сможет испускать радиоимпульсы. Темп замедления вращения был измерен почти для всех радиопульсаров, и, согласно теории, он зависит от напряженности магнитного поля звезды. Из этих наблюдений был сделан вывод, что большинство молодых радиопульсаров должно иметь магнитное поле между $10^{12}$ и $10^{13}$ Гс. (Для сравнения: магнит в динамике звуковой колонки имеет поле около 100 Гс.)

DONDIXON




Структура нейтронной звезды, основанная на теории ядерной материи. В коре нейтронной звезды, представляющей собой структуру из атомных ядер и электронов, могут происходить звездотрясения. Ядро состоит в основном из нейтронов и, возможно, кварков. Атмосфера из горячей плазмы может простираться всего на несколько сантиметров.

## Вначале была конвективная печь

Все-таки вопрос остается открытым: откуда берется магнитное поле? Большинство астрономов предполагают, что оно возникло в те времена, когда звезда еще не стала сверхновой. Слабое магнитное поле имеют все звезды, и оно может усилиться просто в результате ее сжатия. Согласно уравнениям электродинамики Максвелла, уменьшение размеров намагниченного объекта в два раза увеличивает силу его магнитного поля в четыре раза. За время коллапса ядра массивной звезды, заканчивающегося рождением нейтронной звезды, его размеры уменьшаются в $10^5$ раз, следовательно, магнитное поле должно усилиться в $10^{10}$ раз.

Если магнитное поле ядра звезды с самого начала было достаточно сильно, сжатие ядра может объяснить намагниченность пульсара. К сожалению, измерить магнитное поле внутри звезды невозможно, так что проверить гипотезу нельзя. Кроме того, есть достаточно весомые основания полагать, что сжатие звезды – не единственная причина усиления поля.

В звезде газ может циркулировать в результате конвекции. Более горячие участки ионизованного газа всплывают, а более холодные – опускаются. Поскольку ионизованный газ хорошо проводит электрический ток, пронизывающие его магнитные силовые линии увлекаются потоком вещества.

Вскоре после моделирования, проведенного Бэрроузом и Латтимером, Дункан и Томпсон, работавшие тогда в Принстонском университете, оценили степень важности такой мощной конвекции для образования магнитного поля нейтронной звезды. В качестве исходной точки можно использовать Солнце. Когда вещество внутри него циркулирует, оно увлекает за собой магнитные силовые линии, отдавая магнитному полю около 10% своей кинетической энергии. Если движущаяся среда внутри нейтронной звезды также превращает в магнитное поле одну десятую своей кинетической энергии, то напряженность поля должна превысить $10^{15}$ Гс, что в 1000 раз больше полей большинства радиопульсаров.

Будет ли действовать динамо-машина во всем объеме звезды или только в отдельных ее областях, зависит от того, сравнима ли скорость вращения звезды со скоростью конвекции. В глубоких слоях внутри Солнца эти скорости близки, и магнитное поле может «самоорганизовываться» в крупном масштабе. Аналогично у новорожденной нейтронной звезды период вращения не превышает 10 мс, так что сверхсильные магнитные поля в ней могут широко распространиться. В 1992 г. мы назвали такие гипотетические нейтронные звезды магнитарами.

Верхний предел напряженности магнитного поля нейтронной звезды около $10^{17}$ Гс. При более сильных полях вещество внутри звезды начинает перемешиваться, и магнитное поле рассеивается. Во Вселенной нам не известны объекты, способные генерировать и поддерживать магнитные поля, превышающие названный предел. Одним из побочных следствий наших расчетов является вывод, что радиопульсары – это нейтронные звезды, в которых крупномасштабный динамо-механизм не заработал. Так, в случае пульсара в Крабе молодая нейтронная звезда вращалась с периодом около 20 мс, т. е. существенно медленнее, чем период конвекции.

## Мерцающий маленький магнитар

Хотя концепция магнитара еще не разработана настолько, чтобы можно было объяснить природу *SGR*, ее выводы сейчас станут вам ясны. Магнитное поле должно действовать на вращение магнитара как сильный тормоз. За 5 тыс. лет поле в $10^{15}$ Гс замедлит вращение объекта настолько, что его период достигнет 8 сек., – что объясняет пульсации излучения, наблюдавшиеся во время всплеска в марте 1979 г.

В процессе эволюции магнитное поле изменяет свою форму, порождая электрические токи, текущие вдоль магнитных силовых линий снаружи звезды, которые, в свою очередь, генерируют рентгеновские лучи. Одновременно магнитное поле движется через твердую кору магнитара, создавая в ней изгибные и растягивающие напряжения. Это вызывает нагрев внутренних слоев звезды и иногда приводит к разломам коры, сопровождающимся мощными «звездотрясениями». Выделяющаяся при этом электромагнитная энергия создает плотные облака электронов и позитронов, а также внезапные всплески мягкого гамма-излучения умеренной

**В процессе эволюции** магнитное поле изменяет свою форму, порождая электрические токи, текущие вдоль магнитных силовых линий снаружи звезды.

Таким образом, поле может изменяться и иногда усиливаться. Предполагается, что именно это явление, известное под названием динамо-механизма, может быть причиной возникновения магнитных полей у звезд и планет. Динамо-механизм может действовать на любой стадии жизни массивной звезды, если ее турбулентное ядро вращается достаточно быстро. Более того, именно в течение короткого периода после превращения ядра в нейтронную звезду конвекция особенно сильна.

В 1986 г. Адам Бэрроуз (Adam Burrows) из Аризонского университета и Джеймс Латтимер (James M. Lattimer) из Университета штата Нью-Йорк с помощью компьютерного моделирования показали, что температура только что образовавшейся нейтронной звезды превышает 30 млрд. градусов. Горячая ядерная жидкость циркулирует с периодом 10 мс, обладая огромной кинетической энергией. Примерно через 10 сек. конвекция затухает.

силы, которые дали название периодическим источникам *SGR*.

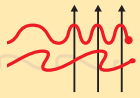
Реже магнитное поле становится нестабильным и претерпевает крупномасштабную перестройку. Подобные (но меньшие) выбросы происходят иногда и на Солнце, порождая солнечные вспышки. Магнитар может располагать энергией, достаточной для сверхмощных вспышек, подобных наблюдавшейся в марте 1979 г. Согласно теории, в течение первой полусекунды гигантского всплеска источником радиации был расширяющийся плазменный шар. В 1995 г. мы предположили, что часть его вещества была захвачена магнитными силовыми линиями и удерживалась вблизи звезды. Эта захваченная часть постепенно сжималась и испарялась, непрерывно испуская рентгеновские лучи. Исходя из количества выделившейся энергии, мы рассчитали, что для удержания этого огромного плазменного шара требовалось магнитное поле не менее $10^{14}$ Гс, что соответствует оценке, сделанной на основе скорости замедления вращения звезды.

В 1992 г. Богдан Пачиньски (Bohdan Paczinski) из Принстонского университета дал независимую оценку магнитного поля, отметив, что рентгеновские лучи могут легче проходить через электронные облака, если заряженные частицы находятся в сильном магнитном поле. Чтобы интенсивность потока рентгеновских лучей во вспышке могла быть такой большой, индукция магнитного поля должна была превышать $10^{14}$ Гс.

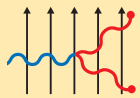
Теорию осложняет тот факт, что напряженность полей магнитаров превышает квантовый электродинамический порог, составляющий $4 \times 10^{13}$ Гс. В столь сильных полях начинают твориться странные вещи: рентгеновские фотоны легко расщепляются на два или сливаются друг с другом. Поляризуется сам вакуум, в результате чего в нем возникает сильное двулучепреломление, как в кристалле кальцита. Атомы деформируются, превращаясь в вытянутые цилиндры диаметром меньше комптоновской длины волны электрона (см. таблицу). Все эти странные эффекты влияют на наблюдательные проявления магнитаров. Физика этих явлений столь необычна, что она привлекает лишь немногих исследователей.

## ЭКСТРЕМАЛЬНЫЕ МАГНИТНЫЕ ПОЛЯ

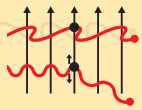
МАГНИТНЫЕ ПОЛЯ вносят смятение в излучение и вещество



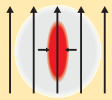
**ДВУЛУЧЕПРЕЛОМЛЕНИЕ ВАКУУМА**
Поляризованная световая волна (оранжевая линия) при входе в очень сильное магнитное поле меняет свою скорость, и следовательно, длину волны (черные линии).



**РАСЩЕПЛЕНИЕ ФОТОНОВ**
Рентгеновские фотоны легко распадаются на два или сливаются друг с другом. Этот процесс важен в полях сильнее $10^{14}$ Гс.



**ПОДАВЛЕНИЕ РАССЕЯНИЯ**
Световая волна может проходить мимо электрона (черная точка) почти без возмущения, если магнитное поле не позволяет ему колебаться и вибрировать с частотой волны.



**ДЕФОРМАЦИЯ АТОМОВ**
Поля сильнее $10^{9}$ Гс придают орбиталям электронов сигарообразную форму. В поле интенсивностью $10^{14}$ Гс атом водорода сужается в 200 раз.

## Новая вспышка

Исследователи продолжили наблюдения за источниками всплесков излучения. Первая благоприятная возможность появилась тогда, когда Комптоновская космическая гамма-обсерватория *NASA* в октябре 1993 года зарегистрировала всплеск гамма-излучения. Этого давно ожидала Кувелиоту, присоединившаяся к команде обсерватории в Хантсвилле. Прибор, зарегистрировавший событие, позволял определить местоположение источника лишь с точностью до сравнительно широкой полосы неба. Кувелиоту обратилась за помощью к команде японского спутника *ASCA*. Вскоре Тошио Мураками (Toshio Murakami) и его коллеги из японского Института космических наук и астронавтики обнаружили в той же области неба равномерно излучавший рентгеновский источник. Затем произошел еще один всплеск, снявший все сомнения, что этот объект представляет собой *SGR*. Впервые

ОБ АВТОРАХ:

**Крисса Кувелиоту** (Chryssa Kouveliotou), **Роберт Дункан** (Robert C. Duncan), **Кристофер Томпсон** (Christopher Thompson) изучают магнитары в общей сложности 40 лет. Кувелиоту – наблюдатель, работает в Национальном центре космических наук и технологий в Хантсвилле (штат Алабама). В число наблюдаемых ею объектов, кроме повторных мягких гамма-всплесков (SGR), входят «обычные» гамма-всплески и двойные рентгеновские системы. Дункан и Томпсон – теоретики: первый работает в Техасском университете в Остине, а второй – в Канадском институте теоретической астрофизики в Торонто. Дункан изучает сверхновые, кварковое вещество и межгалактические газовые облака. Томпсон изучал разные темы – от космических струн до падения гигантских метеоритов в Солнечной системе на ранних этапах ее существования.

BRYAN CHRISTIE DESIGN

этот объект был обнаружен в 1979 г., и тогда ему было присвоено название *SGR* 1806-20.

В 1995 г. *NASA* запустила спутник *Rossi X-Ray Timing Explorer* (*RXTE*), разработанный для высокоточной регистрации изменений интенсивности рентгеновского излучения. С его помощью Кувелиоту установила, что излучение от *SGR* 1806-20 пульсирует с периодом 7,47 сек., близким к периоду 8 сек., наблюдавшемуся у всплеска излучения в марте 1979 г. (от источника *SGR* 0526-66). За последующие пять лет период вращения *SGR* увеличился примерно на 0,2%. Хотя темп замедления кажется невысоким, он выше, чем у любого известного радиопульсара, что позволяет оценить магнитное поле источника в $10^{15}$ Гс.

Для более строгой проверки модели магнитара требовалась еще одна гигантская вспышка. Ранним утром 27 августа 1998 г., через 19 лет после вспышки, положившей начало астрономии *SGR*, к Земле из глубин мирового пространства пришла еще более мощная волна гамма-излучения. В результате детекторы семи научных космических станций зашкалили, а межпланетная станция *NASA Comet Asteroid Rendezvous Flyby* была вынуждена перейти в режим аварийного отключения. Гамма-лучи попали на ночную сторону Земли из источника, находящегося в зените над серединой Тихого океана.

В это раннее утро инженер-электрик Умран Инан (Umran S. Inan) и его коллеги из Стэнфордского университета собирали данные о распространении очень низкочастотных радиоволн вокруг Земли. В 3:22 по среднеевропейскому времени они обнаружили резкое изменение ионизованных верхних слоев атмосферы: нижняя граница ионосферы за пять минут опустилась с 85 до 60 км. Это удивительное явление было вызвано нейтронной звездой в удаленной от нас части Галактики, отстоящей от Земли на 20 тыс. световых лет.

## Еще одна динамо-машина

Вспышка 27 августа 1998 г. была почти копией события марта 1979 г. На самом деле ее энергия была в десять раз меньше, но поскольку источник располагался ближе к Земле, интенсивность всплеска гамма-излучения была намного больше, чем любого из когда-либо зарегистрированных всплесков, пришедших из-за пределов Солнечной системы. В последние несколько сотен секунд вспышки наблюдались отчетливые пульсации с периодом 5,16 сек. С помощью спутника *RXTE* группа Кувелиоту провела измерения скорости замедления вращения звезды. Она оказалась сравнима со скоростью замедления *SGR* 1806-20, соответственно их магнитные поля близки. Таким образом, в список магнитаров был внесен еще один *SGR*.

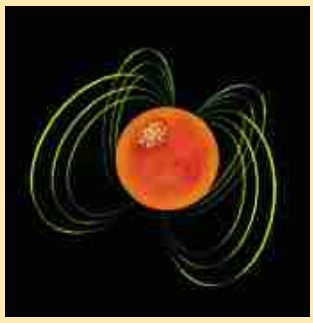
Точная локализация источников в рентгеновских лучах позволила изучать их с помощью радио- и инфракрасных телескопов (но не в видимом свете, который сильно поглощается межзвездной пылью). Этой проблемой занимались несколько астрономов, в том числе Дейл Фрейл (Dale Frail) из Национальной радиоастрономической лаборатории США и Шри Кулкарни (Shri Kulkarni) из Калифорнийского технологического института. Другие наблюдения показали, что все четыре подтвержденных *SGR* продолжают излучать энергию, хотя и более слабо, в промежутках между вспышками.

Сегодня можно сказать, что магнитные поля магнитаров измерены точнее

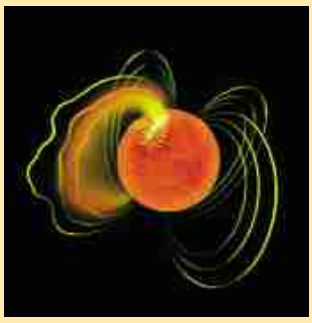
## КАК ПРОИСХОДЯТ ВСПЫШКИ МАГНИТАРА

Магнитное поле звезды настолько сильно, что в твердой коре временами происходят разломы, высвобождая огромное количество энергии.

**1** Большую часть времени магнитар спокоен, но вызванные магнитным полем напряжения в его твердой коре постепенно нарастают.



**2** В определенный момент напряжения в коре превышают предел ее прочности, и она разламывается, вероятно, на множество мелких кусков.



**3** Это «звездотрясение» порождает пульсирующий электрический ток, который быстро затухает, оставляя после себя раскаленный плазменный шар.

**4** Плазменный шар охлаждается, испуская со своей поверхности рентгеновские лучи. За считанные минуты он испаряется.

DON DIXON

магнитных полей пульсаров. В случае одиночных пульсаров единственным свидетельством того, что их магнитные поля достигают $10^{12}$ Гс, являются измеренные скорости замедления их вращения. В то время как сочетание быстрого замедления и ярких рентгеновских вспышек предоставляет несколько независимых аргументов в пользу того, что магнитные поля магнитаров составляют от $10^{14}$ до $10^{15}$ Гс. Алаа Ибрагим (Alaa Ibrahim) и его коллеги из Годдардовского центра космических полетов *NASA* представили еще одно свидетельство, говорящее о большой силе магнитных полей магнитаров, а именно рентгеновские циклотронные спектральные, генерируемые, по-видимому, протонами, обращающимися в магнитном поле напряженностью порядка $10^{15}$ Гс.

Интересно, связаны ли магнитары с какими-либо еще космическими явлениями, кроме *SGR*? Природа коротких гамма-всплесков еще не получила убедительного объяснения, но некоторые из них, возможно, возникают из-за вспышек на магнитарах в других галактиках. При наблюдении с очень больших расстояний даже гигантская вспышка может оказаться близкой к пределу чувствительности телескопа. При этом можно будет зафиксировать только короткий интенсивный всплеск жесткого гамма-излучения, поэтому телескопы зарегистрируют его как *GRB*, а не *SGR*.

В середине 90-х гг. Томпсон и Дункан предположили, что магнитарами могут оказаться также аномальные рентгеновские пульсары (*AXP*) – объекты, во многих отношениях подобные *SGR*. Но вспышек у таких пульсаров не наблюдалось. Однако Виктория Каспи (Victoria M. Kaspi) и Фотис Гэврил (Fotis P. Gavriil) из Университета Макгилла и Питер Вудз (Peter M. Woods) из Национального центра космических исследований и технологий в Хантсвилле зарегистрировали вспышки у двух из семи известных *AXP*. Один из этих объектов ассоциируется с остатками молодой сверхновой в созвездии Кассиопеи, другой *AXP* – первый кандидат в магнитары, зафиксированный в видимом свете. Три года назад его обнаружили Ферди Хюллеман (Ferdi Hulleman) и Мартин ван Керквик (Marten van Kerkwijk) из Утрехтского университета (Нидерланды), работавшие с Кулкарни. С тех пор Брайан Керн (Brian Kern) и Кристофер Мартин (Christopher Martin) из Калифорнийского технологического института наблюдают за его яркостью в видимом свете. Его излучение ослабевает и усиливается с периодом, равным периоду пульсаций рентгеновского излучения нейтронной звезды. Эти наблюдения подтверждают идею о том, что данный *AXP* является магнитаром. Будь он обычной нейтронной звездой, окруженной диском вещества, его видимое и инфракрасное излучения были бы намного интенсивнее, а их пульсации – гораздо слабее.

Последние открытия и полное молчание источника всплесков в Большом Магеллановом облаке в течение 20 лет наводят на мысль, что магнитары могут сохранять состояние покоя в течение нескольких лет и десятилетий, а затем внезапно проявлять высокую активность. Некоторые астрономы полагают, что *AXP* в среднем моложе, чем *SGR*, но вопрос остается открытым. Если и *SGR*, и *AXP* являются магнитарами, то они составляют, вероятно, значительную долю общего числа нейтронных звезд.

История магнитаров – напоминание о том, как много нам еще предстоит узнать о Вселенной. Сегодня мы едва различаем дюжину магнитаров среди бессчетного множества звезд. Они проявляют себя лишь на доли секунды в таких лучах, которые регистрируют самые сложные современные телескопы. За 10 тыс. лет их магнитные поля затухают, и они перестают испускать интенсивное рентгеновское излучение. Таким образом, десяток обнаруженных магнитаров свидетельствует о существовании более миллиона, а возможно, и сотен миллионов им подобных. Старые, темные, давно потухшие магнитары, подобно удивительным мирам, странствуют в межзвездном пространстве. Какую тайну нам предстоит еще открыть? ■

**Природа коротких гамма-всплесков** еще не получила убедительного объяснения, но некоторые из них, возможно, возникают из-за вспышек на магнитарах в других галактиках.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

Flash! The Hunt for the Biggest Explosions in the Universe. Govert Schilling. Cambridge University Press, 2002.

# НОВЫЕ ЛИКИ НЕЙТРОННЫХ ЗВЕЗД

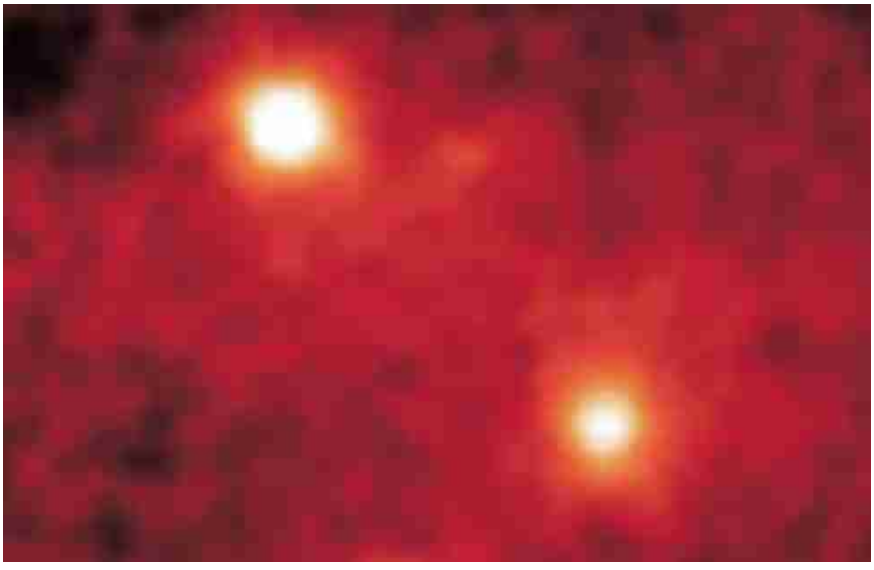
Михаил Прохоров, Сергей Попов

Теоретики предсказали существование нейтронных звезд (*Neutron Star*, *NS*) еще в тридцатые годы XX в., но их скорого открытия никто не ожидал, т.к. было ясно, что увидеть такой объект нелегко.

Нейтронные звезды должны быть очень небольшими по размерам и чрезвычайно плотными телами, в сотни раз меньше, чем белые карлики – самые компактные из известных тогда звезд, которые с трудом удавалось увидеть в телескоп. Уменьшение радиуса в сто раз означает, что площадь излучающей поверхности будет меньше в десять тысяч раз. Светимость пропорциональна площади источника и температуре его поверхности в четвертой степени. У нейтронной звезды температура поверхности может достигать нескольких миллионов градусов (у горячих белых карликов – лишь десятки тысяч градусов). В этом случае максимум излучаемой энергии у нейтронных звезд должен попадать в рентгеновский диапазон, но и там их светимости невелики. В оптическом диапазоне при температуре в миллион градусов излучается гораздо меньшая доля энергии, поэтому регистрация нейтронной звезды в середине XX в. представлялась совершенно невозможной.

Несмотря на это, нейтронные звезды были обнаружены в конце 60-х гг., причем почти одновременно в двух различных своих ипостасях: как радиопульсары и как рентгеновские пульсары. Слово «пульсар» обозначает характерную особенность двух групп объектов – они испускают серии импульсов с почти идеальной периодичностью – первые в радиодиапазоне, вторые – в рентгене. В остальном объекты очень сильно различаются. Все рентгеновские пульсары входят в состав тесных двойных систем, в которых второй компаньон является нормальной звездой. (Заметим, что наблюдают пульсирующее рентгеновское излучение и от одиночных нейтронных звезд. Но это уже другая история, и поэтому под «рентгеновскими пульсарами» мы будем подразумевать только двойные системы.) Высокая светимость таких пульсаров объясняется аккрецией на поверхность нейтронной звезды вещества, поставляемого соседкой. В мощном гравитационном поле нейтронной звезды вещество разгоняется до очень высокой скорости и после удара о ее поверхность начинает светить в рентгеновском диапазоне. Из-за достаточно сильного (~$10^{12}$ Гс) магнитного поля

Часть карты неба в гамма-лучах. Нижний источник – пульсар в Крабовидной туманности, верхний – Геминга. Расстояние между ними примерно 15 градусов.
Геминга (название получено от созвездия Близнецов (Gemini) и гамма) – второй по яркости гамма-источник на нашем небе. Источник был открыт в 1972 году и является, по-видимому, самым близким к нам радиопульсаром (расстояние до него 157 пк, или 512 св. лет), основной пучок радиоизлучения которого не попадает на Землю. Излучение от этого объекта пульсирует с периодом 237,1 мс.



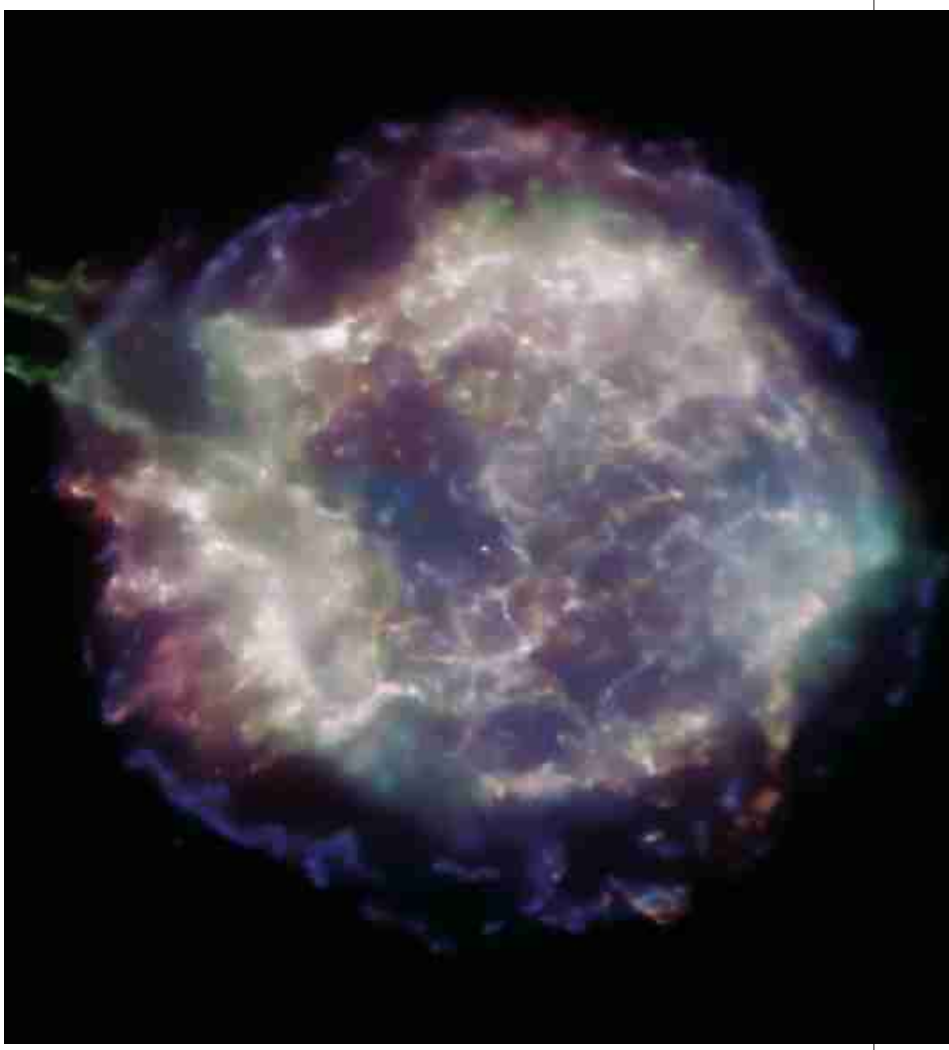
*NS* вещество выпадет на поверхность только вблизи ее магнитных полюсов, а вращение звезды приводит к наблюдаемым пульсациям излучения.

Первые радиопульсары оказались одиночными объектами. Несколько позднее стало ясно, что небольшая часть таких источников – примерно 1% – может входить в состав двойных систем, но механизм излучения никак с этим фактом не связан, что затрудняет процесс их обнаружения. Зато с помощью двойных радиопульсаров можно изучать очень интересные явления: измерять массы нейтронных звезд, наблюдать их прецессию, проверять тонкие эффекты, предсказываемые общей теорией относительности (например, излучение гравитационных волн). В дальнейшем мы будем говорить только об одиночных нейтронных звездах.

Физические процессы, происходящие на радиопульсарах, хорошо описаны в статье Криссы Кувелиоту, Роберта Дункана, Кристофера Томпсона. «Магнитары». Сегодня число открытых объектов уже перевалило за полторы тысячи. Многие годы самым типичным радиопульсаром считался источник в Крабовидной туманности. Вот его портрет: молодая нейтронная звезда с периодом вращения 0,033 секунды и магнитным полем порядка $10^{12}$ Гс (для сравнения скажем, что магнитное поле Земли составляет примерно 1 гаусс).

Пульсар рождается в результате взрыва массивной звезды – вспышки сверхновой. Первые 10–100 тысяч лет своей жизни нейтронная звезда находится внутри оболочки из вещества, выброшенного при взрыве – остатка сверхновой, – или же совсем недалеко от этой оболочки. Крабовидная туманность как раз является таким остатком, а пульсар расположен почти точно в его центре.

Быстрое вращение сильно намагниченного тела порождает потоки заряженных частиц (пульсарный ветер), которые уносят энергию. В результате вращение пульсара постепенно замедляется, а период пульсаций увеличивается. Молодые *NS* проявляют себя как пульсары первые несколько миллионов



Остаток сверхновой Кассиопея А (Cas A), взорвавшейся около 300 лет назад. Фотография получена Космической рентгеновской обсерваторией «Чандра». Различные цвета на данном изображении соответствуют рентгеновским лучам разных энергий: красные – самым мягким, белые – средним, а синие – более жестким. Размер оболочки равен примерно 10 световым годам, а расстояние до остатка – 10 000 световых лет.
В центре остатка находится точечный рентгеновский источник. Данный объект относится к описанному нами классу компактных рентгеновских источников в остатках сверхновых, не являющихся радиопульсарами. Рентгеновское излучение от остатка Кассиопея А наблюдалось давно, но это было излучение оболочки, какого-либо другого источника из-за низкого углового разрешения долгое время не удавалось обнаружить. Запуск спутника «Чандра» помог решить эту проблему. Перед вами одно из первых изображений, полученных «Чандрой». Неяркая белая точка примерно в центре остатка – это и есть загадочный компактный объект. Его природа до сих пор не ясна. Это может быть остывающая молодая нейтронная звезда, или черная дыра, на которую идет аккреция из внутренних частей оболочки.

Изображения построены по данным наблюдений на инструменте EGRET с борта Комптоновской космической гамма-обсерватории (CGRO).

Кривая блеска Геминги, свернутая с периодом его вращения. Период пульсаций данного объекта постепенно увеличивается, скорость этих изменений соответствует типичному для нейтронных звезд магнитному полю ~$10^{12}$ Гс.

лет, пока период их вращения не достигнет примерно секунды (чем больше магнитное поле, тем длиннее критический период). Потом они прекращают испускать радиоимпульсы.

Первый признак того, что обычные радиопульсары это не все, чем нас могут порадовать одиночные *NS*, появился примерно 20 лет назад, когда были открыты так называемые миллисекундные радиопульсары, которые имеют всего два отличия от обычных, но каких! Во-первых, как следует из названия, они очень быстро вращаются, их периоды составляют тысячные доли секунды. (Два самых быстрых миллисекундных пульсара имеют периоды около 1,6 мс, т.е. делают более 600 оборотов в секунду.) Во-вторых, у них очень слабое по сравнению с другими *NS* магнитное поле – порядка $10^9$ Гс, из-за чего миллисекундные пульсары очень медленно тормозятся и очень долго могут сохранять способность излучать радиоимпульсы. Время активного существования этих объектов сравнимо с возрастом Вселенной, но остальными проявлениями они похожи на своих более многочисленных обычных собратьев. Причем слово «многочисленные» надо понимать в буквальном смысле: сегодня известно примерно 50 миллисекундных пульсаров и более 1500 обычных. Следует отметить, что обычные пульсары живут несколько миллионов лет, а миллисекундные – сотни миллионов и миллиарды, т.е. возникновение миллисекундного пульсара чрезвычайно редкое событие.

Главное же отличие миллисекундных пульсаров от обычных заключено в том, как протекает их эволюция. Миллисекундными пульсарами не рождаются, а становятся, – мы не наблюдаем сколько-нибудь значительного рождения быстро вращающихся и слабо намагниченных нейтронных звезд. По современным представлениям, вначале миллисекундные пульсары были обычными нейтронными звездами, входившими в состав тесных маломассивных двойных систем. В последней фразе важным оказывается все. Система должна быть тесной, чтобы нормальный компонент двойной системы заполнял свою полость Роша и шел процесс аккреции вещества. А ее малая масса означает, что этот процесс может длиться миллиарды лет. За это время магнитное поле *NS* успевает ослабнуть из-за омических потерь в коре, а момент вращения, полученный вместе с аккрецируемым веществом, ускоряет ее осевое вращение до миллисекундных периодов. Нейтронная звезда изначально может входить в состав двойной системы или родиться одиночной, а позднее захватить нормальную звезду в результате близкого пролета (последняя ситуация особенно характерна для шаровых звездных скоплений).

В последние несколько лет представления о том, какими могут быть одиночные нейтронные звезды, начали меняться. Во-первых, луч радиопульсара может не попадать на Землю, и мы не сможем наблюдать пульсирующий радиоисточник. Подобная возможность обсуждалась практически с момента открытия радиопульсаров, но обнаружить такие объекты удалось лишь в последние несколько лет. Во-вторых, существенная доля *NS* не проходит в молодости стадию радиопульсара или же эта стадия оказывается очень короткой. Причины различны. Около 10% *NS* могут быть магнитарами, которым посвящена предыдущая статья. Кроме того, некоторые нейтронные звезды могут рождаться с медленным вращением, недостаточным для появления радиопульсара. И, конечно, должно существовать множество потухших радиопульсаров (примерно в тысячу раз большее, чем «работающих»). Все эти объекты, в отличие от пульсаров, слабо излучают в радиодиапазоне, поэтому для них был предложен термин «радиотихие нейтронные звезды».

Радиопульсаров, излучающих «мимо нас», сегодня известно всего два. Первый из них – знаменитая Геминга – необычный источник гамма-излучения в созвездии Лебедя. Второй, очень похожий на него объект, был открыт несколько лет назад. Слабое периодически пульсирующее излучение объектов наблюдается в рентгеновском и гамма-диапазонах. По-видимому, диаграмма направленности для жесткого излучения у пульсаров шире, чем для радио. Долгое время не удавалось зарегистрировать радиоизлучение от этих объектов. На частотах, используемых для наблюдения за большинством обычных радиопульсаров, Геминги обнаружить не удалось, но несколько лет назад на низкочастотном радио-

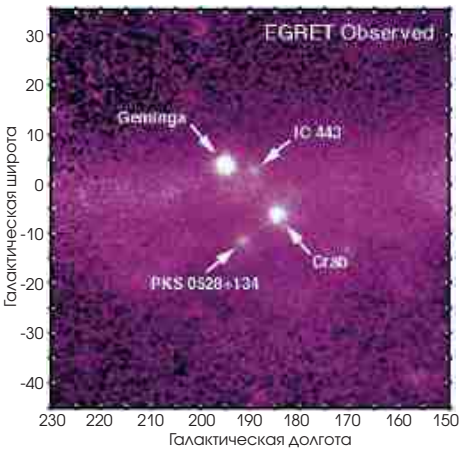
телескопе в Пущине был зарегистрирован периодический радиосигнал от первого из источников. Результат, однако, требует независимого подтверждения на других инструментах. Исследователи полагают, что радиопульсаров, чей свет не доходит до нас, должно быть, по крайней мере, в 2–3 раза больше, чем наблюдаемых.

Магнитары не испускают импульсы в радиодиапазоне, и это еще одна их загадка. Если в формулы современной теории радиопульсаров подставить типичные параметры магнитаров (аномальных рентгеновских пульсаров и мягких повторных гамма-всплесков), которые имеют периоды вращения около 10 сек. и магнитные поля порядка $10^{14}$–$10^{15}$ Гс, то мы увидим, что они должны излучать радиоимпульсы (т.е. еще не должны были «потухнуть»). Однако наблюдения подобного не подтверждают. Данная проблема еще не решена, возможно, это еще одно проявление «другой физики», которая работает при полях, превышающих квантовый предел.

Идею о том, откуда могут взяться очень медленно вращающиеся нейтронные звезды, не способные стать пульсарами, в течение нескольких лет разрабатывает Александр Тутуков из Института астрономии РАН в Москве. Он считает, что если массивная звезда, из которой впоследствии образуется *NS*, была одиночной или входила в состав широкой двойной системы, ее ядро перед коллапсом будет вращаться очень медленно, а образующаяся из нее *NS* будет обладать периодом в несколько секунд, который слишком велик, чтобы она стала радиопульсаром. В тесной двойной системе звезда и, следовательно, ее ядро не могут вращаться с периодом, превышающим орбитальный, так как мощные приливные силы, действующие в тесных двойных, очень быстро синхронизуют осевое и орбитальное вращение звезд. Из таких систем будут получаться радиопульсары, подобные наблюдаемому в Крабовидной туманности. Но поскольку широких двойных систем достаточно много, то через стадию радиопульсара не будет проходить заметная доля молодых *NS*.

Однако самое весомое доказательство существования радиотихих нейтронных звезд было получено по наблюдениям источников в остатках сверхновых. Тот факт, что туманность еще не рассеялась в космическом пространстве, говорит о небольшом времени, прошедшем с момента взрыва. В некоторых остатках сверхновых рентгеновская аппаратура, установленная на космических обсерваториях, видит точечные источники излучения. Очевидно, очень молодые и горячие нейтронные звезды не являются радиопульсарами. Дело в том, что в остатке сверхновой мы можем наблюдать не только узкий луч пульсирующего излучения, но и излучение испускаемых пульсаром релятивистских частиц в магнитных полях, заполняющих сброшенную при взрыве сверхновой оболочку. Такие туманности называются плерионами, спектр их излучения сильно отличается от наблюдаемых у других туманностей. Наличие плериона считается доказательством существования пульсара в остатке, даже когда сам пульсар не виден, а отсутствие свидетельствует о том, что радиопульсара нет, несмотря на молодость нейтронной звезды.

Наблюдения в рентгеновском диапазоне, в первую очередь на спутнике *ROSAT*, показали наличие популяции источников (возможно, это несколько различных популяций), отождествляемых с одиночными радиотихими *NS*. Сегодня известно семь слабых источников мягкого рентгеновского излучения, которые, скорее всего, являются такими одиночными *NS* («великолепная семерка»). Они могут излучать по двум причинам – или это молодые, не успевшие остыть после взрыва сверхновой *NS*, либо это старые нейтронные звезды, вращение которых замедлилось до такой степени, что на них началась аккреция межзвездного вещества, гораздо более слабая, чем та, что имеет место в двойных рентгеновских системах. Результаты численного моделирования, проделанного авторами данной статьи (в соавторстве с итальянскими учеными), указывают, что первое объяснение – предпочтительнее.




Область антицентра* нашей Галактики в жестком рентгеновском диапазоне. Яркая горизонтальная полоса в центре – диск нашей Галактики. Видны четыре источника, указанные стрелками.

Сегодня картина эволюции *NS* уже не кажется такой простой и ясной, как 10 лет назад, когда пульсар в Крабе считался «идеальной молодой нейтронной звездой». Сегодня она скорее напоминает лоскутное одеяло – открыто несколько новых классов объектов, но всего несколько объектов каждого класса – слишком мало для надежного анализа. Целостная картина пока не сложилась. Очевидно, для дальнейшего прогресса потребуются совместные усилия наблюдателей и теоретиков. ■

**ОБ АВТОРАХ:**

**Прохоров Михаил Евгеньевич** – доктор физико-математических наук, ведущий научный сотрудник ГАИШ МГУ.

**Попов Сергей Борисович** – кандидат физико-математических наук, научный сотрудник ГАИШ МГУ, постдок Падуанского университета, Италия.

*ÄÌÚËˆÂÌÚ€ – Ì‡Ô€‡,ÎÂÌËÂ, Ô€óÚË,óÔÓÎÓÊÌÓÂ ˆÂÌÚ€Û É‡Î‡ÍÚËÍË, Ì‡ %‡ÌÌÓÏ €ËÒÛÌÍÂ – ÚÓ˜Í‡ Ò ÍÓÓ€%ËÌ‡Ú‡ÏË (180,0)

# БИОХИМИЯ САМОУБИЙСТВА

# Почему?

## Психиатры, физиологи и биохимики изучают вопрос, мучающий родных и близких всех жертв самоубийства.

Кэрол Эззел

В 1994 г., спустя два дня после возвращения из счастливого семейного отпуска, моя 57-летняя мать приставила к груди дуло пистолета и выстрелила себе в сердце. Случилось это около полуночи в одну из июльских суббот – время года, как я с удивлением узнала позже, когда в Северном полушарии происходит наибольшее количество самоубийств. Мой отчим был дома, но выстрела не слышал, потому что принимал душ. Когда он вернулся в спальню, мать скорчившись лежала на ковре. Она еще дышала и пыталась что-то сказать, но слов он не разобрал. Приехала неотложка, но медицинская помощь понадобилась не матери, а отчиму, который сам едва не умер той ночью от шока.

А я в это время мирно спала в своей квартире за 300 км от места трагедии. В два часа ночи меня разбудил звонок консьержа, который сообщил, что внизу находится моя невестка, которая хочет подняться ко мне в квартиру. Первое, что я спросила у нее: «Что-то с матерью?..»

Такое горе выпало не только на долю нашей семьи: только в США каждый год добровольно уходят из жизни около 30 тыс. человек – всего в два раза меньше, чем число людей, погибших в 2002 г. от СПИДа. Почему люди решают свести счеты с жизнью?

Моя мать, как и 60–90% всех самоубийц, страдала психическим заболеванием. У нее был маниакально-депрессивный психоз (МДП), иначе называемый биполярным расстройством. Если такой больной не принимает лекарства, его состояние колеблется между приступами глубочайшего отчаяния и возбужденно-приподнятым настроением. Ученые приступили к изучению поведенческих предвестников самоубийства и биохимических особенностей головного мозга самоубийц. Если эту предрасположенность удастся выявлять с помощью медицинских сканирующих устройств или анализа образцов крови, врачи научатся идентифицировать людей, предрасположенных к самоубийству, а быть может, и предотвращать трагедии. Увы, в ближайшем будущем эта цель недостижима: несмотря на активное вмешательство медиков, множество людей с суицидальными наклонностями по-прежнему продолжают лишать себя жизни.

### Материнское наследство

Вопрос о том, что толкнуло мою мать на столь отчаянный поступок душной июльской ночью, тяготит меня уже 9 лет. Не проходит и дня, чтобы меня не охватывало мучительное желание выяснить причины ее трагического ухода из жизни и острое чувство вины от того, что я не смогла ей помочь. Но тяжелее всего сознавать, что точного ответа на эти вопросы я не узнаю никогда.

Правда, в будущем кое-какие загадки наверняка разъяснятся. Похоже, близок к разгадке хоть один извечный вопрос: склонность к самоубийству имеет врожденную природу или же возникает в результате переживаний?

Большинство специалистов занимают в этом вопросе промежуточную позицию. «Нужно, чтобы вдруг все сразу пошло наперекосяк, – объясняет Виктория Аранго (Victoria Arango) из Колумбийского пресвитерианского медицинского центра. – Не хочу утверждать, что самоубийство – чисто биологическое явление, но в основе его лежит все-таки биологическая предрасположенность». Свою роль играют личный жизненный опыт, стресс и психологические факторы, но коренится этот загадочный феномен в особенностях нервной системы.

Виктория Аранго и ее коллега Джон Манн (J. John Mann) пытаются понять невропатологические механизмы склонности к суициду. В 25 морозильных камерах их лаборатории хранятся 200 образцов головного мозга самоубийц, над изучением нейроанатомических, биохимических и генетических

MATT MAHURIN

характеристик которых работают ученые. Каждый экземпляр снабжен данными «психологической аутопсии» – записями разговоров с родными и близкими умершего, описывающими его психическое состояние и особенности поведения, которые могли привести к трагедии. Результаты исследования каждого образца сопоставляются с данными изучения головного мозга людей того же пола, не страдавших психическими расстройствами и умерших в том же возрасте по иным причинам.

Манн и Аранго изучают префронтальную кору, расположенную в передней (лобной) части головного мозга, где локализованы исполнительные функции мозга – например внутренняя «цензура», удерживающая человека от высказывания своих истинных мыслей в двусмысленных ситуациях. Ученых особенно интересует участие префронтальной коры в подавлении опасных побуждений. Связь между чрезмерной импульсивностью и самоубийствами была замечена еще несколько десятилетий назад. Хотя некоторые люди планируют свой уход из жизни очень тщательно (оставляют предсмертные записки, завещания и даже распоряжения относительно похорон), многие, как моя мать, совершают самоубийство спонтанно, повинуясь безрассудному порыву в тяжелый момент жизни. Цель Аранго и Манна – найти биологический субстрат человеческой импульсивности. Как показали исследования, недостаток серотонина (одного из химических соединений головного мозга) каким-то образом связан с импульсивностью.

Серотонин – нейротрансмиттер, молекулы которого «перескакивают» через крошечные зазоры (синапсы) между нервными клетками (нейронами) и тем самым обеспечивают передачу нервного сигнала от одного нейрона к другому. Пресинаптический нейрон (нейрон, посылающий сигнал) высвобождает серотонин в синаптическую щель в составе крошечных синаптических пузырьков. Рецепторы постсинаптического (получающего сигнал) нейрона связывают молекулы трансмиттера, что приводит к изменению способности данной клетки реагировать на другие раздражители. Затем пресинаптический нейрон с помощью особых белков-переносчиков, называемых также серотониновыми транспортерами, поглощает из синаптической щели остаток серотонина.

Серотонин каким-то образом оказывает на психическое состояние человека успокаивающее действие. Воздействие прозака и ему подобных антидепрессантов объясняется связыванием их молекул с серотониновыми транспортерами, что не дает пресинаптическим нейронам слишком быстро поглощать остаток серотонина.

## Следы насилия

Последние исследования показывают, что пониженный уровень серотонина в головном мозге тесно связан с депрессией, агрессивным поведением и склонностью к совершению необдуманных поступков. В отношении суицидального поведения данные носят более противоречивый характер. Некоторые ученые говорят, что обнаружили недостаток серотонина только в каком-то одном отделе головного мозга. Другие сообщают об увеличении количества серотониновых рецепторов или нарушении последовательности химических реакций, в результате которых серотониновый сигнал передается от рецепторов внутрь нейрона. Как бы там ни было, полученные данные указывают на то, что с серотониновой системой головного мозга самоубийц что-то не в порядке. Это предположение подтверждают и некоторые факты, обнаруженные Аранго и Манном.

Ученые, занимающиеся изучением образцов головного мозга в Колумбийском центре, сначала расчленяют их на правые и левые полушария, а затем осторожно разрезают каждое полушарие на 10–12 частей. Из каждой предварительно замороженной части с помощью микротома можно получить 160 срезов ткани толщиной с человеческий волос. Один и тот же срез исследователи подвергают различным биохимическим тестам, точно зная анатомическую локализацию всех выявляемых отклонений. Обобщение и сопоставление полученных данных позволяет построить общую модель взаимодействия аномалий в масштабе всего мозга и оценить их влияние на сложное поведение человека.

В 2001 г. на конференции в американском Колледже нейропсихофармакологии Аранго сообщила, что у людей, страдавших депрессией и покончивших жизнь самоубийством, количество нейронов в орбитальной префронтальной коре (участки коры, расположенные непосредственно над глазами) было ниже нормы, содержание пресинаптических серотониновых транспортеров – в три раза ниже, а постсинаптических серотониновых рецепторов – на 30% больше, чем в контрольных образцах мозга.

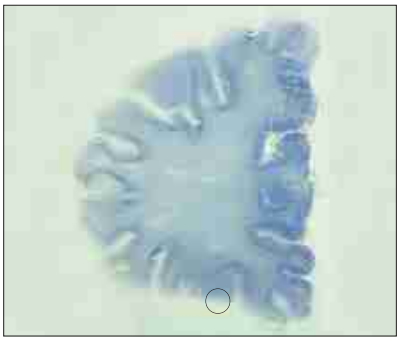
Полученные данные наводят на мысль, что мозг самоубийц словно старается извлечь максимальную пользу от каждой молекулы серотонина – для этого он усиливает «молекулярное оснащение», предназначенное для усвоения нейротрансмиттера, и уменьшает количество транспортеров, ответственных за его поглощение пресинаптическими нейронами. «Мы считаем, что у самоубийц имеется недостаточность серотониновой системы головного мозга, – заключает Аранго. – Болезнь может зайти настолько далеко, что не помогает даже препарат прозак». Подавления обратного всасывания серотонина нейронами иногда явно недостаточно для того, чтобы предотвратить самоубийство: так случилось и с моей матерью, которая ежедневно принимала по 40 мг лекарства.

Манн говорит, что обнаружил связь между активностью серотонина в префронтальной коре людей, пожелавших уйти из жизни, и потенциальной эффективностью этой попытки. У людей, стремившихся покончить жизнь самоубийством наиболее «действенным» способом (прием большого количества лекарств, прыжок с большой высоты и т.д.), активность серотонина в префронтальной коре была самой

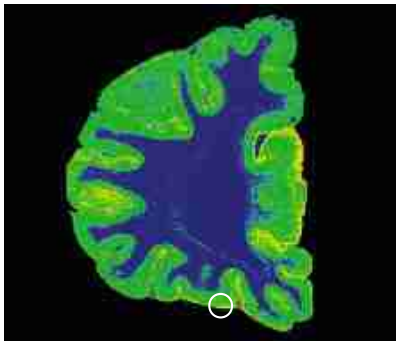
# БИОЛОГИЧЕСКИЙ СУБСТРАТ САМОУБИЙСТВА

## Изменения в орбитальной префронтальной коре

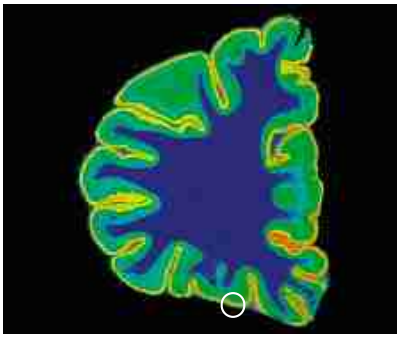
На срезах головного мозга видно, что орбитальная префронтальная кора (обведена кружком) мозга самоубийц содержит меньшее количество нейронов.



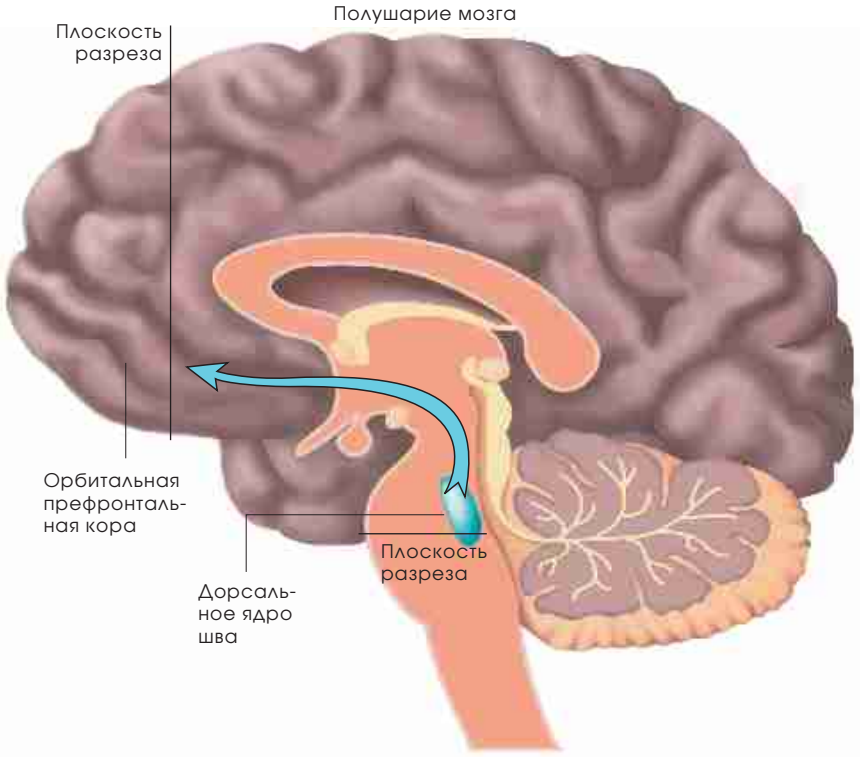
Серотониновые транспортеры (золотистый цвет) обеспечивают поглощение серотонина во всей массе коры. В участке коры, выделенной кружком, количество серотониновых транспортеров понижено.



В исследуемом участке коры (выделен оранжевым цветом) обнаружено также повышенное связывание серотонина нейронами.

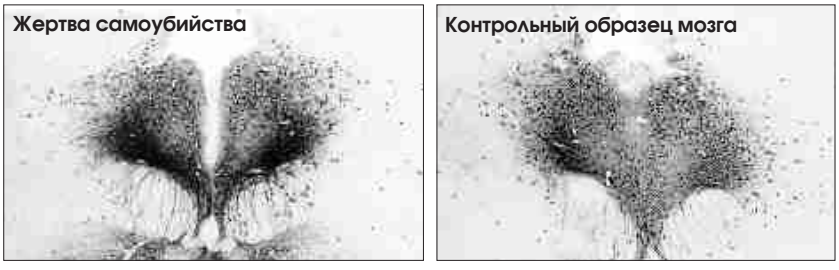


У людей, покончивших жизнь самоубийством, отмечаются анатомические и биохимические изменения в двух отделах головного мозга – в расположенной над глазами орбитальной префронтальной коре и в находящемся в стволе мозга дорсальном ядре шва. Эти изменения указывают на снижение способности головного мозга к выработке и утилизации серотонина – нейротрансмиттера, недостаток которого характерен для мозга импульсивных людей и людей, страдающих тяжелыми депрессиями. Серотонин вырабатывается нейронами дорсального ядра шва; по их длинным проекциям (синяя стрелка) он достигает орбитальной префронтальной коры. У жертв самоубийства дорсальное ядро шва снабжает орбитальную кору недостаточным количеством серотонина.




## Изменения в дорсальном ядре шва

У человека, покончившего жизнь самоубийством, нейроны дорсального ядра шва содержат большее количество фермента, ответственного за выработку серотонина (затененная область), чем соответствующий участок мозга человека, умершего по иной причине. Можно предположить, что головной мозг самоубийц содержит максимальное количество серотонина.




VICTORIA ARANGO ET AL. New York State Psychiatric Institute (brain slices); REPRODUCED WITH PERMISSION FROM BIOLOGICAL PSYCHIATRY, VOL. 46, NO. 4; 1999 (neuron micrographs); CLEO VILETT (brain diagram)

В США самоубийства – **одиннадцатая по значимости** причина смертности людей.

**Примерно каждые 18 минут** в США совершается одно самоубийство. Каждую минуту совершается попытка самоубийства.

Мужчины кончают жизнь самоубийством **в 4 раза чаще, чем женщины**, но попытки самоубийств в два раза чаще совершают женщины.

**Каждый день** лишают себя жизни примерно **80 американцев**.

**Частота самоубийств среди белых мужчин** в возрасте от 15 до 24 лет по сравнению с 1950 г. **возросла в три раза**.

В промежутке между 1980 и 1996 гг. частота самоубийств **среди афроамериканских мужчин** в возрасте от 15 до 19 лет **увеличилась на 105%**.

**Суицид** – третья по значимости **причина смертей среди подростков** в возрасте от 10 до 19 лет.

Показатель самоубийств **среди белых мужчин старше 85 лет** в 6 раз выше, чем в общем по стране.

**Женщины** чаще всего **добровольно уходят из жизни** в возрасте между 45 и 54 годами и после 85 лет.

Примерно **30%** всех самоубийц **страдали алкоголизмом**.

**Примерно 83%** всех происходящих дома смертей от **огнестрельных** ранений – **результат самоубийства**.

Ежегодно в США совершается **в два раза больше самоубийств**, чем убийств.

В США **60%** всех самоубийств совершаются **с применением огнестрельного оружия**.

низкой. «Чем выше была гарантия летального исхода, тем сильнее была биохимическая аномалия», – замечает ученый.

Серотониновая гипотеза не исключает важной роли других нейротрансмиттеров. Серотонин – всего лишь одно из многочисленных звеньев сложнейшей сети, получившей название гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системы (ГГНС), которая интегрирует деятельность головного мозга и желез внутренней секреции (надпочечников), а также отвечает за развитие у человека стрессовых реакций (например, учащение пульса и появление холодного пота у водителя автомобиля, едва избежавшего аварии). Механизмы развития этих реакций изучены в деталях. В стрессовых ситуациях гипоталамус вырабатывает особый фактор, заставляющий переднюю долю гипофиза высвобождать в кровь адренокортикотропный гормон, который, в свою очередь, стимулирует образование глюкокортикоидов (например, кортизола) надпочечниками. Кортизол вызывает увеличение концентрации сахара в крови, учащение сердечного ритма и подавление аллергических реакций, подготавливая тем самым организм к стрессу.

Серотонин влияет на деятельность ГГНС, изменяя порог ее реагирования на раздражители. Чарлз Немерофф (Charles B. Nemeroff) из Медицинской школы Университета Эмори считает, что отрицательный опыт человека в раннем возрасте (связанный, например, с насилием) способен вывести ГГНС из строя: нарушить весь биохимизм головного мозга, повысить восприимчивость к стрессу в последующей жизни, а следовательно, сделать его более уязвимым в отношении депрессии.

В 1995 г. группа ученых из Университета штата Иллинойс под руководством Ганшема Пандли (Ghanshyam N. Padley) сообщила, что нарушения серотониновой системы у людей, склонных к самоубийству, можно выявить с помощью относительно простого анализа крови. Сравнив количество серотониновых рецепторов на тромбоцитах (элементах крови, участвующих в свертывании) людей, не страдающих психическими расстройствами, и пациентов с суицидальными наклонностями, исследователи обнаружили, что у последних этих рецепторов гораздо больше. Пандли предполагает, что этот факт отражает тщетную попытку организма извлечь из серотонина побольше «пользы». Чтобы подтвердить существование такой связи, ученый намеревается изучить людей, повторяющих попытки самоубийства снова и снова. Он хочет знать, можно ли использовать тромбоциты для выявления людей с суицидальными наклонностями.

## Из поколения в поколение

Манн и его коллега Дэвид Брент (David A. Brent) из Западного института психиатрии и клиники в г. Питтсбург недавно сообщили, что риск совершить самоубийство у людей, чьи родители предпринимали такие попытки, в 6 раз выше, чем у тех, чьи родственники о суициде никогда не помышляли. Отчасти склонность к суициду имеет генетическую природу, однако попытки выявить ген или гены, ответственные за предрасположенность к самоубийству, успехом не увенчались. В начале 1990-х гг. Алек Рой (Alec Roy) из Центра медицинской помощи ветеранам в Нью-Йорке установил, что самоубийства совершают 13% однояйцовых близнецов, чьи братья или сестры покончили с собой, в то время как среди разнояйцовых близнецов этот показатель составляет всего 0,7%.

В моей спальне в небольшом кувшине хранится пуля, некогда лежавшая в одной коробке с пулей, убившей мою мать. Я сохранила этот холодный кусочек металла, чтобы всегда помнить о том, насколько хрупка наша жизнь и какие ужасные последствия может иметь всего лишь один необдуманный поступок. Быть может, ученые когда-нибудь постигнут причины подобных поступков и навсегда освободят множество семей от их роковой власти. ■

**Кэрол Эззел** (Carol Ezzell) – штатный редактор журнала и писатель.

# МАГИЯ ЛИТИЯ

Литий способен предотвращать самоубийства. Почему же его так редко принимают потенциальные самоубийцы?

«Литий пьют только сумасшедшие!» – прокричала как-то моя мать, когда я в очередной раз пыталась уговорить ее принимать это лекарство от маниакально-депрессивного психоза (МДП). Обвинив меня в том, что я оказываю на нее давление, она решила «прекратить со мной всякие разговоры на этот счет».

По мнению многих пациентов, препараты лития имеют побочные действия. Они могут вызывать дрожание рук, неутолимую жажду, частые мочеиспускания, прибавку в весе, вялость, ухудшение двигательной координации, спутанность мыслей и расстройство кратковременной памяти. Люди, принимающие эти лекарства, должны регулярно проверять содержание лития в крови: если концентрация препаратов в плазме крови ниже 0,6 ммоль/л, эффект не наступает, а если она превышает 2 ммоль/л – вызывает опасные для жизни токсические явления.

Как правило, литий применяется для стабилизации психического состояния пациентов, страдающих МДП. Теперь врачи назначают его и людям, страдающим тяжелыми депрессиями. Стали появляться сообщения о том, что литий буквально спасает жизни людей, склонных к самоубийству. Обобщив данные, датский ученый Могенс Шоу (Mogens Schou) из Клиники психиатрии в г. Рисскров пришел к выводу, что люди, страдающие депрессией и не принимающие препараты лития, совершают самоубийства в 3–17 раз чаще, чем те, кто принимает. Шоу, кроме того, обнаружил, что эти лекарства в 6–15 раз снижают частоту суицидальных попыток.

Чем же объясняется благотворное действие лития? Ученые предполагают, что он влияет на проницаемость ионных каналов, которые открывают или преграждают доступ к ионам, определяющим величину электрического потенциала внутри клетки, а следовательно, влияют на характер ее активности и взаимодействие с другими нейронами. По мнению ученых, препараты лития стабилизируют возбудимость нейронов, влияя на состояние ионных каналов или изменяя последовательность биохимических реакций, протекающих в возбужденных нервных клетках.

Препараты лития действуют только в том случае, когда пациент принимает их регулярно. В мае 2002 г. Ян Скотт (Jan Scott) и Мэри Поуп (Marie Pope) из Университета г. Глазго сообщили, что из 98 пациентов примерно половина не соблюдали режим приема препаратов лития. По мнению Джона Манна, нежелание пациентов считать себя больными вполне объяснимо. «Длительный прием любого лекарства вызывает у человека внутренний протест, – объясняет Манн. – А у людей, страдающих депрессией, постоянно возникает обманчивое впечатление, что им становится лучше. Когда же болезнь действительно отступает, им кажется, что ее возвращение невозможно».

Кроме того, ученые обнаружили, что наиболее часто от приема лития отказываются из-за расстройства мыслительной деятельности, прибавки в весе и нарушения координации движений. Людям тяжело свыкнуться с мыслью о необходимости до конца жизни приспосабливаться к побочным эффектам этих лекарств.

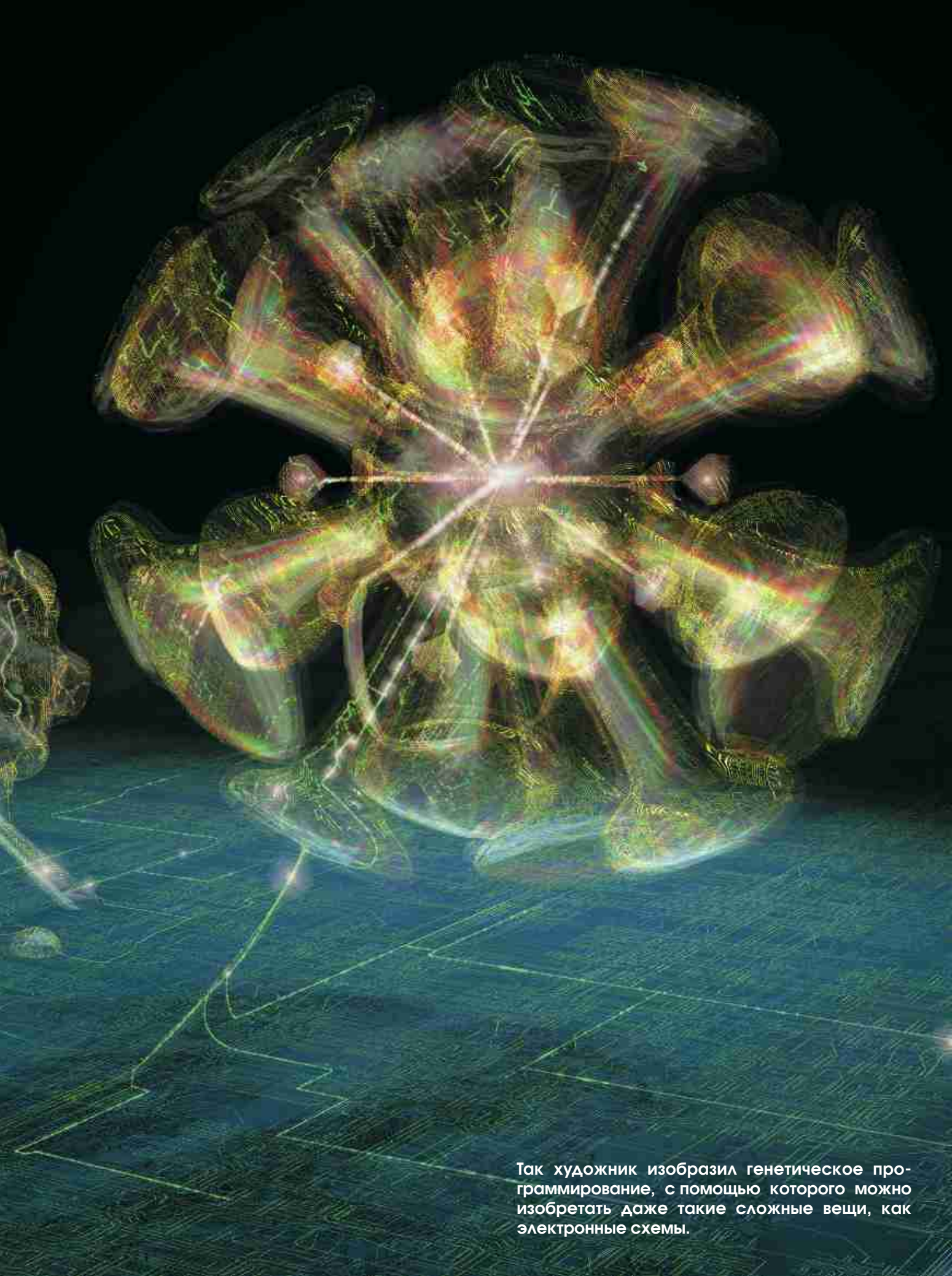
Литий в чистом виде хранят в химически инертных жидкостях (слева).
Капсулы с соединениями (карбонатом или цитратом) лития используют для стабилизации настроения людей, страдающих психическими расстройствами (справа).

THOMAS SIELNACHT (container); CUSTOM MEDICAL STOCK PHOTO (pill)

# ЭВОЛЮЦИЯ
## В МИРЕ ИЗОБРЕТЕНИЙ

Джон Коза, Мартин Кин, Мэтью Стритер

Компьютерные программы, основанные на дарвиновских принципах эволюции, создают изобретения, достойные патентов.



Так художник изобразил генетическое программирование, с помощью которого можно изобретать даже такие сложные вещи, как электронные схемы.

# Эволюционное программирование начинается с генерации Первичного Хаоса случайных организмов.

Эволюция – это грандиозный творческий процесс, в результате которого появились потрясающие чудеса природы: от замысловатой биохимии отдельных живых клеток до сложнейшей структуры человеческого мозга. И все благодаря многократному повторению нескольких простых приемов – мутации, половой рекомбинации и естественному отбору. Сегодня их программная реализация используется для создания искусственного интеллекта. С помощью этой методики, названной генетическим (эволюционным) программированием, удалось повторить 15 важнейших изобретений в области радиоэлектроники (см. табл. на стр. 51). Шесть из них были совсем недавно запатентованы ведущими исследовательскими институтами, т.е. представляют собой передовые научные и инженерные достижения. Некоторые из автоматически созданных схем откровенно схожи с запатентованными ранее, другие воспроизводят функциональные возможности хорошо известных устройств новым и порой более удачным способом.

Эволюционное программирование способно составить серьезную конкуренцию человеку в таких областях, как классификация последовательностей аминокислот в белках, проектирование антенн, математических алгоритмов и универсальных контроллеров (см. стр. 53, сверху). Недавно была оформлена патентная заявка на генетически разработанный контроллер общего назначения, который оказался лучше промышленных аналогов, спроектированных традиционным способом.

Проектирование по праву считается наиболее перспективной сферой применения генетических алгоритмов. Ведь они отлично приспособлены для решения задач, требующих топологической и численной оптимизации множества гетерогенных параметров. Следуя конкретным методикам, зачастую основанным на идеальных математических моделях, инженеру бывает не просто найти компромисс между несколькими конкурирующими факторами. В такой ситуации у эволюционного подхода есть два неоспоримых преимущества – отсутствие жестко заданной логики проектирования и возможность анализа даже таких вариантов решения, которые никогда не пришли бы в голову проектировщику.

## Из Предначального Хаоса...

Генетическое программирование начинается со случайной генерации первичного множества пробных «организмов» и высокоуровневого описания требуемой от них функциональности, т.е. критерия пригодности. Допустим, мы пытаемся аппроксимировать заданную кривую с помощью элементарной математической функции. Каждый организм будет состоять из числовых коэффициентов при переменной, констант и элементарных арифметических операций (сложения, вычитания, умножения и деления), а его пригодность будет определяться степенью совпадения графика с заданной кривой.

Созданные случайным образом исходные функции, конечно, будут плохо соответствовать целевой кривой. Самые неподходящие из них вымрут, а к выжившим будут применены генетические операции. Наиболее важная из них – половое размножение, или скрещивание, в процессе которого лучшие организмы спариваются, а их потомки наследуют генетический материал обоих родителей. (см. рис. на стр. 49, сверху). Например, объединение экземпляров (a+1)-2 и 1+(a×a) может привести к замене одного a во второй функции на (a+1) из первой и порождению 1+((a+1)×a). Такая рекомбинация черт двух относительно пригодных организмов иногда дает превосходное потомство.

В дополнение к половому размножению около 9% наиболее приспособленных объектов копируются без изменений. Это гарантирует, что лучшие особи в каждом поколении, по крайней мере, не хуже, чем в предыдущем.

### ОБЗОР: ИЗОБРЕТЕНИЯ ПО ДАРВИНУ

- Генетическое программирование использует компьютерную версию эволюции для генерации изобретений. Из тысяч случайным образом созданных объектов выбираются лучшие образцы, порождающие следующее поколение благодаря мутации и половой рекомбинации (скрещиванию).
- Из поколения в поколение объекты совершенствуются, и их свойства приближаются к заданным. В конце исполнения программы лучший образец предлагается как решение поставленной задачи.
- С помощью этой методики удалось воспроизвести ряд запатентованных радиоэлектронных схем, в том числе и несколько новейших. В число других патентоспособных изобретений входят антенны, алгоритмы для распознавания протеинов и универсальные контроллеры.
- Возможно, к концу нынешнего десятилетия производительность компьютеров возрастет настолько, что эволюционные программы превратятся в стандартную изобретающую машину, конкурирующую с изобретателями-людьми.

Наконец, приблизительно каждый сотый выживший индивид подвергается мутации (например, a+2 превращается в (3×a)+2) в надежде, что случайная модификация относительно пригодного организма может пойти ему на пользу. Повторяясь из поколения в поколение, генетические операции постепенно улучшают популяцию математических функций.

Эволюционный процесс можно представить как поиск в пространстве всех возможных организмов. Скрещивание оказывается наиболее продуктивным видом поиска, и поэтому используется для создания примерно 90% потомства в каждом поколении (см. рис. на стр. 49, снизу). Благодаря мутации удается найти более приспособленные организмы вблизи уже существующих. Слишком частая мутация, как правило, снижает эффективность эволюции.

Теперь давайте рассмотрим использование генетического программирования при проектировании радиоэлектронных схем на примере фильтра низких частот (ФНЧ). Сначала необходимо указать, какие изделия можно использовать для формирования схемы. Пусть это будут резисторы, конденсаторы и катушки индуктивности. Пригодность каждой схемы-кандидата будем определять по степени пропускания нижних частот (скажем, до 1 кГц) и по степени подавления высоких.

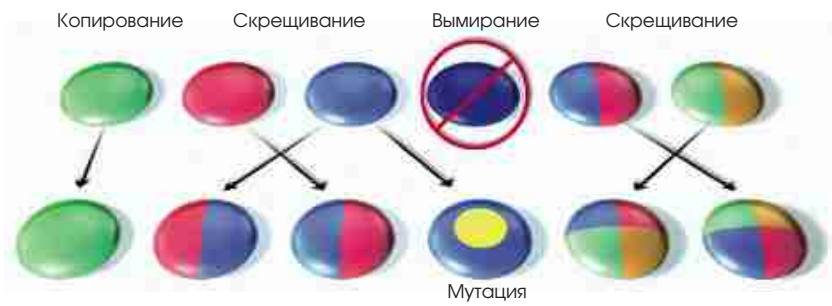
Каждая схема развивается из элементарного «эмбриона» – единственного провода, соединяющего вход и выход. В процессе развития к зародышу применяют схемообразующие функции: добавляют детали и изменяют связи между элементами (например, создают новые соединения или дублируют существующий провод или элемент и подключают его последовательно или параллельно). В результате получают не только топологию схемы, но и значения параметров радиодеталей. Система автоматически разрабатывает устройство, не используя при этом ни одного схемотехнического приема.

Разумеется, у большинства примитивных организмов из первых поколений

## НЕ ЕСТЕСТВЕННЫЙ ОТБОР

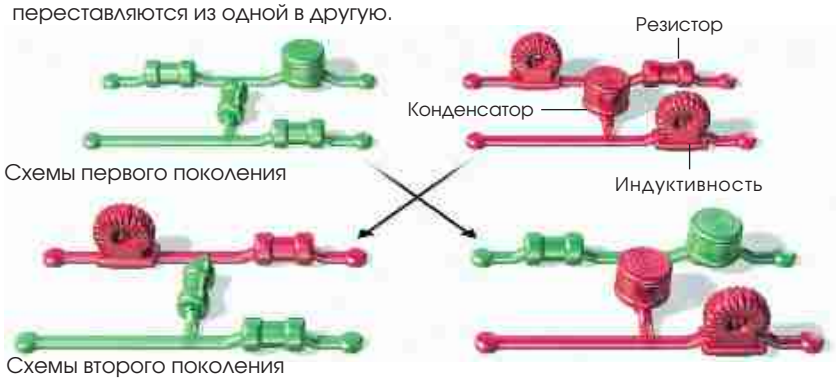
### ЭВОЛЮЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ

Новое поколение организмов (представленных здесь цветными дисками) появляется благодаря трем процессам. Одни из выживших (пригодных) особей копируются неизменными. Другие спариваются (скрещиваются) и обмениваются своими частями, чтобы произвести потомство. Небольшой процент индивидов изменяется случайным образом, т.е. мутирует. Непригодные объекты вымирают. Скрещивание приводит к возникновению новых комбинаций благоприятных свойств, и поэтому происходит чаще, чем копирование и мутация.



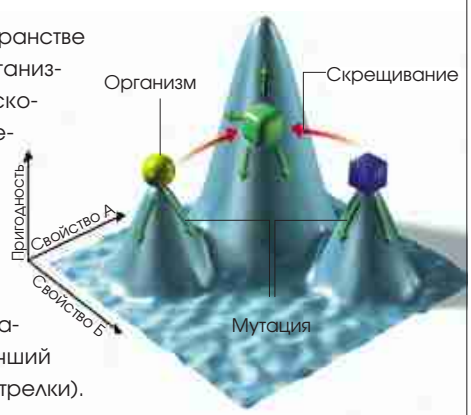

### СКРЕЩИВАНИЕ ЭЛЕКТРОНИКИ

При скрещивании двух радиоэлектронных схем некоторые их компоненты переставляются из одной в другую.

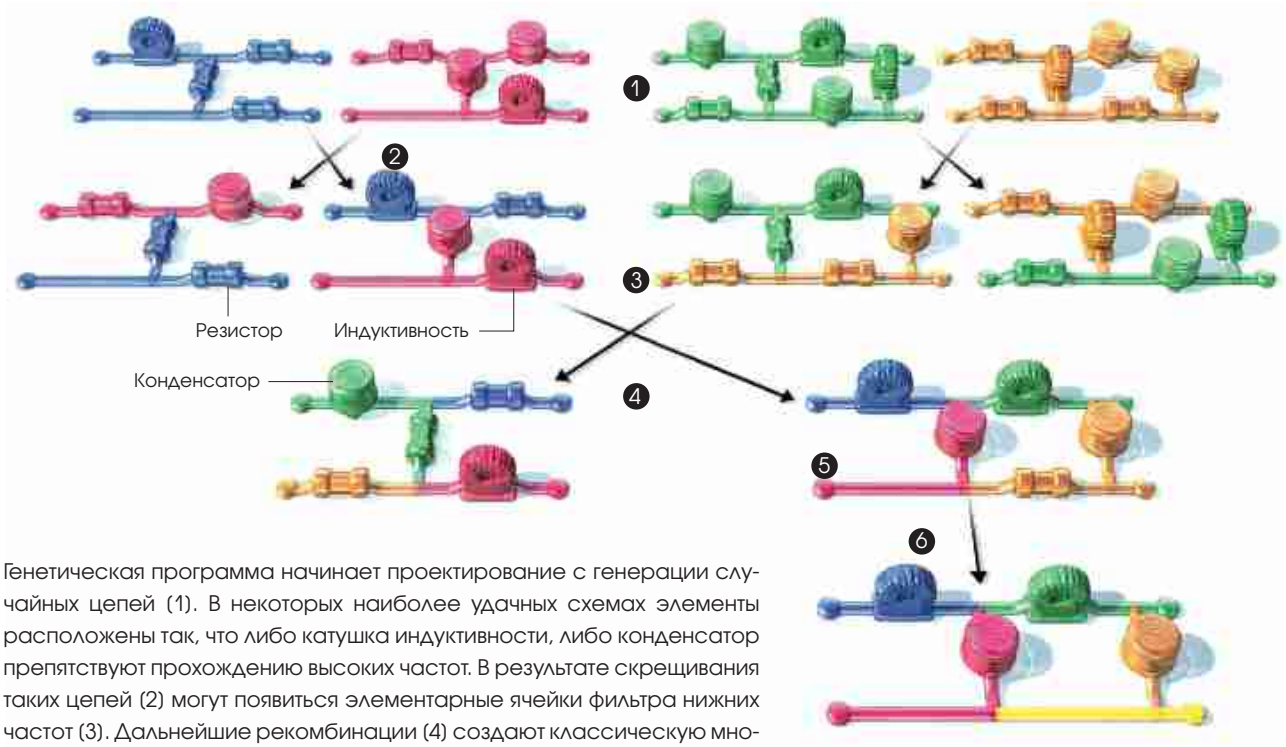



### СКРЕЩИВАНИЕ И МУТАЦИЯ

Эволюция похожа на поиск в пространстве (множестве) всех возможных организмов, представленном здесь плоскостью. Скрещивание – это творческий поиск, при котором иногда комбинируются совершенно разные полезные черты, осуществляется переход в новую область, где «живут» существенно лучшие особи (красные стрелки). Мутация, напротив, стремится находить лучший из ближайших объектов (зеленые стрелки).



## ЭВОЛЮЦИЯ ФИЛЬТРА НИЖНИХ ЧАСТОТ




Генетическая программа начинает проектирование с генерации случайных цепей (1). В некоторых наиболее удачных схемах элементы расположены так, что либо катушка индуктивности, либо конденсатор препятствуют прохождению высоких частот. В результате скрещивания таких цепей (2) могут появиться элементарные ячейки фильтра нижних частот (3). Дальнейшие рекомбинации (4) создают классическую многозвенную схему (5). Мутации (6) избавят устройство от лишних резисторов и подстроят параметры элементов.

не будет ничего общего с ФНЧ. Однако у некоторых из них между входом и выходом схемы будет катушка индуктивности, слегка подавляющая высокие частоты. Другие будут содержать конденсатор, соединяющий вход с землей и закорачивающий высокочастотную составляющую сигнала (см. рис. на стр. 50). Такие индивиды будут спариваться чаще других, и особи последующих поколений унаследуют преимущества обеих схем. В ходе дальнейших скрещиваний и мутаций параметры компонентов изменятся таким образом, чтобы частота среза приблизилась к заданной (в нашем примере – 1 кГц); пропадут резисторы, бесполезно рассеивающие мощность; комбинация конденсаторов и катушек начнет удваиваться и утраиваться. В результате получится многозвенный фильтр, запатентованный в 1917 г. Джорджем Кэмпбеллом-младшим (George Campbell, Jr.) из *AT&T*.

При автоматическом проектировании контроллеров (регуляторов) используются простейшие элементы трех типов: дифференциаторы, интеграторы и усилители. Например, контроллер системы автоматического регулирования скорости непрерывно отслеживает изменения скорости и с небольшой задержкой регулирует подачу топлива. Широко применяются универсальные контроллеры, которые можно запрограммировать на выполнение различных задач – от подстройки домашнего отопления до управления производственными процессами.

Наши эволюционные программы смогли усовершенствовать самый распространенный контроллер – пропорционально-интегрально-дифференциальный регулятор (ПИД-регулятор), изобретенный в 1939 г. Альбертом Каллендером (Albert Callender) и Алланом Стивенсоном (Allan Stevenson) из фирмы *Imperial Chemical Limited* (Нортуич, Англия). Был выведен более эффективный набор правил настройки и три новые схемы контроллера. Мы уже подали заявку и со дня на день ожидаем выдачи первого патента на изобретение, сделанное методом генетического программирования.

### Эволюция аппаратных средств

В ходе эволюции необходимо оценивать пригодность тысяч и даже миллионов особей каждого поколения. При проектировании электронных схем для этого обычно применяются стандартные программы моделирования. Однако есть более эффективный метод: использование специальных микросхем – программируемых логических матриц (ПЛМ), которые состоят из тысяч идентичных ячеек, способных выполнять различные

Близок тот день, когда будет выдан **первый патент на изобретение**, сделанное с помощью генетического программирования.

логические операции. Функциональность каждой ячейки и топология межэлементных связей задается набором конфигурационных битов, хранящихся в памяти чипа, что позволяет в считанные наносекунды изменять схему кристалла, создавая физическое воплощение очередного рассматриваемого организма. Разумеется, такой подход существенно сокращает длительность работы генетической программы.

К сожалению, ПЛМ предназначены для создания цифровых устройств, а возможности подобных аналоговых микросхем чрезвычайно ограничены. С помощью перестраиваемого логического чипа удалось вывести схему сортировки с меньшим количеством ступеней, чем в запатентованной версии.

## Быстродействие программ

Чудеса естественной эволюции создавались на протяжении миллиардов лет. Генетическое программирование было бы совершенно бесполезным, если бы для получения результата требовалось столько же времени. Персональному компьютеру хватает недели, чтобы выдать половину результатов, перечисленных на этой странице.

### ЗАПАТЕНТОВАННЫЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ, ВОСПРОИЗВЕДЕННЫЕ КОМПЬЮТЕРОМ

С помощью генетического программирования повторно создано 15 ранее запатентованных изобретений.

| Изобретение | Год | Изобретатель | Организация |
|---|---|---|---|
| МНОГОЗВЕННЫЙ ФИЛЬТР | 1917 | Джордж Кэмпбелл (George A. Campbell) | AT&T, Нью-Йорк |
| ФИЛЬТР С ПЕРЕСЕЧЕНИЯМИ | 1925 | Отто Юлиус Цобель (Otto Julius Zobel) | AT&T |
| УСИЛИТЕЛЬ С ОТРИЦАТЕЛЬНОЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ | 1927 | Гарольд Блек (Harold S. Black) | AT&T |
| ЭЛЛИПТИЧЕСКИЙ ФИЛЬТР | 1934–1936 | Вильгельм Кауэр (Wilhelm Cauer) | Гетингенский университет, Германия |
| ПИД-РЕГУЛЯТОР | 1939 | Альберт Каллендер (Albert Callender) и Аллан Стивенсон (Allan Stevenson) | Imperial Chemical Ltd, Нортуич, Англия |
| РЕГУЛЯТОР ПО ВТОРОЙ ПРОИЗВОДНОЙ | 1942 | Гарри Джонс (Harry Jones) | Brown Instrument Co., Филадельфия |
| ЭММИТЕРНЫЙ ПОВТОРИТЕЛЬ ДАРЛИНГТОНА | 1953 | Сидни Дарлингтон (Sidney Darlington) | Bell Telephone Labs, Нью-Йорк |
| СХЕМА ФИЛБРИКА | 1956 | Джордж Филбрик (George A. Philbrick) | Philbrick Researches, Бостон |
| СОРТИРУЮЩАЯ СХЕМА | 1962 | Дэниел О'Коннор (Daniel G.O'Connor) и Раймонд Нельсон (Raymond J. Nelson) | General Precision, Лос-Анджелес |
| ГИБРИДНАЯ АНАЛОГО-ЦИФРОВАЯ ИНТЕГРАЛЬНАЯ МИКРОСХЕМА для создания переменной емкости | 2000 | Тургут Сефкет Айтур (Turgut Sefket Aytur) | Lucent Technologies, Мэри-Хилл, Нью-Джерси |
| ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ НАПРЯЖЕНИЕ–ТОК | 2000 | Акира Икеучи (Akira Ikeuchi) и Наоши Токуда (Naoshi Tokuda) | Mitsumi Electric, Токио |
| КУБИЧЕСКИЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ | 2000 | Стефано Киприани (Stefano Cipriani) и Энтони Такешиан (Anthony A. Takeshian) | Conexant Systems, Ньюпорт-Бич, Калифорния |
| НИЗКОВОЛЬТНАЯ ТРАНЗИСТОРНАЯ СХЕМА ДЛЯ БОЛЬШИХ ТОКОВ для испытания источников напряжения | 2001 | Тимоти Даун-Линдберг (Timothy Daun-Lindberg) и Майкл Миллер (Michael Miller) | IBM, Эрмонк, Нью-Йорк |
| НИЗКОВОЛЬТНАЯ СИММЕТРИРУЮЩАЯ СХЕМА | 2001 | Санг Гу Ли (Sang Gug Lee) | Университет связи и информатики, Тэджон, Корея |
| НАСТРАИВАЕМЫЙ ИНТЕГРАЛЬНЫЙ АКТИВНЫЙ ФИЛЬТР | 2001 | Роберт Ирвин (Robert Irvine) и Бернд Колб (Bernd Kolb) | Infineon Technologies, Мюнхен, Германия |

При этом каждый раз сотни тысяч объектов развиваются на протяжении десятков или сотен поколений. Однако для воспроизведения каждого из шести изобретений, запатентованных после 2000 г., потребовалось значительно больше усилий.

В природе распределение особей по полуизолированным субпопуляциям способствует эволюции. То же самое можно сказать и о генетическом проектировании, осуществляемом с помощью слабосвязанной сети компьютеров. Каждая ЭВМ оценивает пригодность организмов в пределах своей колонии. Затем небольшой процент наилучших вариантов перемещается на смежные машины сети, чтобы каждая субпопуляция могла воспользоваться появившимися улучшениями.

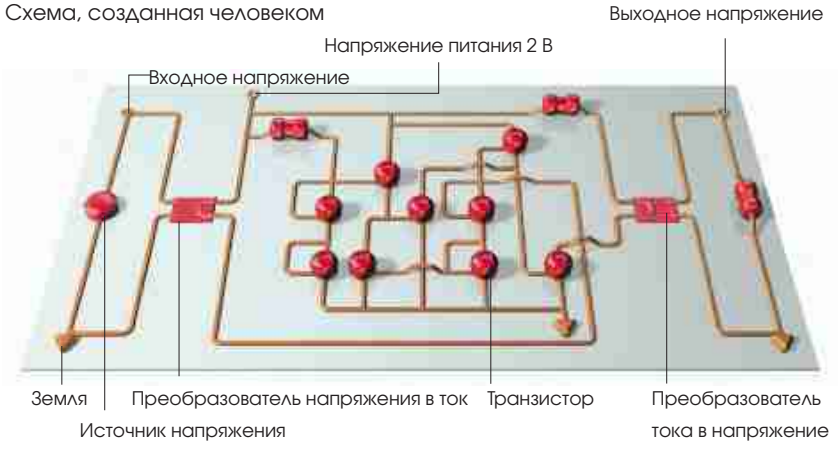
Для проведения экспериментов мы собрали кластер из тысячи устаревших ЭВМ на базе процессора *Pentium* с тактовой частотой 350 МГц. Самая длительная процедура – оценка пригодности одной особи – занимает около 1 мин. машинного времени. Поэтому обсчет развития 100 тыс. организмов в течение 100 поколений на нашем суперкомпьютере длится приблизительно семь дней.

К концу этого десятилетия, вероятно, появятся недорогие процессоры с тактовыми частотами до 50 ГГц, и генетическое программирование станет активно применяться для генерации изобретений, достойных патентования.

## ЧЕЛОВЕК ПРОТИВ КОМПЬЮТЕРА

Рассмотрим две схемы кубического преобразователя. Вверху – запатентованная, разработанная инженером. Зеленые и пурпурные части нижней схемы – результат генетического программирования (остальное – стандартные входные и выходные каскады). Искусственно созданное устройство работает точнее, чем изобретенное человеком, но как оно функционирует, понять совсем не просто. Нижняя схема явно сложнее, но она содержит избыточные элементы: например отмеченный пурпурным цветом транзистор, никак не участвующий в работе преобразователя.

Схема, созданная человеком




Схема, созданная генетической программой

### Тест на IQ

Полвека назад основатель теории вычислительных машин Алан Тьюринг предсказал, что искусственный интеллект будет создан приблизительно через 50 лет. Все это время разработка компьютерного разума велась в двух направлениях: использование логической дедукции и экспертный анализ на основании базы знаний (так называемые экспертные системы). Оба подхода в общих чертах описаны Тьюрингом в 1950 г. Первый заключается в создании программ для логического анализа ситуаций и формирования соответствующей реакции. Второй получил название «культурный поиск» и подразумевает использование знаний, полученных от экспертов.

Обучающиеся интеллектуальные машины должны уметь выполнять задания, основываясь на простом высокоуровневом описании того, что нужно сделать. Эволюционные программы вполне отвечают этому требованию и не уступают людям в результативности, привлекая минимум человеческого участия для решения каждой новой задачи и не пользуясь логическими рассуждениями или накопленными знаниями.

В свое время Тьюринг предложил известный тест на искусственный интеллект: эксперт общается с неизвестным собеседником и пытается определить, кто отвечает на его реплики – человек или машина. Мы не утверждаем, что генетическое программирование достигло такого уровня имитации человеческого сознания. Зато оно успешно прошло проверку на творческий потенциал

и изобретательность, которая уже более 200 лет проводится Патентным бюро США. Продублировав несколько зарегистрированных человеческих изобретений, этот автоматизированный метод, по существу, сдал экзамен Патентного бюро на уровень интеллекта.

Все вышесказанное не стоит расценивать как спекуляцию и досужие домыслы. Если некое учреждение не жалеет времени и средств на разработку чего-то нового, а затем включается в длительный и дорогой процесс получения патента, значит, эта работа имеет научное или практическое значение. Кроме того, Патентное бюро требует, чтобы предлагаемое новшество было полезным. Таким образом, зарегистрированные изобретения нетривиальны и выполнены творческими людьми.

Многие были бы удивлены тем, что программный искусственный интеллект порожден недетерминистским алгоритмом без привлечения логики или баз знаний. Многие, но не Алан Тьюринг. В статье, написанной в 1950 г., он указал третий подход к созданию разумной машины: «...генетический или эволюционный поиск оптимальной комбинации генов, при котором критерием отбора является степень выживаемости». Тьюринг не указал, как нужно проводить «генетический или эволюционный поиск», чтобы достичь искусственного интеллекта, но отметил: «Не следует надеяться, что с первой попытки получится удачная машина-потомок. Сначала нужно попытаться обучить один экземпляр и выяснить, насколько хорошо он обучается. Затем можно опробовать другой и разобраться, лучше он или хуже. Связь между этим процессом и эволюцией очевидна. Можно провести следующие аналогии:

Структура машины-потомка =
Наследственный материал
Изменения машины-потомка =
Мутации
Естественный отбор =
Оценка экспериментатора».

Генетическое программирование во многих отношениях соответствует третьему способу разработки искусственного интеллекта по Тьюрингу. ■

## ЕЩЕ НЕСКОЛЬКО ИНТЕРЕСНЫХ РАЗРАБОТОК

Кроме воссоздания уже запатентованных изобретений генетическое программирование приносит плоды, которыми могли бы гордиться люди.

| |
|---|
| ФУТБОЛЬНАЯ ПРОГРАММА расположилась в середине списка из 34 программ, написанных людьми для соревнования RoboCup-1998. |
| АНАЛОГОВАЯ СХЕМА РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ для оптимального управления роботом. |
| ЧЕТЫРЕ РАЗЛИЧНЫХ АЛГОРИТМА для идентификации трансмембранных сегментов различных белков. |
| ВЫВЕДЕНИЕ ЛЕЙТМОТИВОВ (хорошо сохраняющихся фрагментов аминокислот) для идентификации некоторых семейств белков. |
| АЛГОРИТМЫ ДЛЯ КВАНТОВЫХ КОМПЬЮТЕРОВ, которые в ряде случаев решают задачи лучше, чем любой из ранее опубликованных. |
| ЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА для выполнения операции «НЕ–И» по двум входам. |
| АНАЛОГОВЫЕ СХЕМЫ ДЛЯ ВЫЧИСЛЕНИЯ квадрата, куба, квадратного и кубического корня, логарифма и функций Гаусса. |
| СХЕМЫ ЦИФРО-АНАЛОГОВОГО И АНАЛОГО-ЦИФРОВОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ. |

### ОБ АВТОРАХ:

**Джон Коза** (John R. Koza), **Мартин Кин** (Martin A. Keane) и **Мэтью Стритер** (Matthew J. Streeter) занимаются эволюционным программированием с помощью самодельного параллельного компьютера, содержащего 1 тыс. процессоров `Pentium`. Коза защитил кандидатскую по информатике в 1972 г. в Мичиганском университете, а в 1973 г. стал соучредителем фирмы `Scientific Games, Inc`. Несколько позже он принял участие в разработке билетов мгновенной лотереи со стиранием фольги. В 1987 г. Коза изобрел генетическое программирование. Кин стал кандидатом математических наук в 1969 г. в Северо-Западном университете. С 1976 по 1986 гг. он занимал пост вице-президента `Bally Manufacturing Corp.` в Чикаго, а сейчас руководит исследовательскими работами в `Econometrics, Inc`. Стритер получил степень магистра в Вустерском политехническом институте в 2001 г. Его исследования в основном посвящены практическому применению эволюционных алгоритмов в науке и технике. Сейчас он работает системным программистом в `Genetic Programming, Inc`. (Лос-Альтос, Калифорния).

### ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ИСТОЧНИКИ:

• Computing Machinery and Intelligence. Alan M. Turing in Mind, Vol. 59, No. 236, p. 433-460; October l950. Доступно на **www.abelard.org/turpap/turpap.htm** с разрешения Oxford University Press.
• Genetic Programming: On the Programming of Computers by Means of Natural Selection. John R.Koza. MIT Press, l992.
• Genetic Programming: The Movie. John R. Koza and James P. Rice. MIT Press, 1992.
• Genetic Programming III: Darwinian Invention and Problem Solving. John R. Koza, Forrest H. Bennett III, David Andre and Martin A. Keane. Morgan Kaufmann, 1999.
• Genetic Programming III: Videotape: Human-Competitive Machine Intelligence. John R. Koza, Forrest H. Bennett III, David Andre, Martin A. Keane and Scott Brave. Morgan Kaufmann, 1999.
• Genetic Programming IV: Routine Human-Competitive Machine Intelligence. John R. Koza, Martin A. Keane, Matthew J. Streeter, William Mydlowec, Jessen Yu and Guido Lanza. Kluwer Academic Publishers (In press).
• **www.genetic-programming.com**; **www.genetic-programming.org**)

# ОРУЖИЕ

## СО СПУТНИКОВЫМ НАВЕДЕНИЕМ

Майкл Путтре

Недорогое высокоточное ударное оружие, опробованное в Афганистане, пополнило арсенал ВВС США.

**ЖАЛО ИСТРЕБИТЕЛЯ**

**Истребитель-бомбардировщик ВМС США *F/A-18 Hornet*, несущий самые распространенные *GPS*-бомбы высокой точности – *Joint Direct Attack Munition*, – патрулирует небо над Афганистаном (вверху). Экипажи на борту авианосца США *John C. Stennis* готовят бомбы *JDAM* и бомбы с лазерным наведением к подвеске на самолеты *Hornet* (справа).**

Холодным ноябрьским вечером 2001 г. командир 389-й экспедиционной истребительной эскадрильи подполковник ВВС США Том Лохед (Tom Lawhead) вглядывался в темноту из кабины своего истребителя-бомбардировщика *F-16*. Команда специальных сил США и 1000 бойцов антиталибской коалиции вели наступление на аэропорт Кандагара. Даже очки ночного видения не помогли летчику определить, как продвинулись коалиционные силы к своей цели – магистральной дороге, связывающей город с пакистанской границей, которую предстояло перерезать. Все усложнялось тем, что один из командиров звеньев эскадрильи Лохеда обнаружил колонну машин, движущуюся за соседним хребтом. Антиталибские силы уже потеряли радиосвязь с высланной вперед разведгруппой, и никто не знал, что это за колонна – то ли возвращающиеся разведчики, то ли вражеская засада.

Скоро все прояснилось. Едва машины колонны перевалили через гребень, они погасили фары и выпустили реактивный снаряд. Началась яростная перестрелка. Талибы контратаковали.

«Передовой пост наведения авиации пытался выяснить, где хорошие и где плохие парни», – вспоминает Лохед. Противников разделяло меньше сотни метров. «Мы выжидали, наблюдая стрельбу с высоты 5 тыс. метров. Наконец руководитель полетов дал нам координаты места, куда должны были попасть первые бомбы». Эскадрилья устремилась вниз, сбросила прецизионные бомбы, остановив вражескую атаку. «Окажись эта контратака удачной, наши планы захвата Южного Афганистана были бы сорваны», – говорит Лохед.

Американские ударные истребители в темноте поразили важную цель, находящуюся в сотне метров от дружественных войск, поскольку располагали новым оружием высокой точности. Они несли не обычные неуправляемые «тупые» бомбы, а новейшие «умные» (к тому же недорогие) боеприпасы. Передовой пост наведения авиации в зоне боевых действий сообщил патрульному самолету набор координат, полученный от спутников глобальной системы определения местонахождения *GPS* (*Global Positioning System*). Пилоты истребителей *F-16* ввели эти числовые последовательности в свои бортовые компьютеры управления огнем, а те – в микропроцессоры бомб. Когда бомба сбрасывалась, ее бортовая инерциальная навигационная система (*INS*) использовала информацию от *GPS* в течение половины времени полета, что обеспечило точность попадания радиусом 2,9 м.

В Афганистане оружие с *GPS*-наведением впервые было использовано для поддержки наземных войск. Некоторое количество таких боеприпасов было развернуто во время интервенции в Косово в 1999 г. и использовалось против иракских зенитных установок в северной и южной зонах, запрещенных для полетов иракской авиации. В Афганистане системами спутникового наведения было оснащено подавляющее большинство сброшенных бомб. Специалисты Пентагона планировали использовать «умные» бомбы в ходе военных действий против Ирака.

В отличие от боеприпасов предыдущих поколений, в которых применялось лазерное или телевизионное наведение, требующее участия летчика или штурмана-оператора, бомбы с *GPS*-наведением сбрасываются с борта самолета без лазерной подсветки. После сброса боеприпас действует автономно, самостоятельно корректируя траекторию, что обеспечивает высокую точность наведения даже при неблагоприятной погоде. Кроме того, современные боеприпасы с *GPS*-наведением рассчитаны на использование в сочетании с новейшими инфракрасными (ИК) и радиолокационными системами наведения и целеуказания, которыми оснащены американские ударные самолеты. Они связаны с общенациональной навигационной и коммуникационной инфраструктурами, которые соединяют центры управления с разведывательными спутниками (включая фотографические спутники *KH-11* и радиолокационные спутники *Lacross*). В том числе и с системой воздушных боевых систем, способных определять *GPS*-координаты потенциальной цели. В состав «интеллектуальных» систем входят высотные разведчики *U-2*, «дальнозоркие» разведывательные самолеты *E-8A J-Stars* и *RC-135 Rivet Joint*, патрульные самолеты *EP-S Aries* ВМС США и армейские *RC-12*, самолеты *E-3* системы *AWACS* и новые беспилотные разведывательные самолеты *Predator* и *Global Hawk*, все чаще используемые в качестве штурмовиков (см. рис. на стр. 57).

Подобное вооружение снизит количество самолето-вылетов. Кроме того, самолеты получают возможность

## ОБЗОР: ОРУЖИЕ С *GPS*-НАВЕДЕНИЕМ

• Пентагон заполучил семейство «умных» боеприпасов класса «земля–поверхность». Для точного наведения с большого удаления используется технология инерциального наведения, дополненная определением координат с помощью глобальной спутниковой системы местоопределения (*GPS*). *GPS*-системы позволяют наводить боеприпасы на точку прицеливания с погрешностью в пределах радиуса 12 м в течение половины времени полета.

• Из-за невысокой стоимости этих боеприпасов США используют их в массовых количествах. Экипаж самолета атакует опасную цель с безопасного расстояния. Кроме того, для достижения поставленных задач требуется меньше самолето-вылетов, а число случайных жертв и повреждений имущества уменьшается (по сравнению с использованием обычных «тупых», или «железных», бомб).

U.S. NAVY (PRECEDING PAGES)

# БОМБАРДИРОВКА С ГЕОЛОКАЦИЕЙ

В НОВЕЙШЕМ ПОКОЛЕНИИ недорогих «умных» бомб США для точного наведения на цель используется инерциальная система, дополненная информацией от спутниковой глобальной системы местоопределения *GPS*.

Система *GPS*-спутников посылает радиосигналы, используемые следящими объектами для точного определения своего местоположения. Компьютер рассчитывает местонахождение объекта методом триангуляции – по времени достижения его сигналами трех или более спутников.

Ударный самолет, например *F-16 Fighting Falcon* (внизу), имеет несколько возможностей определения координат цели, в данном случае – батареи зенитных ракет (внизу справа).

DON FOLEY

## БОМБЫ С *GPS*-НАВЕДЕНИЕМ

**«ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЕ» ДОБАВЛЕНИЕ**

Единый боеприпас *JDAM* для прямой атаки – самое распространенное оружие с *GPS*-наведением из имеющихся в распоряжении Пентагона. *JDAM* техники крепят к неуправляемой бомбе, превращая ее в «умную» бомбу, обеспечивающую высокую точность попадания. Эта насадка имеет хвостовой стабилизатор с управляемыми лопастями, корпусные накладки, *GPS*-приемник с антенной, инерциальную систему наведения, бортовой компьютер (с соответствующим ПО), электрические исполнительные механизмы для управления лопастями стабилизатора, источник питания, кабельные жгуты и разъемы. Экипажи бомбардировочной авиации на палубе авианосца *John C. Stennis* подвешивают *JDAM* к самолету на летной палубе (справа вверху). Бомбардировщик ВВС США *B-52* может нести на бомбодержателях подкрыльевых пилонов большое количество *JDAM* (справа внизу).

наносить удары, находясь вне пределов досягаемости. Основной недостаток оружия – радиопомехи способны существенно затруднить работу сложных систем.

### Десять лет спустя

Оружие с *GPS*-наведением обеспечивает гибкость ведения боевых действий. «Во время операции «Буря в пустыне» мы заранее знали, что будет нашей целью», – говорит Лохед. К сожалению, такие сведения нелегко обновлять. Сегодня командиры, выполняющие боевые задачи, могут реагировать на изменения обстановки быстрее. «За 178 боевых вылетов, которые совершила в Афганистане 389-я эскадрилья, нам только один раз пришлось нанести удар по цели, которая была намечена заранее», – сказал Лохед.

Высокая эффективность оружия имеет стратегический смысл. До войны 1990/91 г. в Персидском заливе для разрушения одной цели требовалось шесть «тупых» бомб – почти вся боевая нагрузка стандартного ударного истребителя. «В ходе «Бури в пустыне» для поражения нескольких целей одного объекта мы посылали от 20 до 24 самолетов *F-16*», – говорит Лохед. Обладая оружием высокой точности, «можно посылать на такой объект не 24 самолета, а всего 2–4».

Новая технология позволяет использовать недорогие, неуправляемые бомбы, которые трансформируются в «умные». Они могут поражать важные малоразмерные цели, по которым раньше приходилось стрелять дорогостоящими крылатыми или противокорабельными ракетами, такими как *Tomahawk* и *Garpoon*. Теперь на оружие с *GPS*-наведением пришлось около 90% всего тоннажа, сброшенного в Афганистане. В Персидском заливе системами точного наведения было оснащено лишь 6% боеприпасов (в основном бомбы

U.S. NAVY AND U.S. AIR FORCE (PHOTOGRAPHS); DON FOLEY (ILLUSTRATIONS)

с лазерным наведением, ракеты с телевизионным наведением и крылатые ракеты с инерциальными навигационными системами). Тогда, 10 лет назад, система *GPS* только становилась доступной для навигационных целей, а функция наведения оружия для нее не была предусмотрена.

«Мы стараемся отказываться от неуправляемых бомб, – сказал капитан Роберт Вирт (Robert Wirt), менеджер программы по обычным ударным вооружениям командования Морских авиационных систем (*Naval Air Systems Command, NAVAIR*). – Ввиду опасности побочного ущерба, необходимости тесной поддержки с воздуха и близкого соприкосновения с противником мы хотим, чтобы львиная доля наших боеприпасов была оснащена системами точного наведения».

До афганской кампании в арсенале Пентагона имелось 10 тыс. единых боеприпасов для высокоточной атаки (*JDAM*), в основном – бомб с *GPS*-наведением. Сегодня для выполнения совместного заказа ВВС и ВМС США компания *Boeing* на своем заводе в Сент-Чарльз (штат Миссури) выпускает по 1 500 систем *JDAM* в месяц, а к августу производство планируется увеличить до 2 800.

## Наперекор погоде

Оружие с *GPS*-наведением Пентагон разрабатывал, чтобы преодолеть недостатки оружия высокой точности предшествующих поколений, в основном – бомб с лазерным наведением времен вьетнамской войны, которые еще находятся на вооружении. Эти ранние системы, как правило, снабжены устройствами, которые наводят оружие на лазерное излучение, отраженное от цели. Лазерные целеуказатели могут устанавливаться в кабине летчика-наблюдателя (штурмана-оператора) на атакующем или другом самолете или ином носителе, а также на земле у операторов передовых постов наведения. Благодаря своей высокой точности такое оружие ценится до сих пор. Однако плотные облака, дым, пыль и другие затеняющие факторы могут сделать его неэффективным. Опыт воздушной войны над Ираком и Кувейтом показал, что многие авианалеты были отменены из-за того, что пилоты не видели цель. «Мы не можем управлять погодой», – говорит капитан Вирт.

Поэтому начальник штаба ВВС США генерал Мэррилл Макпик (Merrill McPeak) разработал технические требования к автономным боеприпасам, которые пилот может сбрасывать сквозь облака и другие затеняющие среды. 1 мая 1991 г. был разработан запрос на предложения по созданию боеприпасов с *GPS*-наведением для ВВС и ВМС США. От системы требовалось, чтобы она была недорога, точна и совместима с существующими видами вооружения, авиационными платформами и инфраструктурой. Поскольку технические задачи были не сложными, ключевым фактором становилась стоимость. В 1995 г. конкурс на подряд на такое вооружение, в котором участвовали 12 претендентов, выиграла компания *Boeing*. В результате было создано семейство единых боеприпасов для высокоточной атаки *JDAM*, что означает: их могут использовать как самолеты ВВС, так и ВМС. Каждый тип этих единых боеприпасов имеет свой диапазон применения. «Характер использования каждого из них будет зависеть от характера угрозы», – говорит капитан Вирт.

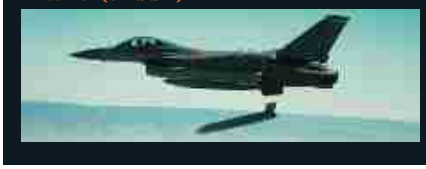
Такая точность обеспечивается использованием взаимно дополняющих систем наведения для коррекции траектории боеприпаса с помощью бортового автопилота. *GPS*-приемник методом триангуляции определяет текущее местоположение бомбы по сигналам от спутников системы *GPS*. Технология *GPS* сочетается с инерциальным измерительным блоком (*Inertial Measurement Unit*, *IMU*), который строит траекторию по данным от гироскопов и акселерометров. *GPS-IMU*-бомба в течение первых 25–30 сек. свободного падения принимает сигналы системы *GPS*. Определенные по ним координаты используются для коррекции информации *IMU*, в результате получаются входные данные для бортового автопилота бомбы. Компьютер автопилота вносит соответствующую коррекцию в траекторию, отклоняя электрически управляемые поверхности хвостового стабилизатора. В случае потери сигналов системы *GPS* из-за отказа приемника или под действием активных радиопомех инерциальная система продолжает направлять бомбу на основе результатов последнего обновления координат системы *GPS*.

В 1998 г. *JDAM* стал первым боеприпасом класса «воздух–поверхность» с *GPS*-наведением (см. рис. на стр. 58), принятым на вооружение в США. *JDAM* – не законченный боеприпас, а хвостовая насадка, которая превращает стандартную неуправляемую

**БОМБАРДИРОВКА ПО ПЛОЩАДЯМ**
Крылатые ракеты *JSOW* часто несут бомбы малого калибра, широко рассеиваемые по площади цели для уничтожения живой силы, техники, неукрепленных сооружений и огневых позиций.

RAYTHEON

## БОЕПРИПАСЫ С *GPS*-НАВЕДЕНИЕМ

| Название | Изготовитель | Обозначение | Назначение | Боевая нагрузка |
|---|---|---|---|---|
| Joint Direct Attack Munition (JDAM) | Boeing | GBU-31(v)1 | Общего назначения | Бомба Mk84 |
| | | GBU-31(v)3B | Против укрытых целей | Бетонобойная бомба BLU-109 |
| | | GBU-32 | Общего назначения | Бомба Mk83 |
| | | GBU-38 | Общего назначения | Бомба Mk82 |
| Wind Corrected Munitions Dispenser (WCMD) | Lockheed Martin | CBU-103 | Против площадных неукрытых целей | Кассета CBU-87 с 202 мелкими бомбами BLU-97 комбинированного действия |
| | | CBU-104 | Бомбардировка площадей на воспрещение | Кассета CBU-89 Gator с 72 противотанковыми минами BLU-91 и 22 противопехотными минами BLU-92 |
| | | CBU-105 | Против танков и транспортных средств | Кассета CBU-97 с 10 мелкими бомбами BLU-108 с ИК-взрывателями |
| Joint Standoff Weapon (JSOW) | Raytheon | AGM-154A (JSOW-A) | Против площадных неукрытых целей | 145 мелких бомб BLU-97 комбинированного действия |
| | | AGM-154B (JSOW-B) | Против танков и транспортных средств | 6 мелких бомб BLU-108 с ИК-взрывателями |
| | | AGM-154C (JSOW-C) | Против укрытых целей | Неразделяющаяся боеголовка 500-фунтового (227 кг) класса |
| Joint Air-to-Surface Standoff Missile (JASSM)  | Lockheed Martin | AGM-158 | Против важных укрытых целей | Неразделяющаяся боеголовка 1000-фунтового (454 кг) класса |

боеголовку (стоимостью всего в несколько сотен долларов) в «умную» *GPS*-бомбу. Изготовление прецизионных модулей наведения и управляемых лопастей поверхностей хвостового стабилизатора обходится сравнительно недорого (примерно $20 тыс. на бомбу, тогда как стоимость крылатой ракеты типа применявшихся во время войны в Персидском заливе составляет около $1 млн.). В состав этой насадки входят *GPS*-приемник с антенной, *IMU*, бортовой компьютер, исполнительные механизмы для управляемых поверхностей стабилизатора, источник питания, кабельные жгуты и разъемы. Кроме того, в системе используются программное обеспечение для расчета траектории и дополнительное программное обеспечение для самолета-носителя.

*JDAM*, которые находятся на вооружении США, при сбрасывании с высоты 6 тыс. м имеют дальность действия около 13 км. Компания *MBDA*, занимающаяся производством вооружений, разрабатывает сейчас планирующую приставку *Diamond Back* для *JDAM*, которая должна увеличить дальность действия до 40 км.

Родственник *JDAM* – разработанное в 2001 г. компанией *Lockheed Martin* устройство *Wind Corrected Munition Dispenser* (*WCMD*) для бомбардировки с учетом ветра, которое также представляет собой хвостовую насадку стоимостью $10 тыс. для семейства стандартных кассетных бомб (см. рис. на стр. 60). *WCMD* не имеет *GPS*-приемника для непрерывного обновления данных для *IMU*, так что дальность действия этой системы примерно вдвое меньше, чем у *JDAM*.

Более сложным представителем семейства единых боеприпасов является *JSOW* (*Joint Standoff Weapon*) компании *Raytheon* (см. рис. на стр. 60) – планирующая бомба с 500-фунтовой (227 кг) боеголовкой и крыльями, раскрывающимися в ходе полета к цели после сбрасывания. Дальность ее действия составляет от 24 до 64 км в зависимости от высоты и скорости оценки. *JSOW* – это не добавочное устройство, превращающее неуправляемый

U.S. NAVY (TOP); LOCKHEED MARTIN (TOP MIDDLE AND BOTTOM); RAYTHEON (BOTTOM MIDDLE)

| Полная масса, кг/фунт | Длина, м | Дальность действия, км | Погрешность наведения, м | Примерная стоимость, долл. | Год | Примечания |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 908/2 000 | 3 886 | 24 | 12 | 20 000 (насадка) + 3 000 (сама бомба) | 1998 | Все JDAM оснащаются GPS-приемниками |
| 908/2 000 | 3 785 | 24 | 12 | 20 000 (насадка) + 5 000 (сама бомба) | 1998 | |
| 454/100 | 3 048 | 24 | 12 | 20 000 (насадка) + 2 000 (сама бомба) | 1999 | Версия GBU-35 имеет боеголовку BLU-110, стабилизированную для использования на авианосцах |
| 227/500 | 2 184 | 24 | 12 | 20 000 (насадка) + 1 000 (сама бомба) | 2004 | Для бомбардировщиков B-2 Spirit, которые будут нести по 80 бомб |
| 454/100 | 2 337 | 11 | 26* | 10 000 (насадка) + 14 000 (кассета) | 1999 | Все приставки WCMD будут получать GPS-данные с самолетов |
| 454/100 | 2 337 | 11 | 26* | 10 000 (насадка) + 40 000 (кассета) | 1999 | |
| 454/100 | 2 337 | 11 | 26* | 10 000 (насадка) + 300 000 (кассета) | 1999 | |
| 484/1 065 | 4 064 | Больше 64 | 15* | 220 000 | 1999 | Все JSOW – безмоторные планирующие бомбы с дальностью действия больше 24 км при сбросе с малой высоты |
| 484/1 065 | 4 064 | Больше 64 | 15* | 375 000 | 2003 | Программа выпуска существенно урезана |
| 681/1 500 | 4 064 | Больше 64 | 3 | 400 000 | 2004 | Имеет отображающую ИК-систему самонаведения на конечном этапе; разрабатывается вариант с ТРД с дальностью действия 190 км |
| 1 022/2 250 | 4 267 | Больше 200 | 3 | 700 000 | 2003 | Имеет отображающую ИК-систему самонаведения на конечном этапе, ТРД и усовершенствованную систему противодействия подавлению GPS-сигналов |

* Боеприпасы для бомбардировки по площадям

боеприпас в «интеллектуальное» оружие высокой точности, а новая самостоятельная система. Слово *standoff* в ее названии говорит о том, что эту бомбу можно сбрасывать на невидимую цель с удаления, превышающего дальность действия средств ближней противовоздушной обороны. Целью ее разработки было создание универсального носителя, различных типов боеприпасов «бомбовоза», имеющего несколько вариантов.

Первый из них – *JSOW-A*, принятый на вооружение США в 1999 г. Он несет мелкие бомбы, подобные *WCMD*, и стоит $220 тыс.

*JSOW-B* стоит $375 тыс., выпускается с 2003 г., несет противотанковые бомбы.

*JSOW-C*, который должен появиться в 2005 г., будет иметь не разделяющуюся боеголовку, предназначенную для поражения укрытых целей, например бункеров. Ожидается, что его цена составит около $400 тыс. Кроме систем *GPS* и *IMU* для наведения на начальном участке траектории, как у *J-DAM*, *JSOW-C* будет располагать отображающей инфракрасной системой самонаведения на цель на конечном участке (на последних секундах). Это позволит бортовому компьютеру выполнять функцию формирования текущего изображения и распознавания цели, когда получаемое текущее изображение сравнивается с хранящимся в памяти системы эталонным изображением, сделанным ранее с помощью других разведывательных средств – самолетов, спутников или беспилотных летательных аппаратов.

Самый сложный из первой группы единых боеприпасов и обладающий самой большой дальностью действия – это *JASSM* (*Joint Air-to-Surface Standoff Missile*) компании *Lockheed Martin*, единая крылатая ракета класса «воздух–поверхность», сбрасываемая с большого удаления. Ее испытания завершились в 2001 г. Реактивный двигатель способен доставить ракету на расстояние около 320 км. 1000-фунтовая (454 кг) боеголовка предназначена для поражения важных, хорошо укрытых целей. Как и *JSOW-C*, эта

крылатая ракета ожидаемой стоимостью более $ 700 тыс. оснащена, кроме *GPS-IMU*-системы наведения, действующей в средней части траектории, отображающей инфракрасной системой самонаведения.

## Пассивная агрессия

Точное оружие с *GPS*-наведением может использовать сигналы противника. Почти любое современное воинское подразделение или боевая система испускают в ходе выполнения своей задачи сигналы того или иного рода, которые можно улавливать и анализировать для определения местоположения или рода их источника.

Современная пеленгационная техника позволяет определять местоположение наземных источников сигнала с такой малой погрешностью в системе координат *GPS*, что для их уничтожения стало возможным посылать боеприпасы с *GPS*-наведением. Эта геолокационная способность подкрепила доктрину США, рекомендующую заменить активные радиолокаторы на штурмовиках новыми, пассивными датчиками, которые не испускают предательских сигналов. Пассивные радиолокационные приемные системы предупреждения на тактических самолетах измеряют обусловленные движением самолета допплеровские сдвиги частоты вражеских радиолокаторов. Специальный алгоритм сравнивает эти сдвиги с данными *GPS*-системы самолета и его *INS* и на основе полученных результатов точно определяет направление на источник сигнала и его местоположение. Кроме того, в это же время три или большее число самолетов совместно могут определять местоположение источника сигнала методом триангуляции с использованием общей беспроводной системы обмена информацией.

Американские тактические самолеты следующего поколения – истребитель *F-22 Raptor* и истребитель *F-35 Joint Strike Fighter* для завоевания господства в воздухе будут располагать большими возможностями, чем сегодняшние самолеты, поскольку будут оснащаться пассивными датчиками. Они смогут обнаруживать цели методами геолокации с расстояний, сравнимых с теми, которые достижимы сегодня только при использовании специальных самолетов электронной разведки. Ожидается, что *F-22* поступит на вооружение в начале 2006 г., а *F-35* – не позднее чем через несколько лет после этого.

## Противодействие радиопротиводействию

*GPS*-сигналы, на использовании которых зиждется прецизионное бомбометание, являются и уязвимым местом всей системы. Они столь слабы, что их легко забить. *GPS*-передатчики рассчитаны так, чтобы уровень сигнала на поверхности земли был на 160–166 дБ ниже 1 ватта. Это примерно уровень мощности излучения 25-ваттной лампочки на расстоянии 16 тыс. км от нее и в миллиард раз меньше мощности, принимаемой антенной телевизора. Заглушить такой слабый импульс нетрудно, поэтому в приемниках боеприпасов предусматриваются одно или несколько средств противодействия активным радиопомехам. Например, многоканальные *GPS*-приемники могут одновременно принимать сигналы нескольких спутников, выполняя минимально необходимое для навигационного определения количество спутников в случае, когда импульсы, идущие с данного направления, забиты (обычно каждый канал принимает его от одного спутника). Другой метод состоит в нейтрализации поступающих помех с помощью специальных антенн или программной обработки.

Боеприпасы высокой точности не защищены и от ошибок человека. В октябре 2001 г. Пентагон сообщил, что истребитель-бомбардировщик ВМС *F/A-18 Hornet* не смог поразить цель бомбой с *GPS*-наведением. Бомба *JDAM* попала в жилой район в миле от аэропорта Кабула, который она должна была поразить. По крайней мере, четыре человека погибли и несколько было ранено. В другом случае погибли три американских и пять афганских солдат. Причина была в том, что во время авианалета стали менять батарею питания в приемнике передового поста наведения авиации. Перерыв в подаче питания вызвал сброс рассчитанных координат цели к значениям координат самого поста, в результате чего *JDAM* был направлен по неверной траектории. Подобного рода ошибки объясняются неопытностью операторов. Но каковы бы ни были причины, процент неправильного наведения *GPS*-оружия очень мал.

Горы Восточного Афганистана стали прекрасным полигоном, где оружие с *GPS*-наведением продемонстрировало возможности (и недостатки) технологии. Много раз неприятель просто пережидал длительные бомбардировки в надежных укрытиях пещер. Однако главное – это то, что доступность *GPS-IMU*-оружия укрепляет уверенность планирующих органов Пентагона в том, что при поддержке мощного и очень точного огня с воздуха небольшие группы солдат со сравнительно легким вооружением могут одержать верх над гораздо более многочисленными вражескими силами. ■

ОБ АВТОРЕ:

**Майкл Путтре** (Michael Puttre) – главный редактор ежемесячного журнала *The Journal of Electronic Defense* («Журнал электронной обороны»), посвященного электронным средствам ведения войны, управления боевыми действиями и разведки и оружию высокой точности. На военные и технические темы он пишет уже 15 лет.

Новый ближнемагистральный пассажирский самолет

# Ту-334

Разработан в ОАО "Туполев"

Начало серийного производства - 2004 год

105005, Москва,
Набережная академика
Туполева, 17
E-mail: tu@tupolev.ru
www.tupolev.ru

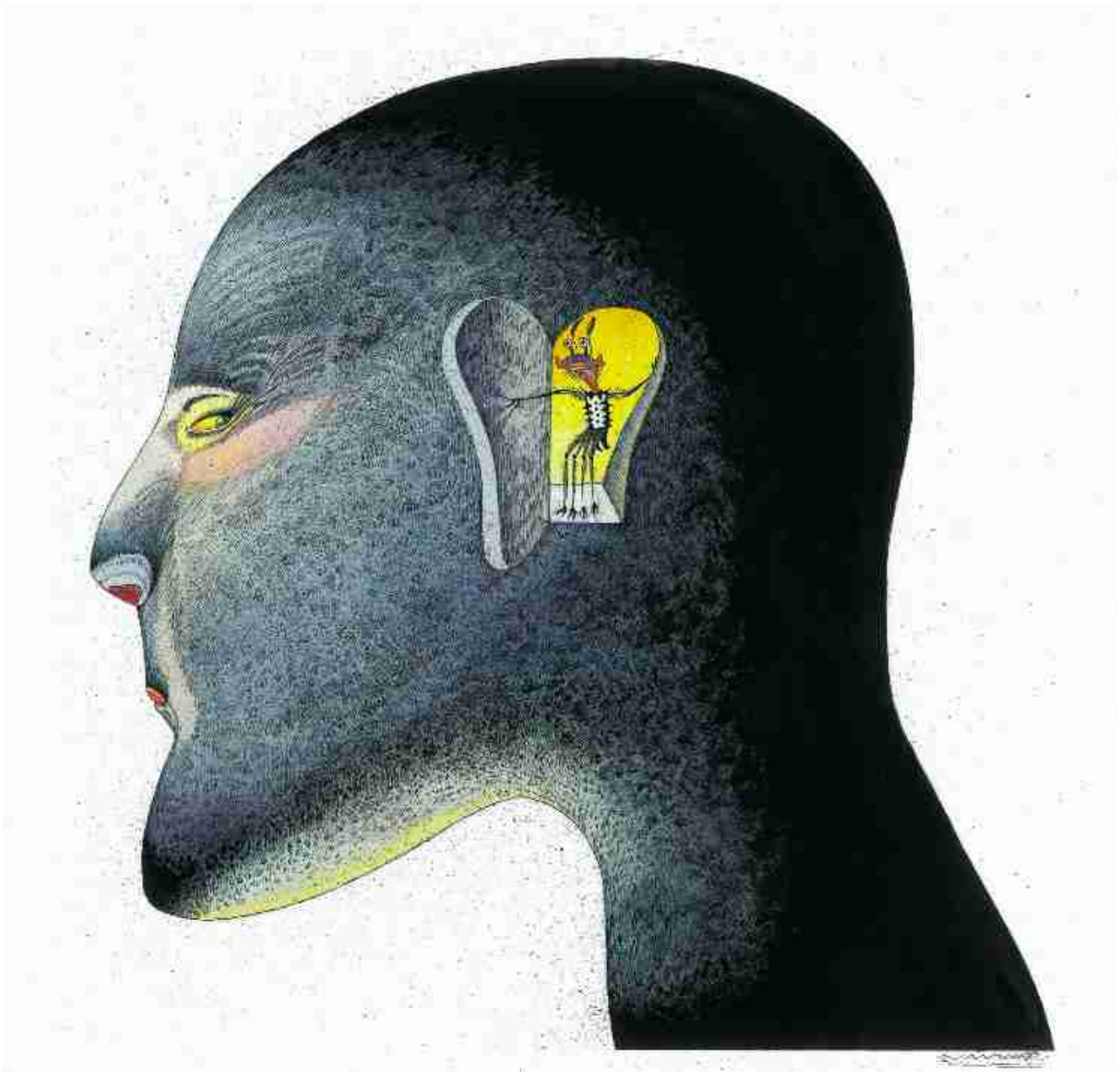
Открытое акционерное общество
Туполев

ЭССЕ

# тараканы в голове

Роберт Сапольски

Пора признать горькую истину: некоторые микробы способны управлять работой нервных сетей головного мозга гораздо искуснее, чем сами люди.



ILLUSTRATIONS BY JACK UNRUH

Как и большинство ученых, я время от времени посещаю разнообразные научные совещания. Одно из них – ежегодное собрание Нейробиологического общества, объединяющего огромное число исследователей головного мозга.

**копошащиеся в мозге** микроскопические существа о его работе **знают больше**, чем все нейробиологи вместе взятые.

Трудно вообразить сборище, более оскорбительное для любого мыслящего существа. В стенах одного научного центра собираются примерно 28 тыс. «деятелей науки». Через некоторое время от такого скопища людей у нормального человека начинается помутнение рассудка: на протяжении целой недели, где бы вы ни оказались – в ресторане, лифте или душе, – поблизости кто-нибудь обязательно будет обсуждать проблему гигантских аксонов кальмара.

В центре расклеено 14 тыс. указателей и сообщений, содержащих ошеломляющий объем информации. Но объявления, представляющие для вас интерес, либо попросту недоступны из-за вечно толпящихся перед ними людей, либо написаны на непонятном языке, либо сообщают о результатах экспериментов, которые вы как раз запланировали на ближайший год. И на фоне этого мельтешения и суеты в голове неотступно бьется мысль: сколько ученых трудятся в поте лица над разгадками тайн мозга и как ничтожно мало мы знаем о его работе! А ведь некоторым микроскопическим существам, копошащимся в нашем мозге, известно о механизмах его деятельности куда больше, чем всем нейрохимикам и нейрофизиологам вместе взятым.

Эта мысль родилась у меня под влиянием недавно опубликованной статьи о способности некоторых паразитов контролировать работу мозга своих хозяев. Как известно, многие бактерии, простейшие и вирусы прекрасно приспособились утилизировать организмы других животных в собственных целях: они используют наши клетки, нашу энергию и даже наш образ жизни. Но самое поразительное и жестокое, на что они способны, – изменять поведение животных-хозяев в соответствии с собственными нуждами! Хрестоматийный пример – эктопаразиты, т.е. организмы, паразитирующие на поверхности тела других животных. Так, клещи из рода *Antennophorus*, живущие на спинке муравьев, раздражают ротовые части насекомого и тем самым инициируют рефлекс, завершающийся срыгиванием съеденной пищи, которой и кормится паразит. А один из видов круглых червей из рода *Syphacia* откладывает на коже грызуна яйца, которые выделяют вещество, вызывающее зуд. Расчесывая это место зубами, зверек невольно проглатывает яйца, из которых в его теле вскоре появляются личинки.

Паразиты, вызывающие все эти поведенческие реакции, действуют по одной схеме: они досаждают своим хозяевам и вынуждают их изменять поведение в желательном для себя направлении. Некоторые, однако, способны изменять функции самой нервной системы. Иногда они достигают этого опосредованно – через гормоны, влияющие на деятельность нервной системы. Австралийский усоногий рачок саккулина (*Sacculina granifera*) прикрепляется к телу самцов некоторых видов крабов и вводит им особый гормон, вызывающий развитие материнского поведения. «Зомбированные» самцы вместе с готовыми к размножению самками мигрируют в открытое море, чтобы произвести «потомство». Самцы крабов, разумеется, никаких личинок не производят – зато многочисленных личинок высвобождают в воду саккулины.

Во всех описанных случаях паразиты не проникают в головной мозг хозяина. Некоторым микроскопическим существам удается преодолеть и эту преграду. Внутри мозга они надежно застрахованы от действия защитных (иммунных) факторов и могут беспрепятственно изменять его нервную организацию для собственных выгод.

Один из таких паразитов – вирус бешенства. Внешние проявления болезни известны людям испокон веков, но, насколько я знаю, никто пока не пытался дать им нейробиологическое обоснование. Для заражения животных вирус бешенства в процессе эволюции мог бы «освоить» множество эффективных способов. Например, прибегнуть к трюку, используемому возбудителем обычной простуды: раздражать нервные окончания в носу сидящего в кинотеатре хозяина и заставлять его

ОБ АВТОРЕ:

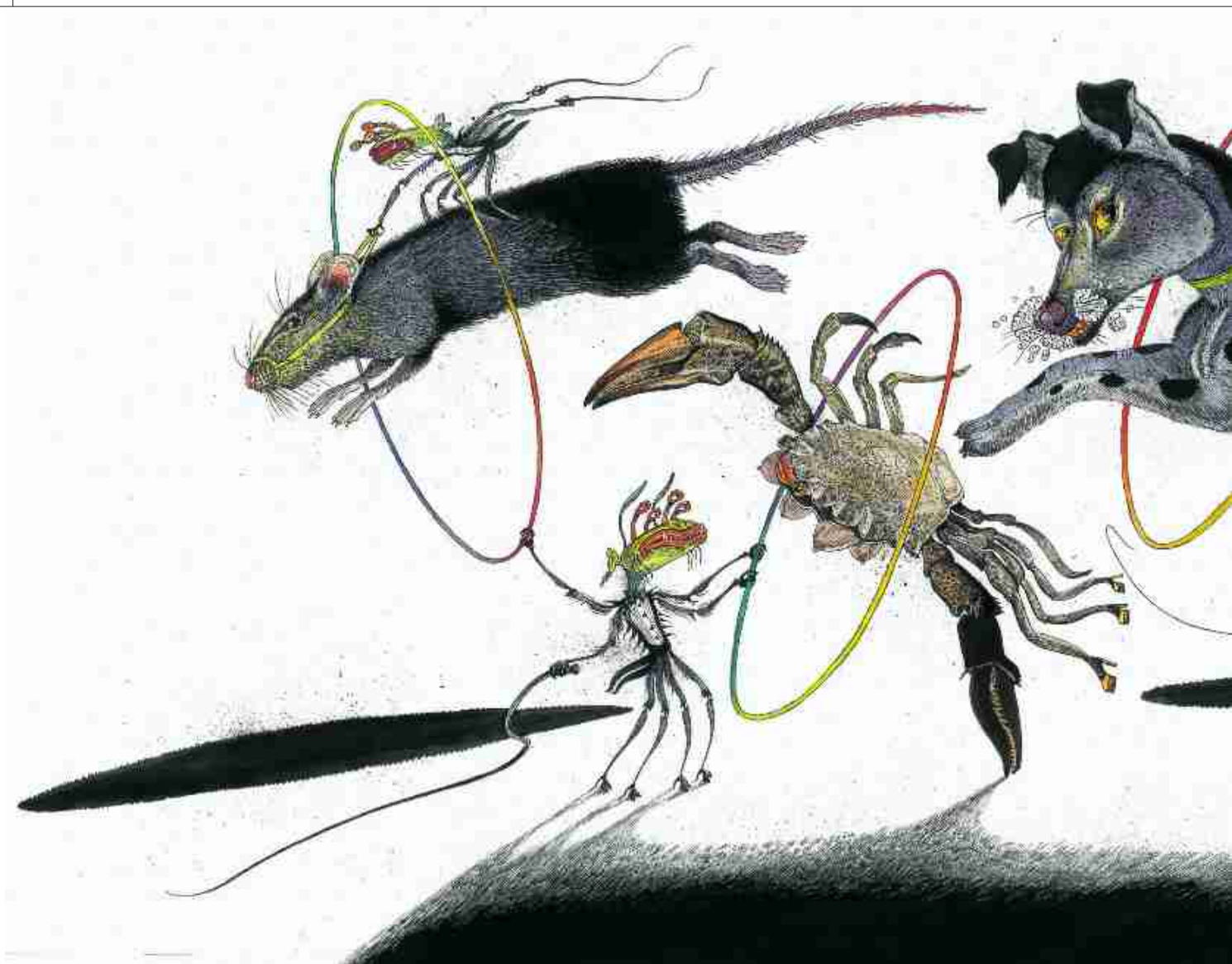
**Роберт Сапольски** (Robert Sapolsky) – профессор биологии и неврологии Стэнфордского университета и научный сотрудник Национального музея Кении. Докторскую степень в области нейроэндокринологии он получил в Рокфеллеровском университете в 1984 г. Круг научных интересов Сапольски охватывает нейронную гибель, генную терапию и физиологию приматов.

без конца чихать, выбрасывая облака вирусных частиц на сидящих впереди соседей. Но бешенство, как известно, делает животное агрессивным: его возбудители передаются другому хозяину с попадающей в раны слюной.

Задумаемся над этим обстоятельством. Множество нейробиологов изучают нервный субстрат и механизмы агрессивного поведения: участвующие в развитии его структуры и проводящие пути головного мозга, нейротрансмиттеры, модулирующие действие гормонов, и т.д. Агрессии посвящались специальные конференции, докторские диссертации и горячие научные дискуссии. А вирус бешенства все это время попросту «знал», какие нужно заразить нейроны, чтобы сделать свою жертву «бешеной». Но, насколько мне известно, ни один исследователь не пытался пока понять нейробиологические механизмы агрессии, изучая бешенство.

Вирус бешенства особой «разборчивостью» не отличается. Бешеный зверь может кусать и животных (например, кроликов), чей организм не слишком подходит для репликации (размножения) вируса. А потому паразит в конце концов может оказаться в «тупиковом» хозяине. Как тут не вспомнить паразита, способного «избирательно» управлять работой головного мозга. Исследователи изучали *Toxoplasma gondii* – представителя простейших, чей жизненный цикл включает двух хозяев – грызунов и кошек. Паразиты заглатываются первыми, в тканях которых (например, в головном мозгу) они образуют цисты. В теле съевшей грызуна кошки токсоплазмы размножаются и с пометом выводятся наружу, где снова заглатываются грызунами. Цикл развития паразита очень специфичен: кошки – единственные животные, в организме которых токсоплазмы могут размножаться половым способом. Для паразита, таким образом, в высшей степени нежелательно, чтобы грызун был съеден ястребом, а кошачий помет – навозным жуком. Подчеркнем еще раз: токсоплазма может заражать самых разных животных, но для распространения (т.е. для заражения новых хозяев) ей нужно какую-то часть жизни провести в теле кошки.

Врачи рекомендуют беременным женщинам избегать кошек, т.к. паразит, попав в организм, может проникнуть

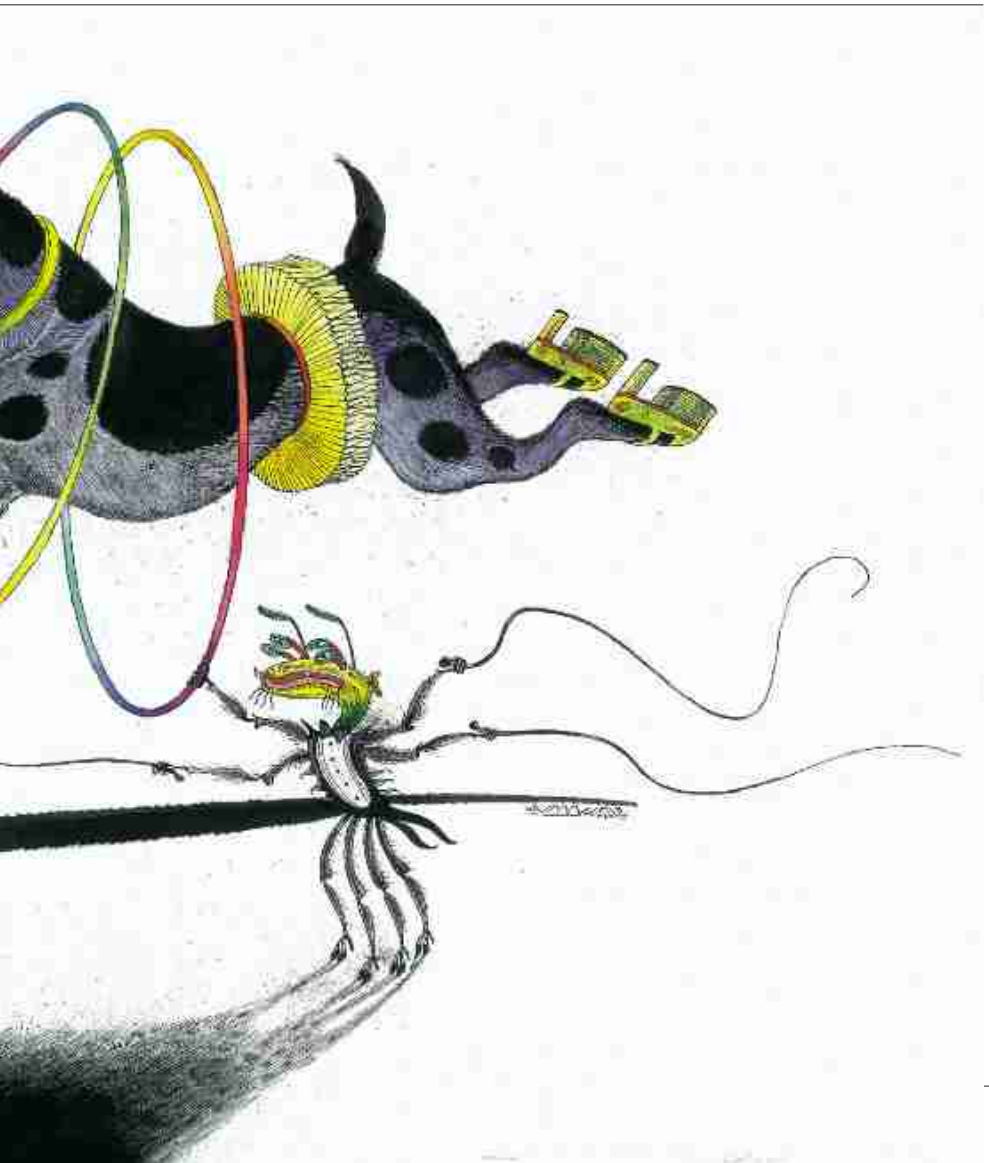


**Беременные** женщины сторонятся кошек. Зараженные токсоплазмой грызуны **относятся** к кошкам **иначе**.

в плод и вызвать у будущего ребенка неврологическое расстройство. А у зараженных токсоплазмой грызунов отношение к кошкам прямо противоположное: паразит самым невероятным образом лишает их страха перед заклятым врагом.

Боязнь кошек имеет у грызунов врожденную природу (обучаться такому поведению методом проб и ошибок у них попросту нет возможности). От кошачьего запаха грызуны шарахаются инстинктивно – даже потомки сотен поколений лабораторных животных, никогда в жизни не видевшие кошек. Чего нельзя сказать о грызунах, зараженных токсоплазмой. Феромоны кошек (пахучие вещества, содержащиеся в их помете и моче) не внушают таким грызунам ни отвращения, ни страха.

Во всем остальном зараженные грызуны, похоже, остаются вполне нормальными животными. Их социальный статус в иерархической организации группы не изменяется. Они по-прежнему проявляют интерес к спариванию, а значит, и к феромонам представителей собственного вида противоположного пола. И у них в полной мере сохраняется способность к различению других запахов. Просто кошачьи феромоны вдруг перестают вызывать у них страх и неприязнь.



Обнаруженный факт, безусловно, требует дальнейшего изучения. Хотя бы потому, что он еще раз свидетельствует о поразительной противоречивости эволюционного процесса. В сознании многих из нас глубоко укоренилось представление о «направленном» и «прогрессивном» характере эволюции: беспозвоночные животные примитивнее позвоночных, млекопитающие – самые совершенные позвоночные, приматы – наиболее продвинутые млекопитающие. Что бы ни бубнил я на своих лекциях, на эту удочку попались некоторые из моих лучших студентов. А от этой «идейной наживки» – один шаг до философии «направленной» эволюции людей, согласно которой, самые продвинутые из них – представители нордической расы с их пристрастием к шницелю и привычке ходить строем.

Итак, помните: нас окружают существа, способные управлять работой головного мозга. Микроскопические и более крупные организмы, обладающие большей мощью и властью, чем диктаторы и даже нейробиологи. Человеку давно пора заняться переоценкой своего места в эволюции. Мы, безусловно, и не самый совершенный, и не наименее уязвимый вид на планете. И, увы, – далеко не самый умный. ■

glass wine or beer as prescribed drink
take up to 1-2x/d

# пейте НА ЗДОРОВЬЕ

Артур Клацки

Последние научные исследования подтверждают, что умеренное употребление алкоголя положительно влияет на сердечно-сосудистую систему. Перед медиками встает нелегкий вопрос: может, имеет смысл «прописывать» пациентам спиртные напитки?

В 1842 г. Авраам Линкольн, выступая перед членами Общества трезвости штата Иллинойс, произнес фразу, которая была воспринята весьма прохладно: «Это правда, что многие люди сильно страдают от спиртного, – сказал будущий американский президент. – Но почему-то никому не приходит в голову, что дело не в употреблении чего-то плохого, а в злоупотреблении хорошим».

Американцы никак не могут окончательно решить: алкоголь – это хорошо или плохо? Миллионы людей, которые помнят времена «сухого закона», сетуют сегодня на непрерывный поток рекламы алкогольной продукции, подталкивающей их к чрезмерному потреблению горячительных напитков. Никто не отрицает, что злоупотребление спиртным губительно для самих пьющих и для общества в целом. Но думая все время об опасности, мы не обращаем внимания на многочисленные свидетельства благотворного влияния спиртного на сердечно-сосудистую систему. Речь идет прежде всего о снижении частоты инфарктов и инсультов, но есть данные и об эффективности алкоголя при слабоумии, обусловленном патологиями сердечно-сосудистой системы.

## Действие алкоголя

Считается, что потребление алкоголя в умеренных количествах прежде всего снижает риск развития ишемической болезни сердца (ИБС). Она возникает в результате атеросклероза – хронического заболевания артерий, когда сосуды, по которым кровь поступает к сердцу, постепенно сужаются в результате образования на их стенках жировых бляшек.

При атеросклерозе ограничивается ток крови, поступающей к сердцу, и появляется склонность к образованию тромбов, что, в свою очередь, может привести к стенокардии (болям в области груди, обусловленным недостаточностью кровоснабжения сердечной мышцы), инфаркту миокарда (появлению очагов омертвения сердечной мышцы вследствие образования тромба или резкого сужения артерий) и даже смерти – зачастую внезапной. Развитие заболевания обычно начинается еще в молодом возрасте, но, как правило, проходит не один десяток лет, прежде чем патологические симптомы проявляются в полной мере. ИБС – самая распространенная болезнь сердца в развитых странах, на ее долю приходится 60% смертей от заболеваний сердечно-сосудистой системы и 25% от всех летальных исходов.

Первые свидетельства положительного влияния алкоголя на организм человека обнаружили патологоанатомы в самом начале XX века. Они заметили, что у людей, умерших от цирроза печени вследствие чрезмерного употребления спиртного, на стенках сосудов не было и следа атеросклеротических бляшек. Одни пытались объяснить этот факт загадочной способностью алкоголя растворять бляшки, другие полагали, что пьяницы просто не доживали до того возраста, когда у них мог развиться атеросклероз. Однако оба предположения были ошибочными.

У людей, умерших от цирроза печени вследствие неумеренного употребления алкоголя, на стенках сосудов не было и следа атеросклеротических бляшек.

К разгадке удалось приблизиться только в 60-е гг., когда сотрудник Медицинского центра Кайзера в Калифорнии Гари Фридман (Gary D. Friedman) использовал компьютер для выявления скрытых факторов предрасположенности к развитию инфаркта миокарда. Это позволяло обнаруживать здоровых людей с такими же факторами риска, как и у жертв ИБС. К ним относятся курение, гипертоническая болезнь, диабет, повышенное содержание липопротеинов низкой плотности (ЛПНП, или «плохого» холестерина), низкое содержание липопротеинов высокой плотности (ЛПВП, или «хорошего» холестерина), принадлежность к мужскому полу, наличие ИБС у родственников пациента. Фридман пытался отыскать предвестников сердечных приступов, соотнося характерные привычки своих пациентов со все новыми и новыми показателями. Например, он сопоставил занятия спортом и гастрономические предпочтения испытуемых с концентрацией различных химических веществ в их крови. И компьютер выдал поразительный результат: полный отказ от алкоголя увеличивает риск инфаркта миокарда.

Предыдущие исследования не обнаруживали подобной взаимосвязи, потому что они рассматривали употребление горячительных напитков как процесс, неразрывно связанный с курением. Теперь мы знаем, что, поскольку пьющие люди нередко еще и курят, негативное влияние табака компенсирует положительное воздействие алкоголя. В 1974 г. мои коллеги Гари Фридман, Абрахам Зигелауб (Abraham D. Siegelaub) и я впервые представили данные о влиянии умеренного количества алкоголя на некурящих. Из них следовало, что с увеличением количества спиртного риск инфаркта миокарда снижается.

С тех пор в разных странах были проведены десятки исследований среди мужчин и женщин различных этнических групп. Их результаты указывали на связь между количеством выпиваемого ими спиртного и состоянием здоровья. Стало окончательно ясно, что заядлые трезвенники рискуют приобрести ИБС в большей мере, чем люди, пьющие умеренно. Более того, в 2000 г. итальянские ученые обобщили результаты 28 работ, посвященных этой теме, и выяснили, что риск ИБС уменьшается при повышении ежедневной дозы алкоголя от 0 до 25 граммов. Ежедневный прием 25 граммов алкоголя (примерно столько его содержится в двух стандартных порциях) уменьшает вероятность наиболее серьезных последствий ишемической болезни сердца – инфаркта миокарда или смерти – на 20%.

В ноябре 2002 г. на съезде Американской ассоциации сердечно-сосудистых заболеваний были обнародованы уточненные данные результатов обследования 128 934 пациентов в период с 1978 по 1985 гг. 16539 из них умерли между 1978 и 1998 гг., в том числе 3 001 – от ИБС. Оказалось, что у тех, кто выпивал ежедневно одну–две стандартные порции, риск смерти от этого заболевания на 32% ниже, чем у трезвенников.

Положительное влияние алкоголя на сердечно-сосудистую систему может быть связано с понижением содержания холестерина и с уменьшением свертываемости крови. Важнейшую роль в развитии ишемической болезни сердца играют липиды. Многочисленные исследования говорят о том, что у умеренно пьющих людей уровень полезных для сердечно-сосудистой системы липопротеинов высокой плотности (ЛПВП) выше на 10–20%, соответственно вероятность развития ИБС у них меньше. Повысить содержание ЛПВП можно и по-другому – регулярно занимаясь физкультурой или принимая специальные препараты.

ОБЗОР: **АЛКОГОЛЬ И СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТАЯ СИСТЕМА**

- Результаты множества международных исследований говорят о том, что употребление спиртных напитков в малых и средних количествах почти на треть снижает вероятность летального исхода при ишемической болезни сердца.
- Некоторые полагают, что красное вино – лучшая профилактика ишемической болезни сердца.
- Людям с высоким риском ИБС и отсутствием противопоказаний к употреблению спиртных напитков стоит подумать о том, чтобы включить в рацион алкоголь в малых или умеренных дозах.

Положительное влияние ЛПВП обусловливается и их способностью направлять холестерин обратно в печень, где он разрушается, а затем выводится из организма. В результате на стенках сосудов образуется меньше холестериновых бляшек. Алкоголь поразному воздействует на содержание разных типов ЛПВП: на ЛПВП3 он влияет в большей степени, чем на ЛПВП2 , уровень которого можно повысить, выполняя физические упражнения. Какие именно процессы в печени ответственны за то, что употребление спиртного приводит к повышению содержания ЛПВП, пока непонятно. Возможно, алкоголь влияет на ферменты печени, участвующие в их выработке. Ясно одно: у людей, регулярно употребляющих спиртное, вероятность заболеть ИБС минимальная, и этим они обязаны в первую очередь повышенному содержанию в организме липопротеинов высокой плотности.

Алкоголь также может влиять на сложную сеть биохимических реакций, ответственных за свертывание крови. Когда в системе свертывания происходит сбой, то повышается вероятность образования кровяных сгустков, способных закупорить сосуд. Возможно, тромбоциты (форменные элементы крови), отвечающие за образование сгустков, под действием спиртного становятся менее «клейкими». В 1984 г. Рафаэль Ландольфи (Raffaele Landolfi) и Манфред Штейнер (Manfred Steiner) – сотрудники Мемориального госпиталя при Университете Брауна – обнаружили, что алкоголь повышает уровень простациклина, понижающего свертываемость относительно уровня тромбоксана, который, напротив, способствует этому процессу. Далее, Вальтер Лог (Walter E. Laug) из Медицинского колледжа Кека Южно-Калифорнийского университета показал, что спиртное повышает содержание активатора профибринолизина, фермента, растворяющего сгустки крови. И, наконец, есть доказательства снижения концентрации еще одного вещества, улучшающего свертываемость крови, – фибриногена.

Уменьшение свертываемости крови под действием алкоголя – еще одна, хотя и не столь очевидная, причина снижения риска ИБС. Кроме того, у людей, выпивающих существенно меньше, чем две стандартные порции в день (скажем, три–четыре порции в неделю), вероятность заболевания также понижается. В этом случае уменьшение свертываемости крови становится основным фактором, поскольку алкоголь в столь малых количествах практически не влияет на содержание ЛПВП.

Умеренное употребление спиртных напитков может снизить вероятность возникновения ИБС и косвенным

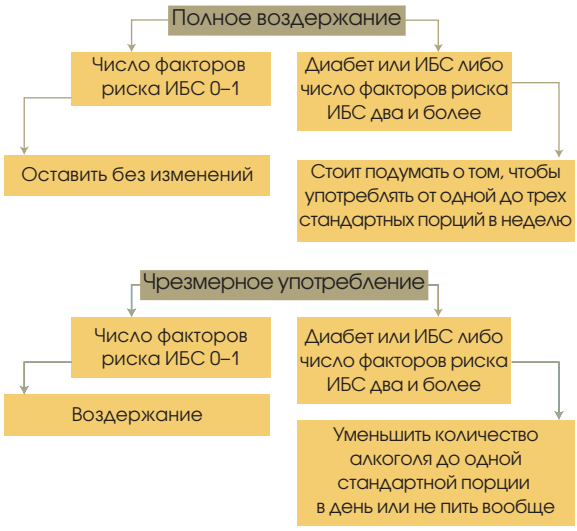
## СТАНДАРТНЫЕ ОБЪЕМЫ РАЗНЫХ АЛКОГОЛЬНЫХ НАПИТКОВ

**Официальное определение стандартной порции алкоголя отсутствует, но все же имеется некое соглашение по этому поводу. Пиво часто продают в бутылках или банках объемом 330 миллилитров – от этого объема и решено отталкиваться. В таком количестве пива содержится примерно 17 граммов алкоголя. Примерно столько же его в 150 миллилитрах вина или в 50 миллилитрах крепких спиртных напитков – водке, джине или виски. Указанные количества вина или крепких напитков тоже считаются стандартной порцией.**

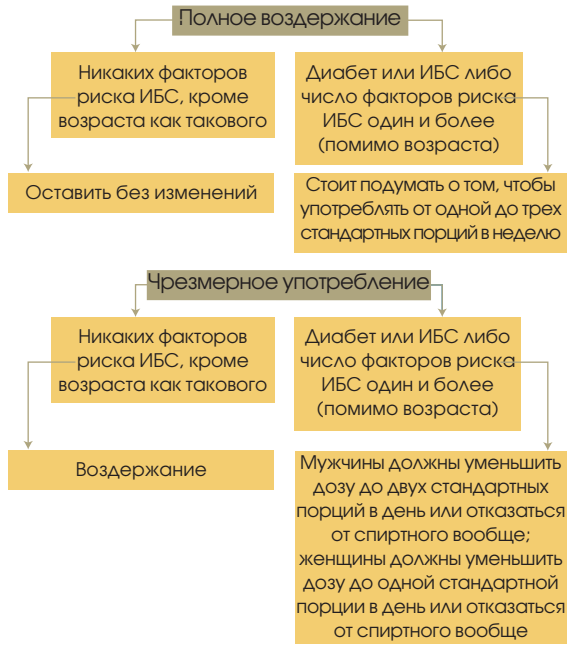
## ЕСЛИ НУЖНО ПРИНЯТЬ РЕШЕНИЕ

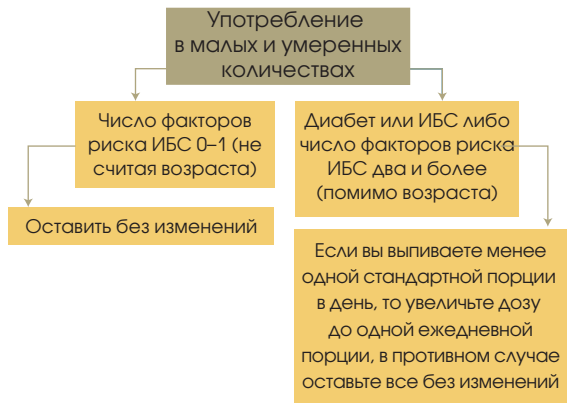
Вместе с Роджером Экером (Roger R. Ecker), кардиохирургом из Высшего медицинского центра в Окленде, штат Калифорния, мы разработали эти схемы, с тем чтобы помочь всем желающим решить, стоит ли им включать в рацион спиртные напитки, и если да, то в каком количестве. Факторы риска для ИБС перечислены в нижней части таблицы. «Малое и умеренное количество» соответствует одной стандартной порции в день для женщин и до двух порций – для мужчин. «Чрезмерное количество» – это три и более порции в день для мужчин и две и более – для женщин. Данная схема не относится к следующей категории людей: лицам до 21 года, беременным женщинам, лицам, не употребляющим алкоголь из-за наличия в родословной больных алкоголизмом либо по религиозным соображениям, лицам, злоупотреблявшим спиртным и избавившимся от этого пристрастия, лицам с хроническими заболеваниями печени или генетической предрасположенностью к развитию рака груди или яичников.

**Мужчины от 21 до 39 лет / Женщины от 21 до 49 лет**




**Мужчины старше 40 лет / Женщины старше 50 лет**






Факторы риска ИБС в соответствии со стандартами Американской национальной образовательной программы по уровню холестерина:

1. Наличие в семье больных ИБС (отец или брат моложе 55 лет, мать или сестра моложе 65);
2. Курение;
3. Гипертония;
4. Уровень суммарного холестерина выше 200;
5. Уровень ЛПВП ниже 35 (если уровень ЛПВП выше 60, то вычтите один из факторов риска);
6. Возраст более 40 лет для мужчин и более 50 для женщин.

**Как показывают многочисленные данные, употребление спиртных напитков в умеренных количествах полезно для сердечно-сосудистой системы.**

образом уменьшить возможность развития сахарного диабета второго типа, являющегося серьезным фактором предрасположенности к этому заболеванию. Алкоголь увеличивает восприимчивость к инсулину, что, в свою очередь, способствует нормальной утилизации глюкозы. (Диабетикам стоит иметь в виду, что при чрезмерном употреблении спиртного содержание глюкозы в крови, напротив, повышается.) Кроме того, появляется все больше данных о противовоспалительном действии алкоголя на эндотелиалий, выстилающий сосуды изнутри.

Множество работ, посвященных исследованию этой проблемы, дают одинаковый результат: употребление алкоголя в малых и умеренных количествах действительно положительно влияет на сердечно-сосудистую систему, однако не является универсальным лекарством от всех болезней.

## Пить или не пить

Люди, как правило, пьют спиртные напитки не для того, чтобы улучшить

### КАК АЛКОГОЛЬ МОЖЕТ ЗАЩИТИТЬ ОТ ИБС

| Действие алкоголя | Возможный механизм | Обоснованность |
|---|---|---|
| Повышает относительную концентрацию ЛПВП в крови | Удаляет холестериновые бляшки на стенках сосудов | Имеются достоверные данные; эффект ответственен за половину тех преимуществ, которые дает употребление спиртных напитков |
| Понижает уровень ЛПНП в крови | Снижает риск ИБС, обусловленный одним из основных факторов | Данные недостоверны; нельзя исключить влияния диеты |
| Понижает степень окисления ЛПНП | Предотвращает образование бляшек, связанное с окислением ЛПНП | На уровне гипотезы, хотя известно, что в красных винах содержится много антиоксидантов |
| Понижает уровень фибриногена в крови | Понижает вероятность образования тромбов | Данные умеренно достоверны |
| Оказывает антикоагуляционное действие: уменьшает «клейкость» тромбоцитов, повышает уровень простациклина, понижает уровень тромбоксана | Понижает вероятность образования тромбов | Данные противоречивы; при повышении дозы алкоголя возможен обратный эффект |
| Повышает восприимчивость к инсулину | Снижает риск развития диабета и атеросклероза | Выводы основываются на результатах лишь небольшого числа исследований |
| Понижает психо-социальное напряжение | Не ясен | Нет никаких четких данных |
| Улучшает состояние сердечной мышцы | Повышает сопротивляемость сердечной мышцы повреждениям, связанным с недостатком кислорода | Данные носят предварительный характер |

## ВИНО, ПИВО ИЛИ ЧТО-ТО ПОКРЕПЧЕ?

И пиво, и вино, и крепкие спиртные напитки снижают риск развития ишемической болезни сердца (ИБС). Но имеет ли какой-либо из них, например вино, преимущества перед другими. Приходится признать, что окончательно этот вопрос не решен.

Уровень смертности от ИБС во Франции, стране, где красное вино льется рекой, вдвое ниже, чем в США (при одинаковом потреблении жиров и образе жизни). Это явление получило название «французский парадокс» и привело к предположению, что красное вино благотворнее влияет на сердечно-сосудистую систему, чем остальные алкогольные напитки. Одно из возможных объяснений – повышенное содержание в нем веществ, обладающих антиоксидантными свойствами, сдерживающими развитие атеросклероза.

Блестящее исследование было проведено в Дании. Там в течение 12 лет (с 1983 по 1995 гг.) велось наблюдение за 13 000 человек, показавшее, что люди, предпочитающие вино, реже умирают от ИБС, чем те, кто употребляет другие алкогольные напитки. В 1990 г. мы с моими коллегами из Медицинского центра Кайзера Мэри Армстронг и Гари Фридманом опубликовали данные о вероятности летального исхода при ИБС, а в 1997 г. – о вероятности развития ИБС. Результаты обследований почти 130 000 калифорнийцев

показали, что люди, употребляющие вино и пиво, реже становятся жертвами ИБС, чем те, кто предпочитает крепкие спиртные напитки. В 2002 г. мы с удивлением обнаружили, что у людей, ежедневно употребляющих вино, вероятность умереть от ИБС примерно на 25% ниже, чем у любителей пива, при том что они получают одинаковое количество чистого алкоголя. По сравнению же с теми, кто в малых или умеренных количествах употребляет крепкие спиртные напитки, риск ИБС для предпочитающих вино ниже на 35%. При этом неважно, какое вино (красное или белое) они пьют.

К сожалению, интерпретация этих данных осложняется тем, что привычки людей, пьющих вино, пиво и крепкие напитки, существенно различаются. В Дании, например, те, кто предпочитает вино, едят много овощей, фруктов, рыбы, оливкового масла. Кроме того, как правило, у таких людей более высокий социально-экономический статус и образовательный уровень.

Различия в образе жизни людей, отдающих предпочтение разным видам алкогольных напитков, не позволяют точно определить, с чем связан положительный эффект алкоголя – с самим напитком (и, соответственно, с веществами, содержащимися в нем помимо алкоголя), способом его потребления (не спеша, одновременно с приемом пищи) или с какими-то другими факторами.

состояние здоровья, а многие употребляют их в таком количестве, что весь положительный эффект алкоголя исчезает. И здесь перед медиками возникает серьезная проблема. С одной стороны, спиртное в малых и умеренных дозах полезнее для сердечно-сосудистой системы, чем полный отказ от него, а с другой – чрезмерное его употребление наносит вред организму. Алкоголь вызывает такие заболевания, как цирроз печени, панкреатит, рак, неврологические нарушения. Он является виновником огромного числа несчастных случаев, убийств и самоубийств, а также обусловливает фетальный алкогольный синдром. Чрезмерное употребление горячительных напитков увеличивает риск развития кардиомиопатии, инсульта, гипертонии; с этим связан и так называемый «синдром выходного дня», характеризующийся нарушениями сердечного ритма.

Так включать в свой рацион алкогольные напитки или нет, и если да, то в каком количестве? Не приведет ли умеренное употребление спиртного к чрезмерному им увлечению? Чтобы определить вероятность такого развития событий, нужно проанализировать родословную данного человека – выяснить, не было ли проблем, связанных с горячительными напитками у его родственников. Здесь необходим более глубокий подход. Если у человека высок риск развития ИБС, а при этом он долгое время употребляет спиртное в небольших количествах и нет никаких оснований полагать, что это порождает какие-то проблемы, то совет вовсе отказаться от алкоголя будет в данном случае неуместен. Конечно, очень важно, чтобы такой человек правильно питался и занимался физическими упражнениями, отказался от сигарет, следил за своим

## АЛКОГОЛЬ: РИСК И ПРЕИМУЩЕСТВА

| Употребление алкоголя в малых и умеренных количествах | | Злоупотребление алкоголем | |
|---|---|---|---|
| **Риск** | **Преимущества** | **Риск** | **Преимущества** |
| *Доказано:*<br>Злоупотребление<br><br>*До конца не установлено:*<br>Рак груди<br>Нарушение развития плода<br><br>*Маловероятно:*<br>Рак органов пищеварения<br>Гипертония | *Возможно:*<br>Уменьшение риска ИБС<br>Уменьшение вероятности образования печеночных камней<br><br>*Предположительно:*<br>Уменьшение риска диабета<br>Уменьшение риска вегетососудистой дистонии (сужения или закупоривания сосудов, доставляющих кровь к конечностям) | *Не связано с сердечно-сосудистой системой:*<br>Цирроз печени<br>Панкреатит<br>Некоторые виды рака<br>Несчастные случаи<br>Самоубийства<br>Нарушение развития плода<br>Дегенеративные изменения центральной нервной системы<br><br>*Сердечно-сосудистая система:*<br>Гипертония<br>Аритмия<br>Кровотечения<br>Кардиомиопатии (повреждения сердечной мышцы) | Отсутствуют |

весом, уровнем сахара и холестерина в крови, измерял давление. Но если учесть, что алкоголь в умеренных количествах – это тоже положительный фактор, то лучше от него не отказываться и не менять своих привычек.

С другой стороны, людям, совсем не употребляющим спиртное, не стоит давать настоятельные рекомендации начинать пить в целях улучшения здоровья, поскольку, как правило, у них есть веские причины для полного воздержания. Но бывают и исключения. Прежде всего это люди, которым поставлен диагноз ИБС и которые решили вести здоровый образ жизни: они бросают курить, садятся на спартанскую диету, начинают заниматься физическими упражнениями и из благих побуждений отказываются от привычной бутылочки пива или бокала вина перед сном. Подобное самоограничение излишне. Более того, тем, кто выпивает немного спиртного лишь от случая к случаю, стоит подумать об увеличении дозы до одной стандартной порции ежедневно. Это касается прежде всего мужчин старше 40 лет и женщин старше 50 с высоким риском ИБС. Впрочем, следует помнить о том, что существует связь между чрезмерным употреблением алкоголя и раком груди (это касается и умеренных доз). Если речь идет о молодых женщинах, то риск заболеть ИБС в ближайшем будущем у них невелик, и поэтому, взвешивая преимущества умеренного употребления алкоголя и его негативные последствия, они могут вообще от него отказаться. Но так или иначе, для всех женщин без исключения верхней планкой должна служить одна стандартная порция в день.

И в заключение – я уверен, что для любого человека можно найти безопасный предел потребления алкоголя, который даст практически гарантированный положительный эффект. Древние греки призывали к умеренности во всем. Результаты тридцатилетних исследований показали, что к алкоголю этот принцип имеет прямое отношение. ■

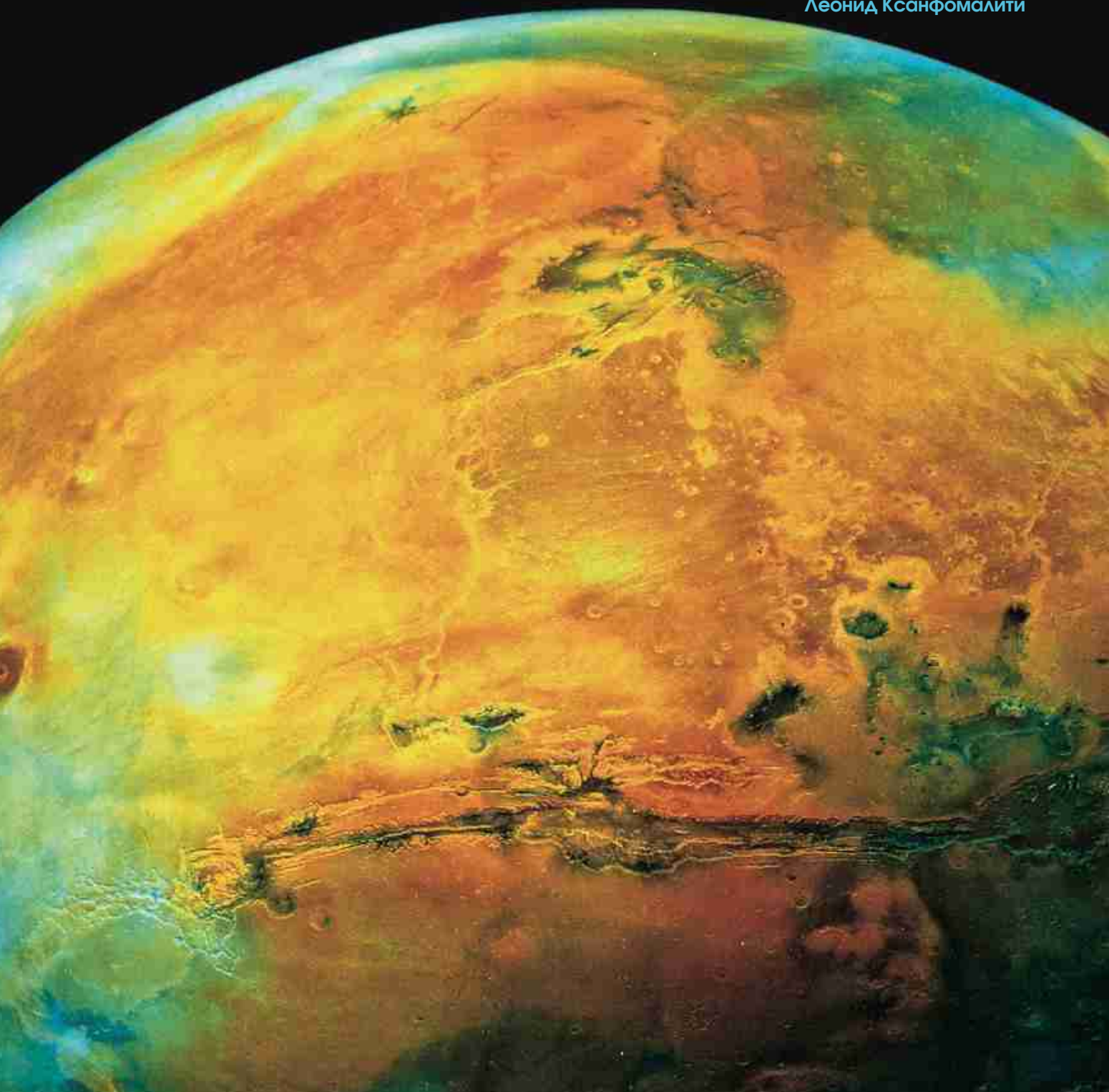
ОБ АВТОРЕ:

**Артур Клацки** (Arthur L. Klatsky) – главный консультант по кардиологии и адъюнкт-исследователь научного отдела Медицинского центра Кайзера в Окленде (штат Калифорния). С 1978 г. по 1994 г. руководил кардиологическим отделением медицинского центра, а с 1968 г. по 1990 г. – его подразделением по лечению ИБС. С 1997 г. проводил исследования, связанные с поиском корреляции между употреблением спиртных напитков и состоянием здоровья. В 1974 г. в Annals of Internal Medicine появилась его статья, где впервые были представлены эпидемиологические данные о связи употребления спиртных напитков с сердечно-сосудистыми патологиями. В 1995 г. на нее ссылался Национальный институт по изучению злоупотребления алкоголем и алкоголизма как на одну из первых по этой тематике. Клацки участвовал в шести марафонах, а в 1990 г. совершил восхождение на Килиманджаро.

# ВЛАЖНЫЙ Марс

## Пересмотр представлений о «сухом» Марсе

Леонид Ксанфомалити



**Обнаруженные** на поверхности планеты узкие, длинные склоновые **овраги испещрены следами** недавних **водных потоков**, что радикально изменяет представления о Марсе как сухой, гидрологически мертвой планете.

«Человеческий мир Марса, вероятно, значительно опередил нас во всем и достиг большого совершенства... они построили города и научились всяким искусствам», – говорилось в посвященной Марсу главе книги знаменитого французского популяризатора науки К. Фламмариона «Живописная астрономия». В русском переводе труд вышел в 1897 г. Начиная с античных времен у ученых не было более популярной идеи, чем поиск жизни в других мирах. И не только у ученых. «В других краях, в других мирах такое ль небо, как у нас?» – пела Марфа из оперы Н. А. Римского-Корсакова «Царская невеста». С определенной натяжкой можно сказать, что похожее небо есть только у Марса. Но та единственная амино-нуклеино-кислотная форма жизни, которую мы знаем, без воды существовать не может. Поэтому поиск жизни на Марсе начинается с поиска воды.

Установленная на спутнике Марса *Mars Global Surveyor* (*MGS*) камера высокого разрешения, способная различить образования размером в 1 м, позволила сделать важное открытие. Обнаруженные на поверхности планеты узкие, длинные склоновые овраги испещрены следами недавних водных потоков, что радикально изменяет представления о Марсе как сухой, гидрологически мертвой планете. До сих пор принято было считать, что темные следы на склонах долин и кратеров оставлены осыпями мелкого песка или камнепадами, но только не водой. Наличие воды в жидком состоянии на Марсе считалось невозможным из-за низкого атмосферного давления и температуры. Однако изучение снимков, полученных с новых аппаратов, в том числе и с нового аппарата *Mars Odyssey*, позволяет выделить ряд объектов, по-видимому, связанных с обильными источниками грунтовой воды, на склонах на глубине 200–500 м под уровнем прилегающих равнин.

Атмосферное давление и температура на Марсе действительно настолько низкие, что вода там должна одновременно и испаряться, и замерзать. Все ее запасы сосредоточены главным образом в виде залегающего глубоко под поверхностью льда («вечной мерзлоты»). На планете можно найти низменности, где давление выше критического для существования жидкой воды, но температура и там остается предельно низкой: среднегодовая температура на экваторе близка к –60°C, а в полярных районах к –120°C. Однако столь суровым Марс был не всегда. На ранних этапах истории (более 2 млрд. лет назад) на Красной планете существовали большие открытые водоемы.

Древние водные потоки оставили свой след на поверхности Марса. На рис. 1 показан снимок долины Нанеди в Земле Ксанфа с координатами 5,1°N и 48,3°W. Размеры представленного здесь района 28x10 км. Сотни миллионов лет назад вода оставила здесь широкое, около 2,5 км, русло. Справа можно увидеть следы и более поздних потоков на дне долины, т.к. климат Марса менялся медленно. Есть свидетельства, что более 2 млрд. лет назад на Марсе мог существовать неглубокий океан.

Вместе с тем существуют и значительно более поздние свидетельства присутствия воды на планете. На рис. 2 хорошо видно смещение больших масс грунта по склону. Подобные оползни во многих районах Марса происходят, по-видимому, в современную эпоху. Наряду с осыпями здесь можно видеть нитевидные километровые овраги или борозды, спускающиеся по склону (показаны стрелками). Они очень похожи на промоины, оставляемые земными горными реками или ручьями, и образованы, как предполагается, потоками воды. Однако они имеют необычный вид: в отличие от земных склоновых рек, марсианские вверху склона широки, а затем сужаются, заканчиваются тонким ручьем и исчезают на дне долины или кратера. Кажется, будто они текли вверх по склону. Кстати, это говорит о том, что овраги не могли возникнуть под действием камнепада, селя или пылевых оползней. Их ширина и глубина в узкой части составляет 10–20 м, а протяженность варьируется от сотен метров до нескольких километров.

На снимках видно много таких оврагов, или промоин. Следы грунтовых вод наблюдаются в основном в пределах широт от 30°S до 30°N. Их источники всегда находятся на крутых склонах долин и кратеров на глубине 150–500 м под уровнем прилегающей равнины. По-видимому, на этих глубинах расположены горизонты грунтовых вод. Этот уровень выделяется и на склонах долины Нанеди (рис. 1).

Еще один небольшой кратер (центр 42°S, 158°W), расположенный внутри более крупного кратера Ньютон, показан на рис. 3. Виден склон с многочисленными извилистыми оврагами и осыпями на дне (размер участка на снимке 4,3x2,9 км). Как и на рис. 2, овраги и их притоки сужаются, спускаясь вниз по склону. Ученым удалось найти

объяснение этому парадоксальному явлению. Если поток грунтовой воды вышел на поверхность и ринулся вниз, то в условиях Марса размер развивающейся промоины будет зависеть прежде всего от температуры поверхности. Если в экваториальной зоне Марса она в течение суток варьируется от –15°C до –50°C, поток должен постепенно впитываться в сухой морозный грунт и замерзать. Образуется канал из промерзшего грунта, по которому он устремляется дальше, наращивая промерзшее ложе и частично превращаясь в лед. Именно поэтому, в отличие от земных рек, потоки на Марсе сужаются вниз по склону. В некоторых случаях, когда дневная температура верхнего слоя грунта положительная, потоки могут распространяться на большие расстояния, но их интенсивность также должна уменьшаться с расстоянием из-за расхода воды на увлажнение песчаного грунта. Боковые ответвления тоже становятся все уже, поскольку вода в них быстро замерзает.

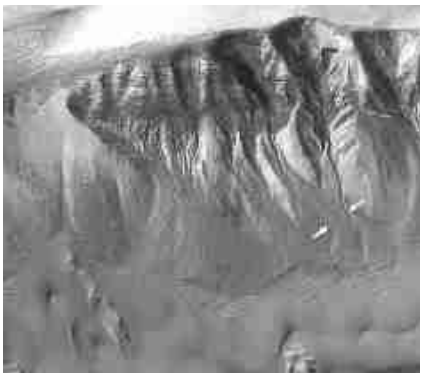


Рис. 2. Осыпи грунта и нитевидные овраги на склоне кратера (42,4°S, 158,2°W). Овраги похожи на следы земных горных рек, но в отличие от земных оврагов, они расширяются вверх по склону. (MGS MOC Release No. MOC2-320. NASA/JPL/MSSS.)

Рис. 3. Склон небольшого кратера в том же районе (Ньютон), что и на рис. 6, с многочисленными извилистыми оврагами и осыпями сыпучего материала на дне. Извилистые овраги свидетельствуют о меньшей крутизне склона, но также сужаются вниз. (MGS MOC Release No. MOC2-317. NASA/JPL/MSSS.)

Форму оврагов (прямые на рис. 2 и извилистые на рис. 3), скорее всего, определяют, как и на Земле, крутизна склона и свойства почвы. По отвесным склонам поток несет с собой значительные массы грунта, в извилистых оврагах его существенно меньше. Под действием осыпей и ветров овраги постоянно разрушаются, а потому возраст их, скорее всего, невелик.

Источник, расположенный на склоне (рис. 4), создает след, протяженность которого достигает 6 км. Это, скорее всего, свидетельствует об увлажнении грунта с последующим его промерзанием. На снимке видно, что два источника, отстоящие один от другого примерно на 150 м, оставили следы разной плотности: более плотный и узкий возникает ниже и проходит вдоль менее плотного, но более широкого. Напрашивается вывод, что плотный след – более поздний и возник, когда верхний источник уже иссяк. В отличие от изображений на рис. 2 и 3, глубокого оврага здесь нет. Возможно, это молодой источник, а промоина формируется в течение достаточно длительного времени.

В условиях низкой температуры на Марсе переход воды в фазу льда следует рассматривать в динамике: выбрасываемая родниками теплая вода соприкасается с сухим холодным грунтом, частично впитывается и замерзает, образуя ледяное ложе, по которому поток распространяется дальше. Вода постепенно впитывается, и все большая ее часть переходит в фазу льда. Длина русла зависит от температуры воды и грунта и в экваториальной зоне на гладких склонах может достигать нескольких километров.

Отвлечемся немного от Марса. Природный заповедник Памук-Кале (Турция) известен уникальными образованиями на горном склоне (рис. 5). Вода многочисленных термальных источников, обогащенная кальциевыми гидросолями, минерализуется, образуя расположенные каскадом гигантские чаши, заполненные водой (рис. 5а). Постепенно вода отступает (рис. 5б), образуя горизонтальные кромки. Когда источник иссякает, пустеют и чаши, окаймляющие плато неровной белой цепью (рис. 5в). На Марсе, даже с учетом втрое меньшей силы тяжести, никакие песчаные запруды не смогли бы удержать подобное количество воды. Но если поверхность очень холодная, поступающая вода, впитываясь в морозный грунт, могла бы быстро создать из льда и промерзшего грунта формы, обладающие теми же свойствами, что и в Памук-Кале.

В нижней части снимка (рис. 6) склона марсианского кратера с протоками

Рис. 1. Долина Нанеди – одно из многочисленных геологических свидетельств богатой водой древней истории Марса. (NASA/MSSS/Release MOC2-73 Nanedi.)

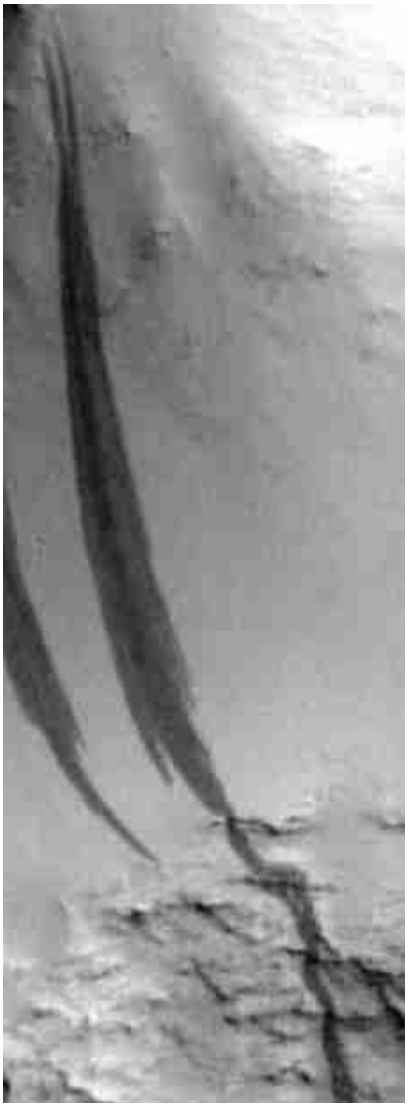


Рис. 4. След потока на склоне достигает 6 км. Для земных грунтов потемнение соответствует увлажнению. Можно предположить, что более темный след относится к более позднему источнику. (MGS MOC m0807686b. Release No. MOC2-242.)

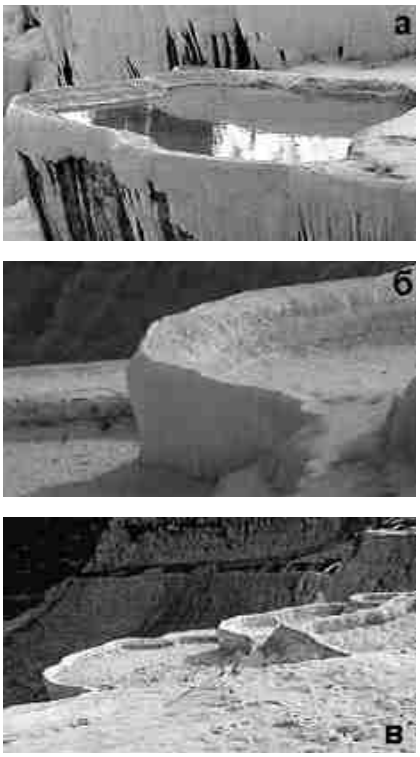



Рис. 5. Чаши и бассейны в природном заповеднике Памук-Кале (Турция) образуют изрезанные границы плато. (Снимки автора.)

Рис. 7. Бассейн на дне небольшого кратера, расположенного внутри кратера Ньютон. Размер видимой части бассейна достигает 3,4 км. (MGS MOC Release No. MOC2-242.)

Рис. 6. Склон кратера с протоками (39°S, 166°W). В нижней части снимка находится бассейн, подобный чашам на рис. 5 и 7, но значительно больший по размерам. (MGS MOC Release No. MOC2-320. NASA/JPL/MSSS.)

(39°S, 166°W) находится такой же бассейн, как на рис. 5, но большего размера. Горизонтальная ось снимка около 1500 м. Ширина бассейна около 600 м, а площадь около 0,3 км$^2$. Его внешняя граница выделяется светлой окантовкой. Вероятно, это ледяная кромка. Главный источник находится, по-видимому, справа над чашей. Крутой склон свидетельствует о том, что поток должен нести с собой значительное количество грунта.

Еще больший бассейн можно видеть на дне небольшого кратера (центр 41°S, 160°W), расположенного внутри кратера Ньютон (рис. 7). Горизонтальная ось снимка составляет 7 км, а размер видимой части бассейна достигает 3,4 км. На крутом склоне видны многочисленные нитевидные следы потоков, возникающих в стенке вала кратера на глубине примерно 0,5 км под уровнем поверхности. Дно затуманено; возможно, это испарения над открытой поверхностью бассейна. Внешняя его граница, так же как на рис. 6, выделяется светлой окантовкой.

Марс – сухая и морозная планета, но в некоторых его районах действуют источники и, по-видимому, устойчивые каналы грунтовых вод. Наличие жидкой воды должно играть важную роль в современных гидрологических циклах на планете. Поиск жизни на Марсе начался с поиска воды, и она, по-видимому, найдена. Остается отыскать жизнь на Марсе. ■

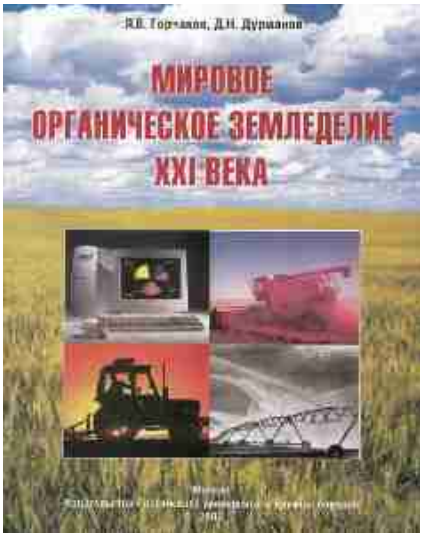
ОБ АВТОРЕ:

**Ксанфомалити Леонид Васильевич** – доктор физ.-мат. наук, заведующий лабораторией Института космических исследований РАН, заслуженный деятель науки РФ. Научные интересы: исследования Солнечной системы и планетных систем других звезд, происхождение жизни, строение Вселенной, техника исследований космоса, астрономические наблюдения.

Автор около 300 научных публикаций, в том числе 4 книг (научные и научно-популярные монографии).

Горчаков Я.В., Дурманов Д.Н.

# Мировое органическое земледелие XXI века




Монография впервые обобщила на русском языке материалы по данной теме. В ней критически проанализирована новейшая информация по генезису, эволюции, современному состоянию и перспективам органического земледелия. Выявлено значение идеологических, экологических и социально-экономических факторов в теории и практике данного вопроса. Систематизированы тенденции и динамика развития сектора в отдельных странах и регионах как функция их природных и социальных особенностей. Рассмотрены механизмы формирования и развития рынка органической продукции и правовые основы обособления органического земледелия в самостоятельный сектор аграрной индустрии. Книга предназначена для научных работников, преподавателей и специалистов в области агроэкологии, земледелия, экономики и международных отношений.

**М.: ПАИМС, 2002. – 402 с.**

Бельтинг Х.

# Образ и культ. История образа до эпохи искусства

Ханс Бельтинг (род. в 1935) – ведущий немецкий культуролог и искусствовед, профессор истории и теории искусства Государственной школы художественного творчества в Карлсруэ.

Его монография является итогом многолетних исследований в области истории искусства раннего Средневековья. Согласно традиционной точке зрения, христианское искусство развивалось вне какой-либо связи с предшествующими эпохами. Однако Бельтинг доказывает, что раннехристианская культура органически связана с античностью, причем именно в эпоху поздней античности в христианском искусстве впервые появляются культовые образы. По мнению ученого, данные образы сформировались под влиянием как древней скульптуры, так и иконописи. Автор постоянно ссылается на труды христианских богословов, которые нередко противоречат общепринятым данным истории искусства.

Бельтинг рассматривает историю образа вне зависимости от каких бы то ни было религиозных систем. Основываясь на западных материалах, исследователь опровергает одно из традиционных заблуждений, согласно которому иконопись связывается исключительно с восточно-православной и в первую очередь русской традицией. К сожалению, именно русский материал мало использован в исследовании. Ученый доказывает, что в европейском искусстве иконопись имеет «гораздо более длительную, чем обычно считают, историю» – уже в XI веке в Византии существовала цельная эстетическая концепция художественного образа. Анализируя эпоху позднего Средневековья, он приходит к выводу, что приемы, считавшиеся открытием мастеров станковой живописи, на деле являются результатом освоения опыта искусства предшествующих веков. Наблюдения Бельтинга открывают путь будущим исследованиям взаимосвязей между живописью, музыкой и литературой и доказывают, что история художественного образа является общегуманитарной проблемой.

**М.: Прогресс-Традиция, 2003. – 752 с.**

Бек У.

## ЧТО ТАКОЕ глобализация

Тема глобализации давно привлекает внимание исследователей, тем более, что в последние годы она перестала быть предметом исключительно научного интереса. На смену научным диспутам приходят демонстрации антиглобалистов. Однако глобализацию нельзя рассматривать как однозначно негативное явление, она обладает и созидательным потенциалом. Как лучше его использовать, чтобы свести к минимуму издержки и риски? Какие изменения в общественном сознании, ценностях и типах социальной практики диктует глобальность человеческого бытия? Ответить на данные вопросы пытаются авторы книги.

**М.: Прогресс-Традиция, 2001. – 304 с.**

Бек У.

## общество риска

Людям, принимающим решения государственной важности, необходимо понять процесс глобализации во всем его многообразии и неоднозначности. Без этого любое стратегическое планирование сродни блуждению в потемках – нельзя управлять ни государством, ни сколько-нибудь крупной компанией. Поскольку в книге рассмотрены все аспекты глобализации – социальные, экономические, политологические, социально-психологические, экологические, демографические, социально-культурные, геополитические, – она заинтересует и научное сообщество, и политиков, и руководителей коммерческих предприятий.

**М.: Прогресс-Традиция, 2000. – 384 с.**

## история человечества.

### ДОИСТОРИЧЕСКИЕ ВРЕМЕНА И НАЧАЛА ЦИВИЛИЗАЦИИ.

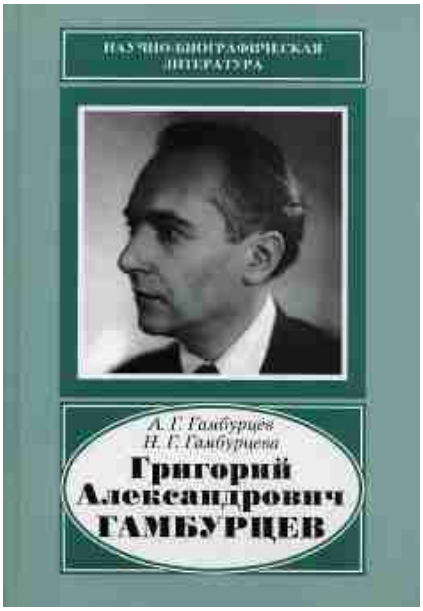
Первый том фундаментальной энциклопедии «История человечества» создан под патронажем ЮНЕСКО коллективом из 450 специалистов из разных стран мира, включая Россию. Профессор А.Н.Сахаров отметил, что авторы старались показать «синтетическое единство человечества», то есть историю единой цивилизации, а не отдельных наций или классов.

Обычно наука рассматривает зафиксированную в документах историю государств. А это лишь малая толика, порядка 1% истории человечества.

Первый том энциклопедии посвящен оставшимся 99%: от появления *Homo sapiens* до создания первых государств.

Энциклопедия «История человечества» проделала этот путь длиной в два миллиона лет без малого на 700 страницах, включая подробные историографию и библиографию. В книге приведено множество иллюстраций, карт, таблиц, помогающих постичь тайны Древнего мира.

**Под. ред. З.Я Де Лаата. – М.: МАГИСТР-ПРЕСС, 2003. – 682 с. 10 000 экз.**




Гамбурцев А.Г., Гамбурцева Н.Г.

# ГРИГОРИЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ Гамбурцев

Книга написана к столетию выдающегося русского ученого – физика и геофизика, академика Григория Александровича Гамбурцева (1903–1955), одного из основателей геофизических методов исследования Земли и разведки месторождений полезных ископаемых (в том числе нефти, газа, урановых руд), теоретика, экспериментатора, изобретателя и конструктора, чьим именем был назван вал Гамбурцева. Он был ярким ученым, талантливым организатором и учителем – занимал пост директора Геофизического института АН СССР (теперь Институт физики Земли РАН), преподавал в Московском геолого-разведочном институте и МГУ, консультировал работу производственных сейсмических партий, был неформальным лидером сейсморазведчиков страны. По его инициативе и под его руководством велись работы по распознаванию ядерных взрывов геофизическими методами. После Ашхабадского землетрясения 1948 г. он создал первую научную программу по прогнозу землетрясений, объединил и координировал работу ученых союзных республик. Им были созданы геофизические школы, оказавшие значительное влияние на нынешнее поколение геофизиков. То, что он успел сделать, надолго определило основные направления развития сейсмологии, объединив методы «большой» сейсмологии и сейсморазведки. Книга не только повествует о личности незаурядного человека, но и заполняет некоторые белые пятна в истории российской геофизики, читатель познакомится с малоизвестными архивными материалами о жизни ученого, фрагментами из писем, протоколами ученых советов, воспоминаниями, статьями учеников.

Авторы работы – сын и невестка Григория Александровича – геофизики, много лет проработавшие в Институте физики Земли.

**М.: Наука, 2003. – 300 с.**

ОЧЕВИДНОЕ НЕВЕРОЯТНОЕ

# «Очевидное–невероятное»

Смотрите в мае по субботам в 15.00 на ТВЦ:

## Экологические кризисы и их преодоление

В студии доктор географических наук **Д. И. Люри**.

Рост объемов ресурсопользования сопровождается непропорциональным увеличением затрат на восстановление и постоянным снижением эффективности. Желая увеличить потребление, человек стремится повысить объемы использования природных ресурсов и снизить затраты. Проще всего экономить на восстановлении ресурсов, поскольку последствия этого обычно далеки и туманны, но они непременно проявляются и заставляют считаться с собой до тех пор, пока положение дел не выправится.

## Фатальные ошибки в сфере человек-техника.

В студии известный американский ученый, профессор политической экономии Университета штата Техас, США, **Ллойд Дюма**.

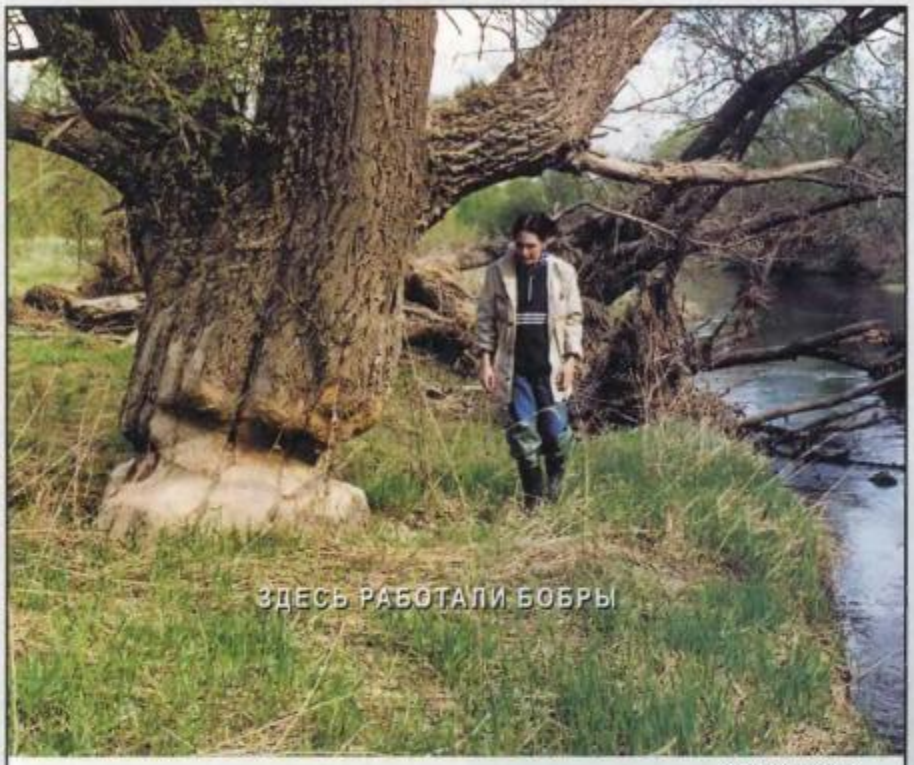
Следует провести границу между обычной ошибкой и ошибкой катастрофической. Сущность различия заключается в ситуации, в которой она была совершена, и в опасности, которую представляют последствия. Особенно четко это проявляется в системе ядерных вооружений, в управлении военной и гражданской авиацией и др. Существует ли коллективная склонность к ошибкам? Что можно предпринять, чтобы уменьшить вероятность катастрофической ошибки? В передаче использованы уникальные кадры документальных архивов.

## Пределы возможностей человека

В студии известный путешественник **Федор Конюхов**.

Во время путешествий человек подвергается множеству опасностей: различные заболевания, психические и климатические стрессы. Как можно выжить в экстремальных условиях? Федор Конюхов, проведя в путешествиях по миру много времени в одиночестве, рассказывает о своем опыте и приводит многочисленные примеры «азбуки выживания»...

# ВЫШЕЛ ИЗ ПЕЧАТИ ОЧЕРЕДНОЙ НОМЕР ЖУРНАЛА «НАУКА И ЖИЗНЬ»




ISSN 0028-1263

## НАУКА И ЖИЗНЬ

6
2003

● Полвека шла Европа к своему объединению, сегодня Европейский союз — крупнейшее экономическое и политическое, почти государственное образование ● Предлагаем литературный маршрут по Москве: 12 сентября 1812 года этот путь проделали герои романа Льва Николаевича Толстого «Война и мир» ● ВСХВ — ВДНХ — ВВЦ. О главной выставке страны: на фоне ее шестидесятилетней истории — взгляд в завтрашний день с надеждой на возрождение и процветание ● Пляжное задание: несколько простых, интересных и поучительных опытов с песком и водой.

Прочитав очередной номер журнала «Наука и жизнь», вы узнаете:

...каким образом ученые ухитряются захватывать и разрезать хромосомы на несколько кусочков для анализа и снова сшивать их, поменяв кусочки местами;

...что первыми лауреатами Международной премии «Глобальная энергия», учрежденной при поддержке ведущих российских энергетических корпораций, стали профессор Н. Холоньяк (США), академик Г. А. Месяц (Россия) и Я. Смит (США);

...чем примечательна маленькая речушка Теча, известная ученым-физикам всего мира не меньше, чем великая Амазонка – географам;

...что современная наука знает о происхождении и назначении древнего каменного сооружения Стонхендж немногим больше древнеанглийского писателя;

...что цианобактерии дважды спасали биосферу, продуцируя ненужный им кислород. Но как она (биосфера) появилась на Земле, вы так и не узнаете, однако познакомитесь с очередной научной гипотезой о ее возникновении;

...что известная не одну сотню лет «Золотая пропорция» обнаруживает новые неизвестные доселе свойства, и поиграете с мозаикой Пенроуза;

...что изобретен прозрачный транзистор. Теперь ищут достойное ему применение;

...настоящую фамилию известных уральских заводчиков Демидовых и познакомитесь с тайнами Невьянского края;

...что любители астрономии ежегодно собираются в Подмосковье на праздник «Астрофеста» не только для встречи со светилами;

...что исследования проф. Штаммингера показали: посуда с засохшими на ней остатками пищи отмывается гораздо труднее, мытье же под струей воды могут позволить себе только богатые люди;

...какая судьба ждет ВВЦ-ВДНХ-ВСХВ в ближайшем будущем после того, как стало ясно, что Москва не выиграла конкурс на размещение выставки «ЭКСПО-2010»;

...что женщины составляют половину населения земного шара, выполняют две трети всей работы, получают одну десятую всей зарплаты и в их руках находится одна сотая общего богатства;

...что пять горстей биогумуса заменяют мешок навоза. В продаже появились элитные дождевые черви «Старатель» – российский аналог «Калифорнийского чуда». Во Владимире выведен удивительный гибрид северного червя с южным червем из Киргизии. От калифорнийского он отличается лишь тем, что более вынослив и продуктивен в производстве гумуса;

...каким образом «Струна» ставит диагноз построенному зданию, отзываясь на особенность его частотных характеристик определением: изношено, устойчиво, сейсмостойко;

...что неживая природа не такая уж неживая, и познакомитесь с удивительными примерами борьбы за существование в мире металлов;

...как наилучшим образом осуществить мечту любого садовода о хорошем газоне. Читатели делятся опытом превращения запущенного участка сада в прекрасный «дикий газон»;

...о простом способе изготовления печатных плат для монтажа радиодеталей, доступном даже для начинающих радиолюбителей.

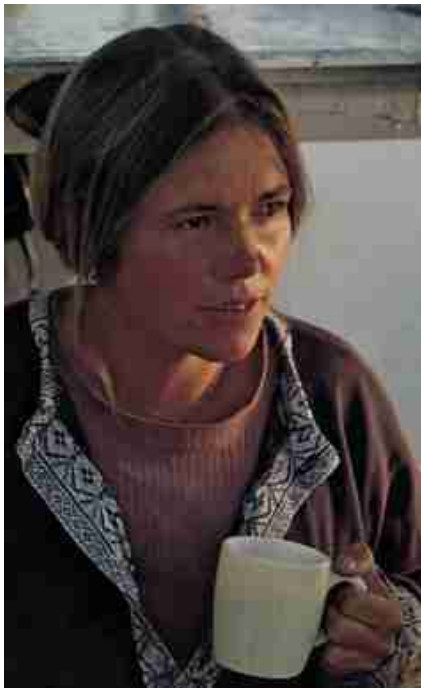
Электронная версия журнала представлена в сети Интернет, где ежемесячно регистрируется около 10 000 обращений.
Адрес редакции: 101990, г. Москва, ул. Мясницкая, д. 24. Тел. (095) 924-18-35, факс (095) 200-22-59.
Отдел связей с общественностью и рекламы тел/факс: (095) 928-09-24. Служба распространения: (095) 921-92-55.
Http://nauka.relis.ru/; e-mail: mail@Nauka.relis.ru. Подписные индексы: 70601, 79179, 34174.

# расы и метисы

**Смешение рас** – тенденция, весьма характерная для современного человечества. Антропологи утверждают, что по крайней мере **пятая часть населения** Земли является метисами.

**Илья Перевозчиков**

Смешение рас – тенденция, весьма характерная для современного человечества. Этнические проблемы приобретают все большее значение, поскольку затрагивают вопросы, связанные как с биологией человека и проблемами его социального развития, так и с политикой. Антропологи утверждают, что по крайней мере 1/5 часть населения земного шара является метисами.



## Так кто же они – метисы?

Может быть, все мы в той или иной мере являемся ими? Слово «метис» (*metis*) в переводе с французского – помесь, смесь, оно обозначает человека смешанного происхождения. Второе, более узкое значение – помесь европейца и американского индейца. Мулаты рождаются от негра и европейца, а потомство негра и американского индейца называется самбо. В дальнейшем, разумеется, речь пойдет о метисах в более широком смысле слова, т.е. о людях, рожденных от родителей разных рас, хорошо различимых по биологическим признакам. Имеются в виду так называемые большие расы, поскольку брак между, скажем, украинцем и русской или англичанином и немкой будет просто межнациональным, и родившиеся дети метисами не будут. А вот браки между европеоидами и монголоидами, монголоидами и негроидами, европеоидами и негроидами считаются метисными: эти группы значительно отличаются друг от друга как по внешнему виду, так и по ряду других признаков.

## Что такое национальность и раса?

Мы вплотную подошли к необходимости уточнить терминологию. Национальность определяется тремя основными параметрами. Во-первых, это осознание человеком своей принадлежности к той или иной национальности. Во-вторых, наличие собственного языка. И в-третьих, наличие самосознания на этом языке. Существует, правда, и четвертый признак, введенный Л. Н. Гумилевым, – это стереотипы поведения, этнопсихологические характеристики человека, которые весьма показательны.

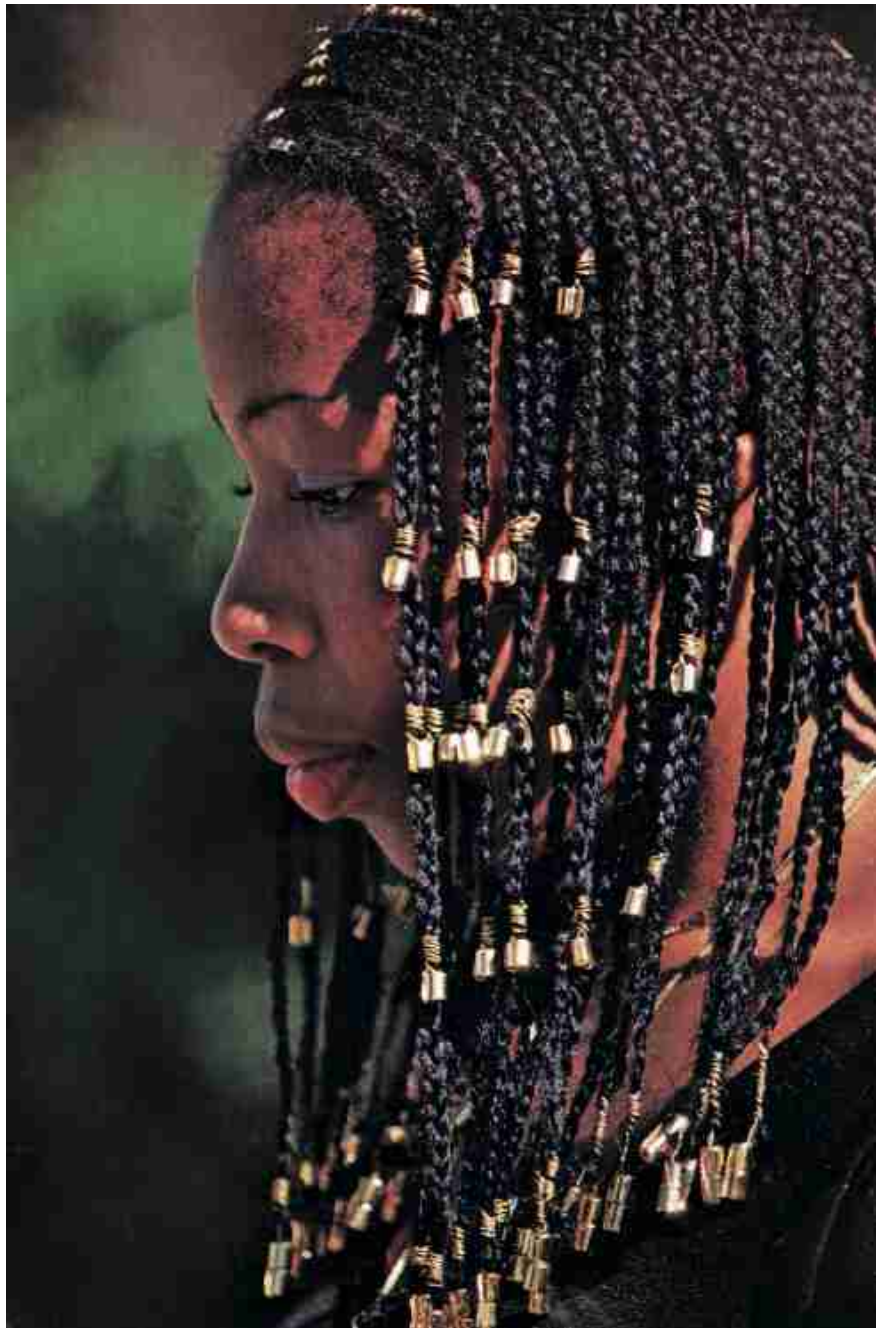
Раса же – это общебиологическая категория, характеризующаяся сходством генофондов популяций, составляющих расу, и наличием определенного географического ареала возникновения и распространения. Традиционно выделяют три основные расы: европеоиды (или евразийская раса), негроиды (экваториалы) и монголоиды (азиатско-американская раса). Но многие антропологи считают, что с биологической точки зрения рас значительно больше – как минимум 8 или 10. В частности, можно назвать южноафриканскую (бушмены и готтентоты), австралоидную, айноидную, американоидную расу и ряд других. Их представители отличаются по некоторым существенным морфологическим признакам, таким как цвет кожи, глаз и волос, особенности строения лица и т.д. Существуют чисто биологические механизмы разделения на расы.

Во-первых, для того, чтобы образовалась группа со своеобразным генофондом, необходима изоляция – тогда в силу принципа случайности возникновения мутаций (как по конкретному гену, так и по времени возникновения) группа начинает автоматически дивергировать, чему способствует также вероятностный характер закрепления новых мутаций. Во-вторых, в различных климатогеографических зонах в ходе адаптации и естественного отбора возникают признаки, способствующие выживаемости в данной области. В-третьих, происходит смешение разных групп, ранее существовавших отдельно друг от друга, в результате чего возникают промежуточные варианты, причем некоторые из них выделяются как малые расы.

Раса как таковая есть не только у человека, но и у животных – ворон, волков. Все они (в отличие от пород кошек, собак) естественного происхождения. Человек по своей природе очень полиморфен и политипичен, на него, в отличие от домашних животных, не воздействовал искусственный отбор. Расы различаются не только по внешним признакам, но и географически, т.е. любая раса при своем образовании имеет отдельный ареал обитания. Существуют и более глубокие расовые признаки, такие как группы крови. Молекулярная биология дает колоссальный материал для изучения строения генома. Если классифицировать расы, например, по группам крови или фрагментам ДНК, то возможны как совпадения, так и различия с традиционной классификацией по морфологическим признакам. Но если увеличить количество локусов для определения так называемых генетических расстояний, то сходство обоих типов классификации возрастает.

## Является ли человечество единым видом?

Сейчас нет ни одного антрополога, генетика или биолога, который сомневался бы в этом. Более того, нет никаких предпосылок, которые могли бы в обозримом будущем привести к образованию нового вида человека, хотя бы потому, что земной шар можно рассматривать как изолированную систему. Впрочем, в масштабах Вселенной прошло слишком мало времени, чтобы говорить о том, происходит ли в недрах человечества какое-либо движение в сторону создания нового вида. Существуют четкие различия между стремительными социальными явлениями и гораздо более медленным движением, происходящим в популяции, в основе которого лежат биологические, эволюционные процессы. Образно говоря, человечество полетело в космос с тем же геномом, с которым вышло из пещеры 40 тыс. лет назад. Однако единство вида не мешает значительному внутривидовому разнообразию, что характерно для биологических организмов. Более того, разнообразие есть основа устойчивости



**Начиная с неолита** человек упорно и успешно занимался выведением новых пород животных, однако на «человеководство» всегда **существовал** некий очень сильный **внутренний запрет**. Вероятно, эти табу утвердились раньше, чем оформились религии.

вида. Это касается не только социальных и биологических явлений, но и культуры.

Рассмотрим теперь пути возникновения метисов. Метисация непосредственно связана с миграционными процессами. В генетике бытует понятие «генного потока», т.е. медленного взаимного проникновения двух крупных групп с различными морфологическими признаками. Существуют так называемые контактные зоны, т.е. области, где происходило смешение популяций. Такими зонами, в частности, являются Западная Сибирь (зона слияния европеоидов и монголоидов), Северная Африка (европеоиды и негроиды), Юго-Восточная Азия (европеоиды, монголоиды и австралоиды). В этих областях механизмы смешения действуют на протяжении десятков тысяч поколений, и можно проследить процесс метисации вплоть до 6 тыс. лет до н.э., когда вследствие успешного развития неолитического хозяйства и увеличения численности населения в последующие эпохи начались массовые миграции. Как ни странно, более поздние переселения народов сравнительно мало повлияли на антропологический состав населения.

Развитие цивилизации породило новые понятия, например «метисы войны», – они появляются в результате достаточно длительного пребывания оккупационной армии на определенной территории. Так, во Вьетнаме, долгие годы бывшем французской колонией, родилось целое поколение франко-вьетнамских метисов. То же самое произошло в Японии, где после

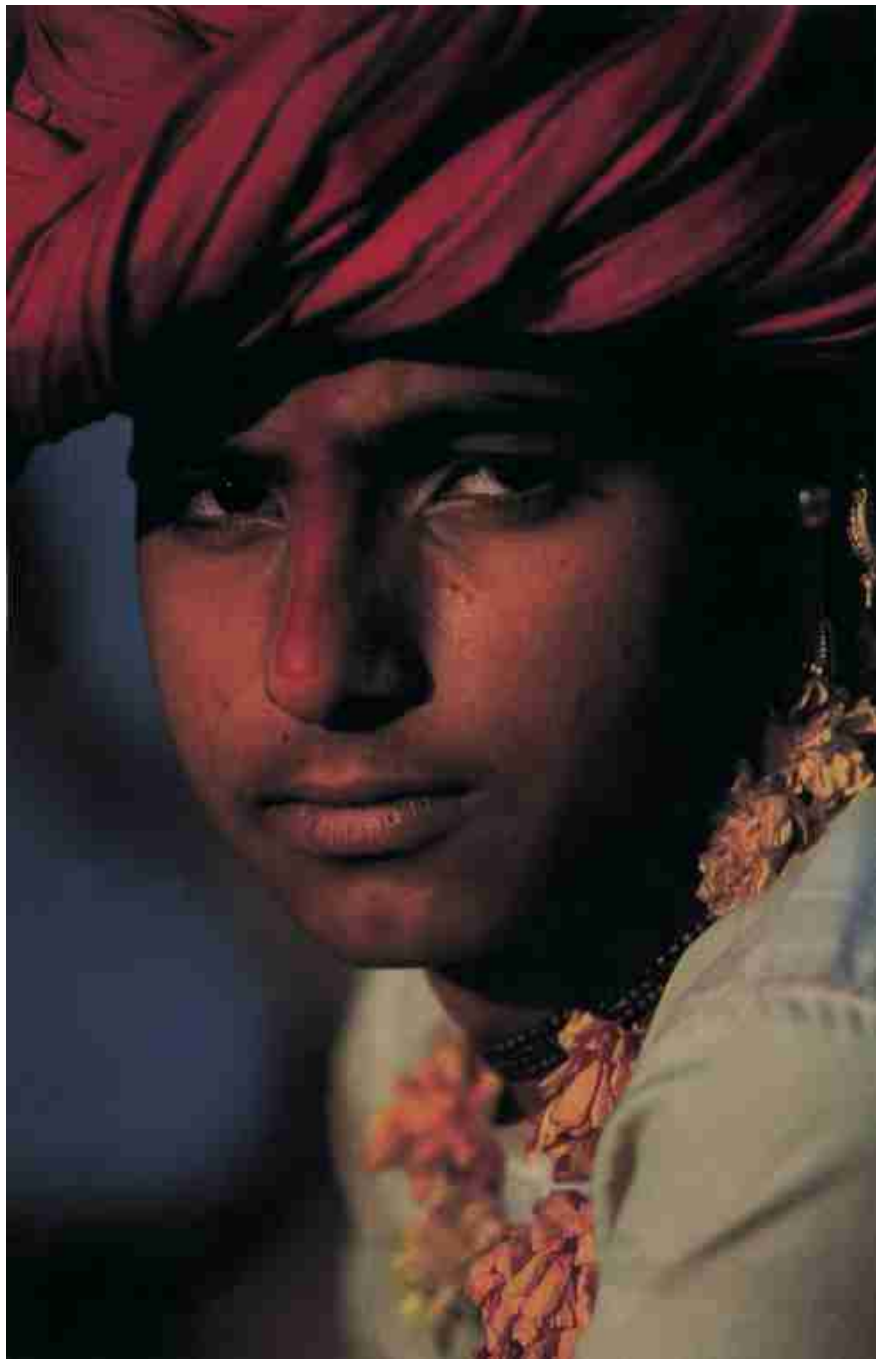
Второй мировой войны стояла американская армия. Отдельно можно рассматривать «колониальных» метисов, скажем, англо-индусов, которых сегодня насчитывается около 1 млн. В целом среди причин смешения генофондов можно назвать нехватку женщин у одной из контактирующих сторон, смешанные браки по различным социальным причинам – установление добрососедских отношений посредством родства, стремление избежать пагубных последствий инбридинга, уничтожение мужской части населения и пленение женской, приводящее к демографическому геноциду, и т.д.

Существуют ли какие-либо отклонения – будь то физические, психические или интеллектуальные, – связанные с метисацией?

Американские исследователи доказали, что у метисов аномалии встречаются не чаще, чем в других группах. Об интеллектуальном неравенстве, связанном с расовой принадлежностью, тоже говорить не приходится – все зависит от социально-культурного развития, воспитания, образования. В 1938 г. французская экспедиция обнаружила в Парагвае очень древнее и примитивное племя, которое при виде ученых разбежалось, оставив у костра полуторагодовалую девочку. Антропологи подобрали ее, привезли в Париж, и она, родившаяся в каменном веке, сделалась настоящей парижанкой, абсолютно адаптированной к европейскому образу жизни и владеющей тремя иностранными языками. Другой пример – Пушкин и Дюма были метисами, и ни у кого не возникает сомнений в их гениальности.

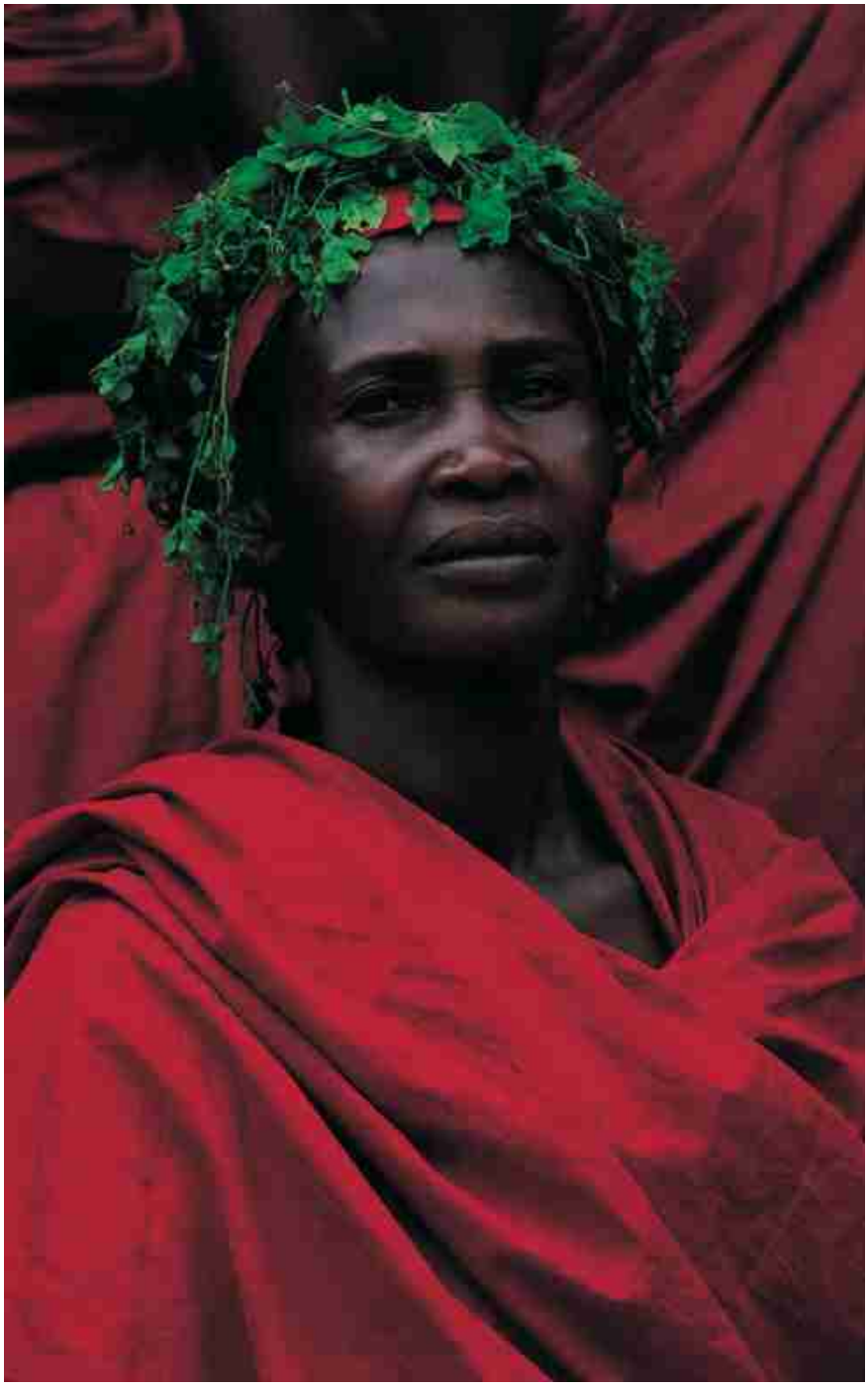
Что касается внешних данных метисов, то никакой дисгармонии не наблюдается, более того, они нередко бывают очень красивы.

Начиная с неолита человек упорно и успешно занимался выведением новых пород животных, однако на «человеководство» всегда существовал некий очень сильный внутренний запрет. Жестко табуировались и браки между двоюродными братьями и сестрами, не говоря уже о прямом



кровосмешении. Вероятно, в ходе накопления опыта и выявления нежелательных последствий инбридинга происходило постепенное исключение близкородственных браков, закрепившееся в череде поколений в виде суровых запретов, выходящих за рамки религиозных систем. Вероятно, эти табу утвердились раньше, чем оформились религии. Очень показателен пример австралийских аборигенов – они создали удивительную систему счета родства, где каждый человек знает свое происхождение и, соответственно, кто потенциально может стать его женой. В Сибири местами тоже сохранилась традиция знания своей генеалогии, призванная исключить близкородственные браки. Известен удивительный пример, когда 8-летняя девочка-алеутка с Командорских островов надиктовала ученому список

Эволюционные процессы протекают очень медленно. Образно говоря, человечество полетело в космос с тем же геномом, с которым вышло из пещеры 40 тысяч лет назад.



своих родственников на полтетради. Безусловно, люди сознательно управляли этим процессом. С проблемой инбридинга столкнулись на определенном этапе аристократы, в частности, монаршие семьи, где были приняты династические браки, в результате которых практически все королевские фамилии были связаны родственными узами. Наглядный пример – царевич Алексей, больной гемофилией – наследственной болезнью, затронувшей и другие коронованные семейства.

Метисов на земле гораздо больше, чем можно предположить. Например, кубинцы, американские индейцы, практически все темнокожее население Америки, причем в южных штатах смешение меньше, чем в северных, – своеобразный отголосок противостояния демократического севера и рабовладельческого юга. Метисные группы района Карибского бассейна и Центральной Америки часто называют креолами. А вот полинезийцы настолько своеобразная группа, что их можно выделить в отдельную расу.

Узнать метиса можно по некоторому «отступлению» от канонических черт, характерных для конкретных рас. Например, в Сибири нередко встречаются люди со всеми морфологическими признаками монголоидов – и голубыми глазами европейцев. Другой пример – североафриканцы или чернокожие американцы с европейскими чертами лица и явными признаками негроидной расы. На Алтае распространен монголоидный тип в сочетании с заметной растительностью на лице, что нехарактерно для чистых монголоидов – вы никогда не встретите китайца или

монгола с окладистой бородой или пышными усами.

Каковы с антропологической точки зрения перспективы человечества? Возможно ли, что когда-нибудь оно станет единой расой и породит новых Адама и Еву?

В современном мире налицо процессы глобализации, смешения стран и народов. Тем не менее очевидно, что в обозримом будущем этого ожидать не приходится – биология человека достаточно консервативна, и для того, чтобы в общечеловеческом масштабе произошли, а тем более закрепились какие-либо серьезные изменения, должны смениться тысячи поколений. Однако в течение последних 3–5 тыс. лет можно проследить некоторые тенденции, характерные для всего вида. Например, происходит редукция зубочелюстного аппарата, что, вероятно, связано с изменением способа питания, приготовлением пищи. По-видимому, люди скоро лишатся зуба мудрости – во многих группах населения его уже фактически нет, он даже не прорезается. С другой стороны, ослабление этого аппарата приводит к росту числа заболеваний ротовой полости. Изменился прикус – 4–5 тыс. лет назад у людей верхняя и нижняя челюсти совпадали, у нас же верхняя челюсть слегка выступает вперед. Дело в том, что нижняя челюсть является свободной костью, не связана с другими, а потому редуцируется быстрее. Существуют и другие общечеловеческие тенденции – акселерация, например. Однако прогнозировать такие процессы достаточно сложно. Тем более, что на всю Россию существует один-единственный Институт антропологии при Московском университете, да еще кафедра антропологии также при МГУ, стоит назвать еще отдел антропологии Института этнологии и антропологии РАН (для сравнения – только в Москве около 200 различных институтов физики).

Как ни странно, науки о человеке как социальном и биологическом существе в единстве всех его аспектов практически не существует. ■

ОБ АВТОРЕ:

**Перевозчиков Илья Васильевич** – доктор биологических наук, ведущий сотрудник НИИ и Музея антропологии.

Сфера научных интересов: популяционная антропология современного и древнего населения, определение групп крови у скифо-сарматского населения I тысячелетия до н.э., метисные и мигрантные группы населения; был инициатором создания обобщенных фотопортретов различных этнических групп. Автор 50 публикаций, один из соавторов (совместно с Е. Н. Хрисанфовой) единственного учебника «Антропология» для вузов.

# САМОСТОЯТЕЛЬНЫЕ ПЫЛЕСОСЫ

Джордж Массер

Позабыты хлопоты,
Остановлен бег:
Вкалывают роботы,
А не человек!
*(Отрывок песни из к/ф «Приключения Электроника»)*

Рассыпали порошок? Не огорчайтесь: недорогой и практичный робот-уборщик Roomba охотно пропылесосит полы. Жаль, что он не избавит вас от всех остальных домашних забот…

Незадачливые кулибины то и дело заявляют, что их изобретения избавят нас от домашних хлопот. Но обывателя не так-то просто убедить. Лет семь назад я собрал своего первого робота и с гордостью объяснял всем, что вскоре он будет пылесосить полы. Прошли годы, а мне так и не удалось научить свое детище даже таким простым вещам, как движение по прямой. Разумеется, никто из домочадцев уже не реагирует на мои заверения в полезности механического уборщика.

Впрочем, я не одинок в своих нелегких исканиях. Вопреки всеобщим ожиданиям, бытовая робототехника развивается чрезвычайно вяло. Когда в начале 80-х гг. компьютеры стали превращаться в продукт массового потребления, казалось, что за ними вскоре последуют и роботы. Самый известный из них – *Hero I* компании *Heathkit* – начал продаваться в 1982 г., чуть позже первого *IBM PC*. Предполагалось, что к 1990 г. объем рынка бытовых роботов составит $2 млрд. Первые персональные ЭВМ уже давно стали музейными реликвиями, а модель *Hero I* по-прежнему актуальна.

Работая за компьютером, мы погружаемся в компьютерный мир: если что-то ломается или ресурсов для решения задачи недостаточно, то нам приходится приспосабливаться. Роботы, наоборот, действуют в нашем реальном мире: если пол неровный, освещенность непостоянна или просто чьи-то ноги преграждают путь, то приспосабливаться приходится роботу. Причем увеличение вычислительной мощности может и не помочь – напротив, усложнение обычно приводит к снижению надежности.

В середине 80-х гг. профессор Массачусетского технологического института, гуру робототехники Родни Брукс (Rodney A. Brooks) разработал особый подход к программированию роботов, когда элементарные датчики переключают простейшие линии поведения. Сегодня многие робототехнические конструкторы, такие как *Lego Mindstorm*, построены именно по этому принципу. Схожая концепция определяет судьбу домашней робототехники.

Не секрет, что некоторые изделия достигают функциональной простоты за счет своей полной бесполезности. Классический пример – роботы-собаки *Aibo* фирмы *Sony*. Другие устройства (автоматические газонокосилки и чистильщики бассейнов) предназначены для решения одной задачи в хорошо контролируемой среде. Следующий шаг – выполнение единственного задания в условиях изменяющейся окружающей обстановки. Очевидным выбором в данном случае будет робот-пылесос. Многие компании обещали изготовить это чудо техники, и некоторые даже сдержали обещание

Если не брать в расчет недорогую, но сообразительную игрушку *DustBot* японской компании *Tomy*, то первым роботом, умеющим пылесосить, был *Cye*, выпущенный питсбургской фирмой *Probotics* в 1999 г. Это двухколесное устройство размером с тостер снабжено парой одометров (счетчиков пройденного пути) и ударным сенсором для регистрации столкновений.

BETH PHILLIPS

Чтобы не казаться бестолковым, оно охотно буксирует небольшой вертикальный пылесос.

*Cye* работает под управлением персонального компьютера и по беспроводной связи передает ему показания одометра. Специальная навигационная программа определяет положение робота с учетом погрешности позиционирования и периодически вносит траекторные поправки, ориентируясь по неподвижным объектам, например по стенам. Пользователь может задать карту комнаты, проложить путь от точки A к точке B и обозначить запретные зоны. Это очень удобно, если дома или в офисе кто-то недолюбливает роботов.

Несмотря на свою практичность, *Cye* все-таки больше рассчитан на любителей технических новинок: цена в $2 700 отпугивает практичных покупателей. К тому же навигационная программа иногда зависает, а подвижный модуль слишком примитивен – он только снует вперед-назад по прямоугольной площади, а препятствия сильно сбивают его с толку. Из-за отсутствия дополнительных датчиков и невозможности ввода новых программ *Cye* выглядит даже скромнее, чем роботы, собранные из обычных конструкторов.

В октябре прошлого года фирма Брукса *iRobot*, Сомервилл, штат Массачусетс, выпустила специальный робот-пылесос *Roomba*. В 1993 г. его разработчик Джозеф Джонс (Joseph L. Jones) написал книгу *Mobile Robots: Inspiration to Implementation*, которая когда-то побудила меня к действию и до сих пор остается единственным стоящим руководством для начинающих энтузиастов. Описываемый в ней робот *Rug Warrior* был потомком аппарата для чистки полов, представленного Джонсом на конкурсе Массачусетского технологического института. Четыре года спустя они с инженером-механиком Полом Сэндином (Paul Sandin) наконец нашли фирму, которая помогла превратить идею в коммерческий продукт.

*Roomba* представляет собой диск диаметром 25 см и весит чуть больше 2,5 кг. Чистящий механизм такой же, как у обыкновенного пылесоса; сетка из зигзагообразной проволоки предохраняет вращающуюся щетку от заедания. По бокам имеются небольшие сопла, выдувающие пыль из-под стен. За чистящим механизмом располагаются два вращающихся резиновых валика, между которыми оставлена узкая щель для создания микровакуума, засасывающего мусор. (По словам Джонса, для полноценного пылесоса батареи не хватает.) В итоге грязь оседает в пластиковом контейнере.

У робота есть выключатель и три кнопки для выбора помещения – маленькое, среднее или большое. Вы нажимаете одну из них, и *Roomba* начинает описывать спираль. Через некоторое время он уже движется по прямой, затем во что-нибудь врезается и разворачивается, иногда возвращаясь к центру комнаты или выписывая зигзаги вдоль стен. В целом движения воспринимаются как беспорядочные. Примерно через полчаса, плюс-минус 10 минут в зависимости от размера комнаты, аппарат провозглашает победу и останавливается. Его можно остановить и вручную, подняв за встроенную ручку. Одной зарядки аккумулятора хватает приблизительно на полтора часа.

Я испытывал *Roomba* на паласах и деревянных полах, в пустых и захламленных комнатах. Он ничего не повредил и не уронил, на удивление умело освобождался от телефонных и сетевых шнуров, меняя направление движения или отключая щетку. Инфракрасный контурный детектор работал великолепно: мне так и не удалось заставить робота упасть с лестничного пролета. Я даже поставил его на стол, и он деловито собрал все крошки.

*Roomba* засосал большую часть мусора, но не избавил от ручной уборки. Впрочем, представители *iRobot* достаточно умны, чтобы не претендовать на это. На самом деле ахиллесовой пятой робота стала проволочная сетка, защищающая щетку от заедания. Она отвалилась после двух сеансов работы, и фирме пришлось прислать мне новую. Но даже после ремонта аппарату не нравился ковер в нашей гостиной. Откровенно говоря, по крайней мере один раз за прогон он все-таки запутывался в проводах. Робот не нуждается в постоянном присмотре, но когда он работает, лучше находиться неподалеку. Таким образом, *Roomba* поднялся выше уровня технических безделушек, но ненамного. Что действительно впечатляет, так это цена в $200, приближающая робота к разряду покупок, не требующих заседания семейного совета.

В ноябре 2001 г. шведский производитель бытовой аппаратуры *Elecrolux* представил на суд общественности робот-пылесос *Trilobite*, очень напоминающий *Roomba*. Компания отказалась предоставить демонстрационную модель и не стала продавать свое детище за пределами Швеции. Прошлой осенью я побывал там и опробовал *Trilobite* в магазине. Европейский аппарат оснащен мощным и более приспособленным к ковровым покрытиям вакуумным агрегатом. Благодаря звуковому радару робот объезжает препятствия, не прикасаясь к ним, а навигационное устройство помогает ему без труда возвращаться к базе и при необходимости подключаться к зарядному устройству. К недостаткам можно отнести отсутствие контурного детектора (опасные зоны приходится ограждать специальными магнитными полосками). Но главный минус – стоимость устройства: пылесос за 14 000 крон ($1 500) вряд ли будет одобрен вашей второй половиной.

Наблюдая за мечущимися по всей комнате роботами, начинаешь по-новому оценивать трудоемкость домашней уборки. Посудите сами: здесь требуется и ловкость, и умение действовать в меняющейся обстановке, и способность распознавать образы, т.е. все то, что мы приобрели благодаря эволюции. Не кажется ли вам, что когда у роботов появятся все перечисленные навыки, то они станут нанимать людей для уборки своих жилищ? ■

*Для ознакомления с другим новым роботом – ER1 – читайте электронную версию статьи на* **www.sciam.com** *в разделе* **Technicalities**.

# ПРИЧУДЛИВЫЕ КОНСТРУКЦИИ и маятник Фуко

Демонстрация достижений науки и техники в парижских музеях.

**Маргерит Холлоуэй**

Строители в касках и оранжевых жилетах деловито везут тачки с кирпичами к красному крану; оператор, умело управляя машиной, возводит из бетонных блоков «скелетную» часть здания. Четверть часа спустя один из мастеров, посчитав, что работа окончена, покидает строительную площадку. И тут он вспоминает о родителях и беспокойно оглядывается по сторонам. Они здесь, рядом, и четырехлетний труженик отправляется ремонтировать машину.

В Город детей, являющийся частью Города науки и индустрии, возведенного на северо-востоке Парижа, приводят детей в возрасте от 3 до 12 лет. «Позвольте им быть естественными» – гласит табличка рядом со строительной площадкой. Возможность делать серьезную работу, несомненно, способствует развитию молодого поколения.

Город науки и индустрии – огромное здание из стекла и стали, расположенное

Футуристическая конструкция Города науки и индустрии занимает 36 метров по диагонали. Блестящая металлическая сфера выглядит эффектным контрастом на фоне двух десятков угловых красных конструкций, размещающихся в соседнем парке.

в парке Виллет, в нем размещены 35 ярко-красных конструкций, напоминающих недостроенные кубы. В центре города проводятся передвижные выставки и действует интерактивный дисплей, демонстрирующий достижения в различных областях науки: в математике, космонавтике, компьютерных технологиях, медицине. Можно посетить планетарий, аквариум парка Виллет и стереофонический кинотеатр, оборудованный движущимися креслами. Город столь велик, что его посещение может растянуться на несколько дней.

Одна из наиболее популярных секций – Город детей. Он разделен на две площадки: для ребят от трех до пяти и от пяти до двенадцати лет. Здесь они могут реализовать свои фантазии. Например, в отделе под названием «Если бы я был животным» дети могут посоревноваться в прыжках с лягушкой, зайцем, кузнечиком, вскарабкаться в модель сумки кенгуру, в птичье гнездо или в нору черепахи. Все, как в живой природе, только в другом масштабе. Взрослые тоже не теряют времени даром: их не оторвать от созерцания теоремы Пифагора в действии: желтая жидкость выходит из двух квадратов, построенных на катетах, и заполняет третий, наибольший квадрат, построенный на гипотенузе. В другой секции посетители наблюдают нейтрализацию звуков. В космическом отделении можно почувствовать себя в состоянии невесомости и побывать на космической станции.

Музей искусства и торговли, также находящийся на территории Города науки и индустрии, расположен в старинном монастыре. Удивительно, что еще в далеком 1794 г. храм был задуман как хранилище новых, полезных изобретений. Экспозиция представляет более 80 тыс. научных и индустриальных объектов. Среди них – маятник Фуко, наглядно демонстрирующий вращение Земли. Первая демонстрация маятника Фуко произошла еще в 1851 г.

В первом зале разместились экспонаты из дерева: великолепные водяные часы, секстанты, глобусы и ранние вычислительные машины – предвестники калькуляторов. В музее можно заглянуть в лабораторию химика XVIII века Антуана Лавуазье и увидеть рядом суперсовременный компьютер *Cray*, электронные микроскопы и многое другое. Ранние модели телефонов, ткацкие станки, машины для вязания, домашняя утварь, лодки, проигрыватели и автомобили дополняют мастерски выполненные инструменты и машины: летательный аппарат, разработанный Адлером Клементом в 1800 г., распустил крылья летучей мыши – все эти несметные сокровища ждут любознательных гостей. ■

Монастырь XVIII в., нынешний Музей искусства и торговли, – настоящий склад тысяч инструментов и графических описаний развития науки, в том числе музыкальных произведений того времени (внизу).

# ПЯТЬ НАДЕЖНЫХ СИГНАЛЬНЫХ РАКЕТ

Дэннис Шаша

Представьте, что у вас есть два комплекта сигнальных ракет по шесть штук в каждом, причем один из них содержит три бракованные ракеты, которые с виду ничем не отличаются от остальных. Единственный способ проверить ракету – поджечь ее. Однако после этого она станет совершенно бесполезной.

Теперь представьте, что вы отправляетесь на Северный полюс. Придумайте такой способ проверки, при котором вероятность выбора пяти качественных ракет составит не менее 3/4. Иными словами, сможете ли вы предложить такой метод отбора, при котором не менее 75 из 100 полярников возьмут в экспедицию по пять рабочих ракет? Как изменится вероятность, если в злосчастном комплекте окажутся не три, а четыре бракованные ракеты?

## Разминка №1

Как, израсходовав не более четырех ракет, выбрать две надежные, если в испорченном комплекте по-прежнему три бракованные ракеты?

## Решение

Начните испытывать ракеты из любого комплекта. Если из четырех испытанных ракет окажется хоть одна бракованная, значит, вы выбрали испорченную коробку; в этом случае возьмите две любые ракеты из другого (хорошего) набора. И наоборот, если все четыре ракеты оказались качественными, значит, перед вами комплект без брака – смело берите оставшиеся две.

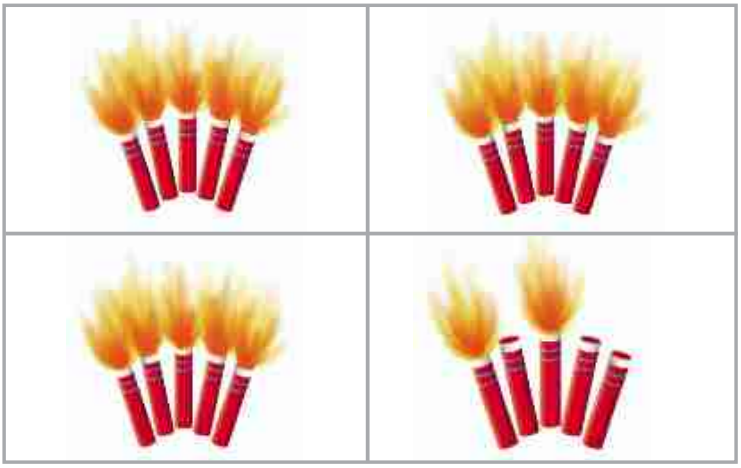
## Разминка №2

Как при тех же условиях выбрать 7 рабочих ракет с вероятностью 1/4?

## Решение

Выберите один комплект и возьмите одну ракету из другого. Ваши шансы обзавестись хорошим комплектом с первой попытки составляют один к двум. Если вам повезло, то седьмую ракету вы возьмете из бракованной упаковки, и вероятность удачи тоже будет один к двум (три работающие ракеты из шести возможных). Поскольку в обоих случаях выбор независимый, вероятность получить семь качественных ракет составит 1/4 (1/2 ×1/2). Другими словами, согласно теории вероятности, 50 из 100 человек выберут хороший комплект, и еще половина из этих 50 (т.е. 25% от общего числа) возьмут хорошую ракету из оставшегося испорченного набора. Обратите внимание на то, что если в плохом комплекте находятся четыре бракованные ракеты, то только две из шести окажутся работающими, и вероятность выбрать семь хороших ракет снизится до $1/6$ ($1/2 \times 1/3$). ■

Последняя книга Дэнниса Шаша (Dennis E. Shasha) Dr. Ecco's Cyberpuzzles опубликована в 2002 г. издательством W. W. Norton.



**ОТВЕТ НА ГОЛОВОЛОМКУ, ОПУБЛИКОВАННУЮ В ПРЕДЫДУЩЕМ НОМЕРЕ.**

Поддерживайте синтез белка C4 в течение 7 сек., D4 – в течение 10 сек., E6 – в течение 7 сек. и F6 – в течение 13 сек. Тогда T-белок первый раз «прозвонит»

HEIDINOLAND

# ПОЧЕМУ КАРИЕС У ОДНИХ ВОЗНИКАЕТ ЧАЩЕ, ЧЕМ У ДРУГИХ?

На вопрос отвечает Джоэл Берг (Joel H. Berg), профессор, заведующий кафедрой детской стоматологии Школы стоматологии при Вашингтонском университете и президент фонда Американской академии детской стоматологии:

Кариес – самое распространенное инфекционное заболевание, рано или поздно возникающее у 97% людей. Процесс разрушения зубов обусловливается целым рядом фактов.

Кариес (размягчение и разрушение твердой ткани зуба) возникает в местах образования зубных бляшек – отложений, содержащих множество разнообразных микроорганизмов, результатом жизнедеятельности которых становится локальное изменение *pH*-среды. При *pH* ниже 5,5 начинается разрушение зубной эмали – вымывание минеральных веществ (деминерализация). Но процесс обратим: если уровень *pH* поднимется выше критического, то может произойти реминерализация. Насколько успешным будет этот процесс, зависит от количества слюны, содержания в ней минеральных веществ и наличия ионов фтора. Если же деминерализация продолжает развиваться, то разрушение прогрессирует, и в конце концов образуется видимая невооруженным глазом кариозная полость.

Основные виновники разрушения – *Streptococcus mutans* и некоторые другие кислотообразующие микроорганизмы. Развитию кариеса также способствуют углеводы. Микроорганизмы, ответственные за появление этого заболевания, охотно используют в качестве источника энергии сахара, в первую очередь сахарозу – обычный сахар. Они превращают его в молочную кислоту, снижающую *pH*. Уменьшив потребление сладкого, можно сдвинуть равновесие в сторону реминерализации.

На образование кариозных полостей влияет также количество образующейся слюны и ее состав. Чем больше ее во рту, тем более эффективно происходит санация, т.е. удаление вредных микроорганизмов и продуктов их жизнедеятельности. Определенную роль играет и морфология (форма) зубов. Особенно легко образуются бляшки в глубоких ямках и бороздках на поверхности зубов, особенно моляров. Отсюда их не удается удалить ни зубной щеткой, ни шелковой нитью.

Итак, лучший способ избежать кариеса – это тщательный уход за зубами. ■

MATT COLLINS

# ПОЧЕМУ СНЕЖИНКИ ИМЕЮТ СИММЕТРИЧНУЮ ФОРМУ?

Мириам Росси (Miriam Rossi), доцент кафедры структурной химии Колледжа Вассара объясняет это так:

Форма снежинок отражает внутреннюю упорядоченность молекул воды, когда они находятся в твердом состоянии – в виде льда или снега. Снежинки растут точно так же, как растут кристаллы любого вещества, переходящего из жидкого состояния в твердое: соединяясь между собой, молекулы воды стремятся максимизировать силы взаимного притяжения и минимизировать силы отталкивания, так как энергия системы при кристаллизации уменьшается. Упорядочению молекул воды при замерзании способствуют слабые водородные связи. При этом каждая молекула соединяется с четырьмя другими.

В результате все молекулы воды стремятся занять заранее заданные места. Чаще всего встречается кристаллическая ячейка в форме шестиугольной призмы – два шестиугольника сверху и снизу и прямоугольные грани по бокам. Этот процесс похож на выкладывание мозаики: как только вы выбрали узор и уложили первые пластинки, место всех остальных задается автоматически. Молекулы воды сами размещаются в низкоэнергетических «ямах», положение которых соответствует симметрии структуры.

И все же всевозможных снежинок великое множество. Такое разнообразие объясняется переменчивостью условий, в которых они образуются. Снежный кристаллик может начать расти при одних температуре и влажности, а окончательно сформироваться при других, что приводит к изменению характера роста. Гексагональная симметрия сохранится, но ледяные веточки начнут расти в новых направлениях. ■

**Читайте в июльском выпуске журнала:**

## Перья динозавров
## Остеопороз можно победить
## Цифровые технологии на TV
## Ядерный реактор – под снос
## Невидимая вселенная: физика темной материи

**Оформить подписку на журнал «В мире науки» можно:**
**• по каталогу «Пресса России», подписной индекс 45724; • по каталогу «Роспечать», подписной индекс 81736; • по каталогу периодических изданий для библиотек, подписной индекс Б392; • по каталогу изданий органов НТИ, подписной индекс 69970; • через редакцию журнала (только по России), перечислив деньги через Сбербанк или по почте, отправив копию квитанции (с указанием Ф.И.О., точного адреса и индекса подписчика) в РосНОУ по почте, по факсу: (095) 105-03-72 или по e-mail: red_nauka@rosnou.ru**
**Стоимость подписки на полугодие – 390 руб., на год – 780 руб.**
**Розничная продажа в Москве осуществляется:**
**• в передвижных киосках «Метрополитеновец» около станций метро;**
**• в киоске «Деловые люди», 1-я Тверская-Ямская ул., д. 1;**
**• в киоске РосНОУ, ул. Радио, д. 22, 1-й этаж;**
**• в «Доме технической книги», Ленинский проспект, д. 40;**
**• в киосках МГУ, МГИМО, РУДН, МИРЭА;**
**• www.bpremier.ru, тел. 261-82-04 «Буква-премьер», подписка + доставка курьером.**

**Негосударственное образовательное учреждение**
**«Российский новый университет»**
Расчетный счет 40703810200000010014
в АКБ «Ист-Бридж Банк» ЗАО, г. Москва БИК 044579128
Корреспондентский счет 30101810500000000128
Идентификационный номер ИНН 7714082749

Фамилия, И.О., адрес плательщика

| Вид платежа | Дата | Сумма |
|---|---|---|
| Подписка на журнал **«В мире науки»** | | |
| Плательщик | | |

**Негосударственное образовательное учреждение**
**«Российский новый университет»**
Расчетный счет 40703810200000010014
в АКБ «Ист-Бридж Банк» ЗАО, г. Москва БИК 044579128
Корреспондентский счет 30101810500000000128
Идентификационный номер ИНН 7714082749

Фамилия, И.О., адрес плательщика

| Вид платежа | Дата | Сумма |
|---|---|---|
| Подписка на журнал **«В мире науки»** | | |
| Плательщик | | |

# ДОМОДЕДОВСКИЕ АВИАЛИНИИ

**Авиакомпания "Домодедовские авиалинии" предлагает прямые регулярные рейсы из Москвы в города: Южно-Сахалинск, Магадан, Хабаровск, Анадырь, Норильск, Благовещенск, Якутск, Иркутск, Петропавловск-Камчатский, Владивосток, Ташкент, Красноярск, Бангкок, Утапао, Баку и Гянджа.**

Представительство в Москве:
(095)323-84-18, 504-03-24

Заказ билетов:
(095)504-03-26, 504-03-46(круглосуточно)
E-mail: commerce@akdal.ru
Сайт: WWW.AKDAL.RU

сертификат эксплуатанта №004/01 от 11.12.2001 г.
Выдан ГСГА Минтранса России (Росавиация)

РОССИЙСКИЙ НОВЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

# НАШЕ ОБРАЗОВАНИЕ - ПУТЬ К УСПЕШНОЙ КАРЬЕРЕ

Государственная лицензия № 24-0722 от 13.11.2001 г. Министерства образования РФ
Государственная аккредитация № 0426 от 26.11.2001 г. Министерства образования РФ

РосНОУ

## Факультеты:

- финансово-экономический
- юридический
- социально-культурного сервиса и туризма
- второго высшего образования
- психологии и педагогики
- информационных систем и компьютерных технологий
- иностранных языков и межкультурной коммуникации

РосНОУ

**Отсрочка от призыва на военную службу**

для лиц, обучающихся по очной форме в университете и колледже

www.rosnou.ru

**Адрес приемной комиссии:**
ул. Радио, дом 22
Проезд: метро «Бауманская», тм. №37, 45, 50,
до остановки «Лефортовская набережная»
метро «Курская», тм. №24,
до остановки «Лефортовская набережная»

Тел.: (095) 105-0388, 244-8080