

ежемесячный научно-информационный журнал

В мире науки

scientific american

тема номера:

№11 2004

В СВЯЗКЕ С КОСМОСОМ

Новый путь развития космонавтики

МЫШЬЯК В ВОДЕ

Кризис затмевает
Чернобыльскую
катастрофу

ЗАГАДКИ ФИЗИКИ

Беседа с Лоренсом Кроссом

ЦЕЛИТЕЛЬНАЯ

ВИРТУАЛЬНАЯ РЕАЛЬНОСТЬ

Компьютерные миры помогают
справиться с болью

БОРИС АКУНИН

об ответственности

ISSN 0208-0621



9 770208 052001 >

www.sciam.ru

Содержание

НОЯБРЬ 2004

ГЛАВНЫЕ ТЕМЫ НОМЕРА:

- 24** **БИОТЕХНОЛОГИИ**
КУЛЬТУРНЫЕ ЗЛАКИ: НАЗАД В БУДУЩЕЕ
Стивен Гофф и Джон Салмерон
Объединение традиционных способов селекции зерновых с генетическими методами может привести к новой «зеленой революции».
- 32** **КОСМОЛОГИЯ**
ЧТО БЕСПОКОИТ ФИЗИКОВ?
Клаудиа Дрейфус
Беседа с Лоренсом Кроссом
- 36** **МЕДИЦИНА**
ЦЕЛИТЕЛЬНАЯ ВИРТУАЛЬНАЯ РЕАЛЬНОСТЬ
Хантер Хоффман
Виртуальные компьютерные миры помогают людям преодолевать мучительную боль и преодолевать навязчивые страхи.
- 44** **ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**
СУБМИКРОННЫЕ МАГНИТНЫЕ СЕНСОРЫ
Стюарт Солин
Недавно открытое экстраординарное магнитосопротивление поможет осуществить грандиозный прорыв в технологии хранения данных.
- 52** **АРХЕОЛОГИЯ**
В ЦАРСТВЕ РАСПИСНЫХ ПЕЩЕР
Екатерина Дэвлет
По сводам пещеры скачут лошади, бегут бизоны, олени, мамонты и львы, воплощенные в первобытных рисунках.
- 60** **КОСМИЧЕСКИЕ ПОЛЕТЫ**
ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКИЕ СВЯЗКИ В КОСМОСЕ
Энрико Лоренцини и Хуан Санмартин
Фундаментальные физические законы позволяют получать недорогую электроэнергию прямо на орбите.
- 68** **ЗДРАВООХРАНЕНИЕ**
ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ КРИЗИС В БАНГЛАДЕШ
Муштаки Чоудхури
Берегитесь! В воде мышьяк...



В мире науки

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

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

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

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

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

Научные консультанты:
доктор исторических наук Е.Г. Девлет,
профессор М.В. Конотопов,
профессор А.С. Расторгуев,
академик В.С. Мясников,
доктор физ.-мат. наук В.Г. Сурдин

Над номером работали:
Е.М. Амелин, А.А. Василевский, О.А. Василенко,
Е.М. Веселова, Ф.С. Капица, Б.А. Квасов,
Ю.И. Григорьев, И.В. Литвинов, А.К. Мальцев,
М.М. Маркина, С.Р. Оганесян, Т.В. Потапова,
И.П. Потемкин И.П. Прошкина, И.Е. Сацевич,
В.В. Свечников, В. Г. Сурдин, П.П. Худолей,
Н.Н. Шафрановская

Корректур: Ю.Д. Староверова

Старший менеджер по PR: А.А. Рогова

Спецпроекты: И.Б. Истомина

Старший менеджер по распространению:
С.М. Николаев

Менеджер по распространению: В.Е. Солонин

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

Препресс: Up-studio

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

© В МИРЕ НАУКИ РосНОУ, 2004

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

Тираж: 20 000 экземпляров
Цена договорная.

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

SCIENTIFIC AMERICAN

ESTABLISHED 1845

Editor in Chief: John Rennie

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

News Editor: Philip M. Yam

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

Art director: Edward Bell

Vice President and publisher: Bruce Brandfon

Chairman emeritus: John J. Hanley

Chairman: John Sargent

President and chief executive officer:
Gretchen G. Teichgraeber

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

Vice President: Frances Newburg

© 2004 by Scientific American, Inc.

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

РАЗДЕЛЫ

ОТ РЕДАКЦИИ

«ЗЕЛЕНАЯ РЕВОЛЮЦИЯ»

3

50, 100, 150 ЛЕТ НАЗАД

4

СОБЫТИЯ, ФАКТЫ, КОММЕНТАРИИ

6

- Если газ вытеснит нефть, то политическая обстановка в мире изменится
- Будет ли система ПРО эффективной?
- Премьера системы *Veritas*
- Смотр информационных технологий
- Подарок от террориста
- «Жюль Верн» отправится в космос
- Арктический холодильник
- Землетрясение в Калининграде
- Перспективы биотехнологии в России
- Лучший зондовый микроскоп
- Археологические находки

ЮБИЛЕЙ

БУДУЩЕ РОССИЙСКОЙ АСТРОНОМИИ

18

Владимир Сурдин

Казанскому университету исполнилось 200 лет.

ИННОВАЦИИ

СОЮЗ МУДРЕЙШИХ

20

Гэри Стикс

*В Microsoft трудятся самые талантливые специалисты
отрасли, но способны ли они совершить прорыв?*

КНИЖНОЕ ОБОЗРЕНИЕ

78

ТРАДИЦИИ

ИНЬ И ЯН НА ФАРФОРОВОМ БЛЮДЕ

80

Алексей Василевский

ИТАК, ИТАДАКИМАС...

Марина Маркина

ОЧЕВИДНОЕ-НЕВЕРОЯТНОЕ

В ПОИСКАХ ЦИВИЛИЗАЦИИ БУДУЩЕГО

84

*По материалу беседы с действительным членом РАН,
востоковедом, президентом ассоциации китайцев РАН
Владимиром Степановичем Мясниковым.*

КОЛОНКИ

МНЕНИЕ

ЧЕСТЬ И ДОСТОИНСТВО

74

*Интервью с Борисом Акулиным об ответственности, чести
и чувстве собственного достоинства.*

СПРОСИТЕ ЭКСПЕРТОВ

Что представляет собой чайная церемония?

94

ГЕНЕТИЧЕСКАЯ «Зеленая революция»



Пикетчики в Сан-Франциско.

Когда в 2002 г. в Замбии и Зимбабве разразился страшный голод, правительства этих стран отказались от продовольственной помощи ООН, ссылаясь на то, что направленная им кукуруза «отравлена», поскольку является генетически модифицированным продуктом. Аналогичные обвинения звучали в июле этого года на митинге перед зданием Биотехнологической промышленной организации в Сан-Франциско. Манифестанты перегородили улицу и громко протестовали против распространения генетически модифицированных (ГМ) культур, потому что они угрожают здоровью людей, наносят вред окружающей среде и подрывают финансовое благополучие небольших фермерских хозяйств.

В то же время всего месяцем раньше Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН (*Food and Agricultural Organization, FAO*), всегда выступавшая в роли адвоката мелких фермерских хозяйств, заявила, что «война лозунгов», которая ведется против сельскохозяйственной биотехнологии, может принести больше вреда, чем сама биотехнология. По мнению *FAO*, напротив, беда в том, что фермеры выращивают слишком мало ГМ-культур.

В своем намеренно аполитичном докладе *FAO* представила большой объем данных о ГМ-зерновых научного и экономического характера. Ученые уверены, что ГМ-продукты,

поступающие сегодня на рынок, абсолютно безвредны для здоровья (правда, если говорить о трансформации с участием сразу нескольких генов, то здесь нужны дополнительные исследования). Опыт культивирования ГМ-зерновых в Северной и Южной Америке не выявил никаких отрицательных последствий и для окружающей среды.

FAO отмечает, что особенно большую выгоду для фермеров сулит распространение ГМ-культур в развивающихся странах. В Китае 4 млн. небольших хозяйств по выращиванию хлопка перешли на культивирование ГМ-растений и получили 20%-ный прирост урожайности при меньшем количестве пестицидов – что немаловажно, поскольку известно, что ежегодно от отравления химикатами умирает много рабочих.

Почему же ГМ-культуры не столь популярны у фермеров из стран третьего мира? Одна из причин заключается в том, что лишь немногие из них предназначены для внутреннего потребления. Не считая Китая, исследования в области сельскохозяйственной биотехнологии контролируются не государственными академическими центрами, а корпорациями, чье внимание сосредоточено на культурах, которые могут принести прибыль от продажи в развитых странах, – кукурузе, сое и хлопке. В отличие от «зеленой революции» 1960-х гг., нацеленной в первую очередь на помощь

бедным фермерским хозяйствам, генетической «зеленой революции» еще предстоит завоевать позиции в развивающихся странах в сфере производства таких культур, как сорго и пшеница.

Неприятие населением ГМ-зерновых культур отрицательно сказалось на финансировании государством всех научных разработок, касающихся растений, в описании которых встречалось слово «генетический». В результате даже фундаментальные генетические исследования, которые способствовали бы улучшению сортов зерновых с помощью традиционных методов селекции (см. статью *С. Гоффа и Дж. Салмерона «Культурные злаки: назад в будущее»*), оказались вне поля зрения государства, а финансирующие их компании не могли не учитывать общественных настроений в Европе и стали создавать свои филиалы в других странах.

Государство не должно отдавать биотехнологические исследования в области сельского хозяйства на откуп частным компаниям и затем сетовать, что эти компании полностью их контролируют. Крупные инвестиции со стороны развитых государств в эту сферу (не только в своих странах, но и в странах третьего мира) принесут коммерческую выгоду и помогут решить гуманитарные проблемы. Пришло время прекратить словесную войну против сельскохозяйственной биотехнологии. ■

■ Странное ухаживание ■ Таинственный Эфир ■ Мифические формы жизни

НОЯБРЬ 1954

ЗВЕРСКИЕ УХАЖИВАНИЯ. «Когда золотой фазан демонстрирует самке свое шикарное оперение, мы говорим, что он за нею ухаживает. Неизвестно, соответствует ли истине столь антропоморфное определение. Зоологи отказываются всерьез исследовать так называемые ухаживания животных. Тем не менее странные, зачастую гротескные брачные ритуалы требуют тщательного изучения. В отличие от такого вполне понятного поведения, как добывание пищи или спасение от хищников, ухаживания животных озадачивают ученых. Пока не понятны ни причины их возникновения, ни их функции» – Н. Тинберген. (В 1973 г. Николас Тинберген стал лауреатом Нобелевской премии по физиологии и медицине. – *Прим. ред.*)

АНТИТЕЛА. «В 1949 г. вместе с австралийским микробиологом Фрэнком Феннером мы выдвинули гипотезу самомаркеров, объясняющую механизм образования антител. К сожалению, многие ее положения пока очень сложно проверить. Согласно нашей теории, в макрофагах (клетках ретикуло-эндотелиальной системы организма) есть так называемые элементы распознавания. Они способны «узнавать» узкий диапазон маркеров, опираясь на комплементарность молекулярных структур по тому же принципу, по которому фермент сцепляется с определенными молекулами» – сэр Макфарлейн Бёрнет. (В 1960 г. Макфарлейн Бёрнет стал лауреатом Нобелевской премии по физиологии и медицине. – *Прим. ред.*)

НОЯБРЬ 1904

СОВЕРШЕНСТВО ДЛЯ РЫБАКА. Усовершенствованные стальные удочки пользуются гораздо большим спросом, чем бамбуковые. Они лучше сбалансированы, гораздо более чувствительны и даже могут быть утяжелены – иными словами, способны удовлетворить самого привередливого рыбака. В качестве удилица используются лакированные трубки из лучших сортов закаленной стали.



БЕЗОПАСНЫЙ ПОДЪЕМНИК ОТИСА, 1854 г.

КОСМИЧЕСКИЙ ЭФИР. Мисс Агнес Клерк пишет: «Слава небес преходяща, и лишь неощутимый, невидимый эфир вечен. Ровесник самого времени, он не изменился с тех пор, как прозвучало: «Да будет свет!» Эфир ускользает от обычного взгляда, но бросается в глаза внимательному наблюдателю. Он не задерживает, не поглощает и не рассеивает свет. Но, проникая в самую суть вещей, мы находим, что эта полумифическая субстанция незримо управляет Вселенной. Все свойства вещества, сущность материи сокрыты в ней».

НОЯБРЬ 1854

НЕУЖЕЛИ МЫ ОДИНОКИ? Сэр Дэвид Брюстер считает, что другие планеты обитаемы, и сомневается

в том, что бессмертная душа обязательно должна жить в теле с двумя глазами, двумя руками и двумя ногами. Чем хуже одноглазый Полифем или многоокий Аргус? Разве не может душа управлять гигантским титаном или сто-руким Бриареем? Допустим, может. Что же тогда будет с христианством? Ничего. Это просто бездоказательная спекуляция на естественных науках. Неразумно втягивать религию в споры, которые не только не уменьшат ее значимости и не добавят ни одного лаврового листка в венок наук, но и не помогут нам выяснить, есть ли на Марсе или Юпитере живые существа.

БЕЗОПАСНЫЙ ПОДЪЕМНИК. На рисунке изображен безопасный подъемник, запатентованный Илайшей Отисом из Йонкерса, штат Нью-Йорк. Платформа крепится к раме, движущейся вдоль двух стоек. В верхней части рамы расположены защелки, которые цепляются за стойки, когда груз начинает падать. В случае обрыва веревки платформа стопорится, что позволяет избежать несчастных случаев и повреждений груза. Этот превосходный подъемник вызвал всеобщее восхищение на выставке в Кристальном дворце. ■

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ геополитика

Роджер Дойл

ЭНЕРГИЯ

Если газ вытеснит нефть, то политическая обстановка в мире изменится.

По мнению экспертов, основным топливом в XXI в. станет природный газ, объемы которого сегодня составляют 87% от разведанных запасов нефти.

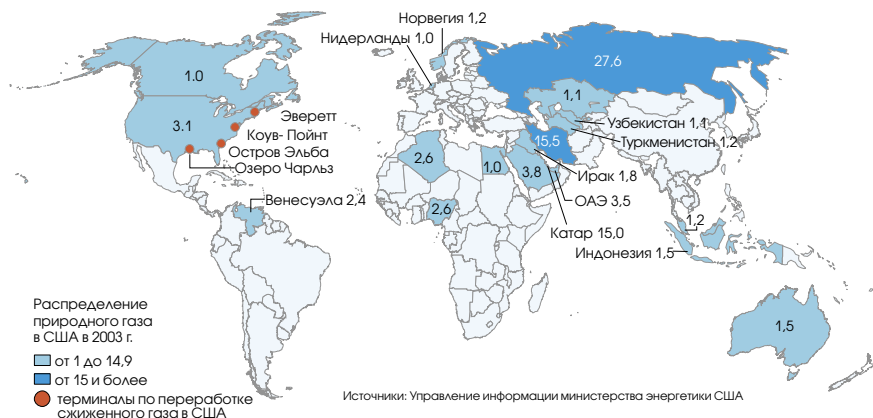
Как только он превратится в главный источник энергии, изменится соотношение политических сил в мире: страны ОПЕК потеряют свое влияние, а Россия, имеющая самые большие запасы газа, приобретет значительное экономическое и политическое влияние. Саудовская Аравия может выйти из

после добычи он транспортируется по трубопроводам или на танкерах, где путем охлаждения он сжижается и его первоначальный объем уменьшается в 600 раз. После перевозки морем сжиженный газ возвращают в газообразное состояние и по трубопроводам доставляют потребителям. Это очень дорогая технология, так как строительство завода обходится в \$4 млрд., а 1 км газового трубопровода стоит от \$1 до \$5 млн.

Отсутствие производственных мощностей для переработки и транспортировки газа сдерживает рост его потребления. Объемы собственной добычи газа в США невелики, поэтому в последние годы это приводило к росту цен на энергоносители. Такая ситуация негативно отражалась на кошельках частных потребителей и на развитии бизнеса в целом по стране. В качестве примера можно привести химические заводы в штате Луизиана, использующие газ в качестве сырья. Предприятия были закрыты, и тысячи людей потеряли работу. Техасская компания *Dow Chemical* остановила два своих завода и инвестирует средства в предприятия Кувейта и Аргентины, где стоимость энергоносителей ниже.

Чтобы найти выход из подобной ситуации, следует построить новые терминалы по переработке сжиженного газа в дополнение к тем четырем, которые уже имеются. Инвесторы не торопятся вкладывать деньги в отрасль, так как в последние годы цены на рынке нестабильные. Жители Калифорнии и Новой Англии выражают протест против планов строительства газовых терминалов, поскольку опасаются взрыва, как это было в Алжире. Под напором общественности компания *Marathon Oil* уже отказалась от

20 СТРАН, ИМЕЮЩИХ САМЫЕ БОЛЬШИЕ ЗАПАСЫ ГАЗА



КОРОТКО

Распределение природного газа в США в 2003 г.

Индустрия	31,9
Коммунальное хозяйство	23,3
Электроэнергия	22,5
Коммерческая деятельность	14,3
Топливо для транспорта	0,1
Другие	8,0

Источник: Управление информации министерства энергетики США

числа основных партнеров США, и ее место займут Иран и Катар, занимающие второе и третье места по добыче газа.

Прежде чем такие изменения произойдут, странам-потребителям необходимо создать для использования газового топлива такую же систему, какая была создана для нефти. Запасы природного газа огромны, но они сосредоточены в районах со слабо развитой инфраструктурой и вдали от транспортных магистралей. В отличие от нефти газ нельзя хранить, сразу

возведения завода в городе Баия штата Калифорния. Однако угроза воспламенения газа несколько преувеличена, так как в жидком состоянии он менее взрывоопасен, чем нефть. Поскольку строительство терминала займет не менее трех лет, а общество негативно относится к этой идее, похоже, что в ближайшее время США не удастся решить проблему увеличения объемов поставки природного газа.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

- The Global Liquefied natural GAS Market: Status&Outlook. Energy Information Administration, December 2003.
www.eia.doe.gov/
- International Energy Outlook, 2004. Energy Information Administration, April 2004.
www.eia.doe.gov/
- Gas Is a Vapor; It Can Decline Real Fast. Matt Simmons as interviewed by Julian Darley, May19, 2004.
www.globalpublicmedia.com/
- Global Distribution of Natural Gas Resources. Ronald R.Charpentier in Encyclopedia of Energy. Elsevier, 2004

ЛОСОСЬ ПРОТИВ ЛОСОСЯ

ЭКОЛОГИЯ

Чарлз Чой

Генетически сконструированный лосось может быть в семь раз крупнее тех особей, что обитают в естественных условиях. Ученые опасаются, что, вырвавшись с рыб-ферм на свободу, лососи-переростки могут вытеснить своих обычных собратьев из природных водоемов. Канадские исследователи утверждают, что при недостатке пищи такая опасность существует. Голодные «искусственные» лососи становятся очень агрессивными и достигают еще более крупных размеров, чем те, что получают полноценное питание. Напротив, обычные лососи, содержащиеся в аквариумах вместе с генетически модифицированными, отличаются меньшими размерами по сравнению с теми, что живут с такими же особями, как они. При недостатке корма выживали только популяции, целиком состоявшие из диких лососей. А в тех

аквариумах, где содержались смешанные популяции рыб или только генетически модифицированные особи, лососи в конце концов вымирали вследствие недоедания и каннибализма. Однако ученые предупреждают, что результаты лабораторных исследований могут не соответствовать реальному развитию событий в более сложной естественной экосистеме.



ГИСТАМИН И БОДРСТВОВАНИЕ

НЕЙРОБИОЛОГИЯ

Чарлз Чой

Гистамин, известный главным образом как гормон, опосредующий развитие аллергического воспаления, насморка, слезотечения и сужения дыхательных путей, участвует и в поддержании головного мозга в состоянии бодрствования. Нервные клетки, одновременно содержащие гистамин, норадреналин и серотонин, активны во время бодрствования и «замолкают» во время сна. Для того чтобы выяснить, ка-

кую роль эти химические вещества играют в развитии бессознательного состояния и падении мышечного тонуса во время сна, ученые обратили внимание на нарколептических собак, для которых характерны приступы катаlepsии – состояния, когда животное продолжает бодрствовать, но его тело обмякает, как во сне. Обнаружено, что в период катаlepsии активность гистамина остается высокой, а норадреналина

и серотонина – падает до минимального уровня. Ученые пришли к выводу, что гистамин связан с поддержанием бодрствования, а норадреналин и серотонин – мышечного тонуса. Результаты исследования, по их мнению, могут использоваться для создания снотворных или тонизирующих лекарств, а также помогут объяснить возникновение сонливости после приема антигистаминных препаратов.

НАДЕЖНАЯ **защита**

МЕДИЦИНА

Уэйт Гиббс

Можно ли
убедиться
в действенности
вакцины против
лихорадки Эбола?
Пока нет.



Работа с вирусом лихорадки Эбола требует соблюдения беспрецедентных мер безопасности. Все эксперименты проводятся в соответствии с правилами, принятыми для лабораторий «Биобезопасность 4-го уровня». Такие лаборатории оснащены дорогим оборудованием, а всего в мире их считанные единицы. Одна из них находится в Институте медицинских исследований инфекционных заболеваний армии США в Форт-Дедрике, шт. Мэриленд.

Вирус геморрагической лихорадки Эбола – один из самых смертоносных: в прошлом году во время вспышки заболевания в Республике Конго из 178 заболевших умерли 157. Особенно контагиозным этот вирус может быть в аэрозольной форме, а потому наряду с вирусами натуральной оспы и сибирской язвы признан чрезвычайно опасным инфекционным агентом, который может быть взят на вооружение био-

террористами. Никакого эффективного лечения геморрагической лихорадки не найдено, хотя недавние тесты показали, что вакцинация обезьян предотвращает развитие у них этого заболевания. Разумеется, у ученых не было возможности провести соответствующие тесты на людях, которые согласились бы подвергнуть себя смертельному риску, а группы риска в отношении геморрагической лихорадки (аналогичной тем, что известны в отношении СПИДа) не существует. Как же проверить эффективность вакцин против геморрагической лихорадки?

Эта проблема приобрела новое звучание после того, как в июле 2004 г. президент Джордж Буш подписал проект закона о мерах по защите от биологического оружия, согласно которому министерство национальной безопасности США должно в течение десяти лет выделить \$5,6 млрд. на увеличение запасов медикаментов для борьбы с инфекционными агентами, которые могут быть использованы биотеррористами. Речь идет в том числе и о препаратах, еще не прошедших проверку FDA на эффективность и безопасность. Конечно, при этом должны существовать определенные свидетельства того, что данные лекарства принесут больше пользы, чем вреда, причем длительные клинические испытания не являются необходимым условием их включения в список.

Идея лечения или вакцинации тысяч людей препаратами, апробированными только на животных, может показаться весьма рискованной, но смертельная опасность, которую несет возможное приме-

нение биологического оружия, лишает какой-либо альтернативы. Рынок сбыта вакцины против натуральной оспы (это заболевание практически искоренено), сибирской язвы (ее возбудитель не контагиозен) и лихорадки Эбола (смертельно опасная, но редко встречающаяся болезнь) отсутствует. Такой рынок предстоит сформировать федеральным агентствам. «Проект о защите предусматривает создание запасов вакцин против лихорадки Эбола на сумму \$90 млн., а в перспективе – на \$260 млн.», – говорит Виджей Самант (Vijay Samant), президент компании *Vical* из Сан-Диего, которая вместе с голландской компанией *Crucell* получила право на создание компонента новой вакцины с использованием генно-инженерных методов.

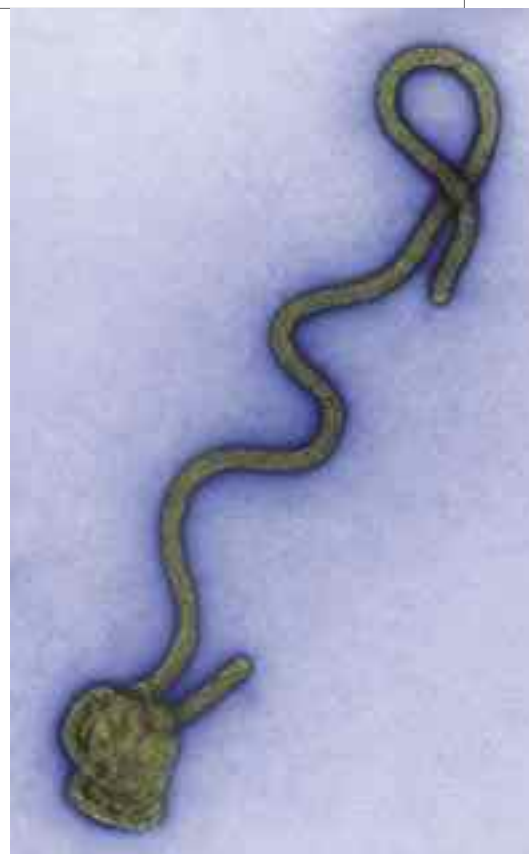
«Чтобы получить одобрение *FDA*, мы должны провести испытания на безопасность вакцины на 5000 пациентах», – говорит Гэри Нейбел (Gary J. Nabel), директор Центра по созданию вакцин при Национальных институтах здравоохранения. Его группа разработала схему иммунизации, включающую две стадии: на первой в организм испытуемого вводится ДНК, на второй проводится дополнительная иммунизация (бустер-доза). Оба препарата содержат лишь очень маленькие фрагменты ДНК вируса Эбола, так что сама вакцина не может вызвать инфекцию. опыты на макаках показали, что одна только вирусная бустер-доза обеспечивает невосприимчивость животных к вирусу в течение месяца. Вскоре планируется провести безопасные для человека испытания препарата, используемого на первой стадии иммунизации.

На вопрос об эффективности новой вакцины применительно к людям можно было бы ответить после полномасштабных клинических исследований. Однако

специальное правило, принятое в 2002 г., разрешает *FDA* выносить положительное решение даже без определенных проверок, если их проведение невозможно с этической точки зрения или с точки зрения безопасности. Компания-разработчик обязана доказать эффективность вакцины в опытах на обезьянах, затем выяснить реакцию их иммунной системы на оптимальную дозу и оценить эквивалентную дозу для человека.

Возможно, понадобится несколько лет, чтобы определить оптимальную дозу новой вакцины против геморрагической лихорадки Эбола для человека. Однако это не означает, что только тогда начнется наработка этой вакцины и создание ее запасов. Как заявляет администрация Буша, уже в следующем году запасы вакцины против сибирской язвы, которая пока не прошла испытаний на безопасность для человека, должны составить 75 млн. доз.

Конечно, можно было бы апробировать вакцину против лихорадки Эбола во время очередной вспышки этого заболевания. Однако, как отмечает Нейбел, «если вакцина будет настолько эффективной, что остановит инфекцию еще до того, как вирус вызовет иммунный ответ, мы не сможем ответить на вопрос, кто был инфицирован, а кто нет».



Вирус лихорадки Эбола – одной из самых опасных инфекционных болезней. За сутки из одной такой частицы в крови инфицированного человека могут образоваться миллиарды новых. Есть надежда, что сдержать развитие инфекции поможет новая вакцина на основе фрагментов вирусной ДНК – по крайней мере, эксперименты, поставленные на мышах и обезьянах, обнадеживают.

ИСПЫТАНИЕ ВАКЦИНЫ НАЧАЛОСЬ

Начались испытания на безопасность для человека вакцин против сибирской язвы, натуральной оспы и лихорадки Эбола, которые, впрочем, не дадут ответа на вопрос, будут ли эти вакцины эффективны. Однако какие-то выводы можно будет сделать по результатам опытов на животных. Национальные институты здравоохранения и голландская фармацевтическая фирма *Crucell* проверили эффективность новой вакцины против лихорадки Эбола на мышах и обезьянах. Все иммунизированные животные выжили после контакта с самым летальным из штаммов вируса, а все неиммунизированные погибли.

ВСЕ НЕ ТАК просто

Катрин Делюд

БИОТЕХНОЛОГИИ

Успехи, достигнутые в клонировании животных, еще не означают, что клонирование человека – дело ближайшего будущего.



Клонировать приматов гораздо труднее, чем любых других живых существ. На фотографии – процедура получения в чашке Петри коровьего эмбриона.

Почему мышей и свиней клонировать проще, чем крыс, а человека, несмотря на все сложности, все же проще, чем обезьян? Ответов на эти вопросы пока нет. Возможно, эксперименты на мышах выявят особенности разных видов животных, обуславливающие эти различия, и в конце концов помогут получать эмбриональные стволовые клетки человека, которые можно будет использовать для лечения различных заболеваний и регенерации органов.

Наибольших успехов в терапевтическом клонировании достигла группа ученых из Сеульского национального университета, руководимая Ву Су Вонгом (Woo Suk Hwang). В феврале 2004 г. они сообщили об экспериментах по переносу ядер донорных клеток в 242 энуклеированные яйцеклетки человека, из которых удалось получить 30 бластоцист (эмбрионов на ранней стадии развития), а затем – одну самоподдерживающуюся клеточную линию.

Вонг смог преодолеть все технические трудности, которые обычно стоят перед учеными при работе с клетками человека. Яйцеклетка человека – гораздо более хрупкий объект, чем яйцеклетка мыши. «Если сравнить последнюю с теннисным мячиком, то яйцеклетка человека – это воздушный шарик», – замечает Вонг.

Чтобы ее не разрушить, пришлось не отсасывать ядро, как это обычно делается, а аккуратно вытолкнуть его через крошечный надрез в мембране. Ученый обнаружил, что ДНК человека в яйцеклетке перепрограммируется вдвое дольше, чем ДНК мыши, а эмбриональные стволовые клетки делятся вдвое медленнее. Кроме того, в отличие от экспериментов на мышах при выращивании бластоцисты человека приходилось удалять внутреннюю клеточную массу наружного (предплацентарного) слоя бластоцисты, иначе клетки переставали делиться.

Недостаток опыта порождал и другие проблемы. «Нам пришлось начинать практически с чистого листа», – говорит Вонг. Много времени ушло на то, чтобы оптимизировать условия отбора клеток; для этого была модифицирована культуральная среда, исходно предназначенная для выращивания коровьих эмбриональных стволовых клеток. По словам Дугласа Мелтона (Douglas Melton) из Гарвардской медицинской школы, получившего 17 новых линий стволовых клеток, работе мешает отсутствие законодательства и нерешенность определенных этических проблем. «В случае клеток человека мы работали с замороженными эмбрионами, а в опытах на мышах – со свежеполученными», – говорит Мелтон. Очень важен был и подбор клеток-доноров, доступных и удобных в обращении. Вонг использовал в качестве доноров клетки яичников; они были не столь доступны, как хо-

ДОЛГИЙ ПУТЬ

Сама идея клонирования проста: нужно перенести ядро донорной клетки взрослого организма в яйцеклетку с предварительно удаленным ядром и затем получить стволовые клетки, образующиеся при делении яйцеклетки. Но перенос ядер в клетки человека – гораздо более сложная процедура, чем перенос в другие организмы. Под вопросом и качество полученных стволовых клеток. Непростой задачей является также их «настройка» на образование нужных органов и тканей и обеспечение надежного функционирования в организме (см. статью Р. Ланца и Н. Розенталя «Стволовые клетки: сомнения и надежды», «В мире науки», №9, 2004 г.).

телось бы, и получить их можно было только от женщин.

Что касается эффективности, то, по мнению ученых, чем менее зрелой и дифференцированной является клетка, тем лучше. Наиболее эффективны, но и наиболее трудны для получения – эмбриональные стволовые клетки, так считает Рудолф Джаниш (Rudolf Jaenisch), главный эксперт по клонированию мышей из Института биомедицинских исследований Уайтхеда в Кембридже, шт. Массачусетс. Далее идут редко встречающиеся и труднодоступные стволовые клетки, а затем – более доступные зрелые дифференцированные клетки тканей. Труднее всего работать с высокоспециализированными иммунными В- и Т- клетками, а также с неделяющимися, тоже высокоспециализированными обонятельными нейронами, которые до недавнего времени считались не поддающимися клонированию. Однако в феврале этого года Джаниш, Эгган (Eggen) и Ричард Аксель (Richard Axel) из Колумбийского университета клонировали мышью из обонятельного

нейрона, что можно считать высшим пилотажем в клонировании.

Теперь ученым необходимо найти клетки более эффективные, чем нейроны, и более доступные, чем эмбриональные стволовые. Как показывают эксперименты на мышах, перенос ядер оказывается более успешным, когда яйцеклетка подготовлена к оплодотворению. При этом она делится охотнее, когда ядро происходит из часто делящейся донорной клетки, например, клетки иммунной системы. Однако эмбриональные стволовые клетки легче дают начало самоподдерживающейся клеточной линии, когда клетка-донор находится в состоянии покоя (нейрон или соматическая стволовая клетка). Нужен большой опыт, чтобы найти донорную клетку, ядро которой запускало бы деление яйцеклетки и обеспечило получение бессмертных стволовых клеток.

По мнению Мелтона, все трудности, неизбежно возникающие на заре развития любой новой технологии, будут преодолены. Через несколько лет о них никто не вспомнит.



НЕПРЕВЗОЙДЕННОЕ МЫЛО

Дж. Минкель

ЗДРАВООХРАНЕНИЕ

Питер Гилберт (Peter Gilbert) из Манчестерского университета обнаружил на поверхности кухонной раковины 17 видов бактерий. В течение трех месяцев он подвергал полученные культуры воздействию четвертичных аммониевых биоцидов. Некоторые чистые штаммы каждой бактерии впоследствии выработали большую или меньшую чувствительность к биоцидам и антибиотикам, однако колония бактерий в целом никаких признаков изменения устойчивости к ним не обнаружила.

«Для возникновения такой устойчивости требуется длительное время, и делать какие-либо выводы пока преждевременно», – комментирует ситуацию Стюарт Леви (Stuart Levi) из Университета Тафтов, обнаруживший в 1998 г. возникновение устойчивости к другому распространенному биоциду, триклозану, у *E. coli*. Ученый подчеркивает, что до сих пор ни одним исследованием не было доказано, что в качестве бытового антисептика биоциды имеют какое-либо преимущество перед обычным мылом и водой.

секс, ДНК и ЭВОЛЮЦИЯ

НЕЙРОБИОЛОГИЯ

Чарлз Чой

Согласно классической теории эволюции, секс возник как средство для перемешивания генетического материала (ДНК) и, следовательно, увеличения генетического разнообразия организмов. Но секс предназначен и для восстановления ДНК, поврежденной в результате воздействия внешних стрессовых факторов (например, перегрева), и образования более приспособленного потомства. Эта гипотеза уже нашла подтверждение при исследовании одноклеточных организмов, поэтому специалист в области эволюционной биологии Ричард Мичод (Richard Michod) из

Аризонского университета в Тусоне решил проверить ее и на многоклеточных организмах – зеленой водоросли *Volvox carteri*, способной размножаться как половым, так и бесполом способом. В колониях вольвокса, подвергавшихся в течение 10 минут нагреванию до 42,5°C, содержалось в два раза больше оксидантов, повреждающих ДНК, чем в колониях, не подвергавшихся нагреванию. Ученые обнаружили, что такой высокий уровень оксидантов активизировал генные механизмы, запускающие половое размножение водоросли (и высвобождение в среду феромонов спаривания).

перспективы

БИОТЕХНОЛОГИЙ В РОССИИ

Татьяна Черний

МЕДИЦИНА

Начиная с конца XX в. объем производства биотехнологических препаратов в мире неуклонно растет. Если в 1990 г. выручка от его реализации приближалась к \$ 95 млрд., то после расшифровки генома человека она увеличилась до \$234 млрд. В России ситуация прямо противоположная. Если в начале 90-х гг. доходы от биотехнологий составляли \$3,2 млрд., то сегодня – не более \$0,4 млрд. Прогнозы экспертов неутешительны: к 2010 г. они не превысят \$2,5 млрд., в то время как мировой показатель перевалит за \$1000 млрд.

По мнению вице-президента Общества биотехнологов России Раифа Василова, выступавшего на конференции «Актуальные пробле-

мы медицинской биотехнологии», мы безнадежно отстаем от мировых лидеров по таким перспективным направлениям, как геномика и протеомика. Чтобы исправить положение, следует развивать те области, где уже есть положительные результаты.

Одна из перспективных отраслей – производство биофармацевтических препаратов (биодженериков), отвечающих мировым стандартам (см. «Спросите экспертов», №10, 2004 г.). Если на создание современных оригинальных биолекарств уходит 8–10 лет и затрачивается \$300–500 млн., то на производство импортозамещающих препаратов требуется 2–3 года и порядка \$3 млн. В первую очередь речь идет о производстве интерферона,

эритропоэтина, гормона роста, КСФ (колоностимулирующего фактора) необходимых при лечении онкологических заболеваний, диабета, почечной недостаточности и других серьезных недугов.

Другое перспективное направление – создание вакцин и лекарственных средств от гепатита С и СПИДа. Сегодня в России более 20 тыс. больных СПИДом, а курс лечения стоит около \$10 тыс. на человека. Отечественными предприятиями разработан полный набор необходимых препаратов стоимостью \$1,5 тыс., но он станет доступным всем нуждающимся в том случае, если государство поддержит российских производителей.

сканирующий зондовый микроскоп

Аркадий Мальцев

НАНОТЕХНОЛОГИИ



Летом 2004 г. нанотехнологическим центром университета графства Суррей (Англия) был проведен тендер на лучший сканирующий зондовый микроскоп (СЗМ) (приложение – биология и полимеры). Победу одержала российская фирма ЗАО «Нанотехнология-МДТ» из Зеленограда, представившая нанолaborаторию *Negra*. Уникальный прибор сочетает возможности современного СЗМ, оптических методов исследований, тонкого спектрального анализа и томографии. Он позволит проводить высокоточные эксперименты в области биологии, химии полимеров, исследования магнитных и полупроводниковых материалов и т.д. *Negra* может оказаться незаменимым инструментом для автоматизированного отбора и создания различных промышленных образцов с заданными свойствами

В конкурсе участвовали ведущие производители зондовых микроскопов, такие как *Veeco* и *Assylum Research* (США), *JPK* (Германия), *PSIA* (Корея). Несмотря на то что стоимость лаборатории *Negra* была самой высокой, российская фирма набрала наивысший балл – 9, а ближайший из конкурентов – американская компания *Veeco* – 8,4 балла. Это еще раз подтверждает, что у нашей страны очень высокий потенциал в области высоких технологий.

ВТОРОЕ рождение

ТЕРРОРИЗМ

Карина Тиванова

2 сентября 2004 г. Руслану Зандарову исполнилось 13 лет. Родные не смогли поздравить его в этот день, они лишь надеялись на то, что мальчик останется жив.

Вместе с сотнями других заложников он находился в школе №1 г. Беслана. Каким-то чудом Руслан успел прикрыть собой младшую сестренку, чем спас ей жизнь, к счастью, не ценой своей собственной.

Руслана удалось спасти, несмотря на очень серьезное ранение грудной клетки и легкого. В Москве, в 13-й Филатовской больнице, ему сделали торакоскопию – с помощью специальной аппаратуры из нижней доли легкого удалили 350 мл крови. Учитывая юный возраст мальчика и объем кровяного сгустка, операция была крайне сложной. Врачи опасались, что пуля останется в области сердца, но она ушла в корень легкого. По словам заместителя главного врача больницы В.М. Смирновой, с ино-

родным телом можно прожить всю жизнь. Правда, когда это станет возможным, пулю обязательно удалят.

Если физическую форму удалось восстановить достаточно быстро (в больнице Руслан провел не больше двух недель), то психологическую травму залечить гораздо сложнее.

Раньше общительный, веселый мальчишка, после трагедии, Руслан не мог говорить о пережитом даже с самыми близкими людьми. Но каждый день, как и с другими детьми, пострадавшими в терактах, с ним работал психолог (*подробнее см. статью «Искусство борьбы со стрессом», «В мире науки» №10, 2004 г.*). И по прошествии времени он, скупко роняя слова, рассказывал бабушке, что там происходило... Как сестренка два дня просидела, сжимая в руке «Сникерс», который ей принес один из террористов. Оказывается, террористы делятся на две категории – одни просто убивают, а другие дарят перед этим шоколад.

«ПОТрясенный» калининград

СЕЙСМОЛОГИЯ

Сергей Оганесян

Мы привыкли, что землетрясения характерны только для какой-то определенной местности. Но это не совсем так. Накопление тектонического напряжения в земной коре происходит повсеместно, так что «трясти» может практически в любом уголке земного шара. Несмотря на то, что большая часть потенциально опасных точек ученым известна и соответствующая аппаратура позволяет определить максимальную силу толчков и места их возникновения, вычислить точное время события практически невозможно.

Однако калининградское землетрясение не предсказали совсем по другой причине – в области нет сейсмостанции. Принято считать, что Прибалтика не относится к тем регионам, где возможны подобные катаклизмы. По дну Балтийского моря, правда, очень редко, проходят довольно сильные сейсмические волны, 20 лет назад были зарегистрированы пятибалльные толчки. Природа напомнила о себе и в этом году: в сентябре жители Калининградской области испытали потрясение в пря-

мом смысле – силою от 4 до 6 баллов. Эпицентр подземных толчков находился, по одним данным, юго-восточнее Калининграда, по другим – в нескольких десятках километров от поселка Люблино, на глубине 20 км. Это говорит о том, что толчки не были техногенного происхождения – подобная сейсмичность проявляется на небольших глубинах. Виной всему стала подвижка тектонической платформы, на краю которой располагается Калининградская область.

СОБЫТИЯ В НОЯБРЕ:

16.11–19.11 2004 г.

2-я Всероссийская конференция «Экосистемы малых рек: биоразнообразие, биология, охрана»

**Поселок Борок,
Ярославская обл.**

17.11–18.11 2004 г.

Международная научно-практическая конференция «Образование в пространстве культуры»

Москва

23.11–25.11 2004 г.

Международная научная конференция «Сейсмические исследования земной коры»

Новосибирск

25.11–26.11 2004 г.

7-я Международная научно-практическая конференция «Экология и жизнь»

Пенза

29.11–30.11 2004 г.

Российская конференция «Физические проблемы водородной энергетики»

Санкт-Петербург

плазменные технологии для автомобиля

Ирина Прошкина

ТЕХНИКА



Автомобиль SUV корпорации Toyota с водородным двигателем.

Одной из ближайших задач отечественной транспортной отрасли должна стать ее модернизация с учетом растущих экологических требований. Автомобилестроению предстоит освоить новые технологии, в том числе основанные на водороде, который считается идеальным топливом, поскольку при его сгорании не образуется никаких вредных продуктов – только вода (см. «Экономичность водородного топлива», «В мире науки», №8 за 2004 г.).

Особенно перспективным представляется извлечение водорода непосредственно из топлива, находящегося в бензобаке. Вне зависимости от типа (паровая, уголекислотная, парокислородная, пиролиз и т.д.) конверсия – процесс длительный. Для его ускорения традиционно применяется катализ. Альтернативным подходом может быть использование плазмы, которое, однако, связано со значительными энергетическими затратами.

В Институте водородной энергетики и плазменных технологий Курчатовского научного центра попытались развить концепцию плазменного катализа, где плазма только запускает процесс, а основная часть

необходимой энергии получается за счет внешнего тепла или сжигания углеводов. Энергозатраты при этом снижаются в 10 раз и более. Применение плазмы позволяет избежать использования катализатора, по крайней мере, на первой стадии получения синтез-газа.

Заместитель директора Института водородной энергетики и плазменных технологий Сергей Коробцев подчеркивает преимущества метода: высокая удельная производительность, быстрый старт процесса, отсутствие проблем с катализатором, экологичность. По словам ученого, сегодня на испытательном стенде в институте можно получать до 3 тыс. кубов водорода в час.

Существует несколько вариантов использования таких разработок на транспорте. Первый предполагает переработку топлива в синтез-газ и впрыскивание полученной газовой смеси в бензин, что бесперспективно с точки зрения экологической безопасности и не требует высоких затрат.

Второй вариант – стационарная система, которая может быть установлена на автозаправочной станции. Это предполагает полную схему получения водорода с дальнейшей его переработкой в топливном элементе для выработки электричества. Малогабаритная установка, используемая в качестве топливного процессора в автомобиле.

Таким образом, в результате преобразования углеводов можно получать либо синтез-газ, либо водород, либо электроэнергию.

К настоящему времени в институте создан прототип малогабаритного плазменного топливного процессора для использования на транспорте. Этот небольшой прибор легко встраивается в любой автомобиль, его применение позволяет привести авто-

мобильные выхлопы в соответствие с нормами ЕВРО-3 и ЕВРО-4. Если разработанный в институте топливный процессор использовать совместно с топливным элементом, к.п.д. преобразования топлива в механическую энергию составит до 35%. Более сложная схема, предполагающая несколько стадий преобразования топлива в водород, позволит достичь к.п.д. 50% и выше.

В настоящее время получение водорода требует трех основных стадий: получение синтез-газа, смеси водорода с углекислым газом и, наконец, водорода. Предполагается создание плазменно-мембранных или мембранно-каталитических технологий, где 2–3 стадии процесса будут проходить в одном устройстве, что позволит достичь более высоких качественных характеристик топлива и большей компактности установок.

НОБЕЛЕВСКАЯ ПРЕМИЯ 2004

ФИЗИКА

За открытие асимптотической свободы в теории сильного взаимодействия Нобелевской премии удостоены **Дэвид Гросс** (David J. Gross) из Института теоретической физики им. Кавли Калифорнийского университета (*Kavli Institute for Theoretical Physics, University of California*), **Дэвид Полицер** (H. David Politzer) из Калифорнийского технологического института (*California Institute of Technology*) и **Фрэнк Вильчек** (Frank Wilczek) из Массачусетского технологического института (*Massachusetts Institute of Technology*).

in vision VERITAS

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Сергей Федоров



ПРОГРАММНОЕ обеспечение

Федор Капица

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Обилие компьютерных программ порождает немалые трудности. Проблема стыковки и координации различных приложений знакома каждому пользователю. Доступность и сохранность данных также необходимы для нормальной работы, как бесперебойная подача электричества или наличие телефонной связи. Именно этому была посвящена состоявшаяся в Москве ежегодная конференция *Veritas-Vision 2004*, стартовавшая летом в Лас-Вегасе. Она шла в 14 странах мира. Одновременно с ней открылась выставка, где своеобразным гвоздем программы стала московская премьера новых пакетов *Vision*.

Предприятия и учреждения часто используют множество не связанных друг с другом аппаратных платформ, в каждой из которых применяется свой формат данных. Нередко они дублируют друг друга, что приводит к ошибкам при обмене данными.

Пакет *Veritas* может стать связующим звеном в создании единой среды, в которой все программы работают без потерь информации. Формируется единый информационный пул, в котором можно скон-

фигурировать хранимые данные и сделать их доступными любому количеству пользователей. В результате система в целом становится гомогенной, и взаимодействие приложений заметно упрощается.

Не менее актуальна проблема резервного копирования и восстановления данных. В системе *Veritas* применяется синтетическое копирование: сначала на сервере создается полная резервная копия, а затем на каждой рабочей станции ведется инкрементное копирование материалов, с которыми работал пользователь. При необходимости из этих копий можно восстановить исходный массив данных. Такой подход позволяет снизить загрузку сети, поскольку резервные копии создаются только один раз. Кроме того, ведется постоянно обновляемый каталог файлов, поэтому при сбое можно немедленно начать восстановление информации. Периодичность резервного копирования можно менять и создавать несколько резервных копий, хранящихся в разных местах. Система легко наращивается: если серверов приложений не хватает, то к имеющейся гомогенной структуре нетрудно добавить новый.

Трехуровневая архитектура системы позволяет справиться с огромными объемами информации, хранящимися на множестве серверов.

Первый уровень – мастер-сервер, управляющий всеми операциями защиты данных. При распределенной структуре или интенсивной работе с данными используется второй уровень, состоящий из медиум-серверов для локального копирования параллельно с клиентскими сетевыми машинами.

Третий уровень образуют клиентские серверы, копирующие материалы рабочих станций.

Российские производители программного обеспечения и информационных технологий стали учитывать требования заказчиков и конкретные условия работы.

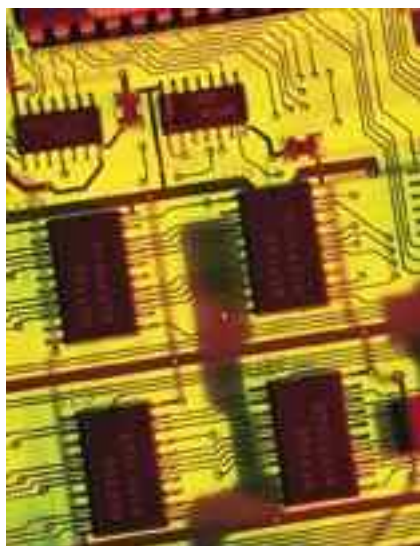
Именно это стало лейтмотивом 15-й выставки *Softtool-2004*, самого большого в Европе и России смотра, отразившего состояние рынка и во многом определившего его развитие.

В рамках *Softtool* прошли семинары, симпозиумы, посвященные внедрению новейших компьютерных разработок в промышленность, коммерческие структуры, образование и экономику.

Были представлены передовые разработки и обновленные версии известных пакетов – программы *Fine Reader*, *PROMT*, новые словари и базы данных «Гарант» и «Кодекс».

«Русская промышленная компания» продемонстрировала новый высокопроизводительный цветной широкоформатный сканер *KIP2200* с тремя *CCD* матрицами. Модель легко интегрируется в любую современную систему.

Многие известные фирмы начали свой путь с *Softtool*, и возможно, среди нынешних участников выставки могут быть и будущие звезды.



«Жюль Верн» ОТПРАВИТСЯ В КОСМОС

Евгений Амелин

КОСМОС

Космический
грузовик
идеальной
цилиндрической
формы



Стыковочный агрегат с автоматикой управления для ATV на проверке в цехе главной сборки РКК «Энергия».

Первый автоматический грузовой корабль «Прогресс» успешно совершил космический полет к станции «Салют-6» еще в 1978 году. Его разработчиками были специалисты конструкторского бюро, созданного в 1946 г. академиком С.П. Королевым, – головного космического предприятия по пилотируемым программам в России.

Накопленный опыт позволил ракетно-космической корпорации «Энергия» им. С.П. Королева, разработать и изготовить специально для ATV стыковочный агрегат с системой автоматического управления, аппаратуру и оборудование для контура сближения с МКС, бортовые системы для доставки топлива, воды и газов и дозаправки ими баков, находящихся на российском служебном модуле.

Кроме того, создан принципиально новый цифровой комплекс управления RECS для российских бортовых систем, обеспечивающих стыковку и дозаправку.



НОБЕЛЕВСКАЯ ПРЕМИЯ 2004

ХИМИЯ

За исследование убиквитин-опосредованного расщепления белка Нобелевской премией награждены сотрудники Израильского технологического института (*Israel Institute of Technology*) **Аарон Кайхановер** (Aaron Ciechanover) и **Авраам Хершко** (Avram Hershko), а также американский ученый **Ирвин Роуз** (Irwin Rose) из Калифорнийского университета (*University of California*).

МЕДИЦИНА И ПСИХОЛОГИЯ

Лауреатами Нобелевской премии стали американские ученые **Ричард Аксел** (Richard Axel) из Медицинского института им. Говарда Хьюза (*Howard Hughes Medical Institute, Columbia University*) и **Линда Бак** (Linda B. Buck) из Центра исследования рака им. Фрэда Хатчинсона (*Fred Hutchinson Cancer Research Center*) за успешное изучение обонятельных рецепторов и системы обоняния.

В следующем году отправится в полет с европейского космодрома во Французской Гвиане первый аппарат новой серии автоматических транспортных кораблей ATV «Жюль Верн», названный в честь знаменитого французского писателя.

Каждые 14 месяцев он будет доставлять грузы к месту назначения, поднимать орбиту МКС и вывозить «космический мусор». Важнейшие элементы оборудования для ATV созданы в России – стране с огромным опытом строительства и эксплуатации орбитальных многоцелевых станций типа «Салют», «Мир» и систем транспортно-технического обеспечения.

Космический грузовик идеальной цилиндрической формы – плод трудов ученых 11 европейских стран. Его размеры сопоставимы с размерами железнодорожного вагона, а объем транспортного отсека – около 22 м³. Он может взять на борт до 7,5 тонны грузов. Это меньше, чем доставлял американский «Шаттл», но в 3 раза превышает возможности отечественного «Прогресса».

ATV станет самым большим действующим автоматическим кораблем снабжения МКС. Его основная задача – доставка грузов для американского сегмента и дозаправка баков МКС. Но это не означает, что он будет конкурентом «Прогресса».

храните продукты в АРКТИКЕ

Татьяна Черний

ИССЛЕДОВАНИЯ

Льды Арктики могут стать идеальным природным холодильником. К такому выводу пришли участники экспедиции «Клад Э.В. Толля», состоявшейся в 2004 г.

Более ста лет назад, в 1900 г., выдающийся русский геолог и полярный исследователь Эдуард Толль отправился на поиски загадочной Земли Санникова. Видимо, тогда он и оставил на мысе Депо удивительный и очень полезный клад. Нет, это были не драгоценности, а запаянные жестяные ящики с сухарями, овсянкой, сахаром, шоколадом. Обнаружен он был в 1973 г., а в 1974 и 1980 гг. туда были заложены продуктовые наборы, которые собирались изъять в 2000 г. Но это сделали на четыре года позже. Тогда же исследователи заложили новые продукты питания, часть из которых планируется извлечь через



50 лет, а часть – оставлена на бессрочное хранение.

Несмотря на огромный срок хранения, и советские и имперские «ледовые» запасы не только не потеряли вкуса, но и оказались абсолютно безопасными для здоровья человека. Это подтвердил произведенный

в НИИ проблем хранения предварительный микробиологический тест.

По итогам экспедиции и последующего анализа изъятых продуктов в НИИ проблем хранения Росгосрезерва планируется использовать зоны вечной мерзлоты в качестве естественного холодильника. По словам заместителя руководителя Федерального агентства по государственным резервам В.И. Гасумянова, для эксплуатации подобного хранилища не нужно ни электричество, ни обслуживающий персонал. С его размещением тоже нет проблем – Арктика занимает две трети территории России.

НОБЕЛЕВСКАЯ ПРЕМИЯ 2004

ЛИТЕРАТУРА

За мелодику голосов в романах и пьесах, обличающих абсурдность и всеподчиняющую власть социальных клише, Нобелевскую премию по литературе получила австрийская писательница **Эльфриде Йелинек** (Elfriede Jelinek).

ПРЕМИЯ МИРА

Лауреатом Нобелевской премии стала **Вангари Маатаи** (Wangari Maathai), заместитель министра Кении по вопросам окружающей среды, за долгосрочный вклад в развитие демократии и мира.

ЭКОНОМИКА

За исследование проблемы устойчивости экономической политики и движущих сил экономических циклов в мире лауреатами Нобелевской премии стали **Финн Кидлэнд** (Finn E. Kydland) и **Эдвард Прескотт** (Edward C. Prescott)

УРАЛЬСКИЕ находки

АРХЕОЛОГИЯ

Ян Шередеко

Минувшее лето оказалось чрезвычайно удачным для уральских археологов: в Свердловской области было найдено несколько важных археологических объектов. Обнаружен комплекс жилищ в окрестностях поселка Всеволодо-Благодатское Североуральского района, расположенный в гористой местности, недалеко от Уральского хребта. Обычно подобная территория считается неперспективной для археологических исследований, поскольку большинство стоянок и могильников локализируются на равнине.

Люди жили в древнем поселении начиная с эпохи мезолита до позд-

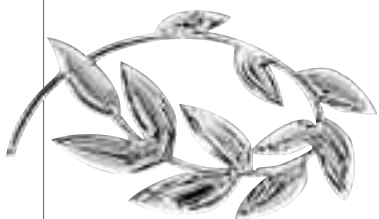
него железного века. В ходе раскопок были найдены наконечники стрел, копья, топоры, осколки керамических изделий, украшения.

В районе реки Шегульган было обнаружено подземное жилище VIII в. до н. э. За всю историю раскопок на Урале подобных находок было совсем немного, едва ли десяток.

На осенне-зимний период объекты законсервированы. В следующем сезоне сотрудники Института истории и археологии Уральского отделения РАН и Уральского государственного университета продолжат работу.

Владимир Сурдин

БУДУЩЕЕ РОССИЙСКОЙ астрономии



Казанскому
государственному
университету
ИСПОЛНИЛОСЬ
200 лет.

Турецкая национальная обсерватория, расположенная в 50 км к северо-западу от г. Анталя, на высоте 2500 м. На вершине холма видна башня 1,5-метрового Российско-турецкого телескопа РТТ150. Его наблюдательное время распределено в следующей пропорции:

Казанский университет – 45%,
Турецкая национальная обсерватория – 40%,
Институт космических исследований РАН – 15%.



5 ноября 1804 года Александр I подписал указ об основании Казанского Императорского университета, ставшего одним из крупнейших научных и учебных центров России, давшего миру таких столпов мировой культуры, как писатели С.Т. Аксаков и Л.Н. Толстой, композитор М.А. Балакирев, физиолог В.В. Парин, историк М.В. Нечкина, математик М.А. Лаврентьев, астроном Д.М. Перовицкий и многие другие. Даже В.И. Ульянов (Ленин), проучившийся здесь всего несколько месяцев, стал и политиком, и государственным деятелем, причем настолько известным, что высшее учебное заведение носит теперь его имя, а не имя человека, отдавшего университету всю свою жизнь, прошедшего в нем путь от студента до ректора и стяжавшего славу российской науке, одного из создателей неевклидовой геометрии, ставшей фундаментом для общей теории относительности Эйнштейна, – Н.И. Лобачевского.

Казань – один из признанных центров астрономии в России. Еще в 1810 г. известный австрийский астроном и выдающийся популяризатор науки И.И. Литтров организовал кафедру астрономии в КГУ и построил первую университетскую обсерваторию. Его ученик И.М. Симонов, участвовавший в знаменитой экспедиции Ф.Ф. Беллинсгаузена и М.П. Лазарева, открывшей в 1820 г. шестой континент – Антарктиду, в 1837 г. ввел в строй новую обсерваторию, которая до сих пор украшает центр города.

Преемником Симонова по кафедре астрономии был М.А. Ковальский, изучавший движение звезд и впервые предсказавший вращение нашей Галактики.

С 1884 г. астрономическую кафедру и обсерваторию возглавил Д.И. Дубяго. Благодаря ему и В.П. Энгельгардту, передавшему в дар Казанскому университету оборудование своей Дрезденской обсерватории, в 1901 г. была построена загородная обсерватория, названная именем последнего. Его ученики

продолжили изучение Луны, экспедиции по гравитационному изучению фигуры Земли, астрометрические наблюдения. Существенным вкладом стали астрофизические исследования, в частности, спектральное изучение затменных переменных звезд (А.А. Яковкин, А.Д. Дубяго, Д.Я. Мартынов, В.А. Крат и др.).

В 1976 г. казанские астрономы ввели в строй высокогорную обсерваторию в Карачаево-Черкесии. В годы, когда большинство научных коллективов старалось лишь выжить, казанские ученые нашли возможность построить новый крупный оптический телескоп (производство ЛОМО, главное зеркало диаметром 1,5 м). Более того, вместе с турецкими и московскими коллегами они создали новую обсерваторию в горах на юге Турции, на высоте 2500 м, в очень выгодном для астрономических наблюдений месте.

Вот в таком оазисе университетской науки 21–25 сентября 2004 г. проходила международная конференция «Основные направления развития астрономии в России». Российские и зарубежные астрономы собрались, чтобы обсудить состояние и будущее своей небесной работы. Научные сообщения продемонстрировали, что в области теории мы все еще находимся на мировом уровне. Традиционно сильны российские исследователи в области небесной механики, астрометрии, динамики звездных и планетных систем. Однако что касается астрономического и космического эксперимента, здесь наше отставание стремительно нарастает. Когда-то 6-метровый телескоп БТА, работающий в горах Северного Кавказа, был крупнейшим в мире. Сейчас он на 15-м месте и безнадежно устарел, а с техникой прошлого поколения трудно оставаться в авангарде науки.

Не менее сложно обстоит дело и с космическими исследованиями: кто сейчас помнит, когда и куда летали наши межпланетные аппараты? К счастью, международное астрономическое сообщество – не пустой



Российско-турецкий телескоп РТТ150.

звук. Астрономы разных стран очень тесно сотрудничают друг с другом: предоставляют зарубежным коллегам возможность работать на своих телескопах, выкладывают результаты наблюдений в свободном доступе в Интернет, предоставляют гранты для коллективной работы ученым разных стран. Но это проблемы не решает. Если сегодня мы не начнем возрождать отечественную фундаментальную науку, то завтра у нас не будет современной техники, а послезавтра – экономической, оборонной и политической независимости. В этом случае никаких шансов остаться в числе развитых стран у нас не будет.

Что же касается перспектив астрономии, то это одна из тех наук, которые не гарантируют немедленной выгоды государству, но время от времени оказываются ему необходимыми. Как бы удалось нам сегодня за короткое время создать «ракетно-космический щит Родины», если бы 200 лет назад мудрые государственные мужи не поддержали нескольких чудаков в Казани, Москве, Санкт-Петербурге в их желании изучать далекие звезды? Сегодня астрономы мечтают о глубоком поиске во Вселенной. С чем мы столкнемся, не знает никто. Но кто не рискует, тот не делает открытий. ■

Гэри Стикс

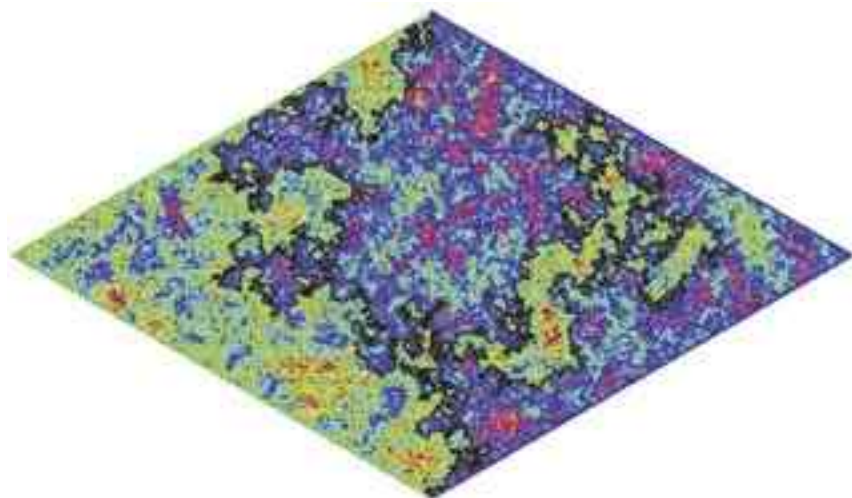
СОЮЗ МУДРЕЙШИХ

Смогут ли ведущие ученые, вставшие под знамена *Microsoft*, совершить переворот в вычислительной технике?

Дожливым мартовским утром в здание *Microsoft* в Редмонде, штат Вашингтон, нагрянули тысячи программистов – целое море футболок и джинсов. Внутри их встретили стройные ряды витрин, демонстрирующих последние достижения научно-исследовательского подразделения корпорации. Вот микрофон, фильтрующий окружающий шум, а вот программа, преобразующая видеоизображение лица в графическую анимацию. На одежде одного из экспонентов закреплена цифровая камера, которая ведет видеодневник своего владельца: при изменении освещенности или температуры окружающей среды она снимает очередную кадр... Так проходит ежегодная корпоративная выставка *TechFest*.

На дисплеях – смесь изобретательности и изящества, типичная для

университетских факультетов прикладной математики. Сразу вспоминается *Media Lab* Массачусетского технологического института. Да что там дисплеи, вы только посмотрите, кто пришел на выставку! Здесь можно встретить всемирно известных инженеров, математиков и программистов, чьи имена вписаны в историю вычислительной техники золотыми буквами. Знакомьтесь, Гордон Белл (C. Gordon Bell), изобретатель миникомпьютера. А вот и Джеймс Каджия (James Kajiya), который разработал базовые алгоритмы компьютерной визуализации (рендеринга). Чуть в сторонке стоит Джеймс Грей (James Gray), корифей в области баз данных. Эти легендарные личности пришли сюда не случайно. За последние 13 лет корпорация *Microsoft* переманила многих выдающихся специалистов из университетов



Фрактальные узоры, созданные программой Одеда Шрама (Oded Schramm) и Скотта Шеффилда (Scott Sheffield) из группы теоретиков *Microsoft Research*, могут оказаться полезными при изучении квантовой теории поля или при моделировании контуров кристаллической поверхности. Подобные фундаментальные исследования не имеют никакого отношения к продуктам *Microsoft*.

и конкурирующих фирм, собрав под своим крылом крупнейшее созвездие самых талантливых специалистов отрасли.

Научно-исследовательская лаборатория *Microsoft* была основана в 1991 г. В то время лидеры корпоративных инноваций, в том числе *IBM Research* и *AT&T Bell Laboratories*, пересмотрели свои стратегические задачи и стали превращаться в группы перспективных разработок. В результате этих преобразований многие ученые оказались не у дел. *Microsoft* пошла по другому пути. Тогдашний заместитель президента компании по передовым технологиям и деловому развитию Натан Майервольд (Nathan Myhrvold) несколько лет бился за открытие исследовательской лаборатории, столь нетипичной для производителя программного обеспечения. Перед глазами был мрачный опыт исследовательского центра фирмы *Xerox* в Пало-Альто (*PARC*), безуспешно пытавшегося заработать на разработке графического пользовательского интерфейса и других компьютерных технологий. Это был жестокий урок для всей отрасли: фундаментальные исследования убыточны.

– Тогда моя идея казалась безумием, но, с другой стороны, это было самое подходящее время для ее воплощения, – вспоминает Майервольд. В начале 1990-х гг. он рассматривал создание лаборатории как тщательно просчитанный риск. – Я был уверен, что если *Microsoft* начнет тратить деньги на долгосрочные научные исследования и мы найдем самых лучших специалистов, то в случае успеха через несколько лет корпорация получит колоссальную финансовую отдачу.

Известный своими технократическими пристрастиями основатель *Microsoft* Билл Гейтс дал добро, и Майервольд начал охоту за светлыми головами. Нужно было грамотно все спланировать, чтобы не повторить ошибок *Xerox PARC*. Между Пало-Альто и Рочестером, где распо-



лагается штаб-квартира *Xerox*, был слишком большой пространственный и культурный разрыв. Поэтому новое подразделение, названное *Microsoft Research*, обосновалось в Редмонде, по соседству с разработчиками программных продуктов.

– Поначалу было чрезвычайно трудно вербовать специалистов, поскольку *Microsoft* раньше никогда не занималась исследовательскими работами, – говорит Майервольд. – Мне ведь приходилось переманивать людей из институтов и компаний с вековой историей. Немудрено, что многие питали недоверие к нам как к новичкам.

Первым человеком, которого нанял Майервольд, был профессор прикладной математики из Университета Карнеги-Меллона Ричард Рашид (Richard F. Rashid), разработчик операционной системы *Mach*, которая стала основой операционных систем для компьютеров *NeXT* и *Apple*. Это помогло сломать стену недоверия. *Microsoft* стала интенсивно набирать сотрудников, и некоторые университеты даже жаловались, что корпорация отбирает у них самых талантливых людей. Постепенно научно-исследовательское отделение разрослось, его филиалы появились в Кембридже, Пекине, Сан-Франциско и Силиконовой долине. Сейчас годовой бюджет *Microsoft Research* превышает \$250 млн.

Исследовательская лаборатория создавалась по образу и подобию факультета прикладной математики ▶

ВСЕ, КРОМЕ БАЛЕТА

Область исследований *Microsoft* простирается от чистой математики до узкоспециализированных прикладных систем. Вот несколько примеров.

СЬЮЗЕН ДЮМА (Susan Dumais), математик и психолог, ветеран *Bell Labs* и *Bellcore*, разработала систему для нахождения файлов «Что я видел» (*Stuff I've Seen*), создающую поисковый каталог документов, к которым обращался пользователь, будь то веб-страницы, электронные письма, таблицы или другие файлы. Сейчас новый инструмент проходит испытания и в ближайшее время будет включен в состав операционных систем и поисковой машины *Microsoft*. «Работать здесь – одно удовольствие, – говорит Сьюзен. – Чертовски приятно осознавать, что твоими изобретениями будут пользоваться сотни миллионов людей!»

ДЖЕЙМС ГРЕЙ (James Gray), получивший в 1998 г. престижную премию Тьюринга, внес крупный вклад в создание интернет-системы *SkyQuery*. *Net* (см. вверху слева), которая позволяет астрономам получать и анализировать данные об интересующем их участке небесной сферы, собранные различными оптическими и радиотелескопами. С помощью этого прототипа Всемирного телескопа специалисты опробуют новые методы обработки информации в больших коммерческих базах данных.

МАЙКЛ ФРИДМАН (Michael H. Freedman), награжденный в 1987 г. Медалью Филдса за достижения в области математики, работает над радикально новым подходом к квантовым вычислениям с использованием возбужденных состояний вещества (квазичастиц), которые еще предстоит открыть. Когда в 1996 г. Натан Майервольд уговаривал его перейти в *Microsoft*, Фридман спросил, сможет ли он заняться любой интересующей его темой. «Чем угодно, кроме балета», – ответил Майервольд.

Университета Карнеги-Меллона. Бюрократию удалось свести к минимуму: ученые свободно распоряжаются деньгами и могут публиковать свои работы, не советуясь с начальством.

– У нас нет бюджета на исследования, – рассказывает Рашид. – Каждый может получить все, что сочтет необходимым для своей работы. Тех, кто запрашивает много ресурсов и не использует их с пользой, мы просто увольняем.

Рашид, чья спокойная, но решительная манера держаться свидетельствует о большом профессорском стаже, говорит, что у него нет формального подхода к оценке продуктивности своих подопечных. Он лишь указывает на множество опубликованных работ: например, на конференции SIGGRAPH, посвященной компьютерной графике, четверть докладов были сделаны сотрудниками *Microsoft Research* – абсолютный рекорд среди научно-исследовательских организаций.

Теперь уже никто не скажет, что слова «*Microsoft*» и «исследование» несовместимы. Практически в каждом продукте корпорации используются ноу-хау, рожденные в *Microsoft Research*: средство сглаживания экранных шрифтов *ClearType*; программа, способная читать вслух текстовые документы; блок проверки грамматических ошибок; инструменты для повышения скорости загрузки файлов и оптимизации использования оперативной памяти, а также многие другие алгоритмы и технологии. Разумеется, не обошлось и без провалов. Например, спроектированная в 1997 г. система графической визуализации *Talisman* так и не вышла на рынок, поскольку производители компьютерных комплектов не смогли в срок выпустить микросхему, реализующую алгоритмы обработки изображений, разработанные в *Microsoft*. Впрочем, некоторые из них нашли применение в других продуктах компании. Не самым лучшим нововведением

была и надоедливая скрепка из пакета *Microsoft Office*.

Поэтому некоторые аутсайдеры не скрывают разочарования в том, что ведущему производителю программного обеспечения до сих пор не удалось адаптировать свои продукты для среднего пользователя.

– В *Microsoft* трудятся самые талантливые специалисты отрасли, которые, как никто другой, разбираются в вопросах безопасности. Но они так и не удосужились задуматься о принципиально новом способе функционирования компьютеров, который позволил бы повысить их надежность и сопротивляемость вирусам в миллион раз, – замечает Джон Браун (John Seely Brown), бывший директор *Xerox PARC*. – Я просто не могу понять, почему ведущий производитель программного обеспечения не уделяет внимания фундаментальным проблемам. От кого же еще нам ожидать выдающихся достижений, благодаря которым появятся пуленепробиваемые информационно-вычислительные системы?!

Скептицизм сквозит и в других высказываниях. Директор *Hewlett-Packard Laboratories* Дик Лэмпман (Dick Lampman) считает, что отдельные островки высочайшего мастерства пока не сделали ничего полезного для *Microsoft*. По мнению информационного директора *IBM Research* Билла О'Лири (Bill O'Leary), корпорации нужно организовать более тесную связь между исследователями и программистами, чтобы новые идеи и прототипы чаще находили свое воплощение в конечных продуктах.

Microsoft неоднократно упрекали в присвоении чужих изобретений и злоупотреблении положением ведущего производителя операционных систем при захвате новых рынков. Рашид уверен, что *Microsoft Research* – лучшее доказательство несостоятельности таких нападок: научно-исследовательское подразделение вносит огромный вклад

в развитие самых разных областей, будь то системы машинного зрения, компьютерная графика или автоматизированный перевод текстов. Кроме того, корпорация организовала службу обновления, которая отвечает за своевременное внедрение последних ноу-хау. Объективность аргументов Рашида подтверждает тот факт, что, по данным экспертного агентства *CHI Research*, занимающегося вопросами интеллектуальной собственности, в 2003 г. *Microsoft* опередила своих конкурентов, в том числе *IBM* и *Hewlett-Packard*, по индексу цитирования научных работ в своих патентах, который показывает, в какой степени разработки той или иной фирмы основаны на передовых научных достижениях.

Чтобы создать предпосылки для научно-технического прорыва, необходимо проводить как фундаментальные, так и прикладные исследования, а это под силу только лидерам рынка. Собрав высокоинтеллектуальный коллектив, *Microsoft* обеспечила все условия для плодотворной работы. Автор большинства алгоритмов для обработки изображений, лауреат макартуровской Премии гениев Джим Блинн (Jim Blinn) из Калифорнийского технологического института был вынужден прекратить научную работу и в течение 10 лет занимался созданием обучающих мультфильмов. Но в 1995 г. он попал в *Microsoft* и вернулся к фундаментальным исследованиям, посвященным трехмерной графике. Блинн признается, что на университетской кафедре у него не было ни времени, ни средств для творческой деятельности.

Microsoft смогла создать рай для специалистов по вычислительной технике. Но, как и сто лет назад, когда начали появляться первые промышленные лаборатории, управляющим приходится прилагать немало усилий, чтобы направить креативную энергию ученых в коммерческое русло. ■



Недавно корреспондент *Scientific American* Гэри Стикс беседовал с Биллом Гейтсом об искусственном интеллекте, ценности фундаментальных исследований и о многих других проблемах. Здесь мы приводим отрывок интервью, полную версию которого можно найти на www.sciam.com.

Scientific American (SA): Планируете ли вы продолжать научно-исследовательскую деятельность?

Билл Гейтс (БГ): Безусловно. Наши исследования чрезвычайно полезны для нас и наших пользователей. Достижения *Microsoft Research* помогают нам справляться с такими нетривиальными задачами, как повышение надежности, защищенности и удобства операционных систем и других программных продуктов.

SA: Многие говорят, что собранная вами плеяда талантов пока не смогла сделать ничего сопоставимого с изобретением транзистора. Насколько обоснованно это утверждение?

БГ: Что ж, мы делаем программное обеспечение. К примеру, на *SIGGRAPH* наша лаборатория представила наибольшее количество работ в самых разных направлениях. В этом смысле мы впереди планеты всей. К сожалению, наш успех во многом объясняется тем, что большинство компаний компьютерной отрасли попросту не занимаются долгосрочными исследованиями.

Автоматический перевод, обработка голоса, электронные чернила – все это не так значительно, как транзистор, но не менее феноменально. Если бы не было механизма, проверяющего подлинность программ, Интернет никогда не получил бы такого развития. Целесообразность больших вложений в исследования можно будет оценить не раньше, чем через 20 лет.

SA: Не кажется ли вам, что концепция искусственного интеллекта (ИИ) постепенно утрачивает свою значи-

РАЗГОВОР С БИЛЛОМ

мость? Сам термин употребляют все реже и реже, возможно, потому, что ИИ стал повсеместным: им наделены многие продукты. Однако большинство нейробиологов считают, что компьютеры по-прежнему бестолковы.

БГ: Как и сами нейробиологи (смеется). Мы действительно не знаем, почему нейроны каждый день ведут себя по-разному, как они обрабатывают нервные импульсы, как реагируют на изменение обстановки.

Важная составляющая ИИ, над которой нам еще работать и работать, – это обучаемость. Зато есть большие успехи в вопросах восприятия – зрение, слух и т.п. Компьютерные игры – не менее интересная сфера применения ИИ. В некоторых случаях нам удастся получить впечатляющие результаты, однако нам не хватает общей теории обучения. На будущее ИИ я смотрю с оптимизмом. Предстоит много работы над машинным обучением, которое сегодня стало корректным синонимом ИИ, поскольку последний превратился в слишком широкое и размытое понятие.

SA: Много ли сейчас желающих заниматься вычислительной техникой?

БГ: Именно это я пытался выяснить во время моего турне по колледжам США. Сегодня вычислительная техника переживает один из самых удивительных и плодотворных периодов. Она помогает повысить креативность и производительность труда сотен миллионов людей. Работать в этой отрасли должно быть даже интереснее, чем идти на Уолл-стрит или быть адвокатом.

Многие приходят к нам, но не справляются с работой. При этом все больше выдающихся, талантливых специалистов появляется в Индии и Китае. В результате мы стоим перед выбором: либо приглашать их в Америку, либо смириться с тем, что в будущем все самое лучшее будет производиться за рубежом. Именно поэтому нужно прилагать максимум усилий, чтобы повысить интерес к отрасли, в которой США традиционно лидировали.

SA: Почему среди американцев это направление считается не особо привлекательным?

БГ: Просто люди почти ничего не знают о его преимуществах. Они должны понять, что наша работа в основном состоит из интересного общения, а не из ночных бдений перед монитором. К сожалению, мы не уделяем должного внимания привлечению женщин и социальных меньшинств и поэтому теряем половину перспективных сотрудников.

Саженцы риса можно проверить на наличие нужных признаков с помощью генетических методов.



Стивен Гофф
Джон Салмерон

КУЛЬТУРНЫЕ ЗЛАКИ: НАЗАД В БУДУЩЕЕ

Объединение традиционных способов селекции зерновых с генетическими методами может привести к новой «зеленой революции».

Тысячелетиями земледельцы, осматривая свои посевы, с тревогой вглядывались в небо в надежде, что погода не подведет. И когда им попадалось особенно мощное и плодовитое растение, стойко перенесшее непогоду и не поддавшееся болезням, они брали его на заметку и скрещивали с другими экземплярами, чтобы закрепить в популяции полезные признаки.

Однако несмотря на всю свою непредсказуемость, этот метод давал хорошие результаты. Когда 10 тыс. лет назад наши предки, занимавшиеся до того охотой и собирательством, стали вести оседлый образ жизни и возделывать землю, они настолько преуспели в сельском хозяйстве, что с избытком обеспечивали себя пищей. Бурное развитие земледелия привело к взрывообразному увеличению численности населения Земли. Рост населения продолжается до сих пор, и людям требуется все больше и больше продовольствия.

А между тем 99% потребностей в нем удовлетворяют культурные злаки 24 видов, в первую очередь рис, пшеница и кукуруза. По всему земному шару ежегодно производится более половины миллиарда тонн каждого из этих зерновых. Если учесть, что к 2050 г. число жителей Земли приблизится к 10 млрд., то для сохранения нынешнего уровня потребле-

ния зерна на человека (от 1 до 1,5 кг в сутки) нужно ежегодно увеличивать его производство на 1,5%.

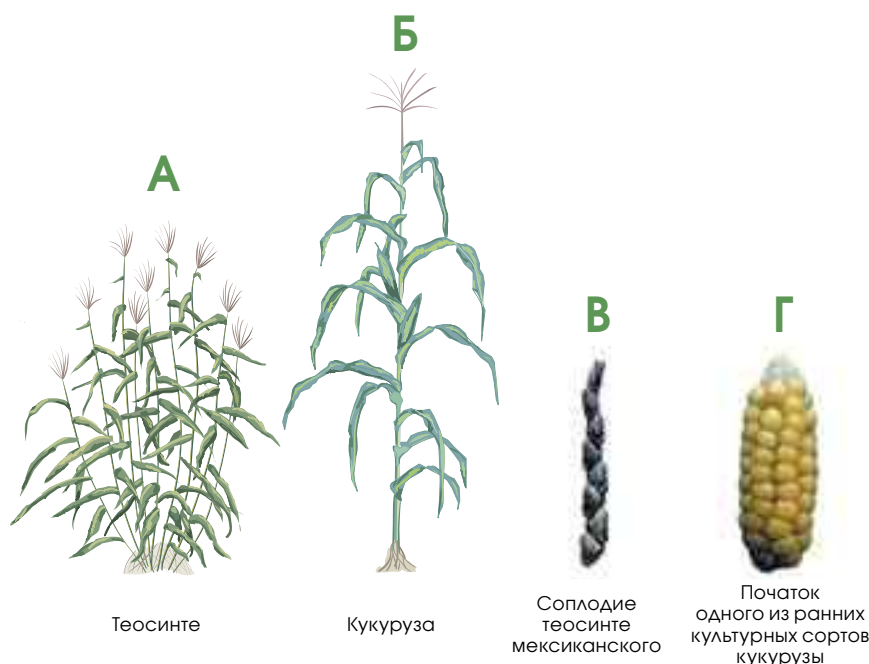
Специалисты в области сельского хозяйства полагают, что нынешняя урожайность зерновых – это не предел, но поиски путей ее дальнейшего повышения невозможны без сотрудничества ученых разных стран. Интересно, что ответы на некоторые вопросы, возникшие в ходе совместной работы, коренятся в происхождении трех основных зерновых культур.

История зерновых

Молекулярно-генетические исследования показывают, что пшеница, рис, кукуруза, ячмень, просо, сорго и другие злаки имеют много общего – гораздо больше, чем думали раньше, и поэтому свежий взгляд на происхождение одного из этих видов может помочь улучшить другие. Более того, успехов можно добиться, если прививать современным культурным зерновым полезные признаки их диких предков, опираясь на генетическое разнообразие последних.

Все современные зерновые имеют одного общего прародителя, а их дивергенция произошла 50–70 млн. лет назад. 10 тыс. лет назад древние земледельцы, жившие в районе Средиземного моря, вывели первый ▶

Современная кукуруза (Б) и ее древний предок теосинте мексиканское (А) так не похожи друг на друга, что их родство вызывало сомнение, пока не было подтверждено генетическими методами. Окультуривание теосинте началось 9 тыс. лет назад на территории современной Мексики. Многократно скрещивая растения с наиболее ценными признаками, земледельцы невольно отбирали контролирующие их гены. 4400 лет назад у теосинте вместо тонкого твердого соплодия (В) сформировался початок (Г), а растение получило аллели, определяющие синтез качественных белков и крахмала. Эти аллели присутствуют у всех современных сортов кукурузы.



культурный сорт пшеницы, а через тысячу лет на территории современной Мексики появился предшественник нынешних культурных сортов риса. В Китае рис стали выращивать более 8 тыс. лет назад.

С тех пор наши предки создавали все новые и новые сорта зерновых примерно таким же способом, какой используют современные селекционеры. Из всего разнообразия диких форм растения они отбирали, размножали и скрещивали экземпляры, отличавшиеся особенно крупными и многочисленными зернами, которые не осыпались при сборе урожая. Первые селекционеры учитывали и питательную ценность зерен, на-

пример, они предпочитали зерна с тонкой, легко размалывающейся оболочкой, с высоким содержанием крахмала. В результате длительного отбора культурные зерновые становились все меньше похожими на своих прародителей и все реже скрещивались с дикими формами. Кукуруза, например, так далеко отошла от своего предка, теосинте мексиканского, что следы ее происхождения затерялись и были обнаружены лишь недавно (см. рис. вверху).

В течение последних ста лет отбор был направлен на выведение сортов с наиболее полновесными колосьями, устойчивых к полеганию, болезням и неблагоприятным внешним

воздействиям, способных к более эффективной утилизации азота. Все эти усилия привели к колоссальному повышению урожайности: в США с 1950 г. она выросла более чем на 400%! В основе этой «зеленой революции» лежали все те же методы отбора, которыми пользовались первые селекционеры. Современные ученые, как и их предшественники, ориентировались на внешние полезные признаки – размер зерен и строение растения.

А между тем изучение генома зерновых показало, что, отбирая растения по внешним признакам, древние земледельцы невольно отбирали конкретные гены. Об этом свидетельствуют данные, полученные группой ученых под руководством Сванте Пябо (Svante Paabo) из Института эволюционной антропологии Макса Планка в Лейпциге (Германия). Ими были проанализированы аллели (разные варианты) специфических генов из клеток стержней початков кукурузы, найденных в тех регионах Мексики, где когда-то были выведены первые культурные сорта этого растения. Обнаружилось, что уже 4400 лет назад в геноме кукурузы были аллели, контролирующие ха-

ОБЗОР

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВСЕГО ГЕНЕТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА ЗЛАКОВ

- Сравнение геномов основных культурных злаков выявляет их тесное генетическое родство, обусловленное влиянием человека на эволюцию этих растений.
- Определение функций конкретных генов растений позволяет ученым тестировать современные зерновые и их диких родственников на наличие вариантов генов, отвечающих за полезные признаки.
- Используя эти гены как маркеры, можно более направленно проводить скрещивание и быстрее получать желаемый результат.

ракти ветвления растения и содержание в зернах определенных белков и крахмала, которые присутствуют у всех нынешних сортов. У теосинта мексиканского такие аллели имелись только у 7–36% растений, следовательно, влияние отбора возымело действие очень быстро и носило строго направленный характер.

Улучшая разные виды зерновых, селекционеры, не ведая об этом, отбирали растения, несущие мутации в сходных наборах генов. Картирование признаков (локализация детерминирующих их генов в хромосомах или локусах) показало, что изменения, зафиксированные при участии человека в геноме современных зерновых, затрагивают одинаковые локусы в их геномах. Таким образом, структура геномов разных видов зерновых оказалась примерно одинаковой, несмотря на их независимую эволюцию.

Природные геномы

В геноме разных видов злаковых картированы несколько тысяч локусов, контролирующих различные признаки, при этом в целом генетические карты этих растений на удивление близки. Столь высокая степень соответствия (синергия) между геномами зерновых позволяет ученым рассматривать все злаковые как единую генетическую систему. Это означает, что идентификация нового гена или установление его функции у одного представителя семейства может помочь обнаружить аналогичный ген у всех остальных.

Первым злаковым, чей геном удастся исследовать во всех деталях, станет, вероятно, рис *Oryza sativa*. Стивен Гофф уже опубликовал предварительные результаты секвенирования генома риса *Japonica*, наиболее распространенного в Японии и США, а китайские ученые обнаружили аналогичные данные для подвидов *Indica*, культивируемого в Азии. Ожидается, что к концу 2004 г. будет полностью секвенирована ДНК всех 12 хромосом риса.

Секвенировать геном риса проще, чем геном любого другого злака, поскольку суммарная длина его ДНК составляет лишь 430 млн. пар нуклеотидов. У ячменя эта величина равна 5 млрд. п.н., а у пшеницы – целых 16 млрд.! (Для сравнения: длина геномной ДНК человека – 3 млрд. п.н.) Сейчас идет работа над проектом по секвенированию геномов кукурузы и пшеницы, при этом благодаря привлечению данных по геному риса уже идентифицированы тысячи генов.

Однако идентификация того или иного гена не означает установления его функции. Для этого надо получить информацию обо всех известных генах и выявить среди них тот, что идентичен искомому. Часто подобные гены обнаруживаются в геноме микроорганизмов, чья ДНК уже секвенирована. Предполагается, что у риса 30–50 тыс. генов, у 20 тыс. из них нуклеотидная последовательность сходна (гомологична) с таковой уже идентифицированных генов с установленной функцией. Это дает основания полагать, что у риса эти гены выполняют такие же функции.

Предполагается, что более 1000 генов риса определяют его устойчивость к различным патогенным микроорганизмам и вредителям, а еще несколько сотен контролируют различные метаболические пути, отвечающие за синтез витаминов, углеводов, липидов и других веществ. Многие гены, относящиеся к последней из упомянутых категорий, а также влияющие на ключевые стадии развития зерновых (цветение, образование зерен и т.д.), были идентифицированы на основе данных хорошо изученного растения арабидопсиса.

Некоторые исследователи пошли еще дальше и приступили к составлению каталога генов, экспрессирующихся в тканях различных злаков при определенных условиях. Они проверили 21 тыс. генов риса и нашли, что 269 из них экспрессируются во время формирования зерен. Возможно, именно эти гены в основном отвечают за питательную ценность зрелых зерен.

Другой подход к определению функций генов состоит в их «нокаутинге» (инактивации) с помощью ▶

ПОЛЕЗНЫЕ ПРИЗНАКИ

Рост

Число и размер зерен
Длина колоса (метелки)
Скорость созревания

Строение

Высота
Разветвленность
Структура соцветия

Устойчивость к неблагоприятным воздействиям

Засуха
Вредители
Болезни
Гербициды
Избыток удобрений

Питательная ценность

Крахмал
Белки
Липиды
Витамины

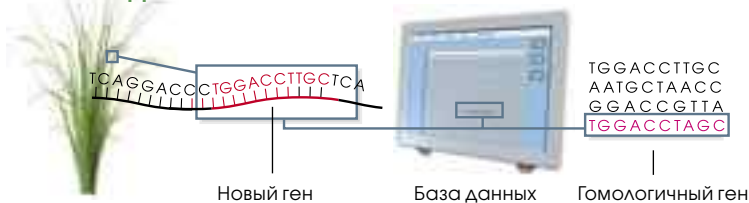


Эти признаки можно разделить на категории, среди которых – устойчивость к неблагоприятным воздействиям, строение растения, особенности роста, питательная ценность. Урожайность зерновых можно повысить, увеличив размер и (или) число зерен, выработав способность к росту в условиях повышенной плотности или толерантность к условиям, в которых ранее растения погибали.

СООТВЕТСТВИЕ МЕЖДУ ГЕНАМИ И ПРИЗНАКАМИ

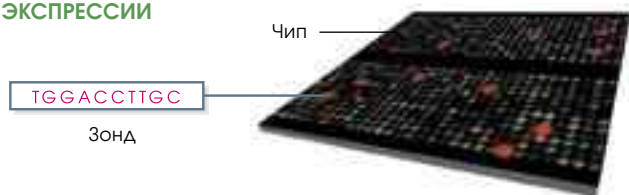
Методы, выявляющие генетическую подоплеку различных заболеваний человека, помогают идентифицировать и гены, обуславливающие те или иные признаки у растений. Метод картирования сужает круг возможных местоположений этих генов до определенной области хромосомы, а секвенирование ДНК в этой области позволяет локализовать искомым ген. Чтобы установить функцию гена, можно использовать описанные ниже методы.

СКРИНИНГ БАЗЫ ДАННЫХ



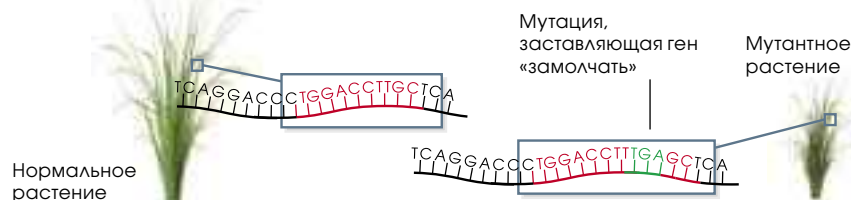
Сравнивая новый ген с представленным в базе данных, можно найти среди уже известных генов гомологичный искомому. Из 30–50 тыс. предполагаемых генов риса 20 тыс. сходны или идентичны уже изученным генам других организмов.

ПРОФИЛЬ ЭКСПРЕССИИ



Профиль экспрессии генов, информирующий о месте и времени активации генов, позволяет судить об их функциях. ДНК-чип содержит тысячи зондов (коротких нуклеотидных последовательностей). Каждый из них комплементарен «автографу» определенного гена – синтезируемой на нем матричной РНК (мРНК). Суспензию растительных клеток наносят на чип, выдерживают какое-то время и смывают. Если присутствующая в суспензии мРНК находится на чипе комплементарный ей ДНК-зонд, то она остается на нем и может быть обнаружена по возникающему в месте связывания свечению. Если какой-нибудь ген экспрессируется только во время формирования зерен, то скорее всего он играет ключевую роль в этом процессе.

БИБЛИОТЕКА МУТАНТОВ



Функцию гена можно установить, используя библиотеку мутантов. Мутационный анализ позволяет выяснить, что происходит с растением, когда перестает функционировать тот или иной ген. Ген можно заставить «замолчать», включив в ДНК специально подобранный олигонуклеотид. Если подобную процедуру провести, используя клетки проростков, можно определить, важен ли данный ген для развития растения. Скрининг мутантов на наличие определенных физических или химических признаков, по которым они отличаются от обычных растений, даст информацию о роли гена.

КЛАССИФИКАЦИЯ ГЕНОВ РИСА

Используя описанные выше методы, ученые определили функции большинства генов риса.



мутаций и наблюдении за последствиями. Иногда эти последствия видны невооруженным глазом, иногда для их выявления нужны дополнительные исследования, способные обнаружить изменения в развитии растений, метаболизме или регуляторных процессах. Такие функционально-генетические тесты вместе со сравнительным генетическим анализом, охватывающим разные виды растений, позволят создать основу для идентификации тех генов риса, которые отвечают за рост растения, его физиологию и метаболизм.

После того как специфический ген выявлен и его функция установлена, необходимо идентифицировать его аллели, детерминирующие желаемые признаки. Они могут быть обнаружены у какой-нибудь другой разновидности современного зернового растения, а еще вероятнее – у дикого родственника. Генетическая гомология нынешних зерновых – это следствие способа окультуривания растений, используемого нашими предками. По одной из оценок, дочерняя популяция зерновых включает сегодня всего 20 видов растений. Отбирая экземпляры с нужными признаками и скрещивая их на протяжении тысяч лет, люди значительно уменьшили генетическое разнообразие культурных растений.

Проводя эксперименты с рисом и томатом, Стивен Танксли (Steven Tanksley) и Сьюзан Маккуч (Susan McCouch) из Корнеллского университета первыми занялись поисками аллелей у диких разновидностей этих растений, которые могли бы улучшить их современные аналоги. Работы ученых продемонстрировали замечательное генетическое разнообразие диких родственников культурных растений и одновременно показали, что их потенциал не всегда очевиден. В ходе одного из экспериментов, проведенных в середине 1990-х гг., Танксли и Маккуч скрестили произрастающий в Перу сорт томата с крошечными зелеными плодами с недавно выведенным элитным сортом, имеющим палево-

Джон Салмерон и Стивен Гофф в теплице, где они проводят эксперименты на кукурузе. Пестичные столбики (женские органы растений) упрятаны в бумажные мешочки, пропитанные воском, чтобы не произошло опыление пылью мужских органов тех же растений.



красные плоды. К удивлению ученых, окраска элитных плодов после включения в их геном гена зеленых томатов стала еще интенсивнее. Оказалось, что у зеленых помидоров отсутствует ряд генов, необходимых для завершения синтеза пигмента ликопина, придающего плодам красный цвет, зато имеется мощный аллель, детерминирующий синтез химического вещества, необходимого для ранних этапов синтеза того же ликопина.

Генетическое разнообразие предков современных зерновых только начинает использоваться селекционерами для выведения новых сортов культурных растений. Так, у риса и томата остается незадействованным до 80% ресурса. Изменить ситуацию может только привлечение технологии, основанной на применении молекулярных маркеров – специфических генов или хромосомных локусов.

Скрещивание с использованием маркеров

После идентификации у диких и культурных форм специфического набора аллелей, детерминирующих полезные признаки, можно приступить к «конструированию» нового растения, которое объединяло бы в себе лучшие качества дикого предка и современной элитной линии. Для этого достаточно проводить традиционное скрещивание и следить за судьбой конкретных генов с помощью метода генетических «отпечатков пальцев» (этот способ широко используют в судебной практике, где он называется геномной дактилоскопией).

При каждом скрещивании образуются десятки тысяч семян. И вместо того, чтобы проращивать каждое из

них и ждать, пока из него разовьется взрослое растение, обладающее (или не обладающее) нужными признаками, можно просто получить фрагменты ДНК семян и протестировать их на наличие конкретного аллеля – маркера искомого признака. Семена, несущие маркер, отбирают, высевают и вновь скрещивают выросшие из них растения с элитной линией. Гибриды опять проверяют на наличие искомого аллеля и многократно повторяют всю процедуру, пока не получат популяцию растений, сходных с элитным сортом, но несущих новый аллель. Такое сочетание традиционного скрещивания и генетического тестирования позволяет избежать длительной процедуры выведения новых сортов растений. Теперь селекционеры могут быстро реагировать на изменившиеся усло-

вия, например, на появление новых вредителей или на возникновение у старых устойчивости к обычным пестицидам.

Но наиболее ценен этот метод тем, что позволяет расширить генетическое «бутылочное горлышко», образовавшееся тысячи лет назад, когда наши далекие предки вывели первые культурные сорта растений. Как только ученые накопят достаточно информации о функциях различных генов зерновых, они смогут в полном объеме использовать тот потенциал, который таит в себе генетическое разнообразие их диких прародителей. Обоснованность этих ожиданий подтверждается результатами экспериментов, проведенных Маккуч вскоре после завершения опытов на томатах. Исследовательница использовала метод молекулярных ▶

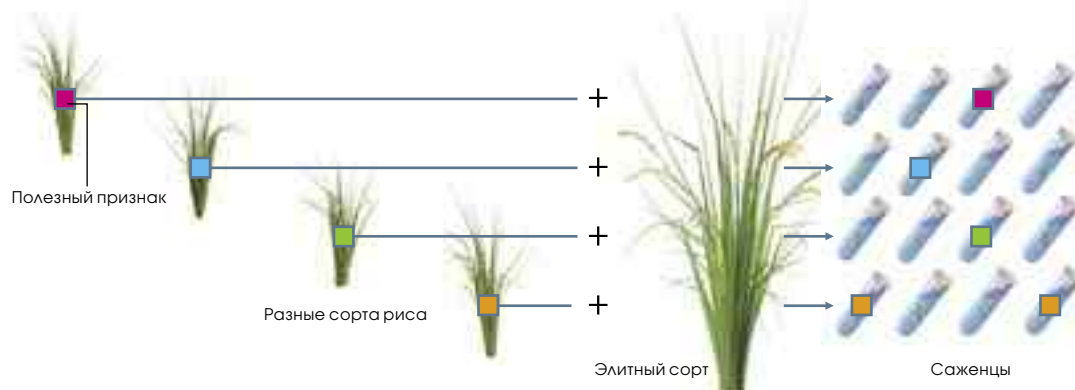
ОБ АВТОРАХ:

Стивен Гофф (Stephen A. Goff) и **Джон Салмерон** (John M. Salmeron) – специалисты в области генетики растений, работающие в компании *Syngenta Biotechnology, Inc (SBI)* в Треугольнике науки г. Роли (штат Северная Каролина). Гофф занимался секвенированием генома риса, сейчас он участвует в кампании по продвижению генетически модифицированного риса на рынке развивающихся стран. Салмерон, возглавляющий отдел прикладной генетики при *SBI*, занимается внедрением генетических методов в сферу селекции. В 1989 г., будучи сотрудником Калифорнийского университета в Беркли, он одним из первых изолировал гены томата, ответственные за устойчивость к болезням.

СОЗДАНИЕ НОВЫХ СОРТОВ ХЛЕБНЫХ ЗЛАКОВ

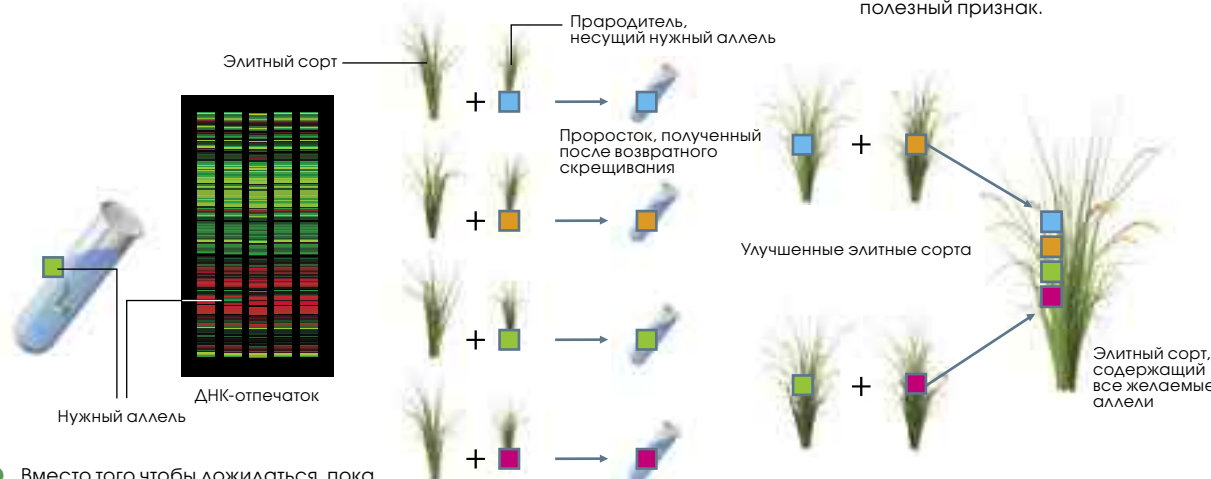
Если известно, какой ген отвечает за определенный признак растения (например, размер семян), можно перебрать все разновидности данного культурного растения и его диких предков и найти наиболее предпочтительную версию этого гена. Затем можно передать эту версию (аллель) от одного растения другому с помощью обычного скрещивания, используя аллель в качестве маркера. Таким образом,

вместо того чтобы дожидаться, пока растение полностью сформируется и аллель себя проявит (или обнаружится, что желаемым признаком растение не обладает, а следовательно, искомого аллеля у него нет), можно в каждом раунде скрещивания проводить тест на наличие нужного аллеля. Такое раннее тестирование значительно сокращает время получения новых сортов растений.



1 Каждое из четырех растений риса разных сортов, обладающих полезным признаком, скрещивают с элитным сортом и получают десятки тысяч семян.

2 Некоторые (но не все) саженьцы несут унаследованный от родительского растения аллель, ответственный за полезный признак.



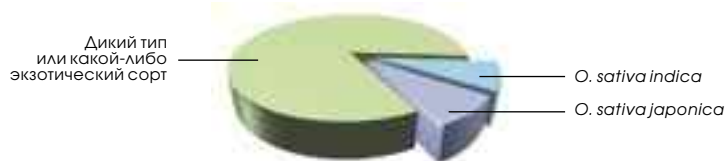
3 Вместо того чтобы дожидаться, пока из саженьцев разовьются растения, можно проверить ДНК проростка зерна на наличие в ней нужного аллеля с помощью полимеразной цепной реакции (ПЦР), используемой в целях геномной дактилоскопии. Этот тест можно провести уже через несколько дней после прорастания семян.

4 Семена с нужным аллелем проращивают и взрослые растения скрещивают с растением элитного сорта.

5 Многократно повторяют скрещивание и каждый раз проверяют потомков на наличие нужных аллелей. В итоге получают улучшенный элитный сорт, несущий все желаемые аллели.

ГЕНЕТИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ РИСА

Культурные сорта зерновых, полученные в результате многократных скрещиваний и отбора в течение тысяч лет, отличаются гораздо меньшим генетическим разнообразием, чем их дикие предки (диаграмма внизу), которые сегодня являются единственным источником новых аллелей при улучшении современных сортов. Возможности, которые таят в себе геномы диких растений, не всегда очевидны. Об этом свидетельствуют эксперименты с использованием древнего предка риса *Oryza rufipogon* (слева). Перенос его генов в современный высокоурожайный сорт риса, культивируемый в Китае (справа), путем скрещивания с использованием генетических маркеров дало гибрид с урожайностью на 17–18% выше.

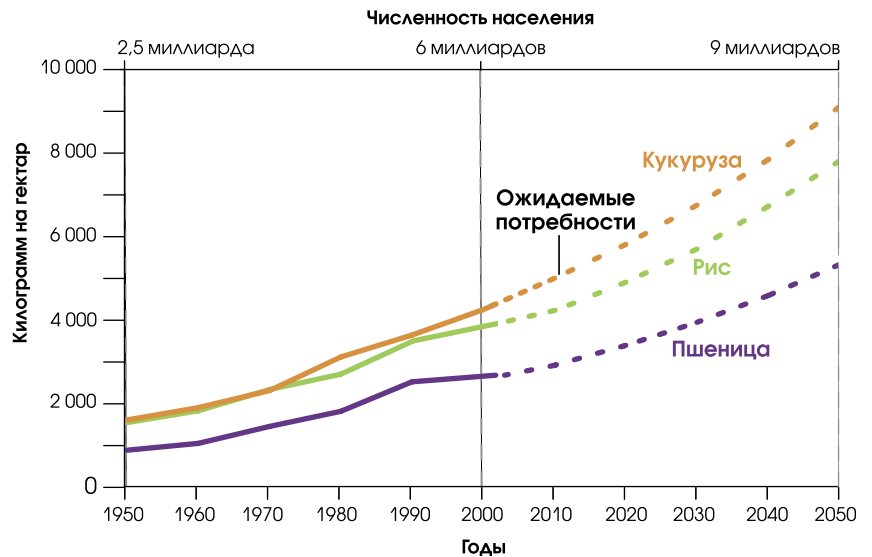


маркеров для идентификации определенных генных локусов у дикого предка риса *Oryza rufipogon*, произрастающего в Малайзии, и последующего переноса путем скрещивания 2000 его генов (~5% всего генома) в гибрид, культивируемый в Китае, с помощью скрещивания.

Эти гены должны были еще более повысить урожайность культурного растения. Чтобы проверить, так ли это, генетически модифицированные растения тестировали на наличие таких важных признаков, как высота стебля, длина метелки, вес зерен. Половина «диких» локусов действительно способствовала повышению урожайности своих новых хозяев, хотя в некоторых случаях наблюдались нежелательные побочные эффекты (например, увеличение периода созревания). Два аллеля *O. rufipogon* не давали никаких побочных эффектов, при этом урожайность несущих их растений увеличилась, соответственно, на 17 и 18%. Как и в случае с томатами, ничто не говорило о том, что у диких растений риса есть гены, способные улучшить культурные сорта. Тем более удивительным и многообещающим был полученный результат.

Разумеется, не все полезные гены можно передать современным зерновым с помощью обычного скрещивания. Так, гены устойчивости к гербицидам или некоторым вредителям просто отсутствуют у растений, которые можно было бы скрестить с зерновыми. В таких случаях для переноса генов можно использовать бактериальную ДНК (этот метод называется трансформацией). Так получают генетически модифицированные (ГМ) растения, которые несут гены неродственных им видов.

При обычной трансформации растений предсказать точное местоположение чужеродного гена в геноме реципиента невозможно. Чтобы обойти эту трудность, можно воспользоваться гомологичной рекомбинацией, с помощью которой происходит обмен между ДНК клеток



Мировое производство кукурузы, риса и пшеницы возросло в три раза в период между 1950 и 2000 г., когда произошло такое же увеличение численности населения земного шара. Чтобы прокормить 9 миллиардов человек в 2050 г. при сохранении уровня потребления зерновых на прежнем уровне, их производство нужно увеличивать ежегодно на 1,5%.

млекопитающих и некоторых бактерий и трансформирующей их ДНК. Этот обмен осуществляется только в участках, где совпадают нуклеотидные последовательности обоих ДНК, тем самым становится известно местоположение встраиваемого гена. Недавно удалось провести гомологичную рекомбинацию в ходе трансформации на растениях риса, аналогичный подход использован для замены аллелей в геноме кукурузы. Когда этот метод станет привычным, можно будет осуществлять обмен генами между растениями, не

скрещивающимися обычным путем, а также ускорить процесс выведения новых сортов растений.

За последние 3000 лет не появилось ни одного нового вида зерновых, следовательно, для того, чтобы удовлетворить возрастающие потребности человечества в пищевых продуктах, остается модифицировать существующие виды. Сделать это можно, выявив и реализовав скрытые пока возможности генома растений. Если это удастся сделать, мы станем свидетелями новой «зеленой революции». ■

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

- Seed Banks and Molecular Maps: Unlocking Genetic Potential from the Wild. Steven D. Tanksley and Susan R. McCouch in Science, Vol. 277, pages 1063–1066; August 22, 1997.
- A Draft Sequence of the Rice Genome (*Oryza sativa* L. ssp. japonica). Stephen A. Goff et al. in Science, Vol. 296, pages 92–100; April 5, 2002.
- Gramene, a Tool for Grass Genomics. D. H. Ware et al. in Plant Physiology, Vol. 130, No. 4, pages 1606–1613; December 2002.
- Early Allelic Selection in Maize as Revealed by Ancient DNA. Viviane Jaenicke-Despre et al. in Science, Vol. 302, pages 1206–1208; November 14, 2003.

Беседа Клаудии Дрейфус
с Лоренсом Кроссом

Что беспокоит ФИЗИКОВ?

Известность декану физического факультета Университета Западного резервного района Лоренсу Кроссу (Lawrence Krauss) принесло его пророчество о том, что таинственная темная энергия может стать ключом к пониманию начальной стадии развития Вселенной. Многие знают его как активного общественного деятеля. Кросс – один из 60 известных ученых, подписавших в феврале 2004 г. открытое письмо, в котором подвергается резкой критике неправильное отношение администрации Буша к науке. Однако широкой публике он больше знаком как автор серьезных критических статей и научно-популярных книг. Его бестселлер «Физика Звездного пути» (*The Physics of Star Trek*) переведен на 15 языков. Сейчас Кросс заканчивает свою седьмую книгу – «Спрятанные в зеркале: Загадочное очарование дополнительных измерений» (*Hiding in the Mirror: The Mysterious Allure of Extra Dimensions*), которую он называет «исследованием нашего давнего литературного, художественного и научного романа с идеей о существовании скрытых вселенных». Ученый дал интервью корреспонденту *Scientific American* Клаудии Дрейфус (Claudia Dreifus).



Лоренс Кросс – человек, имеющий особое мнение по многим вопросам. Например, он считает, что теория струн так и не смогла пролить свет на природу темной энергии.

Scientific American (SA): Что же сегодня беспокоит физиков больше всего?

Лоренс Кросс (ЛК): Сегодня перед нами стоят три насущных вопроса: какова природа темной энергии, как согласуется испарение черных дыр с квантовой механикой и, наконец, существуют ли дополнительные измерения? Все они связаны между собой и требуют пересмотра взглядов на квантовую теорию гравитации. Кто-нибудь непременно должен выдвинуть совершенно новую идею. Трудно предсказать, когда это произойдет. В 1904 г. нельзя было предвидеть, что годом позже появится замечательная теория Альберта Эйнштейна.

Я думаю, что эти вопросы скорее всего будут решены теоретическим, а не опытным путем, поскольку пока мы не в состоянии проводить эксперименты, результаты которых помогли бы нам найти правильный ответ. Готов держать пари, что решение не будет похоже ни на одну из известных ныне теорий, включая теорию струн.

SA: Теория струн не оправдала ожиданий?

ЛК: Не совсем так. Но я считаю, что ее время уже прошло. И теория струн, и теория петлевой квантовой гравитации выросли из математических затруднений в общей теории относительности.

Когда вы пытаетесь исследовать физические явления во все меньших масштабах, гравитация действует все хуже и хуже. В конечном счете получаются бесконечно большие значения. Почти все попытки создать квантовую теорию гравитации сводятся к объяснению природы таких бесконечностей. В теории струн и в теории петлевой квантовой гравитации эта трудность преодолевается «в лоб»: расстояния меньше некоторой величины попросту не рассматриваются. Обе теории основаны на предположении, что частицы не могут уменьшаться до нулевых размеров и превращаться в точечные

объекты – верный способ избавиться от математических бесконечностей. По-моему, главное различие между двумя теориями состоит в том, что теория струн значительно богаче интеллектуально и математически. Она не справилась со многими физическими проблемами, но зато вдохновила ученых на целый ряд интересных математических открытий. Мне кажется, что петлевая квантовая гравитация не дала даже этого.

SA: Вы утверждаете, что теория струн действительно ни к чему нас не привела?

ЛК: Ни теория струн, ни петлевая квантовая гравитация не помогли нам в решении основных физических проблем, среди которых я бы особо выделил существование загадочной темной энергии. Теория струн подарила нам идею о множественности миров или дополнительных измерений, поскольку именно на них она и основана. Сначала в ней

новых вселенных не очень-то согласуются с тем, что мы знаем из физики элементарных частиц об объединении сил природы. Как ни заманчива идея о существовании больших дополнительных измерений, она скорее всего неверна. Впрочем, время покажет.

SA: Почему вы решили написать книгу «Физика Звездного пути»?

ЛК: Все началось с шутки. В 1993 г. я закончил «Страх перед физикой» (*Fear of Physics*), и мы с моим редактором обсуждали тему следующей книги. В разговоре она упомянула, что ее дочь без ума от фантастических сериалов, и засмеялась: «Как насчет физики «Звездного пути»?»

Сначала я решил написать о телепортаторе, который может разобрать объект на атомы, почти мгновенно переместить их в другое место и снова собрать в единое целое. Как создать такое устройство? В конце концов я составил список всех феноменов

«Мы живем в обществе, где интеллигентному человеку не **СТЫДНО БЫТЬ** научно **БЕЗГРАМОТНЫМ**».

было целых 26 измерений, потом оказалось, что и 10 достаточно. Но наша Вселенная четырехмерна (три пространственных измерения плюс время), и много сил было потрачено только на то, чтобы объяснить невидимость дополнительных измерений. Кое-кто даже пытался превратить недостаток в достоинство, заявляя, что дополнительные измерения можно как-то обнаружить.

SA: Вы только что закончили книгу о параллельных вселенных. Думаете, они существуют?

ЛК: Я бы ответил так: параллельные миры – захватывающая область физики, особенно для молодых ученых. Но мне кажется, что дополнительные измерения не стоят того. Предлагаемые модели параллель-

из «Звездного пути», которые могли бы заинтересовать читателя и натолкнуть его на размышления о физике. Если людям нравится фантастика, им наверняка будет любопытно познакомиться с наукой, которая в тысячу раз удивительнее!

Я рассказал о вымышленных устройствах, которые не будут работать, но также указал читателям на еще более интересные вещи, возможные в нашей Вселенной. Сегодня наука предлагает нам такие идеи, о которых не додумался бы ни один фантаст. Я, например, сейчас занимаюсь космической антигравитацией: никто не понимает, откуда в пустом пространстве может взяться энергия. В мире нет ничего более сверхъестественного! ▶



Выступление Кросса (стоит) в Комитете стандартов обучения при министерстве образования штата Огайо убедило участников заседания исключить религиозные вопросы из списка научных предметов в средних школах. Однако креационисты не сдаются и продолжают борьбу.

SA: Почему?

ЛК: Если спросить ребенка, сколько энергии содержится в абсолютной пустоте, он скорее всего скажет: «Нисколько», потому что это – разумный ответ. Но мы убеждаемся в обратном: если все убрать, кое-что все-таки останется.

Более того, если в пустом пространстве содержится хотя бы немного энергии, то по законам физики ее там может быть и гораздо больше. Возникает вопрос: каким количеством энергии обладает пустота, так сказать, по природе? Согласно нашим представлениям о гравитации и о квантовой механике, пространство должно содержать примерно на 120 порядков (!) больше энергии, чем удастся обнаружить экспериментальным путем. Пока неизвестно, чем объясняется такой чудовищный разрыв между теоретическими и опытными дан-

ными. Это самая сверхъестественная и потому самая захватывающая физическая проблема.

SA: Сегодня немногие известные ученые занимаются общественной деятельностью. Полвека назад журналисты никогда не упускали возможности расспросить Альберта Эйнштейна о его взглядах на многие проблемы – отядерного разоружения до сионизма. Как вы думаете, почему представители научных кругов перестали принимать активное участие в общественной жизни?

ЛК: Я считаю, что помимо научных исследований ученые непременно должны заниматься популяризацией своей деятельности. Мы живем в обществе, где невежественный в вопросах науки человек может считать себя интеллигентом. Так было не всегда: в начале XX в. интеллигентность подразумевала способность к обсуждению современных научных проблем. Сегодня в журналах для, казалось бы, мыслящих людей можно встретить отзыв о научной книге, в котором рецензент без малейшего стыда пишет: «Потрясающая вещь! Я не понял ни единого слова». Если бы речь шла о трудах Джона Кеннета Гэлбрейта (John Kenneth Galbraith), обозреватель не осмелился бы щеголять экономической безграмотностью.

SA: Как же невежественность в науке стала приемлемой для общества?

ЛК: Всем известно, что научные дисциплины преподаются во многих школах из рук вон плохо, а некоторые преподаватели не имеют даже базовой научной подготовки. Я был в шоке, когда узнал, что школьный учитель моей дочери не в состоянии внятно изложить даже самые простые научные понятия. По-моему, это типичный случай. С каждым днем наука становится все более эзотерической и потому труднее воспринимается людьми.

Вряд ли я скажу что-то новое, если замечу, что после Второй мировой

войны американские ученые превратились в изолированную элиту. Аура секретности позволяет им закрывать глаза на гражданскую ответственность. Представители науки стали особой кастой.

До 1970-х гг. многие американские ученые даже не задумывались о важности контактов с обществом. В те старые добрые времена государство не жалело денег на науку. Эйфория закончилась в 1993 г., когда конгресс похоронил в техасских прериях сверхпроводниковый суперускоритель на встречных пучках. Стало ясно, что физики что-то делают не так.

Мы не смогли убедить налогоплательщиков – и даже многих своих коллег – в том, что на постройку сверхпроводникового ускорителя стоило потратить миллиарды. Ученые поняли: чтобы получить деньги на свои исследования, им необходимо объяснить широкой публике, зачем это нужно. Я, например, предпочитаю рассказывать людям, как прогресс науки связан с их повседневной жизнью.

SA: Вы выступаете против преподавания креационизма в школах и жестко оспариваете изменения учебного плана, предлагаемые креационистами. Вам нравится этим заниматься?

ЛК: Вовсе нет! Приятно прививать людям интерес к науке, а защищать ее от нелепых нападок – пустая трата времени и сил.

Меня пригласили после того, как несколько креационистов были назначены в Комитет стандартов обучения при министерстве образования штата Огайо. Они предложили ввести учебный курс, посвященный разумному замыслу, в котором совершенно неоправданно ставится под сомнение теория эволюции.

Целый год я был в центре событий, сильно напоминавших политическую кампанию. Когда все закончилось, оказалось, что мы выиграли, потому что не допустили теорию разумного замысла

в учебные классы, и вместе с тем проиграли, поскольку «из чувства справедливости» комитет добавил в общеобразовательные стандарты формулировку: «Школьники должны изучить, как ученые критически исследуют эволюционную теорию». Я настоятельно выступал против этого: в нормах должно быть сказано, что ученые *вообще все* исследуют критически!

Как я и боялся, принятая формулировка открыла лазейку для креационистов, утверждающих, что есть все основания сомневаться в справедливости эволюционной теории. И все началось сначала: мне опять пришлось бросить свои дела, потому что креационисты снова затеяли свои игры в штате Огайо. Вы только подумайте, одно из занятий в учебном плане было посвящено резкой критике дарвинизма!

Иногда хочется просто махнуть на все рукой. Но именно этого ждет от нас Филипп Джонсон (Phillip Johnson), адвокат, предложивший такую стратегию: «Мы будем стоять на своем до тех пор, пока не исчезнет последний эволюционист».

SA: Не попадают ли ученые в ловушку, когда пытаются быть «справедливыми» и «дают всем равное время» в своих дебатах с антидарвинистами?

ЛК: Совершенно верно. Наука основана не на справедливости. В ней все проверяется эмпирическими методами; то, что не согласуется с результатами экспериментов, беспощадно отбрасывается. Точка. На этом зиждется прогресс.

Я не против изучения креационизма в классах с религиозным уклоном. Но ни в коем случае нельзя выдавать его за научную дисциплину! Меня тревожит то, что филантропы вроде Билла Гейтса финансируют креационистов. Недавно одна из покровительствующих им организаций, именуемая Институтом открытий, получила уже второй грант от Фонда Гейтса в размере \$10 млн. Правда, деньги,

как правило, выделяются не на поддержку теории разумного замысла, но фактически такие гранты повышают доверие к людям, цели и действия которых вызывают сомнение. Во время дебатов по поводу общеобразовательных стандартов штата Огайо сотрудники названного института умудрились находить противоречия в теории эволюции даже там, где их вовсе нет, и все время твердили о беспристрастности, которая здесь совершенно ни при чем. *(Пресс-секретарь Фонда Билла и Мелинды Гейтс Эми Лоу (Amy Low) заявила, что фонд «принял решение не отвечать на комментарии доктора Кросса».* – Прим. ред.)

SA: Почему вас так встревожил именно этот грант?

ЛК: Дело в том, что сейчас многие вопросы, связанные с наукой, превращаются в PR-кампании, в ко-

вой системы ПРО, представители Пентагона заявили, что их больше не будет до тех пор, пока систему не достроят полностью.

SA: Вы пишете популярные книги и много времени уделяете общественной деятельности. Когда же вы занимаетесь наукой?

ЛК: В тихие ночные часы и во время занятий со студентами и аспирантами. Вы не представляете себе, сколько мы успеваем сделать, когда собираемся вместе!

Иногда я месяцами поглощен совершенно другими делами, которые страшно изматывают меня. Говорить о науке нужно, и это, возможно, самая важная моя работа. Но если бы я не занимался наукой, то чувствовал бы себя мошенником. Вместе с тем я считаю своим долгом уделять внимание обществу.

SA: Почему вы так категоричны?

«Я не против изучения **креационизма** в классах с религиозным уклоном. Но его **нельзя выдавать за научную дисциплину**».

торых истина отходит на второй план, уступая место грызне и спорам о сфабрикованных противоречиях. Это опасно для науки и для общества, потому что научные доказательства, полученные в результате наблюдений и испытаний, не могут быть предметом торга или орудием политической борьбы.

Подвергая сомнению наши методы, креационисты подрывают доверие к науке и облегчают возможность искажения научных результатов в тех областях, где еще есть спорные вопросы. Вы посмотрите, что происходит вокруг таких проблем, как стволовые клетки, аборт, глобальное потепление и противоракетная оборона. Когда провалились испытания но-

ЛК: Потому что наука не может существовать в изоляции. Она развивается в социальном контексте, и ее результаты имеют большое значение для общества, порой просто помогая нам осознать наше место в мироздании.

Приобретая новые знания, мы непременно должны заниматься их распространением и разъяснением. Естественно, не каждый ученый в состоянии тратить время на популяризацию своих идей. Но поскольку в нынешнем обществе наука играет жизненно важную роль, а многие не жалеют сил, стремясь исказить достигнутые ею результаты, очень важно, чтобы некоторые из нас все же поднимались на трибуну. ■



Хантер Хоффман

ЦЕЛИТЕЛЬНАЯ ВИРТУАЛЬНАЯ реальность

Виртуальные
компьютерные
миры
помогают
людям
превозмогать
мучительную
боль и
преодолевать
навязчивые
страхи.

Виртуальные компьютерные миры помогают людям превозмогать мучительную боль и преодолевать навязчивые страхи.

Герои фантастического фильма «Матрица» совершают свои подвиги в виртуальном мире. Не покидая кресел, они сражаются со злодеями, уворачиваются от пуль и носятся на мотоциклах по лабиринтам, хитроумно сконструированным компьютерными программами. Главная особенность виртуальной реальности – создание иллюзии пребывания в каком-то ином пространстве – может принести огромную пользу медицине. Ученые начинают понимать, что лучшее применение виртуальной реальности – не развлечения, а терапия.

Можно ли с помощью виртуальной реальности облегчить страдания людей, получивших тяжелые ожоги и испытывающих невыносимую боль? Поиску ответа на этот вопрос и посвящена наша многолетняя совместная работа со специалистом по боли из Медицинской школы Вашингтонского университета Дэвидом Паттерсоном (David R. Patterson). Полученные результаты оказались настолько обнадеживающими, что в нескольких

американских клиниках уже ведется подготовка к использованию виртуальной реальности в качестве обезболивающего средства. В другой серии исследований мы используем аналогичные компьютерные программы для устранения иррационального навязчивого страха пауков у фобических пациентов и лечения посттравматического стрессового расстройства (ПТСР) у жертв террористических актов.

Мир паука и Мир снега

Пожалуй, наибольшие мучения приносят тяжелые ожоги. Пережив ужасные страдания непосредственно после травмы, пациенты ожоговых отделений должны еще выдержать длительный и не менее мучительный процесс лечения и выздоровления. Ежедневная обработка ран, их промывание и удаление отмерших тканей для предотвращения инфекции может причинять человеку такую страшную боль, что унять ее не способны даже высокие дозы опиоидов. Для того чтобы заживающая кожа сохранила свою эластичность, а расположенные под ней мышцы не атрофировались, ее нужно регулярно растягивать. Во время ▶

этой процедуры большинство пациентов (особенно дети) предпочитают думать о каких-нибудь посторонних предметах. А нельзя ли отвлечь их внимание от болевых ощущений с помощью многочисленных компьютерных программ? Об этом мы с Паттерсоном, а также с коллегами из Медицинской школы Вашингтонского университета задумались в 1996 г., когда работали в Ожоговом центре Харборвью в Сиэтле.

В центр поступили два мальчика-подростка, получивших тяжелые ожоги в результате возгорания бензина. У одного был ожог ноги, у другого была поражена треть поверхности тела – лицо, шея, спина, руки и ноги. Обоим больным была произведена операция по пересадке кожи и установлены скобки для фиксации трансплантатов. Мы начали наблюдать детей, когда у них были удалены фиксирующие скобки. Перед этой процедурой оба пациента получали обычную терапевтическую дозу опиатов. Кроме того, каждый из них проводил часть времени за компьютером, погрузившись в виртуальную реальность, и столько же времени за популярной видеоигрой *Nintendo (Wave Race 64, гонки на реактивных лыжах, либо Mario Kart, автогонки)*. Программа виртуальной реально-

сти *SpiderWorld* («Мир паука») первоначально была разработана как средство для лечения людей с навязчивым непреодолимым страхом пауков. Надев на голову шлем со встроенным стереоскопическим дисплеем, на котором появлялись трехмерные компьютерные графические изображения, пациенты получали полную иллюзию пребывания на кухне с окном и мебелью с многочисленными горизонтальными плоскостями и выдвижными ящиками. На кухне сидел тарантул; эффект присутствия усиливал игрушечный паук, подвешенный на нитке над постелью пациента, который мог дотронуться до него рукой.

По рассказам подростков, видеоигры *Nintendo* не могли отвлечь их от боли во время процедур, а погружение в виртуальный «Мир паука» значительно облегчало страдания. После каждого терапевтического сеанса пациенты оценивали интенсивность боли по шкале от 0 до 100 баллов. Игра *Nintendo* способна надолго поглотить внимание здорового человека, но погружение в двухмерный мир видеоигры оказывается гораздо менее глубоким, чем в трехмерную виртуальную реальность. Этот вывод подтверждают и результаты исследования 12 пациентов, проведенно-

го в Ожоговом центре Харборвью: интенсивность болей у пациентов, использовавших традиционные средства облегчения боли (только опиоиды), была в два раза выше, чем в случае погружения в виртуальный «Мир паука».

Стремясь повысить эффективность «виртуальной терапии», наша исследовательская группа создала специальную программу «Мир снега» (*SnowWorld*), призванную облегчить страдания ожоговых пациентов. Разработанная при поддержке одного из основателей компании *Microsoft* Пола Аллена (Paul G. Allen), и Национального института здравоохранения, она создает иллюзию полета через запорошенный снегом каньон, по дну которого протекает замерзающая речка и бурлит водопад, а в воздухе над ним кружат снежинки. Поскольку многие пациенты жалуются на то, что во время лечебных процедур они испытывают такие же сильные мучения, как и сразу после травматизации, мы надеялись, что снег и лед хотя бы немного успокоят их опаленную пламенем кожу. Когда больной парит над виртуальным каньоном, он может кидаться снежками в снеговиков, эскимосские хижины, роботов и пингвинов, стоящих на узкой кромке льда или плывущих по реке. Если снежок поражает цель, фигуры исчезают в облаке снежной пыли, пингвины с криканьем переворачиваются вверх тормашками, а роботы превращаются в груды железа.

Дальнейшие работы выявили, что лечение виртуальной реальностью благотворно воздействует не только на состояние ожоговых пациентов. Мы обследовали 22 здоровых добровольца, которым на 10 минут на руку помещалась манжета для измерения кровяного давления. Каждые две минуты испытуемые должны были оценивать вызываемую ею боль; как и ожидалось, с течением времени болевые ощущения усиливались. Но в течение

ОБЗОР

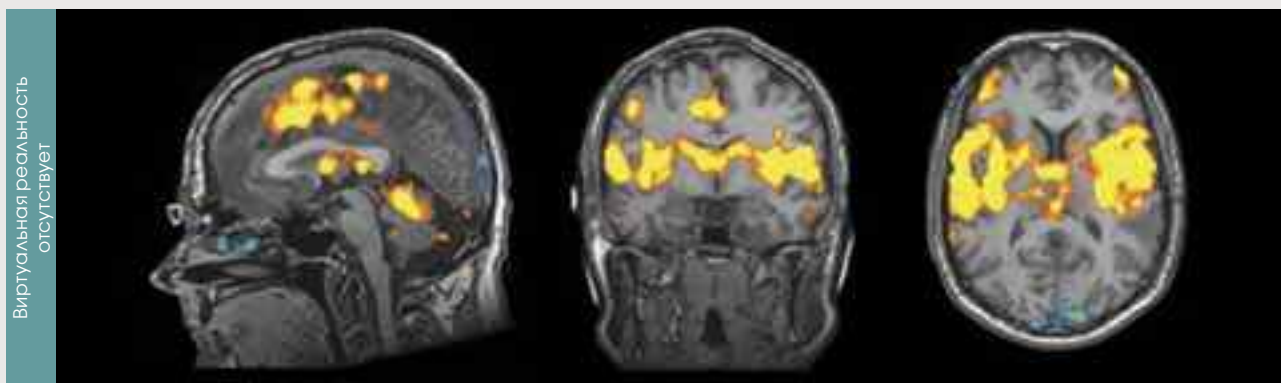
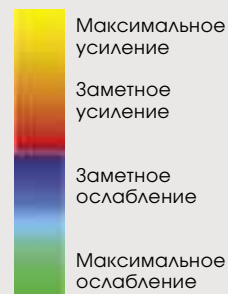
ВИРТУАЛЬНО-РЕАЛЬНАЯ ТЕРАПИЯ

- Один из наиболее эффективных способов облегчения боли – отвлечение внимания. Виртуальная реальность переносит человека в трехмерное пространство, а потому как нельзя лучше помогает больным вытерпеть боль.
- Программы виртуальной реальности во время обработки ран у ожоговых пациентов значительно ослабляют боль. Изображения, полученные с помощью функциональной магнито-резонансной томографии, показывают, что виртуальная реальность вызывает снижение уровня активности головного мозга, связанной с болью.
- Кроме того, эти программы помогают фобическим пациентам преодолеть страх пауков, высоты, воздушных перелетов или публичных выступлений. Разработана методика лечения посттравматического стрессового расстройства у выживших жертв террористического акта 11 сентября 2001 г.

Когда здоровых испытуемых подвергали болевой стимуляции, изображения, полученные с помощью функциональной магнитно-резонансной томографии, показывали сильное увеличение активности в нескольких отделах мозга, связанных с восприятием боли (справа и вверху, ближние снимки). Но если в это время пациенты пребывали в виртуальной реальности, болевая активность мозга была невысока (справа и внизу, дальние снимки).



Изменения мозговой активности в ответ на боль



двух последних минут процедуры каждому испытуемому предлагалось на короткое время погрузиться в «Мир паука» или «Мир шоколада» (*ChocolateWorld*). (Пользователь последней программы видит виртуальную плитку шоколада, соединенную через позиционный датчик с реальной шоколадкой; откусывая кусочек настоящей конфеты, он видит, как исчезает и соответствующая часть

виртуальной сладости.) По словам испытуемых, во время погружения в виртуальную реальность их болевые ощущения значительно ослабевали.

Более того, мы обнаружили, что качество компьютерных систем напрямую связано со степенью облегчения боли. В одном из исследований каждый из 39 здоровых добровольцев в течение 30 секунд

подвергался воздействию теплового болевого раздражителя. В это время 20 из них погружались в интерактивную версию «Мира снега», имея на голове высококачественный шлем виртуальной реальности, наушники для прослушивания звуковых эффектов и датчик, отслеживающий положение головы. Остальные 19 испытуемых, получившие низкокачественный ▶



Программа виртуальной реальности, воссоздающая взрыв автобуса, предназначена для лечения посттравматического стресса у выживших жертв терактов в Израиле и Испании. Постепенно приучая пациентов к реалистичным образам и звукам, характерным для этой ситуации, программа помогает им осознать, пережить и в конце концов преодолеть мучительные эмоции, связанные с реальным событием.

шлем без позиционного датчика, не могли слышать звуки и швыряться снежками по иллюзорным целям. Была выявлена значительная положительная корреляция между силой иллюзии (т.е. убежденностью испытуемых в том, что они действительно пребывают в виртуальном мире) и ослаблением болевых ощущений.

Боль и головной мозг

В описанных выше исследованиях учитывалась только субъективная оценка боли пациентами. Для более строгой проверки предположения об обезболивающем действии виртуальной реальности я вместе с коллегами из Вашингтонского университета – Тоддом Ричардсом (Todd L. Richards), Эриком Биллсом (Eric R. Bills), Барбарой Кода (Barbara A. Coda) и Сэмом Шарар (Sam Sharar) – решил исследовать активность головного мозга, связанную с болью, методом функциональной магнито-резонансной томографии (ФМРТ). Мы провели сканирование мозга здоровых испытуемых, подвергшихся короткой болевой стимуляции посредством прикрепленного к ступне электронагревательного элемента. Когда на пациентов воздействовали тепловые стимулы без применения виртуальной реальности, они сообщали, что чувствуют сильную боль и большую часть времени думают о ней. Как и следовало ожидать, с помощью ФМРТ было выявлено значительное усиление активности в пяти структурах головного мозга, связанных с восприятием боли: островке, таламусе, первичной и вторичной соматосенсорной коре и в чувствительной зоне поясной коры (см. иллюстрацию на стр. 39).

В ходе исследования мы создали виртуальные очки и волоконно-оптический шлем из немагнитных непроводящих материалов, на который не влияли мощные магнитные поля внутри системы

ФМРТ. С помощью этих приборов мы обнаружили, что когда при воздействии теплового стимула испытуемые погружались в «Мир снега», болевая активность в мозгу значительно снижалась (одновременно уменьшались и показатели субъективной оценки болевых ощущений). Таким образом, полученные результаты показали, что виртуальная реальность изменяет не только восприятие людьми болевых сигналов: эти программы снижают уровень болевой активности в головном мозге.

Ученые установили также, что виртуальная реальность способна облегчать страдания пациентов при крайне мучительной урологической процедуре под названием прямая цистоскопия, во время физиотерапевтических процедур после хирургических вмешательств на мышцах и сухожилиях, в ходе стоматологических операций, а также у больных, перенесших инсульт.

Виртуальная реальность против страха

Еще одна область терапевтического использования виртуальной реальности – лечение фобий путем демонстрации пациентам графических изображений объектов, вызывающих у них непреодолимый страх. Этот прием впервые был использован в 1990-х гг. Барбарой Рутбаум (Barbara O. Rothbaum) из Университета Эмори и Ларри Ходжесом (Larry F. Hodges) из Университета Северной Каролины в г. Шарлотт для лечения людей, боящихся высоты, воздушных полетов и публичных выступлений, а также ветеранов Вьетнамской войны с хроническим посттравматическим стрессом. Как и виртуальные программы по борьбе с болью, эта форма терапии способна менять у пациентов привычный ход мыслей, поведение и восприятие информации.

Работая с программами, мы обнаружили, что погружение в вир-

туальную реальность эффективно избавляет пациентов от страха пауков. Наша первая больная с «паукобоязнью» под вымышленным именем мисс Маффит страдала этим тревожным расстройством 20 лет и приобрела за это время ряд форм навязчивого поведения. Чтобы избавиться от пауков, она непрестанно дезинфицировала свой автомобиль и опрыскивала его пестицидами. Каждый вечер она тщательно осматривала спальню на предмет возможного присутствия насекомых, а затем наглухо закрывала окна и клеивала их липкой лентой. Куда бы ей ни доводилось попасть, она тут же принималась за поиск паукообразных и избегала ходить по дорогам, где они могли бы ей повстречаться. Выстирав одежду, она тут же складывала ее в пластиковый мешок, а затем проверяла еще раз, нет ли в ней пауков. Год от года состояние пациентки ухудшалось. Когда мисс Маффит перестала уже выходить из дома, она поняла, что пора обращаться к специалистам.

Как и другие формы экспозиционной терапии, лечение с помощью виртуальной реальности предполагает постепенное приучение человека, страдающего той или иной фобией, к объектам и ситуациям, вызывающим у него страх. Мало-помалу боязнь исчезает, и пациент успокаивается. На первых терапевтических сеансах он видит, как в виртуальной кухне сидит виртуальный тарантул, и, перемещаясь в трехмерном пространстве с помощью джойстика, старается «подойти» к объекту своих страхов как можно ближе. Его цель – приблизиться к пауку на расстояние вытянутой руки.

На последующих занятиях пациент надевает перчатку, отслеживающую перемещения руки и позволяющую компьютерной программе создать ее изображение (киберруку) в пространстве виртуальной кухни. Больной манипулирует ки-



Страх перед публичными выступлениями можно устранить с помощью программы, разработанной компанией *Virtualy Better*, поставляющей свои разработки психологам и психиатрам. Президент компании выступает перед виртуальной аудиторией, присутствующей на дисплее его виртуального шлема и на компьютерном мониторе.

беррукой, стараясь дотронуться до паука, а тот издает писк и отползает в сторону. Затем пациент виртуальной рукой поднимает лежащую на полу вазу; когда он ее отпускает, сосуд остается висеть в воздухе, но в это время из него выползает виртуальный тарантул. Когда паук падает на пол, раздается звуковой эффект из классического фильма ужасов «Психоз». Пациент выполняет каждое задание до тех пор, пока не перестает испытывать тревогу, и только после этого переходит к следующему этапу. На заключительных терапевтических сеансах его ждет еще одно новшество – тактильная (осозательная) обратная

связь с виртуальной реальностью. Перед ним подвешивается игрушечный паук с электромагнитным позиционным датчиком, благодаря чему больной, дотрагиваясь киберрукой до виртуального насекомого, может чувствовать мохнатое существо.

Всего через 10 сеансов страха мисс Маффит заметно поутихла, а вместе с ними исчезло и неадекватное поведение. Пациентка добилась потрясающих успехов: она смогла (почти не испытывая тревоги) в течение нескольких минут держать на ладони живого паука, который даже заполз ей на плечо. В проведенном позднее ▶

ОБ АВТОРЕ:

Хантер Хоффман (Hunter G. Hoffman) – директор Научно-исследовательского центра виртуальной анальгезии при Вашингтонском университете в г. Сиэтл. Он изучает факторы, усиливающие иллюзию пребывания в виртуальном мире, с целью повышения анальгетической эффективности компьютерных терапевтических программ.

С помощью виртуальной реальности МОЖНО ЛЕЧИТЬ и фобических пациентов, постепенно ПРИУЧАЯ их К ВИРТУАЛЬНЫМ ПРООБРАЗАМ ИХ НАВЯЗЧИВЫХ СТРАХОВ.

исследовании 23 человек с диагнозом «клиническая фобия» значительное ослабление страха пауков отмечалось у 83% пациентов. До лечения эти люди не могли заставить себя подойти к садку с живым тарантулом ближе, чем на три метра. После курса виртуальной терапии они спокойно подходили вплотную к клетке и, не испытывая особой тревоги, дотрагивались до дверцы. Некоторые даже отваживались открывать ее.

Аналогичные компьютерные программы можно использовать и для лечения более серьезных

психических нарушений – посттравматического стрессового расстройства (ПТСР). Симптомы заболевания включают в себя острые воспоминания о травматическом событии, сильные реакции на любые факторы, символизирующие или напоминающие происшествие, замкнутость, эмоциональную глухоту и раздражительность. Это изнурительное состояние отражается на жизни и работе человека и поддается лечению гораздо труднее, чем различные формы фобии. Значительных успехов в лечении ПТСР позволили добиться методы

когнитивно-поведенческой терапии – такие, например, как продолжительная экспозиционная терапия, разработанная психологом из Пенсильванского университета Эдной Фоа (Edna Foa). Ее метод помогает пациентам осознать, пережить и ослабить эмоции, связанные с памятью о травматическом событии. Врач постепенно приучает больного к раздражителям, активирующим такие эмоции, и обучает его управлять нежелательными реакциями.

Сегодня исследователи пытаются выяснить, можно ли с помощью программ виртуальной реальности добиться повышения эффективности лечения больных – особенно таких, которые не поддаются воздействию традиционными способами. Джоан Дайфид (JoAnn Difede) из Корнеллского университета разработала метод виртуально-реальной экспозиционной терапии для молодой женщины, которая во время террористического акта 11 сентября 2001 г. находилась в одном из зданий Всемирного торгового центра и у которой впоследствии развилось ПТСР. Во время лечебных сеансов пациентка надевала шлем виртуальной реальности,



«Мир паука» – программа виртуальной реальности, призванная помочь фобическим пациентам преодолеть страх перед паукообразными. Дисплей, встроенный в шлем виртуальной реальности на голове пациентки, демонстрирует изображения иллюзорного паука (один из кадров этой программы показан на заднем плане). Чтобы обеспечить тактильную обратную связь с виртуальной реальностью, система отслеживает положение игрушечного паука (его держит в руке автор статьи), благодаря чему больная может «дотронуться» до виртуального тарантула.

Перевязочная в Ожоговом центре Харборвью в г. Сиэтл. Программа виртуальной реальности помогает облегчить боль во время обработки раны. Надев на голову шлем виртуальной реальности и зажав в руке джойстик, пациент работает с программой «Мир снега» (см. открывающую полосу), разработанной для облегчения боли. Исследования показывают, что эти программы более эффективно, чем видеоигры, отвлекают внимание пациентов от страданий во время перевязки ран.



позволявший ей видеть и слышать, как над башнями Центра пролетают реактивные самолеты, как они врезаются в здания и взрываются. Хотя состояние больной постепенно улучшилось, чудовищные сцены, показанные ей на заключительных сеансах – выпрыгивающие из горящего здания люди, крики и вой сирен, – по-прежнему вызывали у нее сильную тревогу. Но эти раздражители могут помочь пациентке вспомнить подробности ужасных событий и под руководством терапевта ослабить дискомфорт, связанный с воспоминаниями о случившемся.

Перспективы

Эффективность виртуальной реальности при лечении различных фобий уже доказана десятками исследований и открывает путь к широкому клиническому использованию метода. Вместо того чтобы ложиться на кушетку и тихо беседовать с врачом, сегодня пациенты интерактивно противостоят своим страхам, летая при этом на виртуальных самолетах или выступая перед огромной иллюзорной аудиторией. Компьютерная компания *Virtually Better* уже создала программы для лечения самых разнообразных тревожных расстройств: страха высоты, воздушных пере-

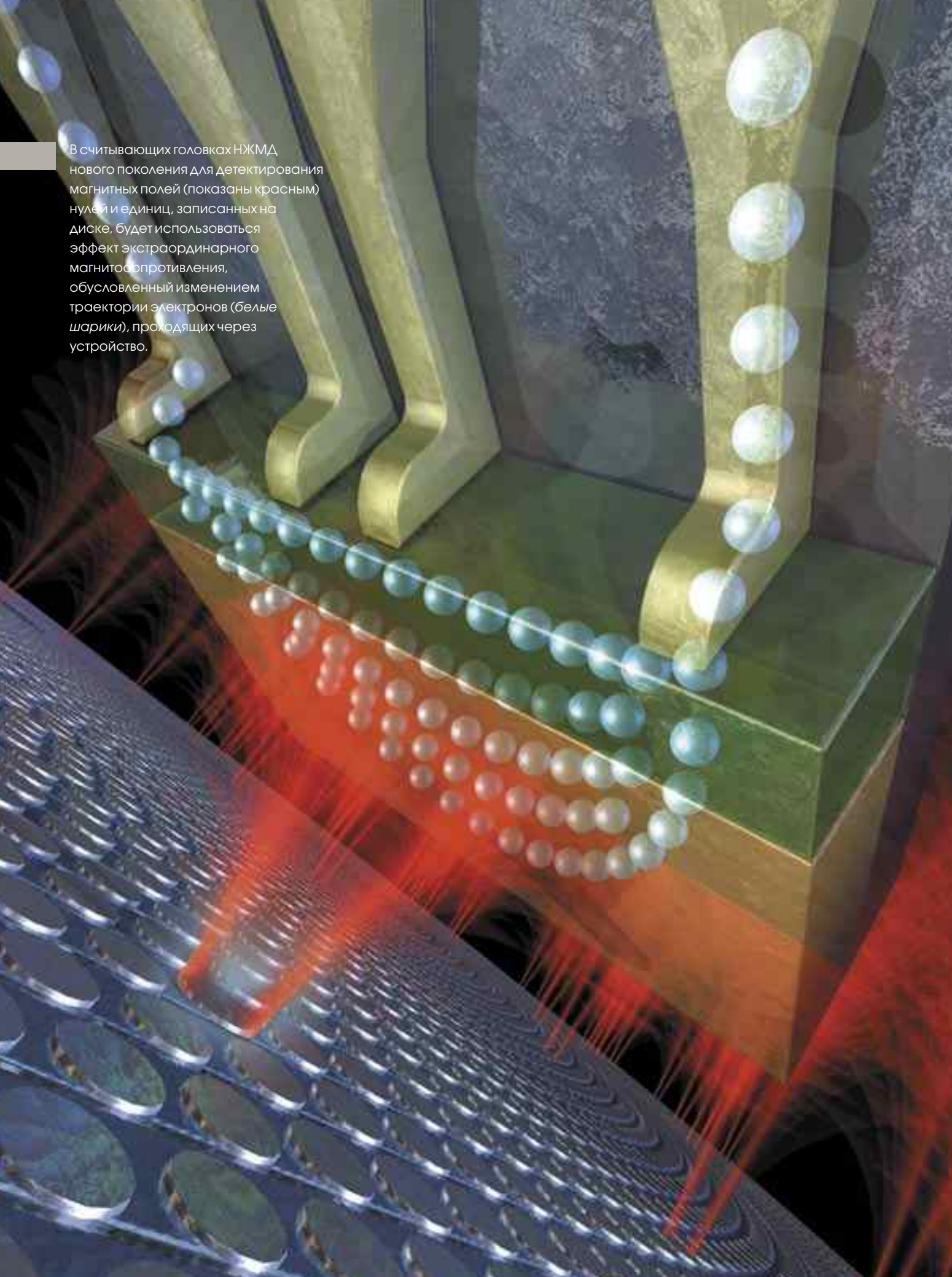
летов и публичных выступлений. Компания поставляет свои разработки психологам и психиатрам за \$400 в месяц и разрешает использовать их в лечебных целях в частной практике. Аналогичные программы предлагает и испанская фирма *PREVI*.

С другой стороны, для того, чтобы выяснить, действительно ли виртуальная реальность способна повышать эффективность лечения ПТСР, требуются дополнительные исследования. Однако ряд ведущих специалистов в этой области мало-помалу начинают осознавать преимущества нового метода. Серьезные клинические испытания необходимы и для оценки эффективности виртуальной анальгезии при лечении ожогов. Наше исследование показало, что программа «Мир снега» совершенно безвредна и не дает никаких побочных эффектов. А поскольку она обычно дополняет традиционное лечение ожоговых больных опиоидами, виртуальная реальность может впоследствии помочь им преодолеть наркотическую зави-

симость и более стойко переносить болезненную обработку ран и физиотерапевтические процедуры, ускоряющие выздоровление. Высококачественные системы обезболивающей виртуальной реальности стоят пока очень дорого, но мы надеемся, что прорыв в области дисплейных технологий приведет в ближайшие годы к их существенному удешевлению. А пациенты, подвергающиеся менее болезненным операциям (например, стоматологическим), могут использовать более дешевые системы.

Иллюзии, создаваемые терапевтическими программами виртуальной реальности, своей причудливостью не идут ни в какое сравнение с фантастическим миром фильма «Матрица». Но и в наши дни они достигли достаточно высокого уровня развития, чтобы помогать людям преодолевать боль, страхи и негативные воспоминания. Не исключено, что в будущем эти программы найдут применение и в других областях медицины. ■

В считывающих головках НЖМД нового поколения для детектирования магнитных полей (показаны красным) нулей и единиц, записанных на диске, будет использоваться эффект экстраординарного магнитосопротивления, обусловленный изменением траектории электронов (белые шарики), проходящих через устройство.



Стюарт Солин

субмикронные

МАГНИТНЫЕ СЕНСОРЫ

Недавно открытый эффект экстраординарного магнитосопротивления **МОЖНО ИСПОЛЬЗОВАТЬ ДЛЯ СОЗДАНИЯ** нового поколения магнитных накопителей и целого ряда других полезных устройств, в том числе измерителей магнитного поля.

Зачастую изучение какого-нибудь явления приводит к неожиданному открытию нового эффекта, гораздо более интересного и важного. Именно такой случай произошел в 1995 г., когда я работал в научно-исследовательском институте компании NEC в Принстоне.

В те годы мы с коллегами изучали необычные электрические свойства полупроводниковой сверхрешетки – микроэлектронной структуры, состоящей из чередующихся слоев арсенида галлия (*GaAs*) и арсенида алюминия и галлия (*AlGaAs*). Прежде всего нас интересовала зависимость ее удельного сопротивления от толщины слоев. Чтобы разобраться в динамике процессов, протекающих на электронном уровне, сверхрешетку поместили в магнитное поле.

К величайшему удивлению мы обнаружили, что при увеличении магнитного поля сопротивление сверхрешетки резко возрастает. Такого поведения можно было бы ожидать от магнитных материалов, но уж никак не от исследуемых арсенидов. Магнитосопротивление (МС), т.е. относительное увеличение сопротивления, было столь большим и необычным, что мы немедленно занялись изучением физических основ нового эффекта.

К 1997 г. нам удалось разобраться в механизме удивительного явления. Кроме того, мы пришли к выводу, что простой структуре из немагнитного металла, например золота (*Au*), и полупроводникового слоя антимонида индия (*InSb*) должно быть свойственно еще большее МС. В 1998 г. вместе с Джин Хеманс (Jean Heremans) из Огайского университета мы изготовили *InSb-Au*-структуру, полностью оправдавшую наши ожидания (см. рис. на стр. 49): в магнитном поле 5 Тл ее МС при комнатной температуре достигало 10 тыс. Прежде при таких температурах удавалось добиться лишь в тысячи раз меньших значений. Эффект, названный экстраординарным магнитосопротивлением (ЭМС), можно использовать для создания сложных магнитных датчиков, которые найдут применение в устройствах сверхплотной записи данных, автомобильных системах управления, промышленном оборудовании, медицинских приборах и бытовой электронике.

Особенности ЭМС

В последние десятилетия ученые много работают над созданием миниатюрных и в то же время высокочувствительных магнитных сенсоров и поэтому довольно часто сталкиваются с большим ▶

магнитосопротивлением (см. врезку на стр. 47). Уникальность ЭМС в том, что для его получения не требуются магнитные материалы – весьма интересное и, как будет показано ниже, полезное свойство.

Большое МС, как правило, обуславливается взаимодействием магнитного поля атомов материала с проходящими через него электронами, которые представляют собой как бы маленькие стержневые магнетики. Обычно ориентированные случайным образом, в магнитном материале они поляризуются и поворачиваются в направлении его магнитного поля. Если магнитное поле вещества параллельно направлению поляризации тока, то он испытывает меньшее сопротивление, а если антипараллельно – то большее.

Таким образом, МС-структуры обычно состоят из слоя магнитного вещества, которое поляризует ток, и слоя с управляемой намагниченностью. Последний облегчает или затрудняет прохождение электронов в зависимости от взаимной ориентации магнитных полей обоих слоев. Устройства, в которых используется магнетизм электронов, называют магнитоэлектронными, или спинтронными. Последнее название отражает связь магнетизма электронов с их спином.

Как же возникает ЭМС в отсутствие магнитных материалов? Дело в том, что на электрон, движущийся в магнитном поле, перпендикулярно направлению движения действует сила Лоренца, искривляющая его траекторию (см. рис. на стр. 48). Именно этим объясняется возникновение обычного магнитосопротивления. Достаточно сильное магнитное поле заставляет электроны двигаться по винтовым спиральям, и поэтому их путь от одного конца проводника до другого занимает больше времени. В результате сила тока уменьшается, т.е. сопротивление материала увеличивается. Если говорить точнее, из-за столкновений с атомами примесей и другими дефектами кристаллической решетки любой электрон движется по случайной ломаной линии, которая становится длиннее за счет того, что магнитное поле искривляет каждый ее отрезок.

Огромная величина ЭМС обусловлена взаимодействием электронов, движущихся по искривленным траекториям, с субмикронными (порядка сотен нанометров) особенностями геометрической структуры ЭМС-устройства. Ключевую роль играют форма, взаимное расположение и электрические свойства контактных площадок и других элементов, изготавливаемых из различных материалов.

В спинтронных приборах и обычных немагнитных полупроводниках величина МС в основном определяется не конструкцией устройства, а физическими свойствами используемых материалов, например, концентрацией электронов, способных переносить ток. Главный вклад в ЭМС гибридных структур из немагнитных полупроводников и металлов вносит их геометрия, а не физика.

Механизм ЭМС

Чтобы понять сущность эффекта ЭМС, рассмотрим устройство, изображенное на стр. 48 (внизу). Его главный элемент – золотой диск, встроенный в тонкую пластинку из полупроводника с узкой запрещенной зоной, например из *InSb*. (Запрещенная зона – область квантовых состояний, которые не могут быть заняты электронами; ее ширина влияет на многие электронные свойства вещества.) Проводимость металла примерно в 2000 раз больше, чем проводимость полупроводника.

На контакты, находящиеся на противоположных концах пластинки, подается напряжение, создающее в материале электрическое поле. Ток течет вдоль его силовых линий, которые всегда располагаются перпендикулярно поверхности проводника и поэтому изгибаются внутрь и концентрируются на металлическом диске. В результате ток проходит через хорошо проводящий металл, и сопротивление устройства в целом оказывается небольшим. Его конкретное значение зависит от относительных размеров и формы металлической и полупроводниковой частей.

Магнитное поле, направленное перпендикулярно пластинке, заставляет носителей заряда двигаться под углом к силовым линиям электрического поля. Если магнитное поле будет достаточно сильным, отклонение траекторий на границе с металлом может достигнуть 90°. Иными словами, ток пойдет вокруг металлического диска, не входя в него. (Как показано на рисунке, дело обстоит

ОБЗОР

НОВЫЙ ВИД МАГНИТОСОПРОТИВЛЕНИЯ

- Магнитосопротивлением называется явление, заключающееся в увеличении или уменьшении электрического сопротивления металла или полупроводника под влиянием магнитного поля. В 1998 г. было открыто экстраординарное магнитосопротивление (ЭМС), характеризующееся большим относительным изменением сопротивления, величина которого зависит от геометрии устройства из металла и полупроводника.
- ЭМС можно использовать для создания считывающих магнитных головок, отличающихся высоким быстродействием и способностью работать при высоких плотностях записи. Другое достоинство ЭМС-головок – низкий уровень шума, обусловленный отсутствием в их конструкции магнитных материалов.
- В будущем ЭМС найдет применение в робототехнике, медицине, автомобилестроении, производстве бытовой техники и многих других отраслях народного хозяйства.

несколько сложнее, но главное, что электроны не проходят через металлический диск.)

Ток ведет себя так, словно золотой диск просто убрали из полупроводника. Сопротивление получившейся пластинки с широким отверстием и двумя узкими проводящими каналами по краям гораздо больше сопротивления сплошной полупроводниковой пластины, которое, в свою очередь, больше, чем сопротивление пластинки со встроенным металлическим диском. Таким образом, в отсутствие магнитного поля диск играет роль шунта с чрезвычайно низким сопротивлением, а в сильном поле он эквивалентен пустому пространству с очень высоким сопротивлением.

Разобраться в механизме ЭМС нам помогли труды Чарльза Вольфа (Charles Wolf) и Лестера Штильмана (Lester Stillman) из Илинойского университета, которые в 70-х гг. прошлого века изучали гибридные металл-полупроводниковые структуры. В частности, они исследовали подвижность носителей заряда – электронов и дырок. (Дырка – это отсутствие электрона, которое можно рассматривать как положительно заряженную частицу.)

Основываясь на работах Вольфа и Штильмана, мы с коллегами пришли к выводу, что в слабых магнитных полях ЭМС тем больше, чем выше подвижность носителей заряда в полупроводнике. Требуемая высокая подвижность обеспечивается в материалах с узкой запрещенной зоной, например в *InSb*. Определенных успехов в изготовлении сверхтонких пленок *InSb* добились Лесли Коэн (Lesley Cohen) и покойный Тони Страдлинг (Tony Stradling) из Имперского колледжа в Лондоне, а Майкл Сантос (Michael Santos) из Оклахомского университета получил интересные результаты при изучении гетероструктур, состоящих из слоев антимонида индия (*InSb*) и антимонида индия и алюминия (*InAlSb*). Обширные исследования ЭМС в гибридных структурах из металла и арсенида индия ▶



МАГНИТОСОПРОТИВЛЕНИЕМ (МС) называется изменение удельного электрического сопротивления вещества под воздействием магнитного поля. Магнитосопротивление металлов, открытое в 1857 г. британским физиком Уильямом Томсоном (лордом Кельвином), пренебрежимо мало. Полупроводники характеризуются малым и умеренным магнитосопротивлением. За последние десятилетия ученые открыли несколько видов МС. Практическое использование некоторых из них уже приносит многомиллиардные доходы.

ГИГАНТСКОЕ МАГНИТОСОПРОТИВЛЕНИЕ (ГМС) открыто в 1988 г. Петером Грюнбергом (Peter A. Grünberg) из Юлихского исследовательского центра и Альбером Фером (Albert Fert) из Университета Южного Парижа. Классическое ГМС-устройство состоит из двух слоев ферромагнитного материала (кобальта или железа), разделенных слоем немагнитного металла. Направление намагниченности одного ферромагнитного слоя поддерживается неизменным, а направление намагниченности другого изменяется под влиянием внешнего магнитного поля. Ток в немагнитном металле максимален, когда направления намагниченности ферромагнитных слоев совпадают, и минимален, когда они противоположны (антипараллельны). ГМС используется в считывающих головках современных НЖМД.

ТУННЕЛЬНОЕ МАГНИТОСОПРОТИВЛЕНИЕ (ТМС) впервые измерено Мишелем Жюльером (Michel Jullière) из Национального института прикладных наук в Рене. Конструкция такая же, как в случае ГМС, но вместо немагнитного металла используется тонкий слой диэлектрика, проводимость которого обусловлена квантовым туннельным эффектом. Возможно, ТМС будет реализовано в считывающих головках НЖМД следующего поколения. ГМС- и ТМС-устройства способны регистрировать ничтожные изменения внешнего магнитного поля.

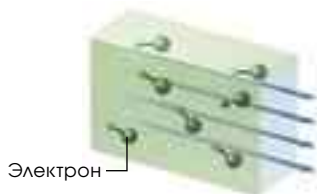
КОЛОССАЛЬНОЕ МАГНИТОСОПРОТИВЛЕНИЕ (КМС) было обнаружено в 1950-х гг. Г.Х. Йонкером (G.H. Jonker) и Й.Х. Ван Сантоном (J.H. van Santen) из компании *Phillips*. В 1994 г. его вновь «открыл» Сунь-Хо Дзынь (Sung-Ho Jin) из *Bell Laboratories*. Возникает в манганитах – диэлектрических кристаллах оксида марганца. Магнитное поле уменьшает их электрическое сопротивление: под его влиянием вещество переходит из немагнитного и непроводящего состояния в ферромагнитное металлическое. Фазовый переход происходит в магнитных полях в несколько тесла при температурах не выше 150 К. Применение КМС в считывающих головках уже давно не рассматривается.

БАЛЛИСТИЧЕСКОЕ МАГНИТОСОПРОТИВЛЕНИЕ (БМС) открыли в 1999 г. Н. Гарсиа (N. Garcia), М. Муньос (M. Muñoz) и И. Чжао (Y.-W. Zhao) из Совета по научным исследованиям в Мадриде. Наблюдается в ферромагнитной металлической системе, которая состоит из иглы и проволоки, соединенных субмикронным контактом. Внешнее магнитное поле переводит систему из состояния с параллельной намагниченностью компонентов (низкое сопротивление) в состояние с антипараллельной намагниченностью (высокое сопротивление). Эффект обусловлен баллистическим прохождением электронов через субмикронный контакт. В конце 2003 г. сведения о БМС подверглись сомнению: некоторые ученые полагают, что полученные результаты обусловлены другим явлением. В долгосрочной перспективе не исключено использование БМС в считывающих головках.

ЭКСТРАОРДИНАРНОЕ МАГНИТОСОПРОТИВЛЕНИЕ (ЭМС) подобно обычному МС и в отличие от других рассмотренных МС-эффектов наблюдается в структурах, не содержащих магнитных материалов. Подробности – в тексте статьи.

Когда магнитное поле изменяет конфигурацию электрического поля в полупроводнике, сила тока уменьшается. Этот эффект можно значительно усилить, если правильно подобрать геометрию полупроводниковых и металлических элементов устройства.

ТОК В ПОЛУПРОВОДНИКЕ

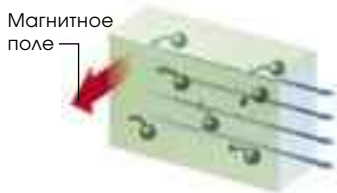


Когда на торцы полупроводникового бруска подается напряжение, в нем создается электрическое поле, заставляющее хаотично движущиеся электроны дрейфовать вдоль силовых линий.

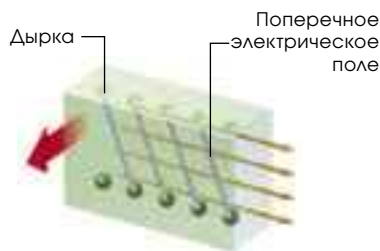


В результате через брусок начинает течь электрический ток, направление которого по определению считается противоположным направлению дрейфа электронов.

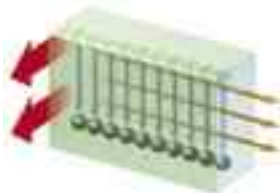
ПОПЕРЕЧНОЕ МАГНИТНОЕ ПОЛЕ



Магнитное поле, направленное перпендикулярно электрическому, искривляет траектории электронов. Расстояние, которое проходят заряженные частицы, увеличивается, а средняя скорость дрейфа и, следовательно, сила тока уменьшаются. Таков механизм обычного магнитосопротивления.

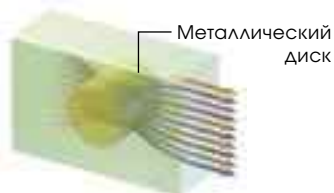


Искривление траекторий приводит к накоплению электронов у нижней поверхности бруска, а дырка – у верхней. В результате возникает поперечное электрическое поле. Ток, отклоняемый магнитным полем, течет под углом к направлению результирующего электрического поля.



Если увеличить магнитное поле, то наведенное поперечное электрическое поле станет сильнее первоначального продольного и ток потечет перпендикулярно силовым линиям последнего.

ЭКСТРАОРДИНАРНОЕ МАГНИТОСОПРОТИВЛЕНИЕ



Металлический диск внутри полупроводника искажает электрическое поле таким образом, что его силовые линии сближаются и оказываются почти перпендикулярными границе металла. В результате электроны проходят через диск, сопротивление которого мало. Сила тока возрастает, и сопротивление всей структуры оказывается очень малым. При воздействии достаточно сильного магнитного поля происходит



накопление зарядов у верхней и нижней поверхностей бруска, и поперечное электрическое поле оказывается более сильным, чем продольное. Результирующее электрическое поле заставляет электроны двигаться в обход металлического диска по узким полупроводниковым каналам. Сила тока резко уменьшается, т.е. сопротивление устройства становится большим. Таков механизм ЭМС.

(InAs) провела в Гамбургском университете группа Дирка Грундлера (Dirk Grundler).

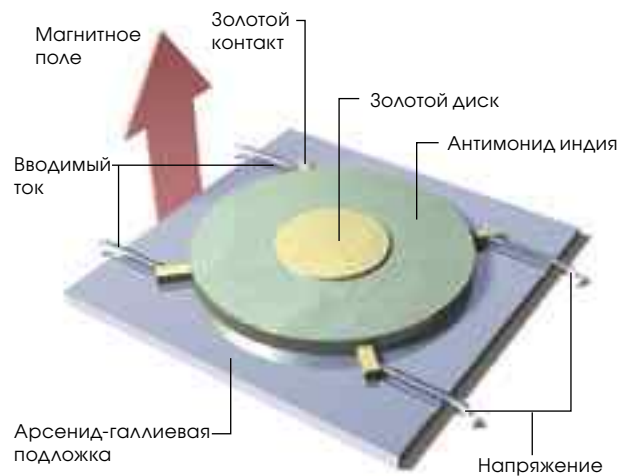
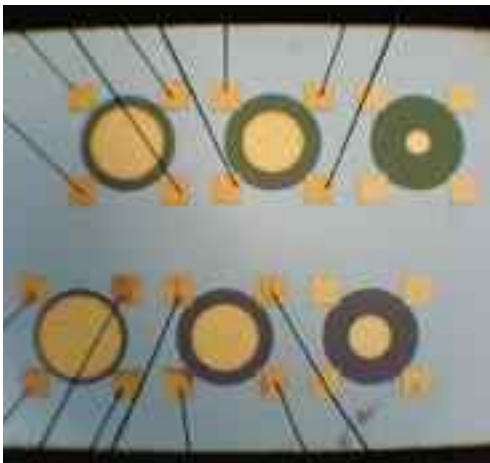
Сфера применения

В последние годы эффект магнитосопротивления вызывает не столько научный, сколько практический интерес. Например, гигантское магнитосопротивление (ГМС), открытое в 1988 г., используется в считывающих головках современных накопителей на жестких магнитных дисках (НЖМД).

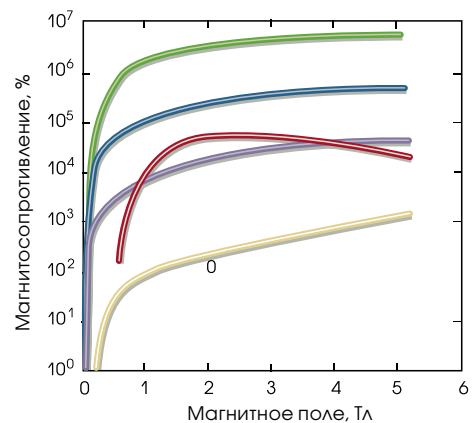
Спектр применения МС-сенсоров чрезвычайно широк. В промышленности, автомобилестроении и в быту их можно использовать в системах контроля, автоматического управления и автоматизированного учета. Для датчиков как сильных, так и слабых магнитных полей непременно найдется место в медицинских приборах.

Наверное, самая сложная техническая задача – изготовление считывающих головок. В состав современных НЖМД входят три ключевых элемента: магнитный диск, на котором хранятся данные, записывающая и считывающая головки. Каждый бит информации – это маленький намагниченный участок покрытия диска, создающий над собой слабое магнитное поле. Для простоты поле, направленное от поверхности, можно принять за единицу, а поле, направленное к поверхности, – за ноль. На каждом квадратном дюйме современного диска с плотностью записи 20 Гбит/дюйм² (1 Гбит/дюйм² = 155 Мбит/см²) размещается около 20 млрд. таких битов. Для повышения плотности записи размеры считывающей головки необходимо уменьшить, а ее чувствительность и быстродействие – увеличить, чтобы она могла воспринимать слабые поля более компактных битов, проходящих под ней за меньшее время.

Главной характеристикой считывающей головки считается не величина МС, а отношение сигнал/шум, зависящее от многих факторов. Магнитные шумы – основной источник помех во



Впервые экстраординарное магнитосопротивление было продемонстрировано на дисках Ван дер Пау (фото вверху слева и схема вверху справа), названных так в честь исследователя из *Philips Laboratories*, который в конце 1950-х гг. начал изучать прохождение электрического тока через полупроводниковые образцы различных форм в присутствии магнитного поля. На подложку из арсенида галлия он наносил золотые диски, окруженные кольцами из антимонида индия (*InSb*), легированного теллуром. Толщина наносимой структуры составляла 1,5 мкм, диаметр – 2 мм. Числами обозначены радиусы золотых дисков в миллиметрах. Сначала строилась зависимость напряжения между одной парой золотых контактов от силы тока, протекающего через другую такую же пару. По полученным данным рассчитывалось значение ЭМС. Оказалось, что оно растет с увеличением радиуса золотого диска до 13/16 мм (графики справа). Измерения проводились при комнатной температуре.



всех МС-сенсорах из магнитных материалов. Последние состоят из множества атомов, похожих на стержневые магнетики, ориентированные примерно в одном направлении, но хаотически колеблющиеся, как дрожащая стрелка компаса. В большом куске материала флуктуации усредняются до пренебрежимо малой величины. Однако с уменьшением объема датчика их относительная доля заметно возрастает. Магнитные шумы накладывают принципиальное ограничение на плотность записи, приемлемую для считывающих головок с датчиком из магнитных материалов.

Предельное значение в данном случае не превышает нескольких сотен гигабит на квадратный дюйм. Вместе с тем в ближайшие пять лет производители планируют повысить

плотность записи до 1 Тбит/дюйм² (1000 Гбит/дюйм²). Для работы в таких условиях подойдут считывающие головки, основанные на ЭМС: магнитные шумы не ограничивают их возможности, поскольку они не содержат магнитных материалов.

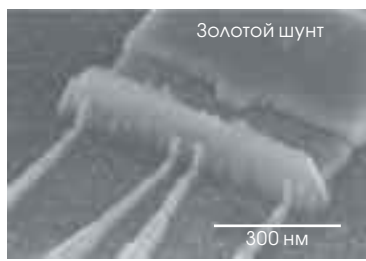
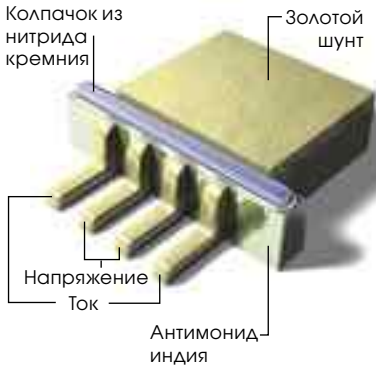
При такой плотности записи каждому биту соответствует квадрат

со стороной 25 нм. Создать считывающую головку такой величины совсем не просто. Во-первых, в субмикронном масштабе меняется физика проводимости, и величина ЭМС заметно уменьшается. Во-вторых, наноскопическое устройство должно быть таким, чтобы его можно было изготовить современными ▶

ОБ АВТОРЕ:

С 2002 г. **Стюарт Солин** (Stuart A. Solin) занимает пост профессора экспериментальной физики на кафедре Чарльза Хохенберга (Charles M. Hohenberg) в Колледже искусств и наук Вашингтонского университета. Раньше он работал в НИИ принстонского отделения компании *NEC*, где в 1998 г. получил премию за лучший патент, а в 2000 г. – премию за технологический прорыв. В 2003 г. Солину было присвоено звание почетного доктора наук Университета Пердью. Свою карьеру он посвятил исследованию физических явлений в упорядоченных и неупорядоченных твердых телах. Солин опубликовал свыше 230 научных статей и получил 15 патентов.

STUART A. SOLIN (photograph); BRYAN CHRISTIE DESIGN (scheme); LUCY READING (graph)



Круговая структура ЭМС-устройства (см. рис. на стр. 49) не подходит для массового коммерческого производства наноскопических устройств. Однако конформное отображение позволяет превратить круговую структуру с внутренним шунтом в линейную с внешним (см. рис. внизу), которую легко изготовить по современной технологии производства микросхем. Преобразование можно представить в виде нескольких этапов: сначала диск надрезается от края до центра, а затем разворачивается. Линейное устройство действует точно так же, как круговое, поскольку его элементы, электрические и магнитные поля подвергаются одному и тому же конформному отображению. (Описанные этапы представлены последовательностью рисунков, но соотношения размеров линейного устройства не соблюдены.)



На основе полученной линейной структуры с внешним шунтом (схема слева) был изготовлен прототип считывающей головки для НЖМД (фото слева внизу). Золотые контакты изолированы от шунта колпачком из нитрида кремния. Максимальная плотность записи, при которой может работать такая головка, определяется толщиной мезоструктуры из антимонида индия (*InSb*) и расстоянием между контактами для измерения напряжения. Наш прототип способен работать при плотностях записи свыше 700 Гбит/дюйм², что примерно втрое больше ожидаемого предела плотности для ТМС-головок следующего поколения. Квазипериодические волны на боковых сторонах *InSb*-слоя не были нами предусмотрены, но оказалось, что без них устройство не смогло бы работать.

вом. Мы воспользовались конформным отображением этой геометрии и получили устройство с внешним шунтом (см. рис. слева): с одной стороны полупроводниковой полоски располагается металл, а с другой – по два вывода для измерения напряжения и для пропускания тока. Описать словами форму силовых линий электрического поля и влияние магнитного поля при такой конфигурации довольно трудно. Главное, что преобразованное устройство работает точно так же, как исходное, поскольку геометрия ключевых элементов (полупроводника, металла, силовых линий электрического поля и линий тока) была изменена конформным отображением. Неоспоримое преимущество линейной конструкции с внешним шунтом – простота изготовления и использования в субмикронном масштабе.

Для создания опытных образцов мы воспользовались современной электронно-лучевой литографией и помощью авиации: в процессе изготовления они четыре раза летали из Принстона (США) в Цукубу (Япония) и обратно. Но игра стоила свеч: из гетероструктур, разработанных Сантосом, нам удалось сделать ЭМС-устройства, способные работать при плотностях записи порядка 700 Гбит/дюйм². Впрочем, практические аспекты реализации работоспособной считывающей головки скорее всего приведут к уменьшению этого значения примерно вдвое. Сегодня МС наших структур достигает 35% в поле 0,05 Тл, чего вполне достаточно для практического применения.

Головоломка

Исследуя механизм функционирования нашего субмикронного устройства, мы пришли к выводу, что оно не должно работать, так как его ЭМС не может быть больше 1%. Дело в том, что размеры некоторых элементов конструкции меньше средней длины свободного пробега электронов (или дырок), т.е. меньше расстояния, которое проходит частица между

технологическими методами. К сожалению, в таком масштабе нельзя воспроизвести структуру с диском, использованную для первой демонстрации ЭМС. Для решения поставленной задачи к нам присоединились наши коллеги из японского филиала NEC: специалист по проводимости субмикронных структур

Шен Цай (J. Shen Tsai) и специалист по электронно-лучевой литографии, применяемой для их изготовления, Ю.А. Пашкин (Yu. A. Pashkin). Выше мы описали ЭМС-устройство с внутренним шунтом: металлический диск (шунт) расположен внутри кольца из полупроводникового материала, словно остров, окруженный

BRYAN CHRISTIE DESIGN; STUART A. SOLIN (micrograph)

В таблице показаны наилучшие ожидаемые характеристики различных видов МС, а также значения, которые должны быть достигнуты в отрасли магнитной записи данных через пять лет. В частности, считывающие головки на основе ЭМС смогут работать при гораздо более высоких плотностях

записи и с существенно большим быстродействием, чем сегодняшние ГМС-головки. Здесь приведены официально опубликованные данные, и нужно иметь в виду, что некоторые компании не спешат сообщать о своих новейших достижениях.

Тип МС-эффекта	МС при 300 К, %	Плотность записи, Гбит/дюйм ²	Отношение сигнал/шум, дБ (чем больше, тем лучше)	Постоянная времени, нс (чем меньше, тем лучше)	Минимальное магнитное поле, Тл (чем меньше, тем лучше)
Желаемые значения	4...10	100...1000	30...40	0,01...0,1	0,005...0,05
ЭМС	>35	>300	43	<0,001	0,05
ГМС	10	125	29	0,1	0,005
ТМС	15	200 (прогноз)	34	0,1	0,001
КМС	0,4	100 (прогноз)	-17	1,0	0,05
БМС	3 000	>1 000	10	0,1	0,03

двумя последовательными столкновениями с дефектами кристаллической решетки. Поэтому вероятность того, что носитель заряда достигнет границы структуры раньше, чем столкнется с дефектом решетки, очень велика. В результате электроны пересекают устройство по прямым, а не по зигзагообразным траекториям. При этом магнитное поле отклоняет их не так сильно, как при прохождении через макроскопические структуры. Меньшее изменение траекторий на границе металл-полупроводник существенно снижает величину ЭМС.

К счастью, границы субмикронных устройств получаются волнистыми (см. микрофотографию на стр. 50). Поэтому носители заряда рассеиваются на них и движутся не по баллистическим, а по диффузионным траекториям, за счет чего магнитосопротивление увеличивается. Мы уже разобрались, почему на границах образуются волны, и вскоре научимся управлять их размерами.

У считывающих головок на основе ЭМС помимо способности работать при высоких плотностях записи есть множество других достоинств (см. таблицу вверху). Их быстродействие может быть в 100 раз больше, чем у других типов считывающих

головок. Они легко изготавливаются на полупроводниковых подложках и поэтому дешевы в производстве, но, к сожалению, уверенно работают лишь при сравнительно невысоких температурах, ненамного превышающих комнатную. Другой недостаток считывающих ЭМС-головок – нелинейность динамической характеристики: их сигнал пропорционален квадрату напряженности магнитного поля. Впрочем, это повышает их чувствительность и может считаться преимуществом.

Изготовление устройств на основе ЭМС пока считается новой, непроверенной технологией. Чтобы добиться коммерческого успеха, необходимо

преодолеть множество технических и экономических барьеров. Кроме того, развитие конкурирующих направлений может привести к тому, что ЭМС-головки морально устареют еще до выхода на рынок. Например, специалисты *Seagate Corporation* разрабатывают методы магнитной записи с использованием нагрева (*Heat-Assisted Magnetic Recording, HAMR*), а инженеры *IBM* совершенствуют способы механического хранения данных в рамках технологии *Millipede* (см. статью «Проект «Нанопривод», «В мире науки», №5, 2003 г.). Впереди у нас много работы, но мы уверены, что наше открытие найдет множество полезных применений. ■

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

- Special Issue on Magnetoelectronics. *Physics Today*, Vol. 48, No. 4; April 1995.
- Colossal Magnetoresistance. Josep Fontcuberta in *Physics World*, Vol. 12, No. 2, pages 33–38; February 1999.
- Enhanced Room-Temperature Geometric Magnetoresistance in Inhomogeneous Narrow-Gap Semiconductors. S. A. Solin, Tineke Thio, D. R. Hines and J. J. Heremans in *Science*, Vol. 289, pages 1530–1532; September 1, 2000.
- Layered Magnetic Structures: History, Highlights, Applications. Peter Grünberg in *Physics Today*, Vol. 54, No. 5, pages 31–37; May 2001.
- Semiconductor Fridges Get into Shape. Stuart A. Solin in *Physics Today*, Vol. 14, No. 6, pages 29–30; June 2001.
- Nonmagnetic Semiconductors as Read-Head Sensors for Ultra-High-Density Magnetic Recording. S. A. Solin et al. in *Applied Physics Letters*, Vol. 80, Issue 21, pages 4012–4014; May 27, 2002.



Изображения из пещеры Шове во Франции стали наиболее существенным открытием конца XX в. в изучении пещерного искусства.

Екатерина Дэвлет

В ЦАРСТВЕ РАСПИСНЫХ пещер

За минувшие
125 лет ученым
и энтузиастам
удалось
обнаружить
в Европе
около
300 пещер,
скрывающих
в своих недрах
древнейшие
изображения
эпохи
палеолита.

125 лет назад в истории культуры человечества произошло знаменательное событие, отодвинувшее границы истории искусства на 16 тыс. лет в прошлое. Заросшее эвкалиптами местечко Альтамира в провинции Сантандер на севере Испании ныне знаменито на весь мир благодаря удивительному открытию, сделанному археологом-любителем Марселино Санс де Саутуолой и его дочерью Марией. Они обнаружили поразительные полихромные наскальные изображения, целые тысячелетия скрывавшиеся во мраке пещеры.

Однажды собака местного охотника, рыскавшая по кустам, застряла в какой-то дыре на склоне холма. Извлекая ее из расщелины в каменном завале, хозяин обнаружил скрытый сорной травой вход, ведущий, как оказалось, в непознанный мир доисторического пещерного искусства.

Саутуола впервые осмотрел расположенную в его владениях пещеру в 1876 г., через несколько лет после злключения пса. Археолог обошел всю пещеру, заметил на стенах отдельные черные символы, но не придавал им значения. К счастью, по словам его внука Эмилио, Марселино Санс де Саутуола был «просвещенным идальго», интересовался различными направлениями научных исследований, которые бурно развивались

в последней трети XIX в. под влиянием теории Ч. Дарвина. Он жил в своей усадьбе в горном местечке Пуэнте-де-Сан-Мигель и в неполные тридцать лет, к удивлению всей семьи, проводил серьезные исследования в области энтомологии и ботаники, собрал прекрасную коллекцию минералов и окаменелостей, выписывал множество научных журналов. Неутолимая жажда новых знаний привела его в 1878 г. в Париж, на Всемирную выставку, где он осмотрел коллекцию древностей и портативного искусства, а также палеонтологические находки из раскопок во французских пещерах. Имея за плечами опыт полевых исследований в нескольких испанских пещерах, в 1879 г. он начал раскопки в Альтамире в надежде обнаружить что-либо подобное. Грядущая слава притаилась над головой любителя древностей, на сводах пещеры. Любопытно, что к росписям Альтамиры внимание отца привлекла его маленькая дочь Мария. Пока отец был занят раскопками, девочка бегала по подземелью и, играя, легко забиралась туда, куда взрослому удавалось проникнуть с трудом. Однажды, взглянув наверх, она увидела на своде пещеры красочные фигуры: на потолке небольшого низкого зала сгрудилось стадо бизонов. Изумленный возглас восьмилетней Марии раздался под ▶



Изображения кистей рук с утраченными фалангами в пещере Коске выполнены по трафарету.

сводами пещеры и эхом донесся до нас. О событии, положившем начало трагедии и триумфу их семьи, рассказал ее сын Эмилио: «Осветив древние своды маленькой лампой, моя мать прокричала ставшую знаменитой фразу: «Папа, гляди, воли!» Некоторые исследователи утверждали впоследствии, что девочка говорила о быках. Но для ребенка тех времен, выросшего в деревне, именно волон называлось животное, помогающее крестьянам в полевых работах, а слово «бык» ассоциировалось разве что с корридой».

Об увиденном в Альтамире Саутуола сообщил профессору Мадридского университета Хуану

Виланова-и-Пиера, автору книги «Происхождение, природа и возраст человека». А затем о сенсационной находке узнала вся страна, многие устремились в Сантандер, чтобы посмотреть росписи. Даже король Испании Альфонс XII посетил Альтамиру и в память о визите вывел свечной копотью свой автограф на своде пещеры. В 1880 г. Саутуола выпустил брошюру «Краткие заметки о некоторых доисторических памятниках провинции Сантандер», в которой рассуждал о возрасте росписей Альтамиры, а профессор Виланова прочитал в Сантандерском университете несколько лекций о наскальной живописи.

Казалось бы, ничто в этой истории не предвещало тех трагических коллизий, которые нередко сопутствуют первопроходцам. Но против самозванного археолога восстало научное общество – оно не признавало подлинности открытия Саутуола вплоть до начала XX в. Внук археолога пишет: «Ученые мужи того времени во главе с французом Мортилье набросились, как дикие звери, на гипотезу моего дедушки и объявили его шарлатаном и лжецом». История признания Альтамиры – это драматичная летопись войны амбиций, знаний и страстей. Ныне рядом со входом в пещеру установлен простой памятник из грубого камня, посвященный памяти Марселино де Саутуола, открывшего в 1879 г. удивительный мир первобытного художественного творчества.

Залы Альтамиры тянутся на 280 м. Скопления и группы фигур, отдельные изображения на ее сводах сочетают красочные полихромные, выполненные углем изображения, гравировки и абстрактные извилистые фигуры, прочерченные пальцами, – так называемые макароны.

Пещеру можно условно разделить на три части: первая находится в 26 м слева от входа, там располагается знаменитый расписной свод – Большой плафон. Центральная часть

ОБЗОР

ХРОНОЛОГИЯ ОТКРЫТИЙ

- В 1879 г. пещера в Альтамире впервые раскрыла свои тайны восьмилетней Марии де Саутуола. Научное сообщество не признавало подлинность открытия до начала XX в.
- За минувшие 125 лет в Европе было обнаружено около 300 подобных пещер.
- В 1991 г. Анри Коске, преодолев 160 м. под водой, обнаружил затопленную пещеру. В свободном от воды пространстве сохранились уникальные рисунки.
- В 1994 г. наиболее значительное открытие на юго-востоке Франции было сделано Жаном-Мари Шове. Наскальные росписи 500-метрового подземелья поражают исследователей мастерством исполнения.
- В 2003 г. англо-испанской группой исследователей были открыты первые пещерные палеолитические изображения на территории Англии.

Альтамиры состоит из длинной галереи с несколькими боковыми ответвлениями. В ней, как и при входе в подземелье, изображены целые стада быков, бизонов и лошадей, нарисованных черным красителем без использования фактуры стен для придания объема фигурам, а также прямоугольные знаки, штрихи, линии и др. Видны очертания козлов и некоего животного из семейства кошачьих. В самой глубине пещеры, в ее третьем отделе, находится коридор длиной около 50 м, почти сплошь покрытый рисунками, среди них олень, лошади и бизон, несколько четырехугольных знаков и нечто напоминающее человеческие образы. В пещере насчитывается шестьдесят групп знаков, состоящих из точек и штрихов, нанесенных черной краской. В дальнем отсеке находятся выгравированные изображения, в том числе лошадь, мамонт и бизон. При входе в пещеру по своду пальцами прорисованы извилистые линии (те самые макароны) и отдельные схематичные фигуры.

Расписной потолок Альтамиры – Большой плафон – одно из самых значительных произведений искусства верхнего палеолита. Оно выполнено с использованием охры и угля, но благодаря мастерству художника выглядит полихромным. Композиция имеет 18 м в длину и около 9 м в ширину. В центре Большого плафона изображено 15 бизонов в разных позах, позади самого крупного из них можно увидеть самку оленя, несколько фигур лошадей и козла. На периферии группы заметен кабан – редкий в наскальном искусстве образ. Примечательны фигуры бизонов, склонивших головы и подогнувших ноги к животу. На первый взгляд, их позы выглядят довольно странно и напоминают... креветок, но именно так животные подолгу лежат на траве. Композицию завершает бизон без головы.

По мнению специалистов, росписи создавались в разное время, как минимум – в четыре этапа, что подтверж-

дается изучением культурного слоя. Знаток доисторического искусства, английский исследователь и замечательный популяризатор научных достижений Пол Бан приводит мнение испанских художников Педро Сауры и Матильды Мускис, которые делали копии росписей в Альтамире-2. На основе долгого и кропотливого изучения оригинала и фотографий изображений в разных ракурсах и при разном освещении они установили, что потолок создавался первоначально как гравировка, и лишь затем фигуры наносились в цвете. Им даже удалось выявить несколько неизвестных изображений. Они также полагают, что росписи были сделаны в разное время. Самые ранние изображения – динамичные и выразительные красные лошади, затем появилась серия полихромных бизонов.

сетителей пагубно влияют на микроклимат пещеры, изменение влажности и содержания углекислого газа разрушает пигменты росписей. Наиболее бесцеремонные туристы пытались отбить на память фрагменты древних изображений, бросая в них мелкие предметы, несмотря на то, что достать сколотые фрагменты невозможно – мешает ограждение.

В результате длительных наблюдений специалистам удалось определить оптимальные температуру и влажность, не оказывающие разрушительного воздействия на изображения. Пещера была вновь открыта в 1982 г., но количество посетителей было ограничено до 8500 в год, то есть сократилось более чем в 20 раз!

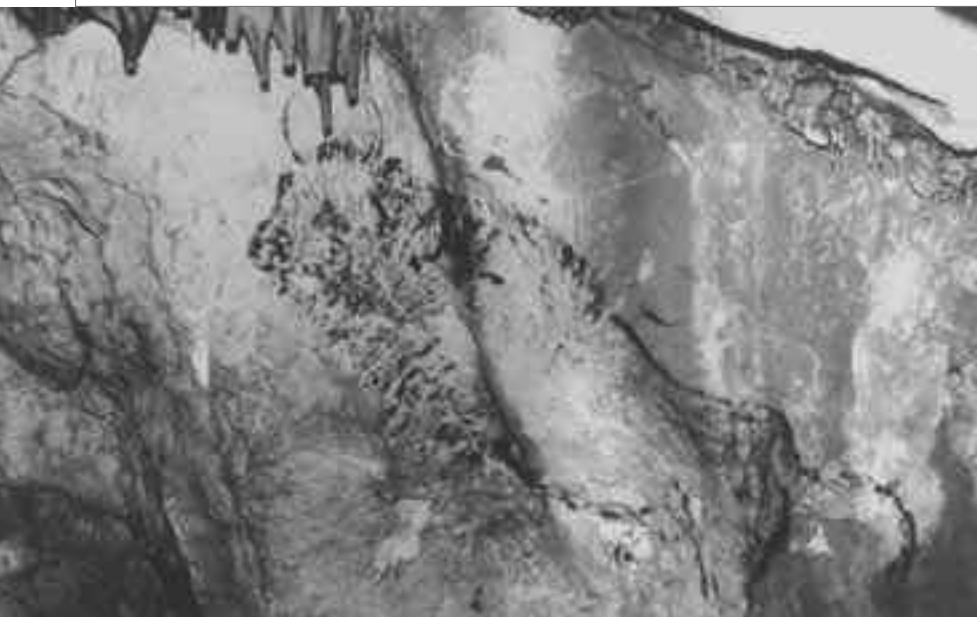
С начала 1990-х гг. специалисты начали создавать недалеко от Альтамиры ее копию, выполненную

Заросшее эвкалиптами **Местечко**
Альтамира на севере Испании
ныне **знаменито на весь мир**
благодаря обнаруженным
там поразительным полихромным
наскальным **изображениям.**

Изображение крупного оленя и расположенная справа от него изящная голова бизона выполнена явно другой рукой. Сравнительно недавно у ученых появилась возможность датировать сам пигмент, которым выполнены изображения. Благодаря радиоуглеродному методу датировки был определен возраст рисунков на Большом плафоне Альтамиры – они появились от 15 до 13 тыс. лет назад. Даты изображений, расположенных в других отделах пещеры, дали более широкие временные рамки: от 16 480 до 14 650 лет назад.

В 1977 г. Альтамира была закрыта для посещения, поскольку толпы по-

с использованием последних достижений науки и техники. Новейшие технологии позволили имитировать фактуру стен, поддерживать прохладный пещерный климат, воспроизвести изображения. Как и тысячелетия назад, росписи создавались вручную натуральным пигментом на водной основе. Стены смонтированы из полистироловых блоков высокой плотности. Цвет, рельеф и фактура скальной поверхности имитировались с помощью состава из смеси известняка и смол. Точность всех подробностей гарантируют фотограмметрические данные, фиксирующие каждые пять миллиметров поверхности ▶



Бизон из пещеры Коске показан в так называемой скрученной перспективе – тело в профиль, а морда словно повернута на зрителя (в три четверти).

оригинала. Использование лака и эпоксидной смолы создает иллюзию, что потолок покрыт каплями воды. Художники Педро Саура и Матильда Мускис воспроизвели до мельчайших подробностей все гравировки, цветовые пятна и высокохудожественные полихромные изображения Альтамиры. Современные живописцы, подобно мастерам эпохи палеолита, использовали только природные краски – оксид железа для красного цвета и уголь для получения черного. Художники наносили краситель пальцами, иногда используя кусочки кожи для растушевки краски, гравировки же выполняли камнем с острым краем. Мастера старались как можно точнее следовать оригиналу, сохранить и направление линий, и последовательность их нанесения, интенсивность и толщину. На 180 кв. м потолка было воспроизведено 70 гравировок и около 100 фигур животных. Был воссоздан и древний облик пещеры – реконструирован навес над широким входом, разрушенный около 13 тыс. лет назад, а сквозь стеклянные панели посетители видят пейзаж, который могли созерцать древние художники. Исчезли также деревянные крепи, возведенные в 1924 г. после обвала, которые затем были дополнены подпорами из цемента и камня, и железная

дверь при входе. Очевидцы говорят, что не ощущают ни времени, ни того, что находятся внутри здания, – настолько удачно осуществлен проект. Впрочем, некоторые изменения в интерьер воссозданной пещеры все же внесены. В ущерб реальности, но для удобства посетителей в зале с росписями пол был опущен значительно ниже, чем в подлинной Альтамире, что позволяет туристам входить не наклоняясь и не запрокидывая голову, осматривая росписи. В помещении установлены кондиционеры, подсветка, аудио- и видеотехника, усиливающие эффекты реальности, поддерживается постоянная температура. Сделано все, чтобы Альтамира-2 не отличалась от оригинала. 17 июля 2001 г. пещера-двойник открыла свои глубины для первых посетителей, которыми стали король и королева Испании.

Потомки Саутуолы чтут память своего знаменитого предка, чье доброе имя ныне восстановлено, а уязвленное самолюбие могло бы торжествовать. Альтамира – королева расписных пещер – включена в список всемирного наследия ЮНЕСКО и по праву считается неотъемлемой частью природного и культурного достояния человечества.

За минувшие 125 лет ученым и энтузиастам удалось обнаружить в Ев-

ропе около 300 пещер, скрывающих в своих недрах древнейшие изображения эпохи палеолита. В июле 1991 г. это собрание пополнила новая удивительная находка. Во Франции, вблизи Марселя, в стороне от основной группы известных подземелий «с искусством», под водой была обнаружена пещера, получившая название по имени ее первооткрывателя – аквалангиста Анри Коске. Он преодолел под водой трудный подъем по 160-метровой наклонной галерее, ведущей в подтопленную полость размером 50×60 м. В древности уровень моря был ниже и по коридору можно было свободно пройти. Но как современным исследователям палеолитического искусства преодолеть путь сквозь толщу воды, если даже не каждому опытному пловцу это по плечу? На помощь ученым пришли новейшие технологии: их глазами и ушами стала аудио- и видеоаппаратура, которую аквалангисты доставили в пещеру. Группа исследователей во главе с ведущим французским экспертом в области доисторического наскального творчества Жаном Клоттом, находясь на борту судна, руководила работой оператора. В результате были получены высококачественные фотографии, которые позволяют окунуться в мир пещерного искусства. Анализ пигмента росписей радиоуглеродным методом позволил выделить две группы рисунков, относящихся к разному времени: первая представляет собой преимущественно изображения кистей рук, она появилась около 28 тыс. лет назад, вторая возникла 18,5–19 тыс. лет назад – это нарисованные и процарапанные фигуры лошадей, козлов, бизонов. Уникальны рисунки морских обитателей, а также птиц – первоначально

их приняли за пингвинов, что вызвало немалое замешательство. Вскоре было внесено необходимое уточнение в идентификацию пернатых: они оказались бескрылыми гагарками, которые были распространены в Атлантике и Средиземноморье, но вымерли около двух столетий назад.

С 1994 г. реализуется уникальный проект по изготовлению копии пещеры Коске, куда аквалангисты доставили оборудование для фотограмметрической и лазерной фиксации поверхности стен. На ее основе создается трехмерная модель пещеры с изображениями, которая будет экспонироваться в Марселе. Росписи воспроизводятся в цвете, передается особенность фактуры стен, эффект отблесков воды.

В другом районе Франции, в департаменте Ардеш, инспектор по охране памятников Жан-Мари Шове и два его добровольных помощника с 1988 г. обследовали пещеры в долине реки Роны. 18 декабря 1994 г. Шове и спелеологи отправились в ущелье Пон-д'Арк. Они немного удалились от дороги и вдруг ощутили, как из трещины повеяло холодом. Раздвигая корни и камни, исследователи расчистили отверстие, проползли по узкому лазу, спустились в колодец и оказались в огромной галерее, украшенной сталактитами и сталагмитами. Но главное было еще скрыто от их глаз. Неожиданно свет фонарика выхватил из мрака пятно охры на стене, оказавшееся изображением мамонта. К концу декабря они обследовали все доступные части обширного 500-метрового подземелья, состоящего из четырех крупных залов, соединенных проходами и туннелями. Оно получило название в честь своего первооткрывателя.

Ни одна из известных пещер или гротов юго-востока Франции не может сравниться с Шове ни по раз-

Удивительно реалистичные изображения животных – уникальный пример самобытного творчества наших далеких предков.

мерам, ни по сохранности изображений и мастерству исполнения росписей и гравировок. Рука талантливого первобытного художника (эксперты полагают, что многие изображения выполнены одним человеком) донесла до наших дней не только внешний вид вымерших животных, но и оживила, эмоционально окрасила их облик. На сводах представлены традиционные объекты охоты первобытного человека: лошади, бизоны, олени, а также их более массивные современные, ныне вымершие: шерстистый носорог, мамонт, пещерный лев, пещерный медведь. Все 217 животных показаны в движении. Располагая рисунки так, что одна фигура выступает из-за другой, мастер приблизился к передаче перспективы, уловил экспрессивность движений животных, он был точен до мель-

чайших деталей в изображении поз и повадок, звериной стати. Живопись Шове можно рассматривать как своеобразный атлас древней фауны.

Ни в одной другой пещере нет такого количества изображений носорогов и львов. По размерам и силе шерстистый носорог почти не уступал мамонту, вес его достигал 3 т, длина тела – 3,5 м, размеры переднего рога – 130 см. Вымер носорог в конце плейстоцена, раньше мамонта и пещерного медведя. В отличие от мамонтов, носороги не были стадными животными. Вероятно, потому, что это мощное животное хотя и было травоядным, имело такой же злобный нрав, как их современные родственники. Об этом свидетельствуют и сцены яростных «наскальных» схваток носорогов из Шове. ▶



Изображение яростной схватки носорогов в пещере Шове было создано более 30 тысяч лет назад.



Первобытный художник, создавший большую часть изображений в Шове, не только умело передал особенности животных, но ему удалось эмоционально окрасить их облик.

лах и гальке, его фигурки лепили из глины, зубы использовали в качестве подвесок, шкура, вероятно, служила постелью, череп сохранялся в ритуальных целях. Так, в Шове обнаружен подобный череп, покоящийся на скальном основании, что скорее всего свидетельствует о существовании медвежьего культа.

Мир диких зверей находился в центре внимания первобытного художника, был близок ему, определял его собственную стратегию выживания, в нем человек обретал стимулы и вдохновение, черпал сюжеты изображений. Он питался мясом животных (кстати, по мнению многих антропологов, именно мясной рацион способствовал формированию современного человека), носил одежду из шкур, использовал кости для изготовления орудий. Человек и зверь органично сосуществовали бок о бок, порой делили убежище, порой охотились друг на друга. Отсюда прекрасное знание природы, повадок животных. Лучшие из первобытных мастеров несколькими умелыми штрихами могли передать все своеобразие их облика.

В пещере Шове не было обнаружено следов обитания людей, но кое-где на полу сохранились отпечатки ступней первобытных посетителей пещеры. По мнению исследователей, пещера была местом проведения магических ритуалов.

Как только появилось сообщение об открытии пещеры Шове, группа ученых отправилась проверить подлинность росписей, которая экспертам показалась бесспорной. Проведение стилистических параллелей с другими французскими пещерами позволило предположить, что возраст рисунков – 17–21 тыс.

Долгое время исследователи затруднялись ответить на вопрос, какие крупные кошки обитали в древности на евразийских пространствах — тигр или лев. На стенах пещеры проступают характерные очертания львиных морд — львицы дружно, плечом к плечу, выступают в поисках добычи. Слаженность их движений приводит в уныние лошадок, замечательно изображенных неподалеку: растушевкой передан объем, проработаны не только все анатомические особенности морды и шеи, каждое животное имеет свое «выражение лица». Кажется, что лошади глядят грустными глазами.

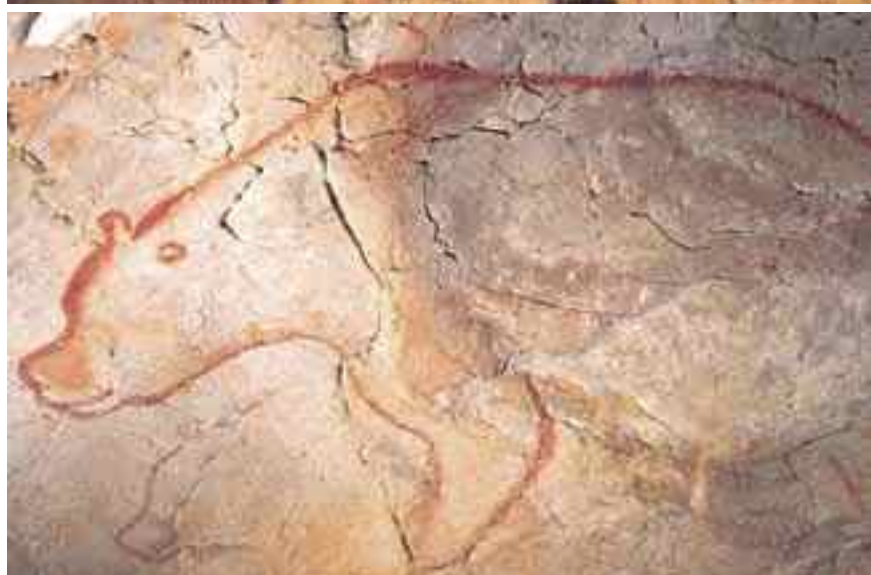
Примечательно, что первыми «художниками», оставившими свой след на стенах некоторых палеолитических пещер, в том числе Шове, стали... медведи: местами гравировки и росписи нанесены прямо поверх следов могучих когтей, так называемых гриффадов. В позднем плейстоцене могли сосуществовать по крайней мере два вида медведей: бурые благо-

получно дожили до наших дней, а их родственники — пещерные медведи (большой и малый) вымерли, так и не сумев адаптироваться к сырому сумраку пещер. Большой пещерный медведь был не просто велик — он был огромен. Вес его достигал 800–900 кг, диаметр найденных черепов составляет около полуметра. Из схватки с таким зверем в глубинах пещеры человек, вероятнее всего, не мог бы выйти победителем, но некоторые специалисты-зоологи склонны предполагать, что, несмотря на устрашающие размеры, это животное было медлительным, неагрессивным и не представляло реальной опасности. Старейший российский палеозоолог профессор Н.К. Верещагин полагает, что «у охотников каменного века пещерные медведи были своего рода мясным скотом, не требующим забот на выпас и прокорм». Облик пещерного медведя передан в Шове как нигде отчетливо. Похоже, он играл особую роль в жизни первобытных сообществ: зверя изображали на ска-


лет. Но пещера готовила ученым сюрприз: исследование образцов, отосланных в три европейские лаборатории, дало сенсационные результаты. Оказалось, что эти изображения – самые ранние из известных до сих пор в европейском пещерном искусстве, некоторые из них были созданы 30–33 тыс. лет назад. Впрочем, такая датировка признается не всеми экспертами. И все же удивительные по красоте, совершенству и гармоничности композиции из Шове подтверждают сложившееся мнение, что на скальная живопись – уникальный пример яркого и самобытного творчества наших далеких предков. Утро искусства сразу явило его расцвет.

Благодаря прямому датированию изображений радиоуглеродным методом, новейшим возможностям фото- и видеофиксации, совершенствованию методов изучения на скальной живописи пещеры Коске и Шове, несмотря на труднодоступность и сравнительно краткую историю знакомства с ними, изучены лучше, чем те, что были открыты значительно раньше.

Но французские открытия не исчерпали сокровищ пещерного искусства. 14 апреля 2003 г. в Кресвел-Крэг (Англия) были обнаружены несколько палеолитических гравировок, а сегодня, по сообщению П. Бана, их число возросло до 96. В сентябре английская доисторическая пещерная картинная галерея открыла свои шедевры для широкой публики, поскольку история человечества и искусство принадлежат всем нам. ■



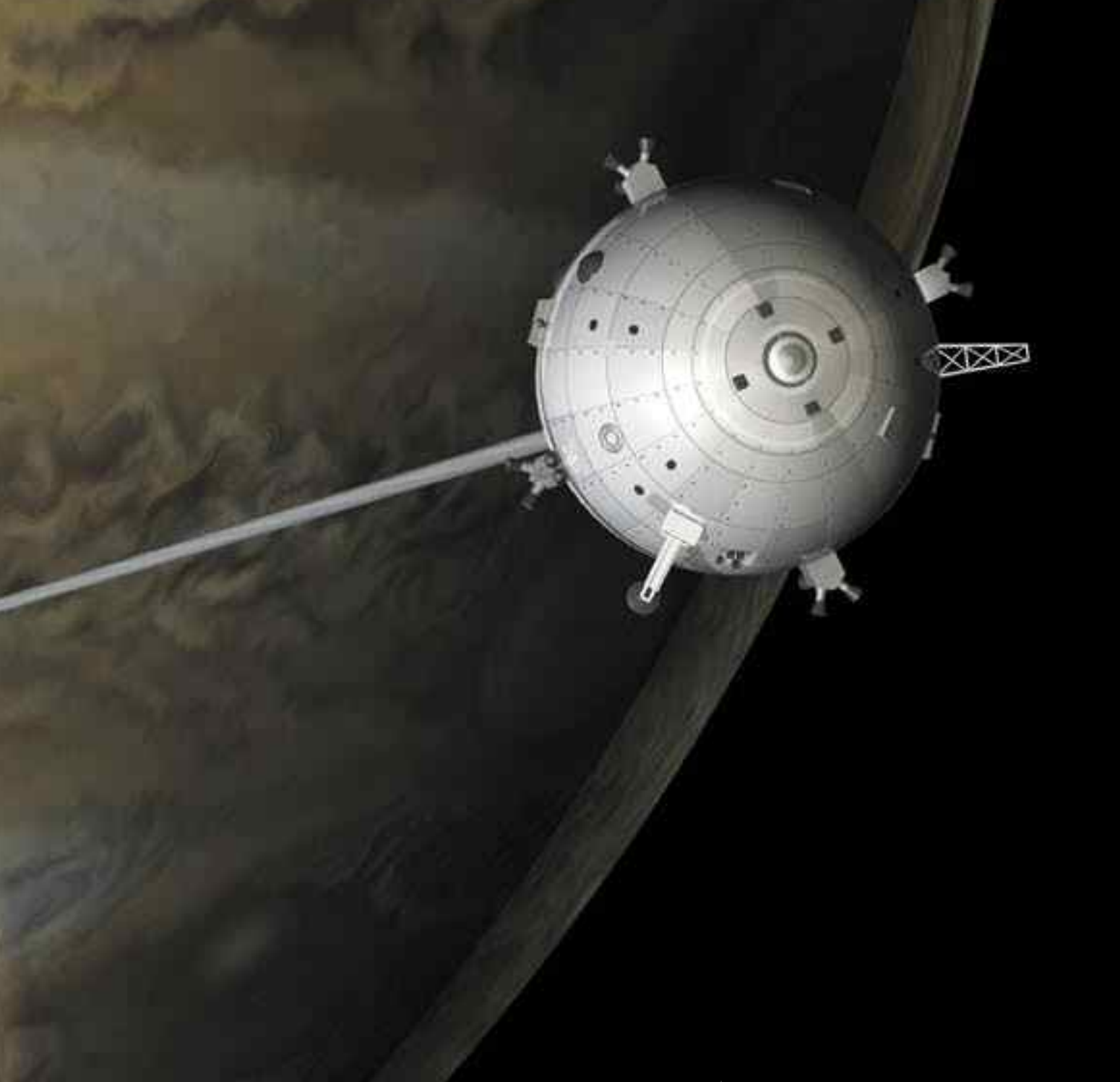
В Шове встречена большая часть «изобразительной популяции» шерстистых носорогов – ископаемых животных, вымерших в конце плейстоцена (вверху); Бизон в пещере Шове показан на редкость динамично (посередине); Характерные особенности пещерного медведя замечательно переданы в Шове (внизу).



Фундаментальные
физические законы
ПОЗВОЛЯЮТ
ПОЛУЧАТЬ
недорогую
электро-
ЭНЕРГИЮ
прямо
на орбите.

Энрико Лоренцини
Хуан Санмартин

электродинамические



связки В КОСМОСЕ

Так может работать космическая связка в окрестностях Юпитера и его спутников. Если космический аппарат находится между Европой и Каллисто, привязь будет взаимодействовать с магнитным полем Юпитера и вырабатывать энергию. Управление током многокилометровой привязи позволяет изменять высоту орбиты и направление движения связки.

В космосе нет заправочных станций.

Каждый космический корабль должен нести с собой все источники энергии: химическое ракетное топливо, батареи фотоэлементов или ядерные реакторы.

Пополнение запасов энергии – доставка ее источников с Земли – дорогое удовольствие. Для поддержания Международной космической станции (МКС) на орбите заданной высоты (360 км) в течение 10 лет потребуется 77 тонн топлива. Если доставка на орбиту обходится минимум в \$7 тыс. примерно за каждые 0,5 кг, то для поддержания заданных параметров МКС потребуется \$1,2 млрд. Если бы станция включала в себя электродинамическую связку (ЭДС), потребляющую 10% вырабатываемой на станции энергии, то для поддержания высоты орбиты потребовалось бы всего 17 тонн топлива. А изменение угла наклона орбиты – операция, требующая большого расхода топлива при использовании ракетных двигателей на химическом топливе, – стало бы менее энергоемким.

Связка представляет собой систему, в которой две массы соединены гибким тросом. Если кабель проводит электрический ток, то конструкция становится электродинамической. В отличие от обыч-

ных систем, где с помощью химических или электрических тяговых двигателей осуществляется обмен импульсами между космическим кораблем и ракетным топливом, в ЭДС он происходит между космическим аппаратом и вращающейся планетой за счет магнитного поля (см. рис. на стр. 63).

Связки давно интересовали энтузиастов космоса. Константин Циолковский и Артур Кларк рассматривали их как космические лифты, способные доставлять людей с поверхности Земли на орбиту. В середине 1960-х гг. прошли испытания 30-метровых связок, которые должны были создать силу притяжения для астронавтов. Позднее был проведен еще ряд экспериментов. Исследователи столкнулись с проблемой, связанной с высоким напряжением, воздействующим на ЭДС в условиях космоса. Пока не решена задача устойчивости связок и не найден метод гашения тех типов колебаний, к которым склонны ЭДС.

Тем не менее многие уверены, что применение электродинамических конструкций не ограничивается низкими околоземными орбитами (НОО) и межпланетными полетами. ЭДС смогут удерживать

спутники на заданных орбитах и вырабатывать электроэнергию с более высоким КПД, чем топливные элементы.

Самонастраивающаяся система

На объект, находящийся на стабильной орбите, действуют две взаимно противоположные силы: центробежная, обусловленная орбитальным движением, и сила притяжения планеты. В центре массы тела они уравнивают друг друга, и наблюдатель на борту находится в условиях нулевого тяготения, или свободного падения, не ощущая никаких ускорений.

Для двух спутников или объектов, находящихся на разных орбитах и соединенных между собой гибкой привязью, которая делает их единой системой – связкой, силы гравитационного притяжения планеты и центробежная также остаются уравновешенными в центре масс связки, т.е. в точке, находящейся посередине между двумя объектами. Но они оказываются неуравновешенными в самих спутниках. По мере удаления от планеты сила притяжения уменьшается, а центробежная возрастает, и их равнодействующая направлена в сторону от планеты, оттягивая спутник от нее. И наоборот, по мере приближения к планете разность этих сил притягивает к ней спутник.

В итоге объект на более низкой орбите, движущийся с большей скоростью, тащит другой за собой подобно буксиру. При этом импульс более удаленного от планеты объекта увеличивается за счет импульса спутника, ближайшего к ней. Поскольку спутники стремятся разойтись в противоположные стороны, привязь всегда остается натянутой. Непроводящие привязи делаются обычно из легких и прочных материалов вроде кевлара (углеродное волокно) или спектры (*spectra* – полиэтилен высокой прочности). Сила натяжения

ОБЗОР

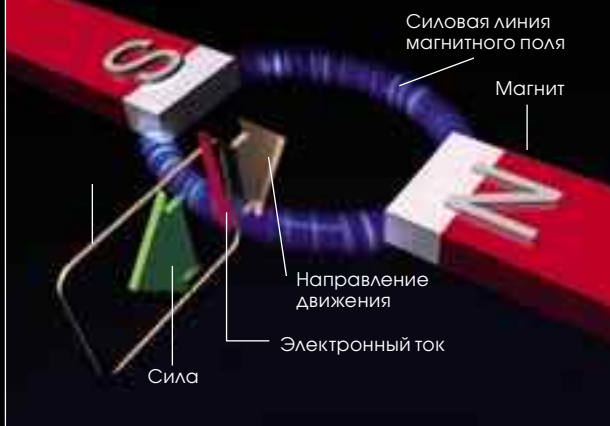
НОВЫЙ ВЗГЛЯД НА СВЯЗКИ

- ЭДС-системы, соединенные длинным гибким электропроводящим тросом, могут выполнять функции обычных космических аппаратов.
- На низких околоземных орбитах связки могут вырабатывать электроэнергию и обеспечивать управление положением спутников и космических кораблей. Кроме того, они помогут очистить межпланетное пространство от космического мусора.
- В длительных экспедициях, например, к Юпитеру и его спутникам, связки могут служить надежными источниками электроэнергии.

В ЭДС используются два основных принципа электромагнетизма: возникновение тока в проводнике, движущемся в магнитном поле, и действие на этот ток силы со стороны магнитного поля.

СОЗДАНИЕ ТОКА

При движении проводника в магнитном поле на заряженные частицы в этом проводнике действует сила, которая перемещает их (создавая ток) в направлении, перпендикулярном как напряженности магнитного поля, так и в сторону движения проводника. В ЭДС-системах это явление используется для генерации электрического тока, который, в свою очередь, испытывает силу, которая препятствует движению проводника.



ТОК ОТ ВНЕШНЕГО ИСТОЧНИКА

Включение батареи в цепь может вызвать ток, противоположный индуцируемому. В результате сила, действующая на систему, изменит направление. В ЭДС этот эффект используется для создания тяги. (На схемах показан электронный ток, направление которого противоположно его направлению, принятому в технике.)



КАК ТОК МОЖЕТ УПРАВЛЯТЬ ОРБИТОЙ СВЯЗКИ

На низких орбитах движение привязи в магнитном поле Земли индуцирует в ней электронный ток, направленный в сторону к Земле (слева). Со стороны магнитного поля на него действует сила, направленная навстречу движению, создавая торможение. Это уменьшает кинетическую энергию связи и понижает ее орбиту.

Если обратить направление тока в привязи (с помощью солнечной батареи или иного источника энергии), то на противоположное изменится и направление действующей на привязь силы (справа), которая в данном случае будет совпадать с направлением движения, так что сила будет увеличивать кинетическую энергию связи и, следовательно, высоту ее орбиты.

Магнитное поле Земли



Электронный ток — (red line)
Сила — (green line)

ТОРМОЖЕНИЕ
Сила, направленная навстречу движению, понижает орбиту

СОЗДАНИЕ ТЯГИ
Сила, направленная в сторону движения, увеличивает высоту орбиты

привязи невелика – обычно от 5 до 50 Н для не вращающихся систем.

Связка имеет только одно равновесное положение, при котором она ориентирована в радиальном по отношению к планете направлении, называемом местной вертикалью. При любом отклонении создается момент сил, стремящийся вернуться к равновесию, в результате чего система начинает колебаться подобно маятнику. Такой тип стабилизации использовался в 1975 г. в спутнике *GEOS-3*, который был оснащен жестким стержнем длиной в несколько метров, направленным к Земле.

Разность сил, действующих на две массы, ученые называют градиен-

и низа, несомненно, лучше полной невесомости. Данный метод создания искусственного тяготения в отличие от других не требует, чтобы спутники обращались друг относительно друга (см. рис. на стр. 65).

Электродинамическая связка из алюминия, меди или иного проводника может работать как электрический генератор: при движении проводника в магнитном поле на заряженные частицы действует электродинамическая сила, перпендикулярная направлению движения и магнитному полю. Так при перемещении связки с запада на восток в магнитном поле Земли, расположенном с юга на север, на электроны в проводнике привязи будет

ком энергии для бортовых систем. Низкоорбитальный спутник с привязью в 20 км сможет генерировать мощность около 40 кВт, достаточную для работы научного оборудования, обслуживаемого людьми.

В 1970-х гг. Марио Гросси (Mario Grossi) из Гарвард-Смитсоновского центра астрофизики в Кембридже и Джузеппе Коломбо (Giuseppe Colombo) из Падуанского университета в Италии впервые начали изучать возможности ЭДС. В космос было запущено 16 экспериментальных устройств с проводящими и непроводящими привязями (см. таблицу на стр. 67).

В первых связках тефлоновый чулок полностью изолировал проводящую часть привязи, а анодом служил большой проводящий шар. Однако такие аноды оказались неэффективными коллекторами электронов. В 1990-х гг. NASA и Итальянское космическое агентство запустили два варианта связанных спутников с 20-км привязью, в которых электроны собирались металлическим шаром.

Однако исследователи столкнулись с рядом трудностей. Отрицательный заряд, скапливающийся вокруг большого сферического анода, тормозит прибывающие электроны подобно тому, как узкая дверь создает толпу, когда люди спешат покинуть помещение.

Решением проблемы может стать применение «голой» привязи, имеющей геометрию тонкого цилиндра. Если значительную часть привязи оставить неизолированной, она будет собирать электроны практически по всей длине. Привязь может и не быть проволокой круглого сечения: такой же ток способна собирать тонкая лента, которая будет еще намного легче.

Выработка электроэнергии

Все ЭДС могут увеличивать или уменьшать орбитальную скорость. В магнитном поле на провод с током действует сила, направление

Константин Циолковский и Артур Кларк видели в космических связках лифты, способные доставлять людей с Земли на орбиты.

том тяготения. Пассажиры космических аппаратов будут ощущать слабое воздействие, увлекающее их от Земли на более удаленном спутнике и притягивающее их к ней на ближайшем. На НОО с высотами от 200 до 2000 км от Земли привязь длиной 50 км создаст искусственное тяготение около 0,01g (1% от силы тяготения на поверхности Земли), при котором астронавты не будут ходить по кораблю, но принять душ смогут. Наличие выраженных верха

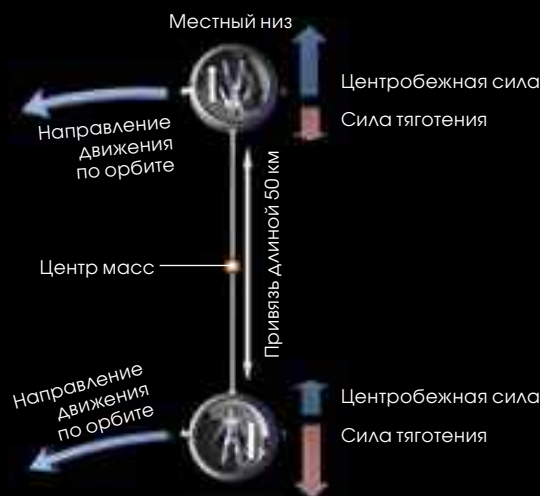
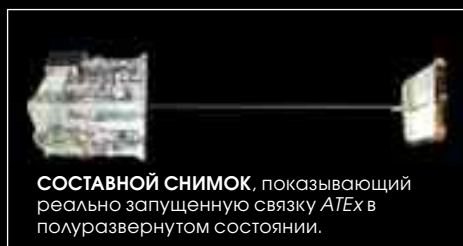
действовать сила, направленная к Земле (см. рис. на стр. 63).

Привязь обменивается электронами с ионосферой и, захватывая свободные электроны у положительно заряженного конца (анода, или коллектора), испускает их у отрицательно заряженного (катода, или эмиттера), имеющего заряд. Ионосфера, проводящая электричество, замыкает цепь, и возникает непрерывный ток, который может служить источни-

ОБ АВТОРАХ:

Энрико Лоренцини (Enrico Lorenzini) и **Хуан Санмартин** (Juan Sanmartín) уже десять лет занимаются исследованиями космических связок. Лоренцини работает в Гарвард-Смитсоновском астрофизическом центре в Кембридже, где с 1995 г. возглавляет группу, которой до этого руководили Марио Гросси (Mario Grossi) и Джузеппе Коломбо (Giuseppe Colombo). В 1980 г. он защитил диссертацию по астронавтике в Пизанском университете в Италии. Санмартин – профессор физики Мадридского политехнического университета в Испании.

Для любого объекта на стабильной орбите центробежная сила в точности компенсируется гравитационной силой притяжения. В центре масс связки они уравниваются, но в более удаленном от планеты шаре центробежная сила больше силы притяжения, и пассажир ощущает воздействие планеты. Она является формой искусственного тяготения. В более близком к планете шаре все оказывается наоборот. В связке с привязью длиной 50 км эти силы искусственного тяготения составляют около 0,01 ее же на поверхности Земли. Создаваемая сила примерно пропорциональна длине привязи.



которой определяется известным правилом правой руки. Если связка перемещается по низкой околоземной орбите с запада на восток, то электроны в привязи двигаются к Земле, и эта сила направлена навстречу орбитальному движению аппарата. Поэтому ЭДС испытывает сопротивление движению, подобному аэродинамическому, которое и понижает орбиту системы.

Данное обстоятельство, несомненно, заинтересует специалистов, занимающихся очисткой околоземного пространства от космического мусора. Сегодня вокруг Земли обращается несколько тысяч объектов, космических аппаратов и спутников, из которых около 1500 имеют массы больше 100 кг. Аэродинамическое торможение способствует постепенному понижению орбит до тех пор, пока тела не сгорают в плотных слоях атмосферы. Типичные объекты сходят с орбит с высотами около 200 км в течение нескольких дней,

с 400 км – за несколько месяцев, а на орбитах с высотами порядка 1000 км могут просуществовать около 2000 лет.

Если запущенный спутник несет ЭДС, которая может быть развернута к концу срока его работы, или если робот-манипулятор сможет захватывать обломки и доставлять их на обращающуюся по орбите связку, то эффект торможения последней можно будет использовать для ускорения входа этих объектов в плотные слои атмосферы (см. рис. на стр. 66). Напротив, обращение направления тока в ЭДС на низкой околоземной орбите (с помощью фотоэлементов или иного источника питания) вызовет противоположный эффект. На такую систему будет действовать сила, направленная в сторону движения ЭДС по орбите, аналогичная тяге вместо торможения, вызывая повышение орбиты. Такие «тяговые» ЭДС могут использоваться в качестве «буксиров» для перевода полезных грузов с НОО на более высокую

орбиту или для противодействия ее снижению.

Потребляя энергию от привязи, спутник теряет высоту и требует дополнительного подталкивания, тогда как топливные элементы непосредственно превращают энергию топлива в электроэнергию. Так за что бороться?

Дело в том, что связка имеет более высокий КПД. Сочетание ЭДС с ракетой позволяет при том же расходе топлива получить больше электрической энергии, чем топливные элементы. В ЭДС генерируемая мощность равна работе, совершаемой магнитным полем за единицу времени, т.е. произведению силы торможения на скорость движения спутника относительно замагниченной ионосферы. На низких околоземных орбитах скорость составляет около 7,5 км/с. Энергия же, поставляемая ракетным двигателем, равна половине произведения силы тяги на скорость истечения продуктов сгорания (в ракетах на жидких водороде и кислороде ▶

она достигает 5 км/с). На практике это означает, что сочетание привязи и ракетного двигателя позволяет получить втрое больше энергии. Топливные элементы, в которых также используются водород и кислород, не имеют такого преимущества.

Система ЭДС – ракетный двигатель может потреблять значительно меньше топлива, чем эквивалентные топливные элементы. Использование электродинамической связи позволяет экономить горючее только при работе более 5–10 дней.

Связки у Юпитера

Замагнитченная ионосфера Юпитера, как и земная, вращается вместе с планетой. Она простирается на 35 800 км от Земли и на 88 500 км над верхней границей облачного слоя Юпитера.

На стационарной орбите вокруг Юпитера космический аппарат облетает вокруг планеты с той же

скоростью, что и ионосфера. Если ЭДС опускается ниже, где скорость движения замагнитченной плазмы меньше скорости его движения, возможно и получение электроэнергии, и возникновение тормозящей силы. Если космический аппарат находится выше стационарной орбиты, где скорость движения замагнитченной плазмы больше скорости его движения, возможно и получение электроэнергии и тягового усилия.

Согласно принципам орбитальной механики наиболее эффективными точками приложения тягового или тормозящего усилия на орбите становится ближайшая к планете (периапсида) и наиболее удаленная (апоапсида) точка. Если точка лежит ниже стационарной орбиты, то действует сила торможения, если она находится выше – то ускорение.

Предположим, что космическая связка приближается к Юпитеру со скоростью 6 км/с. Если включить

ЭДС-систему тогда, когда связка будет пролетать на высоте стационарной орбиты, то можно будет на несколько сотен метров в секунду уменьшить скорость и вынести связку на вытянутую эллиптическую орбиту. Для этого достаточно привязи длиной в несколько десятков километров.

Если включать ЭДС вблизи периапсиды, чтобы создать силу торможения и держать ее выключенной на остальном пути, орбита станет менее вытянутой и будет приближаться к круговой. Приложив сравнительно небольшие электродинамические силы, можно будет посетить каждый из четырех самых крупных спутников Юпитера (от самого удаленного, Каллисто, до самого близкого, Ио) менее чем за год.

Включение ЭДС в апоапсиде, лежащей выше стационарной орбиты, позволит поднять периапсиду, лежащую ниже настолько, чтобы она оказалась за пределами стационар-

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭДС ДЛЯ УДАЛЕНИЯ ОБЪЕКТОВ С ОРБИТ

Область низких околоземных орбит заполнена десятками тысяч объектов, которые сгорают, попадая в плотные слои атмосферы. Развертывание связок на

космических аппаратах – простой и недорогой способ ускорить их падение.



1 Спутнику на орбите высотой 1 тыс. км потребуется около 2 тыс. лет, чтобы войти в плотные слои атмосферы и сгореть или упасть на Землю.



Развернутая связка

2 Спутник, проработавший заданный срок, развертывает связку, которая создает торможение, в результате чего он переходит на более низкую орбиту, где плотность атмосферы больше.



3 Со временем торможение, вызванное связкой, приводит к снижению орбиты спутника до высоты, достаточно малой для того, чтобы через несколько месяцев он вошел в плотные слои атмосферы и сгорел.

Название системы	Год запуска	Орбита	Длина привязи	Организация
<i>Gemini 11</i>	1967	НОО	30 м	NASA
<i>Gemini 12</i>	1967	НОО	30 м	NASA
<i>H-9M-69</i>	1980	Суборбитальная	< 500 м	NASA
<i>S-520-2</i>	1981	Суборбитальная	< 500 м	NASA
<i>Charge -1</i>	1983	Суборбитальная	500 м	NASA / ISAS (Япония)
<i>Charge -2</i>	1984	Суборбитальная	500 м	NASA / ISAS (Япония)
<i>Oedipus-A</i>	1989	Суборбитальная	958 м	NRC (Канада) / NASA
<i>Charge-2B</i>	1992	Суборбитальная	500 м	NASA / ISAS (Япония)
<i>TSS-1</i>	1992	НОО	< 500 м	NASA / Итальянское космич. агентство
<i>SEDS-1</i>	1993	НОО	20 км	NASA
<i>PMG</i>	1993	НОО	500 м	NASA
<i>SEDS-2</i>	1994	НОО	20 км	NASA
<i>Oedipus-C</i>	1995	Суборбитальная	1 км	NASA / NRC (Канада)
<i>TSS-1R</i>	1996	НОО	19,6 км	NASA / Итальянское космич. агентство
<i>TIPS</i>	1996	НОО	4 км	NRO / NRL
<i>ATEX</i>	1999	НОО	6 км	NRL



Примечание:
 НОО – низкая околоземная орбита;
 NRO – National Reconnaissance Office
 (Национальное разведывательное управление США)

ной орбиты. Тогда тягу можно будет включать в периапсиде, постепенно увеличивая высоту апоапсиды. Толчок может вывести аппарат на траекторию возвращения к Земле. Вращение Юпитера позволит получить энергию, необходимую для выполнения описанных маневров. Таким образом ЭДС может существенно уменьшить стоимость экспедиции.

Чтобы космические связки могли работать на орбитах вокруг Земли, Юпитера и других небесных тел, нужно решить ряд важных технических задач. Конструкторам предстоит разработать способы развертывания связок и защиты их элементов от влияния разности потенциалов между привязью и ионосферой. Кроме того, необходимо научиться гасить различные коле-

бания в ЭДС. Все эти задачи выполнимы, и ученые надеются, что не в столь отдаленном будущем связ-

ки помогут ученым добиться новых успехов в освоении космического пространства. ■

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

- In-Orbit Experimentation with the Small Expendable-Tether Deployment System. E. C. Lorenzini and J. A. Caroll in *ESA Journal*, Vol. 15, No. 1, pages 27 – 33; 1991.
- Bare Wire Anodes for Electrodynamic Tethers. J. R. Sanmartín, M. Martínez-Sánchez and E. Ahedo in *Journal of Propulsion and Power*, Vol. 9, No. 3, pages 353–360; 1993.
- Tethers in Space Handbook. M. L. Cosmo and E. C. Lorenzini. Third edition. Smithsonian Astrophysical Observatory, 1997. Доступно на <http://cfa-www.harvard.edu/spgroup/handbook.html>
- Overview of Future NASA Tether Applications. L. Johnson, B. Gilchrist, R. D. Estes and E. Lorenzini in *Advances in Space Research*, Vol. 24, No. 4, pages 1055 – 1063; 1999.
- Active Charging Control and Tethers. J. R. Sanmartín in *Environment Spatial: Prévention des Risques Liés aux Phénomènes de Charge – Space Environment: Prevention of Risks Related to Spacecraft Charging*. CNES/ONERA course, Toulouse, 2002. Cepaduès Éditions, 2002.



В деревне Билкада фермеру
Абду Рахману (Abdul Rahman)
ампутировали ногу, когда он
заболел раком, который был вызван
мышьяковым загрязнением воды.

Муштаки Чоудхури

экологический кризис

В БАНГЛАДЕШ

Мышьяк,
содержащийся
в питьевой воде,
угрожает
серьезным
отравлением
50 млн. человек по
всему миру.

Там, где Пинджра Бегум (Pinjra Begum) обычно брала питьевую воду, из скважины била чистая, искрящаяся струя. В возрасте 26 лет она умерла от рака, оставив сиротами троих детей. Женщина была отравлена той водой, которую она качала из-под земли.

В 1970–1980-х гг. правительство Бангладеш совместно с агентствами интернациональной помощи, координируемыми ЮНИСЕФ, приступило к реализации грандиозного проекта, который позволил бы обеспечить сельские районы страны чистой водой. В результате в деревнях пробурили артезианские скважины и снабдили всех жителей ручными насосами, качающими воду по трубе из пластов, залегающих на небольшой глубине. Бедняки же получали для этих целей заем. Собственная скважина облегчала труд женщин, которым больше не нужно было носить кувшины на большие расстояния, уменьшала зависимость от более зажиточных соседей, а главное – была источником питьевой воды, не содержащей болезнетворных бактерий. К началу 1990-х гг. 95% населения Бангладеш благодаря 10 млн. скважинам, разбросанным по всей территории, смогло получить питьевую воду. (Поистине редкая удача для бедной страны!)

Увы, никто не проверил воду на содержание мышьяка. Уже в 1983 г. дерматолог Кшитиш Саха (Kshitish C. Saha) из Колледжа тропической медицины, находящегося в Колкате (Калькутта, Индия), обследовал жителей штата Западная Бенгалия, расположенного на западе страны, где артезианская вода появляется из тех же водоносных пластов. Определив, что поражения кожи у некоторых пациентов вызваны отравлением, он пришел к выводу, что мышьяк содержался в воде, поступающей из скважин.

Спустя несколько лет эколог Дипанкар Чакраборти (Dipankar Chakraborti) из университета Джадавпура в Колкате установил, что многие водоносные горизонты Бангладеш загрязнены мышьяком. В 1993 г. Британская геологическая служба провела исследование водных ресурсов страны и заявила, что они пригодны для использования, однако при этом не были взяты пробы на мышьяк. В том же году Абдул Хан (Abdul W. Khan), сотрудник министерства здравоохранения Бангладеш, обнаружил опасный химический элемент в воде, бьющей из скважин, расположенных в западной части Навабганджа.

Установлено, что около 30% артезианских скважин Бангладеш ▶



Амбиа Хатум (Ambia Khatum), отвергнутая мужем, и ее дочь демонстрируют язвы. Поражения ладоней и ступней превращают ежедневные хлопоты по хозяйству в мучение.

На третьей стадии у больных появляются некрозы, и примерно через 20 лет обнаруживается рак.

Пинджра Бегум умерла совсем молодой. Вероятно, она получала большие дозы мышьяка еще в детстве. Исследования, проведенные на Тайване, показали, что потребление воды, содержащей 500 мкг/л, в одном случае из 10 ведет к развитию рака кожи. Однако основной причиной смерти становится рак мочевого пузыря, почек, печени или легких. В ходе обследования населения, проводившегося в 1998 г. на севере Чили, выяснилось, что 5–10% жителей старше 30 лет умерли от рака тех или иных внутренних органов, вызванного мышьяковым отравлением. В 1999 г. Национальный исследовательский совет США пришел к выводу, что риск комбинированных раковых заболеваний возникает в тех случаях, когда потребляется более 50 мкг мышьяка на литр. При этом каждый сотый больной погибает от рака. Тяжесть отравления зависит от дозы, продолжительности потребления ядовитого вещества, его взаимодействия с другими химическими элементами, содержащимися в пище, а также от возраста, пола и индивидуальных особенностей пострадавшего. Число заболеваний арсеником составляет сотни тысяч.

К сожалению, система здравоохранения Бангладеш не способна самостоятельно справиться с кризисом. Местное здравоохранение может лишь предложить пациентам обезболивающую и дезинфицирующую мазь. Конечности, пораженные гангреной, можно ампутировать, но вылечить больного, страдающего запущенным мышьяковым отравлением, невозможно.

содержит более 50 микрограмм мышьяка на литр воды. Однако ВОЗ недавно пересмотрела стандарт, принятый Агентством по охране окружающей среды США, и считает предельной нормой 10 мкг/л. Оказалось, что как минимум 35 млн. человек – почти четверть населения страны – пьет воду, содержащую яд. Кроме того, мышьяк содержится в зернах злаков, которые жители Бангладеш потребляют в пищу 2–3 раза в день. В засушливые месяцы рисовые поля орошаются водой, которую выкачивают из загрязненных подземных источников. Недавно шотландские ученые из Абердинского университета обнаружили, что содержание мышьяка в рисе из Бангладеш варьирует от 50:109 до 180:109, в зависимости от сорта и местности (50:109 эквивалентны 50 мкг на литр воды). В некоторых культурах, например, в ямсе, содержание опасного элемента может достигать 150:106.

Такая картина наблюдается и в других странах. Так, мышьяк встречается в источниках, питающих населенные пункты Индии, Непала, Вьетнама, Китая, Аргентины, Мексики, Чили, Тайваня, Монголии и США (см. карту на стр. 71). Всего

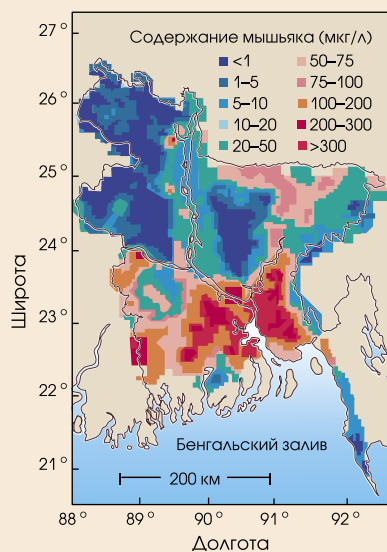
в мире более 50 млн. человек страдает от серьезных отравлений. Таким образом, мышьяк, содержащийся в питьевой воде, – причина наиболее массовой гибели людей, произошедшей за всю историю. Экологический кризис затмевает даже чернобыльскую катастрофу.

Минеральная вода

Первым признаком отравления, который может проявиться спустя 10 лет после того, как человек начал употреблять воду, отравленную мышьяком, является меланоз, сопровождающийся появлением черных пятен на груди, спине и руках. Ладони и ступни становятся жесткими и теряют чувствительность (кератоз). Кроме того, пациенты могут страдать от бронхита, конъюнктивита, а при очень высокой концентрации мышьяка – от диареи и болей в брюшной полости. Подобные симптомы характерны для первой стадии арсеникоза. На втором этапе на коже начинают появляться еще и белые пятна (лейкомеланоз), опухают ноги, ладони, и ступни покрываются трещинами и кровоточат (гиперкератоз). Больные с трудом передвигаются, возникают поражения нервной системы, нарушаются функции почек и печени.

Во всем мире мышьяк обнаруживают в подземных водоносных горизонтах, расположенных в дельтах рек (на карте справа эти области отмечены красным). В южной части Бангладеш самый высокий уровень содержания мышьяка (см. карту слева внизу). Вероятно, опасное вещество накопилось здесь, когда реки Ганг и Брахмапутра смывали почву с Гималаев в Бенгальский залив. Мышьяк, содержащийся в более поздних поверхностных отложениях глины, растворяется в грунтовых водах. Считается, что водоносные горизонты, залегающие на глубине более 200 м, не содержат данного элемента (см. нижний правый рис.).

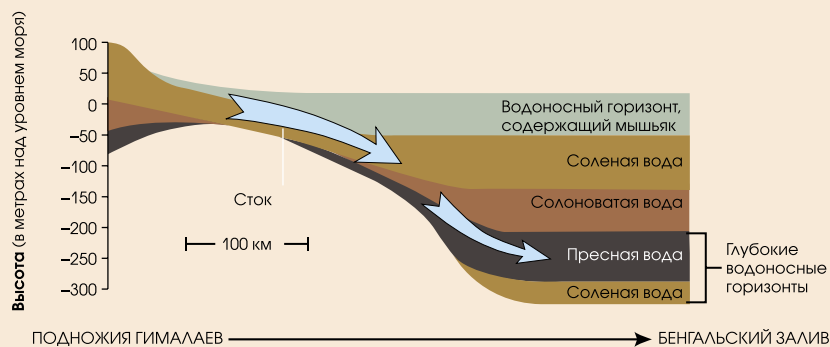
БАНГЛАДЕШ



ЗОНЫ РИСКА



РАЗРЕЗ ДЕЛЬТЫ ГАНГА НА ТЕРРИТОРИИ БАНГЛАДЕШ С СЕВЕРА НА ЮГ



В свое время была предложена методика, основанная на применении хелатных соединений веществ, связывающих и выводящих мышьяк из организма. Это принесло определенную пользу, но люди продолжали пить загрязненную воду. Употребление чистой жидкости устраняет симптомы первой стадии арсеникоза. Однако снабдить население такой водой не так легко, как раздавать советы.

Большая часть территории Бангладеш расположена в дельте, образованной накопившимися за 250 млн. лет илстыми наносами двух великих гималайских рек – Ганга и Брахмапутры. В некоторых местах мощность отложений достигает 20 км. Большинство водонос-

ных горизонтов, отравленных мышьяком, залегает неглубоко, от 10 до 70 м от поверхности. Они сосредоточены в южной и юго-восточной части страны. Британское геологическое общество отмечает, что приблизительно 18 тыс. лет назад, когда уровень моря снизился примерно на 100 м, реки прорезали в накопившихся наносах глубокие долины, которые покрылись серой глиной, содержащей токсичные вещества. В более древних бурых аллювиальных отложениях, подобных тем, что встречаются в холмистом северо-западном районе, в подземных водах мышьяка меньше.

Согласно гипотезе Чакраборти, данный элемент связан с железистыми пиридами и попадает в во-

доносные горизонты в процессе окисления. Усиленная эксплуатация артезианских скважин снижает уровень подземных вод, в результате в воздух проникает в пласты глины, содержащие мышьяк, и способствует растворению последнего в воде. Сегодня получила развитие альтернативная гипотеза, объясняющая загрязнение восстановительными процессами. По данным Британской геологической службы, мышьяк адсорбирован на частицах гидроксида железа, которые претерпевают восстановление и благодаря попадающим в воду экстрактам органических веществ высвобождают его. Если все действительно так, то данный элемент присутствовал в артезианской воде всегда. ▶



Две жены Абдула Рахмана: Халиман (Haliman), став жертвой эпидемии арсеникоза, прикована к постели, а Шазида (Shazida) ведет хозяйство и ухаживает за Халиман и детьми.

деня оказались верными. В одних деревнях все скважины оказались отравленными, а в других – абсолютно чистыми. Странно, но опасные и безопасные скважины иногда находились рядом. Добровольцы находили источники отравления, учились распознавать первые признаки мышьякового отравления, а также различать три степени заболевания. Они обнаружили около 400 пораженных, которые затем были подвергнуты медицинскому осмотру. Около 3/4 больных страдали арсеникозом первой степени, и лишь у некоторых развился рак. 60% были мужчинами, средний возраст которых составлял 36 лет. Встречались и пятилетние дети.

Составляя карты местных водных ресурсов, отмечая чистые скважины, обычные колодцы, ручьи и пруды, которые могли бы заменить собой загрязненные источники, добровольцы активно сотрудничали с членами общин и персоналом BRAC. В знак признания большого вклада в здравоохранение и в дело помощи беднякам BRAC получила премию Гейтса в области всемирного здравоохранения на сумму \$1 млн.

Мы пришли к выводу, что воду из рек и колодцев необходимо дезинфицировать, а дождевые и грунтовые воды – очищать от мышьяка. Поверхностные же можно использовать, поскольку они, как правило, до глубины 10 м не содержат вредных примесей. Исторически жители Бангладеш пользовались водой из определенных чистых прудов. Но с появлением артезианских скважин про них забыли. Одни были засыпаны, а в других стали разводить рыбу.

Песчаный фильтр, который соорудился на берегу водоема, задерживал ил и патогенные бактерии, помогая

Противоборство между двумя гипотезами продолжает обостряться: Чакраборти утверждает, что некоторые из обследованных им скважин еще 10 лет назад не содержали мышьяка, а сейчас загрязнены им, что свидетельствует о том, что сложные геохимические процессы протекают и по сей день.

В 1998 г. правительство Бангладеш разработало Проект о снижении содержания мышьяка и обеспечении водой, под который Всемирный банк предоставил заем в размере \$32,5 млрд. Неправительственная организация – Комитет по развитию сельских районов Бангладеш (*The Bangladesh Rural Advancement Committee, BRAC*), – действующая с 1997 г., заместителем директора-распорядителя которой является ав-

тор данной статьи, предложила выход из «мышьякового» тупика.

Взгляд в будущее

Жители сельских районов Сонаргаон на востоке и Джикаргаха на западе не могли поверить, что их заболевание связано с драгоценными артезианскими скважинами. Чтобы заручиться содействием местных жителей, BRAC обучила 160 деревенских женщин при помощи полевого оборудования проводить анализ артезианской воды. Добровольцы провели обследование более 50 тыс. скважин. В результате, жидкость, где содержание мышьяка превышало 50 мкг/л, окрасилась в красный цвет, а там, где опасного элемента было меньше, – в зеленый. Мы подтвердили, что в 85–90% случаев их све-

ОБ АВТОРЕ:

Муштаки Чоудхури (A. Mushtaque R. Chowdhury) с 1977 г. работал в Комитете по развитию сельских районов Бангладеш, одной из крупнейших неправительственных организаций в мире. Он создал подразделение по борьбе с отравлениями мышьяком. Чоудхури базовое образование получил в Дакке, а в 1986 г. в Лондонской школе гигиены и тропической медицины защитил докторскую диссертацию. Он пишет о здравоохранении в развивающихся странах. Чоудхури – сопредседатель одного из комитетов «Миллениум-проекта» ООН. Сейчас работает в Колумбийском университете.

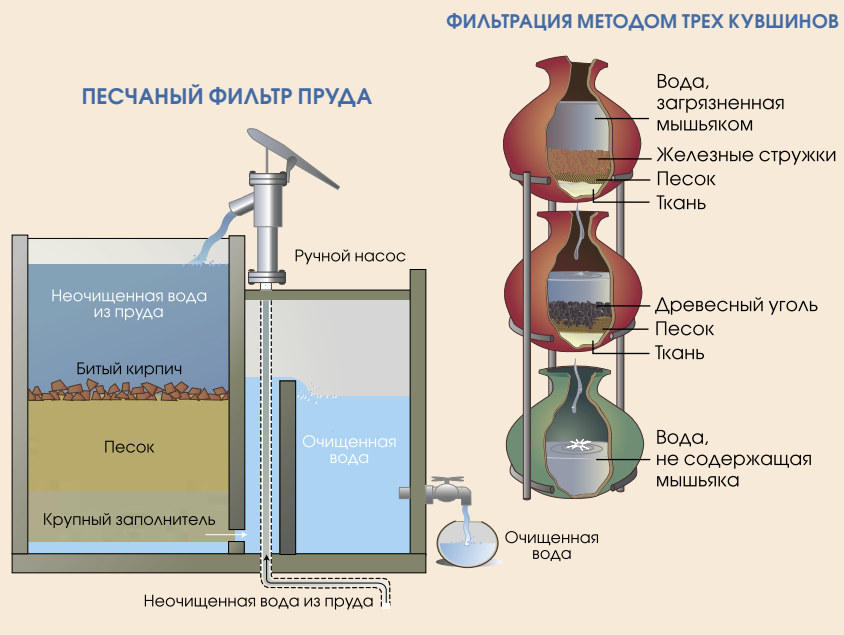
восстановить экологию пруда. К сожалению, зараженность столь высока, что, несмотря на то что количество бактерий в ходе фильтрации снижается в два раза, вода остается загрязненной. Все осложняется тем, что в большинстве водоемов сейчас разводят рыбу и для борьбы с хищниками (до выпуска мальков) добавляют ядохимикаты. Яды рассеиваются, но вода все равно остается непригодной для питья. К тому же фильтр необходимо прочищать раз в несколько месяцев. Поверхностные воды колодцев, как правило, загрязнены фекалиями и содержат патогенные микроорганизмы. Дождевая вода, несомненно, чистая, но ею невозможно пользоваться круглый год.

Наконец мы пришли к выводу, что лучше всего применить «метод трех кувшинов». При этом артезианскую воду фильтруют при помощи простого приспособления, состоящего из трех глиняных вместилищ, в двух из которых помещен песок, древесный уголь и, что особенно важно, железные стружки для связывания мышьяка, которые необходимо вовремя удалять. Отфильтрованная вода скапливается в третьем сосуде. Высокопроизводительные фильтры для мышьяка дороги, и их точно так же нужно очищать от ядовитого наполнителя.

Деревенским жителям не понравилось возвращение к некогда отвергнутым способам водоснабжения. Скважины всецело отвечали их надеждам на лучшее будущее.

За последние пять лет BRAC провел ряд мероприятий, связанных с использованием водопровода и централизованной очисткой воды, подаваемой в деревни. Результаты последних исследований продемонстрировали, что население готово частично оплатить прокладку водопровода. Но если в стране будет принято решение о развитии именно такой системы водоснабжения, расходы на ее создание должны взять на себя как местные власти, так и неправительственные организации.

Совершенных методов очистки загрязненных водных источников пока не существует. Поверхностные воды Бангладеш не загрязнены мышьяком, но чрезвычайно подвержены заражению возбудителями болезней. Песчаный фильтр может снизить уровень болезнетворных микроорганизмов в пруде в два раза, но этого недостаточно. Метод трех кувшинов прост и недорог: воду из скважины пропускают через железные стружки. К сожалению, использование любых фильтров, в т.ч. крупных промышленных установок, не позволяет избавиться от загрязненных отходов.



Чтобы решить проблему, необходимо осваивать скважины глубиной более 200 м. Большая часть территории Бангладеш занята двумя водоносными горизонтами, из которых ближайший к поверхности залегает на расстоянии до 70 м и отделен от более глубокого слоем глины. Геологи предполагают, что загрязнение воды мышьяком в глубоких горизонтах незначительно. Однако, прежде чем будут пробурены миллионы скважин, они должны удостоверить в безопасности этой воды. К тому же необходимо следить, чтобы по скважине в глубокие водоносные горизонты не попадал мышьяк из верхних слоев.

Финансовые проблемы

Согласно исследованиям, проведенным в Колумбийском университете, на осуществление программы, включающей 5-летние комплексные изыскания, меры по борьбе с арсе-

ником, а также мониторинг на всей территории страны, потребуется \$290 млн. (включая расходы на бурение глубоких артезианских скважин в каждой из 86 тыс. деревень). Бангладеш не может себе позволить такие расходы. Даже если средства будут найдены, поиск окончательного решения проблемы потребует нескольких лет.

Необходимо немедленно начать выявлять пострадавших и обеспечивать их чистой водой любым способом, осуществимым в местных условиях. Кроме того, следует проверить все артезианские скважины, действующие в стране. Мониторинг питьевой воды на содержание мышьяка, марганца, фторидов, пестицидов, прочих химических веществ, а также патогенных микроорганизмов, должен проводиться регулярно во всех частях света, где люди извлекают ее из подземных горизонтов. ■

Беседа Валентины Катаевой
с известным писателем
Борисом Акуниным

ЧЕСТЬ И ДОСТОИНСТВО



Ответственность, права, человеколюбие, порядочность, благородство, честь, чувство собственного достоинства – все эти нравственные основы бытия человека трактуются по-разному в Европе и Америке, России и Азии. Чтобы понять истоки различного восприятия понятий, необходимо рассматривать эти проблемы в контексте исторического и культурного развития отдельных регионов, а не с точки зрения комплекса превосходства или неполноценности какой-либо нации. В современном мире нельзя замыкаться в рамках одной национальной культуры. Процесс развития мировой цивилизации многогранен: как стекла мозаики складываются в красочные узоры, так и самобытные национальные культуры образуют уникальную и богатейшую сокровищницу человечества.

Как Восток и Запад воспринимают проблемы нравственности и ответственности? Какую роль они играют в жизни современного человека? Как влияют на исторический процесс?

На эти вопросы мы попросили ответить специалиста по Японии, культуролога, литератора, 15 лет проработавшего в журнале «Иностранная литература», одного из составителей 100-томного издания, вобравшего в себя лучшие произведения русской литературы начиная с «Повести временных лет» и заканчивая сочинениями современных авторов, Григория Шалвовича Чхартишвили. Широкой публике он известен как Борис Акунин, автор приключений Эраста Фандорина.

– Какой смысл Вы вкладываете в понятие «ответственность»?

– У каждого человека в любой ситуации есть право на свободу выбора, но каждый поступок приводит к определенным последствиям, за которые приходится отвечать и перед окружающими, и перед самим собой. Поэтому, на мой взгляд, прежде всего следует говорить о личной ответственности как о нравственной потребности, нравственном императиве.

Словосочетание «личная ответственность» нередко (особенно в России) воспринимается негативно, так как ассоциируется с судом, на котором порой приходится отвечать даже за то, чего не делал.

Ответственность с религиозной точки зрения отчасти напоминает судебную: есть некий Высший Суд, перед которым каждый предстанет в свой черед, чтобы ответить за свои грехи. Согласно христианскому вероучению, грешник будет гореть в Геенне Огненной. А приверженцы буддизма считают, что человек, ведущий неправедную жизнь, обрекает себя на длительную череду перерождений, причем в следующей жизни нечестивец может появиться на свет низменной тварью. Помните у Высоцкого: «А если туп, как дерево, родишься баобабом...»

– Стал ли человек лучше за время своего существования?

– Тысячелетняя история цивилизации показывает, что от века к веку человек становился менее жестоким, более терпимым, способным к со-

страданию. По мере увеличения продолжительности жизни, повышения уровня образования у него появилось больше времени для самопознания и самосовершенствования, он стал умнее и сложнее. Кроме того, движения души стали разнообразнее, диапазон нравственных качеств шире. И, как мне кажется, самосознание отдельного человека и народа в целом выше всего в тех странах, где в силу различных исторических причин сложилась благоприятная атмосфера для развития чувства собственного достоинства.

– Что такое чувство собственного достоинства?

– Менее всего – самолюбование, бахвальство или снобизм. ЧСД можно определить как уважение к себе и окружающим, причем уважение априорное, которое сродни презумпции невиновности: ко всякому человеку следует относиться с почтением, пока он своими действиями не докажет, что не заслуживает его.

Понятие «собственное достоинство» зародилось на Востоке во времена Конфуция, т.е. задолго до появления христианства. В Европе эти представления, связанные с идеей равенства людей, впервые появились во времена античности, а дальнейшее развитие получили лишь в период позднего Средневековья. Современное понимание сформировалось в Англии в период противоборства баронов и короля. В России же идея равенства была ярче всего воплощена в Новгородской республике, чье мировоззрение кардинально отличалось от холопско-имперского мышления Киева и Москвы.

Мне в силу образования ближе японская модель, где понятие человеческого достоинства воспринимается как естественное развитие представления о личной ответственности и учения Конфуция о благородном муже, который есть мерило нравственного развития и этический идеал.

Если говорить о реалиях нашего времени, невозможно представить

благородного мужа, который расстреливал бы мирных людей, подобно пресловутому капитану Ульману со товарищи, а потом на суде утверждал бы, что выполнял приказ командования. Благородный вассал преданно служит своему господину до тех пор, пока повеления последнего не расходятся с представлениями об истинном Пути. Другое дело, что у самурая выход был только один: если предписания власти не соответствовали его этическим нормам, он должен был сделать ха-ракири.

В августе 1945 г. на главной площади Токио перед императорским дворцом несколько тысяч офицеров покончили жизнь самоубийством, не желая смириться с капитуляцией. Это были люди, обладавшие обостренным чувством самоуважения. Правда, для выживания нации подобное самосознание весьма опасно, так как чем выше у людей поня-

жертвенности активной борьбе со Злом. Зато японский самурай и британский джентльмен вполне умели давать сдачи. Поэтому в моем герое Э.П. Фандорине я попытался сочетать все лучшее, присущее порядочным людям различных культур.

Современные детективы – сказки для взрослых. Но каждое литературное произведение, даже детективный роман, поднимает некий экзистенциальный вопрос, в котором писатель стремится разобраться. Это и есть высшее предназначение литературы. Если говорить про моего героя Фандорина, то он, пользуясь конфуцианским определением, благородный муж, чья жизнь строится в соответствии с неким нравственным императивом, с чувством личной ответственности за любое действие.

– А как в России обстоят дела с чувством личной ответственности и собственного достоинства?

В моем герое я попытался сочетать
**все лучшее, присущее
порядочным людям
различных культур.**

тие о собственном достоинстве, тем ниже инстинкт самосохранения и, следовательно, меньше шансов на выживание.

– Существуют ли национальные особенности в восприятии понятия «собственное достоинство»?

– Мне более всего интересны три исторических типажа с сильно развитым ЧСД: японский самурай, британский джентльмен и русский интеллигент. У каждого из них есть свои слабые и сильные стороны. Как мне кажется, главная проблема русского интеллигента – неумение защитить себя и своих близких, неспособность отстаивать свои принципы, предпочтение

– В нашем обществе эти нравственные категории, к сожалению, слабо развиты в силу известных исторических обстоятельств: крепостное право, абсолютная монархия, советская диктатура. Правда, когда власть вдруг начинала поощрять проявления ЧСД, результаты всякий раз превосходили любые ожидания. Когда в начале царствования Александра I перестали сечь дворян, у них сразу появилось представление о чести. С восшествием на престол Александра II в России заговорили о свободе личности и освобождении крестьян, что привело к существенным изменениям в самосознании нации. Однако середина XX в. ▶

стала эпохой небывалого подавления личности и чувства собственного достоинства. Кровавая битва железных диктаторов происходила на фоне массового истребления порядочных, принципиальных, незаурядных, благородных и интеллигентных людей. Сталин, например, патологически не выносил людей независимых, смелых, гордых. Физическое уничтожение цвета нации превратило население страны в бездумную и бездушную массу, парализованную страхом за собственную жизнь.

– **А что происходит в наши дни?**

– В последние 15–20 лет, на фоне демократических перемен, многое изменилось к лучшему. Прежде всего в сознании людей. Это связано с тем, что обладать ЧСД стало менее опасно. Далеко не для всех это важно, но, слава Богу, много появилось

существования. Это нормально. Когда люди обустраивают свой дом, они вновь начнут интересоваться внешним миром: почему грязно в подъезде, почему беспорядок на улице, потом в городе, потом в стране. Все это этапы становления личной ответственности и ЧСД, категорий, которые друг от друга неотделимы.

– **Какие ценности лежат в основе представлений об ответственности и чувстве собственного достоинства?**

– Я убежден в том, что наивысшую ценность представляет собой человек, его внутренний мир, его способность совершенствоваться, уникальность каждой человеческой особи. Трагедия современного мира в том, что подавляющее большинство людей проживают свою жизнь и умирают, так и не реализовав своих возможностей, не раскрыв талантов и не

ности разная. В конечном итоге высшая ответственность лежит на тех, кто наделен властью. Руководители государств должны обладать чувством не только личной, но и исторической ответственности. С этим, боюсь, у наших правителей не все в порядке.

К сожалению, чаще всего у власти в России оказываются далеко не лучшие люди. Это давняя российская проблема. У нас считается, что человек порядочный, принципиальный, нравственный в политику по своей воле не пойдет, потому что политика – дело грязное, построенное на компромиссах с нечистой силой. Интеллигент во властных структурах – явление для России невообразимое. Не потому что не выберут, а потому что сам не пойдет.

– **Какую роль играет интеллигенция в процессах общественного развития?**

– Мне кажется, что понятие «интеллигенция» уже стало достоянием истории. Сейчас это сословие, как и на Западе, начинает расслаиваться на несколько социальных групп: высокообразованные профессионалы, творческая богема, передовые чиновники. Черта, объединяющая эти группы, – предрасположенность к либерализму, то есть к терпимости и свободе мысли. Я думаю, что отступление либерализма, который все уже успели и проклясть, и оплакать, – кажущееся и временное. Сейчас происходит его переход на качественно иную ступень развития: от декларированной (и, в общем-то, спущенной сверху) свободы к свободе личной, к самодостаточности. Сейчас в России, возможно, впервые за всю ее историю, огромное количество людей начинает чувствовать себя взрослыми, сильными, самостоятельными. Мы должны стать не страной с одним Хозяином, как бы он там ни назывался – царем, генсеком или президентом, – а страной, сплошь состоящей из хозяев, хозяев своей судьбы. По-моему, ключ в этом. ■

Наблюдаемый ныне спад интереса к политике, равнодушие к вопросам государственного устройства – явление временное.

и таких людей, кто нравственно распрямился.

Реалии дикого капитализма многих заставляют действовать на свой страх и риск. Если человек ни на кого не надеется, если он должен решительно менять свою судьбу, биографию, профессию, взгляды на жизнь, чтобы сначала выжить, а потом создать себе достойную жизнь, он неминуемо проходит курс первоначального обучения ЧСД. И наблюдаемый ныне спад интереса к политике, равнодушие к вопросам государственного устройства – явление временное. Сейчас общество переживает этап, когда каждый прежде всего «возделывает свой сад», то есть пытается обустроить жизнь своей семьи, обеспечить себе и близким достойные условия

найдя своего места в жизни. А между тем каждому человеку необходимо чувствовать и понимать, что он в определенном смысле единственный и неповторимый. Чувство собственного достоинства как отдельной личности, так и нации в целом основано на осознании ценности каждого человека, на признании права каждого на исключительность, самобытность и неординарность. Человек волен не понимать и судить себе подобных, но он обязан относиться к ним с уважением.

– **Если человек должен нести ответственность за свои действия, то что говорить об ответственности власть имущих?**

– Мера ответственности в различных областях человеческой деятель-

ГЕНИЙ ИЛИ БЕЗУМЕЦ?

Недавно я случайно купила книгу с броским названием «Экспедиция в гениальность. Психобиологическая природа гениальной и одаренной личности. (Патографические описания жизни и творчества великих людей)». Прочитала с интересом от корки до корки. Авторы, группа медиков, членов-корреспондентов РАЕН, доказывают на примере из жизни великих людей, что гениальность проявляется непременно на грани наследственной одаренности и психических нарушений. Авторы сетуют на несовершенство медицины и предлагают использовать открытое ими явление нарушения спектра липопротеидов в крови у больных шизофренией.

Мне все это показалось столь интересным, что я предприняла некие шаги по выявлению в специализированной литературе сведений о взаимосвязи гениальности и психического здоровья. В рецензируемой книге меня насторожили два момента. Во-первых, отсутствие примеров, не укладывающихся в авторскую концепцию, во-вторых, отсутствие библиографии. Увы! Результаты поиска соответствующей информации резко снизили научную ценность книги, переведя ее в разряд беллетристики или даже не очень добросовестной журналистики.

Вопрос о связи одаренности и психической полноценности крайне ва-

жен в наши дни. Судьба человечества зависит от возможности творческого генерирования новых идей и путей развития, которые установили бы гармонию между биосферой и техносферой, позволили людям реализовывать свои способности и способствовать процветанию общества.

Педагоги и ученые всех стран настойчиво пытаются разработать систему образования, которая позволила бы готовить специалистов высокого уровня и при этом сохранять в учащихся способность к творчеству. Очень интересную работу в этом направлении на протяжении 10 лет ведет группа московских ученых и педагогов в рамках государственной общеобразовательной школы №1199 («Лига Школ»). Подробнее с этим проектом можно ознакомиться в Интернете по адресам: www.liga1199.ru и <http://kids.genebee.msu.ru>. Заместитель директора Лиги Школ по воспитательной работе Н.М. Изюмов считает чрезвычайно важной разработку научной концепции взаимосвязи одаренности и психического здоровья. Он озабочен отсутствием в школах достаточного количества психологов, способных решать эти проблемы с каждым ребенком индивидуально, а также нехваткой доступной литературы по данной проблеме для педагогов и родителей.

Можно предложить желающим проникнуть в суть вопроса несколько очень важных книг: Ломброзо Ц. «Гениальность и помешательство. Параллель между великими людьми и помешанными» (С.-Пб.: Изд. Ф.Павленкова, 1892), Франкл В. «Человек в поисках смысла» (М.: Прогресс, 1990), «Одаренные дети» (С.-Пб., пер. с англ. М.: Прогресс, 1991), Воронов М. «Психосоматика. Практическое руководство» (Киев: Ника-Центр, 2002), Эфроимсон В.П. «Педагогическая генетика. Научно-техническая революция и биосоциальные механизмы формирования и развития личности. Родословная альтруизма. Этика с позиций эволюционной генетики человека (М. Тайдекс Ко, 2003), Эфроимсон В.П. «Генетика гениальности. Биосоциальные механизмы и факторы наивысшей интеллектуальной активности» (М. Тайдекс Ко, 2004).

В целом следует признать, что тема одаренности и психического здоровья еще требует вдумчивого, глубокого анализа и серьезных исследований. Безусловно, в данной малоизученной области еще предстоит сделать важные открытия. Пока же главное – не спешить с выводами, особенно когда речь идет о столь деликатной субстанции, как внутренний мир творческой личности. ■

Татьяна Потапова

НАСЛЕДИЕ В.И. ДАЛЯ

В связи с юбилеем В.И. Даля впервые были изданы его труды, которые остались в виде рукописей и до сих пор были практически недоступны.

В книгу вошли «Словари народного тайноречия», «Словарь языка шерстобитов», «Условный язык петербургских мошенников», «Арготическая лексика в словарях русского языка»,

а также составленные В.И. Далем «Словарь офенского языка» и «Русско-офенский словарь» (офенями называли коробейников). ■

БОНДАЛЕТОВ В.Д. В.И. Даль и тайные языки в России. – М.: Флинта: Наука, 2004. – 456 с.



Алексей Василевский

ИНЬ и ЯН

НА ФАРФОРОВОМ БЛЮДЕ

Китайцы с глубокой древности уверяют, что для жизни необходимо семь предметов: дрова, рис, масло, соль, соя, уксус и чай. Однако, довольствуясь они только этим, вряд ли бы мир так высоко ценил китайскую кухню. По-прежнему рейтинг *Grandes cuisines* возглавляет триумвират: французская, русская и китайская кухни. Французская олицетворяет утонченность и изысканность Европы, русская с ее богатейшим ассортиментом закусок и первых блюд – симбиоз Востока и Запада. Китай же главенствует среди азиатских стран как самый изощренный, артистичный и философский застольных дел мастер.

Кулинарные фантазии китайцев строго соответствуют тысячелетним представлениям о взаимодействии инь и ян, смысл которых в том, что любая гармония возможна лишь при сохранении баланса двух начал: женского – влажного, темного, холодного (инь) и мужского – горячего, светлого, сухого (ян). Нарушение равновесия приводит к вселенским диссонансам. Причем это в равной мере относится к космогонии, политике, медицине, кулинарии.

Конфуций уделял изучению искусства приготовления пищи ничуть не меньше внимания, чем установлению нравственных принципов. Мудрец Лао Цзы давал ре-





комендации по государственному управлению, используя кулинарные метафоры: «Мудрому правителю следует управлять страной так же, как и жарить мелкую рыбешку, – редко переворачивать...»

Единой китайской кухни не существует. В этой стране вкусовые пристрастия и традиционные блюда меняются в зависимости от регионов. Разнообразие впечатляет: знаменитая пекинская утка, известная еще во времена династии Мин, цзянсу-чжэнсянская паровая рыба с грибами, ветчиной, бамбуковыми побегами и имбирем, суп «ласточины гнезда» (отвар из слюны, которой ласточки склеивают свои жилища), жареные устрицы, светлосинее вино из змеиной желчи и суй («битва дракона с тигром») – кантонское блюдо, приготовленное из мяса трех видов ядовитых змей, дикой кошки и более двадцати видов пряностей, и многое другое.

Существуют некие основополагающие принципы. Например, молниеносное обжаривание ингредиентов (цзянь) – не больше двух-трех минут в прокаленном жире, при котором сохраняется все самое ценное: минеральные соли и витамины. Но равномерно и быстро обжарить можно лишь одинаковые по длине и толщине ломтики, поэтому почти все попадает на сковороду в измельченном виде. Для разделки даже самых деликатных продуктов повара используют ножи-тесаки, способные отрезать как толстые куски, так и почти прозрачные лепестки.

Столь же популярно приготовление на пару (чжан). Продукты укладываются в сито, установленное в специальные чаны над кипящей водой. Именно так готовится традиционный китайский рис, который часто используется вместо хлеба.

Свои особенности имеет и варка в воде (чжоу). Мясо, рыба или овощи, как и везде, закладывают в кастрюлю с холодной или кипящей водой и варят на слабом

огне для получения прозрачного бульона. Но в процессе приготовления добавляют холодную воду, что у наших гастрономов категорически запрещено. Знаменитые туаньюань цзяоцзы (пельмени) варятся именно так.

Приготовление пищи в бульоне со специями (хуэй) происходит не в кастрюле, а на сковороде. После удаления пены заливается крахмал, разведенный в холодной воде в пропорции 1:2, в результате чего бульон превращается в роскошный соус.

Для того чтобы приготовить маринад (лу), вода разбавляется соевым соусом из расчета 1:1. Туда опускается марлевый мешочек со специями (корица, гвоздика, имбирь, бадьян, душистый перец), а также ароматные овощи (пикули, например), жженный сахар и десертное рисовое вино. Смесь доводится до кипения, затем в маринад опускают подготовленные продукты и варят на слабом огне.

Жарение во фритюре (чжа) требует большого количества кипящего масла. Большие куски мяса, птицы или куриные желудки опускаются во фритюр и жарятся до готовности.

Можно привести еще десяток способов приготовления пищи по-китайски. Но обратимся к приправам, которые тоже весьма специфичны. Даосский мудрец Чжуан Цзы уверял, что истинный вкус покоится на пяти вершинах: острое, кислое, соленое, горькое и сладкое. Их символами считаются имбирь, уксус, соль, крепкое вино и патока. Имбирь по сей день остается самой популярной приправой в Китае. Соль повсеместно заменил соевый соус. Сорта китайского уксуса более ароматны и менее кислы, чем европейские. Десертные вина, рисовая водка, коньяк из дикого винограда составляют обязательный компонент не только многих соусов, но и маринадов, в которых предварительно выдерживаются мясо и рыба. И, наконец, широко

распространен глутамат натрия. Таков базисный набор приправ, который в зависимости от блюда дополняется чисто китайскими специями – анчоусным маслом, перцем хуацзе, кунжутным маслом, кунжутной и соевой пастой, смесью измельченных корня солодки, укропа, корицы, бадьяна (звездчатого аниса) и гвоздики.

Невозможно не упомянуть и о чае. Им открывается любая трапеза, им же и завершается. Чай с ароматом жасмина и лепестками лотоса. Зеленый и желтый, черный, красный, «золотой» и даже белый (своим цветом он обязан типсам или бай-хоа – нераспустившимся чайным почкам белого цвета, которые в обычные смеси добавляют понемногу для создания ароматного букета). Чай, повышающий работоспособность, и чай, способствующий философским размышлениям, чай для медитации и для супружеской любви...

В интерьерах китайских ресторанов – при всей их лаконичности – всякий раз появляется ощущение новизны. То ли графика иероглифов чуть заметно изменилась, то ли прозрачный фарфор другого оттенка, то ли куайцзы – палочки для еды – по-иному ощущаются пальцами. Тихая мелодия бамбуковой флейты каждый раз разная. Неизменны лишь почтительные служители кулинарного культа и тонкий солнечный луч, запутавшийся в шелковых ширмах... ■

Марина Маркина

ИТАК, итадакимас...

Любые вариации блюда японской кухни подразумевают обязательный триумvirат символов – Гора, Человек, Море. «Живешь на горе – питайся с горы. Живешь у моря – питайся с моря». Этот канон – гарантия не только здоровья и долголетия (тема отдельная и замечательная), но и эстетической релаксации. Следуя дзенской традиции, японец медитирует, повернувшись лицом к горе, или, закрыв глаза, слушает шум моря. Потому и на тарелке он стремится воссоздать знакомый пейзаж. Горной вершиной вздымается конус искусно распластованного огурца. Белоснежная тертая редька, взбитая в пену, почти с фотографической точностью повторяет облако, окутавшее вершину скалы. Ну, а Человек? Он сначала наслаждается видом гастрономического пейзажа, а затем – уже его вкусом. Морская тема пусть и более условна, но вполне узнаваема по вкусовым ассоциациям: прозрачайший бульон-даси, лаконичной спиралью морской капусты...

Потомок самураев, японский повар, ставит перед собой задачу не удивить замысловатым вкусом или неведомым благоуханием, а сохранить в первозданности внешний вид продукта, его вкус и аромат. Искусственность и чрезмерность для японцев – признак безвкусицы и грубости. Дзенбуддистские традиции единения с природой, синтоистский культ подношения богам и духам свежайших продуктов без единой червоточки, правила самурайского кодекса бусидо, требующие верности



сюзерену и традициям, определили не только образ жизни японцев, но и эстетику и философию их кухни.

Внешний вид еды порой играет не меньшую роль, чем ее вкус. Тщательная сервировка лакированного подноса-стола, кропотливая декоративная нарезка овощей с учетом сезонной символики – кленовые листья из моркови, едва раскрывшиеся бутоны цветов из слив, ажурные снежинки редьки – влияют на японское пищеварение, как аперетив – на европейское.

Основа многих блюд – бульон-даси. Самый простой рецепт: вода и морская капуста-комбу. Бульон получается прозрачный, слегка им привкусом моря. Второй вариант – все то же самое плюс рыбные хлопья-кацуобоси. Кацуобоси можно заменить сухими сардинками, предварительно замоченными на 2–3 часа. В этом случае даси приобретает сильный запах рыбы.

Популярен и куриный бульон, который варится с имбирем, луком-пореем, черным перцем, обязательно процеживается и осветляется с помощью яичных белков и толченой скорлупы. Жир в любом виде удаляется и безжалостно выбрасывается.

В Японии пекут хлеб, но голова все-таки – рис, который считается таким же символом национальной гастрономической самобытности. Рис в Стране восходящего солнца особенный – круглый, клейкий, без него не обходится ни одно застолье.

Визитной карточкой японской кухни в Европе по-прежнему остается суши. Основа его – плотный рисовый колобок с добавленной в него каплей сладкого уксуса, завернутый в ломтик сырой рыбы или морепродуктов. Но то, что подают в суси-барах, – всего лишь одна из многих разновидностей суси – нигиридзуси, который едят, смазав острым хреном-васаби. Макидзуси, или норимаки-суси, представляет собой рисовый колобок начинкой из огурца, завернутый в листья водоросли-нори. Осидзуси – уложенный в деревянную кадучешку рис, декорированный рыбой и маринованным имбирем. Тарасидзуси больше напоминает испанскую паэлью: на блюде

подается рис с морепродуктами, овощами и омлетом.

Вообще, рыбу и морепродукты едят в Японии в самом разном виде: жареными и сырыми, отваренными, на пару, тушенными в соевом соусе и даже сушеными. Считается, что в прибрежных водах Японии обитает около двух тысяч видов морских животных. Сама японцы утверждают, что употребляют в пищу свыше 10 тысяч видов, и готовы перечислить все. Достаточно заказать сасими – ассорти из сырой рыбы и морепродуктов, декорированных овощами, чтобы убедиться в том, что это правда.

В современной Японии популярны соевые продукты, пришедшие из Китая. Правда, они именуется по-иному: доуфу, абураагэ, мисо, натто, сёю, юба. Кстати, знаменитый соевый соус-сёю имеет сотни разновидностей. Традиционный способ его приготовления – процесс хлопотный и длительный. Соус образуется в результате брожения соевых бобов (от 9 до 12 месяцев, а некоторые сорта и того больше) под действием специфических бактерий. То, что употребляем мы, – производное из обезжиренной соевой муки, пшеницы и некоторых других компонентов. Такой соус не подвергается брожению и ферментируется всего несколько дней. Нет только японцы, но и их соседи по региону его не признают. Настоящий соевый соус подается в Японии к любому блюду. Сёю – такая же универсальная приправа, как «корень вкуса» – адзиното. Но если адзиното – только катализатор натуральных свойств продуктов, то сёю добавляет и собственные вкусовые оттенки.

Пряные оттенки первозданному вкусу продуктов добавляют не только хрен-васаби или японская горчица. Маринады и соленья столь же распространены здесь, как квашеная капуста и соленые огурцы в России. В Японии солят и маринуют практически все – от корней лопуха и фруктов до водорослей и рыбы, причем у каждой местности свои рецепты и пристрастия. Популярны в Нара соленые цуккини и баклажаны несколько лет квасятся в острой дрожжевой пасте. В Киото



засаливают овощные ассорти из баклажанов, имбиря, огурцов и дыни. Но любимым лакомством остаются умэбоси – маринованные красные японские сливы, которые еще зелеными закладывают в рассол. Насыщенный цвет и удивительный вкус придают соленью листья красной крапивы.

Несмотря на то что мясных блюд в японской кухне не так уж много, именно здешние гурманы разработали технологию производства «мраморного» мяса. Телят подвешивают под потолком в звуконепроницаемых помещениях, поят пивом, откармливают специальным кормом. И все это только ради того, чтобы предложить кусок мяса в тончайших белоснежных прожилках. Если украсить его фигурными кусочками моркови, вполне можно представить, что у вас на тарелке скалистый мраморный утес, усыпанный осенними кленовыми листьями. Культурологи считают, что причина столь трудоемкого процесса кроется в национальной традиции окружать себя рукотворным подобием природы. Но те, кто хоть раз попробовал это за пределами дорогого мяса, придерживаются иной версии: ничего более вкусного есть не пришлось, и искусствоведческие акценты расставлять здесь ни к чему.

Всякое японское застолье начинается одинаково: никаких тостов, никаких здравниц, сотрапезники выпивают сакэ из маленьких плошек, над столом пролетает негромкое «Итадакима!» («Приступим!»), и палочки-хаси чуть слышно ударяют о края тарелок. ■



По материалам беседы
с востоковедом
В.С. Мясниковым

В поисках

ЦИВИЛИЗАЦИИ БУДУЩЕГО

Восток и Азия
никогда не
воспринимались
в России как
абстрактные
заморские
территории. Они
всегда были
ближайшими
соседями,
с которыми
нас связывают
многовековые
контакты.

Существует ли проблема Востока и Запада? Каковы пути развития двух великих цивилизаций? Как складывалось взаимодействие европейской и восточной культур? Что ожидает мир в ближайшем будущем – война или диалог цивилизаций? О многом очевидном, но невероятном в отношениях Востока и Запада узнали телезрители из беседы профессора Сергея Петровича Капицы с действительным членом РАН, востоковедом, президентом ассоциации китаеведов РАН Владимиром Степановичем Мясниковым.

Японское экономическое чудо

После Второй мировой войны японская экономика совершила значительный рывок, который принято называть экономическим чудом. Сейчас, глядя на сияющие небоскребы, потоки машин, изобилие товаров, трудно представить, что на протяжении целого тысячелетия вплоть до буржуазной революции Мейдзи исин (1867–1868 гг.) большая часть населения Японии прозябала в нищете. В ходе революции реальная власть перешла от сегуна к императору. Затем последовал ряд прогрессивных реформ, в том числе введение института частной собственности, формирование системы образования

европейского типа, стабильной финансовой системы по американскому образцу и т.д. Отныне государство стало искать поддержку не в аристократии, а в народе, что способствовало его сплочению и повышению национального самосознания. Благополучно решив ряд внутренних проблем, Япония перешла к агрессивным действиям и занялась наращиванием военной мощи: взяла курс на милитаризацию промышленности, реформировала вооруженные силы в соответствии с европейским стандартом, ввела всеобщую воинскую повинность. Приведем только несколько общеизвестных фактов: в 1894–1895 гг. Япония воевала с Китаем, в 1904 г. напала на Россию, с которой вела борьбу за господство в Северо-Восточном Китае и Корее, приняла участие в обеих мировых войнах. Однако поражение во Второй мировой войне нанесло серьезный ущерб японской экономике. После 1945 г. Япония, лишенная права иметь собственные вооруженные силы и потерявшая 40% совокупного национального богатства, приступила к кропотливому восстановлению хозяйства, но уже без милитаристского уклона. Поскольку военные расходы были незначительными, темпы промышленного роста страны увеличились на 20%. ▶



Сегодня страны Европы и Америки с тревогой смотрят на Восток, который за последние десятилетия претерпел кардинальные метаморфозы. Еще недавно Запад пытался внедрить, а порой и навязать Востоку свои законодательные нормы, формы правления, мораль, ценности, образ жизни, технические достижения и т.д. Сегодня же эта часть мира не только стала полноправным участником исторического действия, она активно вторгается в западный мир, в свою очередь, предлагая ему свои «фирменные блюда»: традиционную восточную медицину, недорогие высококачественные товары, новейшие технологии, определяя направления в моде, искусстве, приобщая людей к новым, ранее неведомым культурным ценностям, традициям, знакомя европейцев с особенностями национальной кухни и быта.

Страны Восточной Азии, так называемые тигры, совершили качественный скачок в своем экономическом развитии и бросили вызов всему остальному миру. Япония, Корея, Сингапур, а теперь и великий Китай буквально одним прыжком преодолели техническую отсталость, дефицит продовольствия, низкий уровень жизни, образования, здравоохранения и превратились в передовые индустриальные державы. Столь стремительный прогресс в сочетании с усилившимся идеологическим и культурным влиянием на благополучные Запад и США вызывает серьезные опасения со стороны последних. Но стоит ли беспокоиться?

Небывалое развитие восточных стран связано, с одной стороны, с внедрением в промышленность высоких технологий и новейших достижений мировой науки и техники, с другой – с особенностями национального самосознания, мировоззрением и многовековыми культурными традициями.

Как ни странно, большое значение в расцвете названных стран сыграл... рис. Восток испокон веков был рисовой цивилизацией. Возделывание этого злака не может вестись индивидуально, силами одной крестьянской семьи, т.к. рисовая плантация представляет собой сложную гидротехническую систему, ее сооружение и обработка полей требует объединения усилий и совместного тяжелого труда сотен людей, которые жили так веками. Кроме того, столетиями складывавшаяся психология покорности и подчинения старшим, трудолюбие, конфуцианские добродетели – все это сыграло немаловажную роль в формировании особого восточного менталитета. Именно на таких национально-культурных особенностях и основывалась экономическая стратегия, давшая поразительные результаты.



К началу 90-х гг. Япония вышла на второе место в мире по экономическому потенциалу, что стало одним из важнейших событий мировой послевоенной истории. Европейские умы пытались понять: как маленькое азиатское островное государство, лишенное ресурсов, смогло добиться таких успехов?

Человеческое сообщество изначально было информационным, а потому знания передавались не только от поколения к поколению, но и распространялись по всему миру. Как только где-то происходили принципиальные изменения, остальные страны начинали присматриваться, анализировать опыт, а затем либо следовали по проторенному пути, либо искали свой собственный. Можно сказать, что страна совершила прорыв благодаря соединению передовых американских и западных достижений в области науки и техники с национальными традициями и восточным менталитетом.

В XX в. многие страны Востока и Азии вслед за Японией стали перенимать европейские технологии, развивать науку, по-новому выстраивать отношения между людьми. Успехи Страны восходящего солнца вдохновили китайских реформаторов, многие из которых жили, учились, воспитывались в Японии. Она стала примером не только для Китая, но и для Индии, Турции и многих других стран юго-восточной Азии.

Если в Европе капитализм развивался в соответствии с нормами протестантской морали, то в Азии – конфуцианской, в основе которой лежит взаимопомощь и ответственность перед обществом. Азиатский опыт показывает, что не только человеческие отношения, но и достижения в области экономики могут и должны строиться на моральных принципах: не только сам добивайся успехов, но помогай и остальным людям своего клана, своей страны. Например, львиная доля инвестиций в Китай из других стран идет за счет китайской диаспоры. В отличие от российской

эмиграции, китайцы, где бы они ни находились, не чувствуют себя отрезанными от своей родины и поддерживают с соотечественниками постоянный контакт. Кроме того, китайцы, уехавшие лет 10–15 назад учиться в США и Европу, теперь возвращаются на родину. Правительство КНР, вкладывающее значительные средства в восстановление научного потенциала страны, разработало государственную программу возвращения ученых, которая уже успешно действует. Сейчас Китай наряду с Россией входит в пятерку стран, активно развивающих фундаментальную науку.

Конфуцианство

Как уже упоминалось, в основе успехов различных государств Востока помимо всего прочего лежат национальные традиции и конфуцианские добродетели. Конфуцианство на протяжении столетий было господствующей идеологией в Китае и повлияло на мировоззрение соседних стран.

В «Лунь-юй», небольшом трактате, где собраны изречения Конфуция, предпринята попытка ответить на вечные вопросы человеческого бытия и взаимоотношений. В частности, речь идет о том, что путь мира, человеколюбия и культуры всегда предпочтительнее пути войны. Особое внимание в трактате уделено традиции как таковой. Это понятие теснейшим образом связано с культурой, которая передается из поколения в поколение, а совокупность информации, составляющая ее содержание, живет в традиции. Таким образом, культура и традиция представляют собой два аспекта одного феномена.

Раннее конфуцианство внедрило в общественное сознание понимание той роли, какую играет культура в жизни отдельного человека и всего общества. Уважение к традициям воплотилось в почтении и послушании перед старшими, в первую очередь, перед родителями. Со временем сыновняя почтительность преврати-

лась в основу всех остальных добродетелей, прежде всего человечности. Покорные воле родителей отпрыски пользовались исключительным уважением в обществе. Послушание, смирение, соблюдение субординации по отношению к старшим (как по возрасту, так и по социальной иерархии) – эти особенности конфуцианства обеспечили ему положение государственной идеологии.

Ум как привилегия чиновника

В традициях Древнего Китая испокон веков было почтительное отношение к людям умственного труда. Во времена Конфуция большинство государственных должностей передавалось от отца к сыну, и высокие посты были доступны лишь потомкам высшей аристократии. Но прошли века – и ситуация изменилась. Уже со II в. до н.э. китайский чиновник должен был обладать не столько знатным происхождением, сколько определенными интеллектуальными способностями. Государственные должности в Поднебесной считались привилегией умных людей, поэтому существовал строгий отбор, позволявший выявить наиболее талантливых, умных и образованных. Система экзаменов давала возможность способным выходцам из низов продвигаться по общественной лестнице. Об этом свидетельствует, кстати, излюбленный сюжет китайской литературы – быстрое возвышение бедного, но талантливого молодого человека. Соискатели, проходящие конкурс на государственную долж-



ность, обязаны были, в частности, знать труды Конфуция и других классиков китайской мысли, а также правила стихосложения: в программу входил даже экзамен по организации стихотворной речи.

Такая жесткая система отбора кандидатов имела важнейшие последствия для китайской государственности и культуры. Институт чиновников и ветви власти действовали исключительно эффективно. Между тем в Европе подобная система «выращивания» ценных кадров появилась лишь тысячелетия спустя. Китайская стратегия формирования среды чиновников способствовала культурному объединению и политическому сплочению нации, т.к. все, кто стремился участвовать в управлении государством, обязаны были пройти одинаковый для всех курс обучения. Кроме того, люди, для которых подобная система открывала путь ▶

МЕДИЦИНА

Мудрый китайский наставник брал на обучение мальчика лет 8–10 и лет за 5–8 постепенно передавал ему свои знания и навыки. После этого ученик должен был сдать экзамен – «вылечить» бронзовую фигуру, в точности воспроизводящую человеческое тело, на которую были нанесены сложнейшие диаграммы иглоукалывания и незаметные для глаза отверстия, соответствующие нервным узлам. Манекен был покрыт слоем воска, кроме того, на него набрасывалось покрывало, и учитель называл заболевание, от которого следовало излечить «больного». Ученик должен был практически вслепую определить, в какую точку и на какую глубину следует вставить иглу. Только после успешной сдачи такого экзамена воспитанник мог считаться врачом.



Однако в первые послевоенные годы восстановление японской экономики шло гораздо медленнее, чем западноевропейской. Перелом наступил в 1948–49 гг., когда руководство страны направило все усилия на сохранение регулирующей роли государства в социально-экономической и валютно-финансовой сферах (фиксированный курс иены к доллару сохранялся до 1970 г., а госконтроль над экспортом и импортом капитала осуществлялся до 1980 г.).

В 50–60-е гг. до 50% темпов роста экономики было обеспечено высокой производительностью труда при низкой зарплате (труд японского рабочего оценивался в 3–5 раз ниже, чем американского, а женщинам платили 60% от заработной платы мужчин). Однако в середине 60-х гг. наметился рост уровня жизни населения, а направления экономического развития стали определять иные факторы.

Сначала упор был сделан на развитие многочисленных мелких предприятий, насытивших внутренний рынок недорогими товарами массового спроса. Не имея перспективных источников сырья, японцы не стали вкладывать больших средств в такие капиталоемкие отрасли, как, скажем, горнодобывающая промышленность, а начали развивать трудоемкое экспортное производство, работающее на дешевом импортном сырье. В начале

70-х гг. после повышения цен на сырье Япония успешно перешла на развитие высокотехнологичных отраслей, не требующих использования сырьевых ресурсов – фото-, теле- и радиоэлектроники, перенеся «грязное» производство в страны с дешевой рабочей силой.

Регламентация банковского процента в пользу национального производителя стимулировала рост мелкого предпринимательства и формирование среднего класса. Государство всячески развивало систему пожизненного найма на предприятиях, способствующую повышению производительности труда и здоровой конкуренции внутри компании. Кроме того, правительство поддерживало импорт современных западных технологий, направленных на развитие национальной промышленности, и препятствовало ввозу импортной продукции. Заботясь об общенациональных экономических интересах, Токио пресекал попытки японских фирм конкурировать между собой на мировом рынке, а государственная таможня не пропускала на экспорт национальную продукцию, не соответствовавшую высоким стандартам качества.

Правильная стратегия была выбрана и в научно-технической сфере. Развитие собственного потенциала требовало огромных временных и денежных затрат, поэтому Япония использовала опыт эпохи Мэйдзи для быстрой ликвидации отставания в данной области. За 30 лет начиная с 1949 г. на Западе было приобретено более 30 тыс. лицензий и патентов, которые были творчески доработаны и быстро внедрены в производство. Эффективность такой стратегии оказалась крайне высокой: начался бум в сфере высоких технологий, непрерывно росли биржевые курсы, экономика развивалась стабильно и стремительно, улучшился инвестиционный климат, что благоприятно отразилось на национальной индустрии. Однако японское экономическое чудо имело и другие истоки: одну из лучших в мире систем образования и профориентации, сделавшие возможной революцию качества – одно из главных условий конкурентоспособности японских товаров на мировом рынке, а также конфуцианские добродетели.

к карьере, становились ревностными защитниками существующего порядка. Поэтому в Китае социальный протест среди образованных людей был скорее исключением, в отличие от Европы, где сохранение аристократических привилегий вплоть до XVIII–XIX вв. толкало лучшие умы на критику существующего строя. Однако та же система стала одной из причин интеллектуального застоя, поскольку прогрессивные идеи и развитие науки никак не оплачивались и чиновник зачастую стремился стать землевладельцем, чтобы обеспечить себя материально. Возможно,

это одна из причин, по которой к концу XIX – началу XX в. в Китае не было собственной фундаментальной науки в современном понимании. Аналогичная ситуация сложилась в Японии и ряде других стран.

Чудеса восточной медицины

Данная область знаний развивалась собственным уникальным путем. Еще в древности она опередила традиционную европейскую медицину, которая пару сотен лет назад мало отличалась от знахарства. В последние десятилетия китайская медицина стала очень популярна во всем мире.

Однако в руках европейских и американских врачей восточные методики оказываются не столь действенными, как у носителей традиционных знаний. Кроме того, вокруг модного направления появилось множество шарлатанов, людей, спекулирующих на готовности многих обратиться к любым новым направлениям восточной медицины в надежде на исцеление.

В чем же секрет поразительной эффективности методов восточной медицины? Дело, вероятно, в том, что в их основе лежат не столько теоретические выкладки, сколько много-

вековой опыт, передававшийся из поколения в поколение.

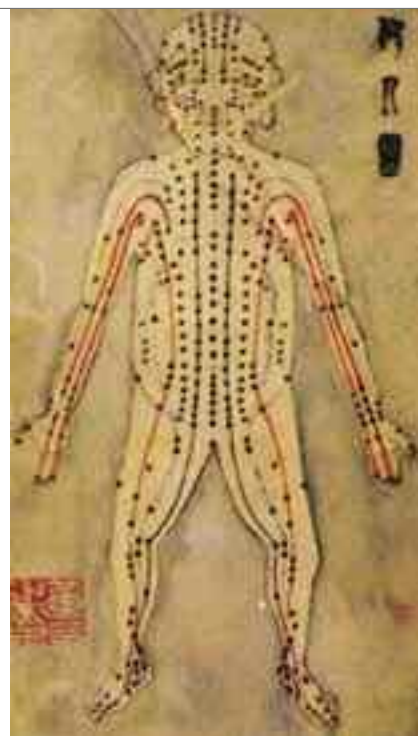
Залог успеха восточной медицины – в доскональном знании человеческого тела и процессов, происходящих в организме, их взаимосвязи с душевным состоянием больного и окружающим миром, а также в использовании натуральных компонентов и трав. Китайские врачи стремились лечить не заболевание, а больного – в этом их принципиальное отличие от западных коллег. Кроме того, восточная традиция отличается специфическим подходом к организму человека и болезням.

Инь и ян с медицинской точки зрения

Согласно китайской философии, мир полон противоречий – между добром и злом, любовью и ненавистью, рождением и смертью, светом и тьмой, жарой и холодом... Однако наличие этих противоположностей вовсе не исключает гармонии, более того – они образуют некое нерасторжимое двуединство: например, без зимы не было бы лета, без ночи – дня и т.д. Наблюдая за таким «единством и борьбой противоположностей», древние китайцы решили, что все противоречия в мире связаны с наличием двух космических начал – инь и ян. Инь в буквальном переводе означает «теновый склон», а ян – «светлый, солнечный склон». Постепенно эти понятия приобрели более широкий, философский смысл. Инь – темное женское начало, оно соотносится с северо-востоком и северо-западом, с луной, зимними холодами и сыростью, мягкостью и слабостью, тишиной, неподвижностью, плавными линиями. Ян – светлое мужское начало, связанное с юго-востоком и юго-западом, с летом, огнем, солнцем, с твердостью и силой, движением, прямыми линиями. Хотя эти два начала полностью противоположны друг другу, на их взаимодействии основана жизнь во всех ее проявлениях. В характере каждого человека также преобладают либо качества инь (за-

мкнутость, хладнокровие, педантизм), либо ян (общительность, жажда деятельности). Организм человека, его внутренние органы также находятся под влиянием двух основ, и нарушение их гармонии приводит к болезням. Поэтому китайцы тщательно следят за поддержанием равновесия инь и ян в тех местах, где человек проводит много времени, особенно в доме (созданием гармоничного окружения занимается модное в последнее время фэн-шуй). В древних китайских манускриптах символы инь и ян иногда изображаются не в форме черно-белых запятых, вписанных в круг, а в виде борющихся или совокупающихся белого тигра и зеленого дракона. Тигр символизирует инь, а дракон – ян. Волшебные звери недоступны человеческому взгляду, но он видит их воплощение в очертаниях окружающего мира: гор, рек, холмов. Поэтому, по мнению мудрецов, строить дом нужно в том месте, где произошло соединение этих животных, поскольку при этом рождается живительная энергия ци.

Человеческий организм тоже находится под влиянием двух начал. К ян



отъемлемой частью здоровой психики, – радость, гнев, страх, раздумье, тоска, печаль и испуг. Преобладание какого-либо из них может спровоцировать заболевание того органа, которому соответствует данное настроение. Например, радость связана с сердцем, гнев – с печенью, испуг

Почтительное отношение к людям умственного труда – древняя китайская традиция.

относятся верхняя часть тела, его поверхность, спина, шесть полых органов, а к инь – внутренняя часть тела, живот, пять наполнительных органов, кровь. Нарушение равновесия между инь и ян ведет к развитию патологических процессов. Симптомы различных болезней могут быть схожи, но лечить их следует различными методами, в зависимости от соотношения обеих энергий в том или ином органе.

В китайской медицине выделяют семь настроений, считающихся не-

и страх – с почками, печаль и раздумье – с селезенкой, тоска – с легкими. Китайский врач стремится не только излечить пораженный орган, но и восстановить баланс энергий в организме, для чего нередко одним настроением лечат другое.

Причиной недуга могут также стать чрезмерные физические нагрузки, травмы, вирусы и бактерии, укусы животных и насекомых, отравления и т.д. Задача медика состоит в том, чтобы привести все нарушенные функции организма в состояние ▶

В те времена, когда США еще не было на карте мира, в России уже существовала академия наук. Однако в Китае она была создана за тысячелетия до российской.

сбалансированного гомеостаза. Для этого могут применяться самые разнообразные методы: диета и массаж, иглотерапия и траволечение и др.

Восток–запад

На определенном этапе мировой истории возник разрыв между уровнем развития западной и восточной цивилизаций. Причем Восток во многих областях существенно опережал Запад. Например, судебно-медицинская экспертиза практиковалась в Азии уже в VIII–XIX вв., а в Европе она стала применяться только в конце XIX в. Современная фармакология тоже многим обязана странам Востока, поскольку многие свойства лекарственных растений были открыты именно там. Первая книга по фитотерапии Шень Нун Бен Цао Чжин появилась примерно

за 2 тыс. лет до н.э. В ней не только приводится описание трав и их полезных свойств, но и обобщается накопленный веками опыт в области фармакологии.

На протяжении тысячелетий в Китае автономно развивались письменность, искусства, ремесла, философия, а также фундаментальные представления о сути жизни и явлений, которые постепенно получали распространение и в соседних государствах. Известно, что именно в Поднебесной в IX в. был изобретен порох, в I в. бумага изготавливалась уже из тряпья и коры, в X в. появился компас, первый сейсмограф тоже появился в этой стране.

В нашей техногенной цивилизации наука о человеке и его сущности отошла на второй план и значительно отстает от научно-технического

прогресса. Восток же всегда в первую очередь стремился познать духовность человека. Китайцы раньше многих экспонировали людей в центр исторического процесса.

В области политики и философии между Востоком и Западом также существовали принципиальные различия. Так, одним из величайших достижений передовой китайской мысли стало стратегическое мышление. В Индии и Китае для ведения политической и военной борьбы были разработаны специальные приемы дипломатического, политического и межличностного общения, которые затем получили распространение и в других странах Юго-Восточной Азии. Древнейшие трактаты о военном искусстве и его философии были написаны в VII в. до н.э. китайскими военными философами, известными под псевдонимами Сунь-Цзы и У-Цзы. Прошли века, однако до сих пор никому еще не удалось столь просто и афористично сформулировать принципы искусства ведения войны. Данные исследования, оказавшие огромное влияние на все ратное искусство Востока, и по сей день входят в программы обучения военных академий Китая и Японии.

Мудрые советники царей вырабатывали так называемые стратагемы, т.е. концептуальные конструкции, долгосрочные планы, порой рассчитанные на столетия. Причем в этих построениях непременно заключалась какая-нибудь хитроумная ловушка для противников. Подобная стратегия ведения политических игр делала китайскую сторону очень сильным противником на международной арене. Впрочем, стратагемы применялись и в быту, в том числе в семейной жизни.

Человек и социум

Человека восточного менталитета отличает от представителя западной цивилизации прежде всего восприятие мира и себя в нем. Западный человек – это прежде всего «я», «эго», индивидуум, а восточный – часть об-

ПРИДВОРНЫЙ МУДРЕЦ

Народ с древних времен знает и чтит цвет своей нации. В средневековом Китае жил выдающийся поэт и интеллектуал Ли Бо. Он несколько лет жил при дворе императора Сюань-цзуна и писал стихи в честь дворцовых торжеств, а кроме того пил вино и наслаждался обществом друзей, называвших себя «8 бессмертных винной чаши». Однажды ко двору пришло дипломатическое послание на неведомом языке, которое никто не мог прочитать. И только Ли Бо, знавший множество языков, не только смог перевести его, но и составить ответное послание в соответствии со всеми правилами этикета. За заслуги и блистательный ум император решил наградить его и без экзаменов назначил членом императорской академии. Кроме того, он подарил поэту золотую дощечку, на которой было написано: «Податель сего – член императорской академии, поэт Ли Бо. Всем областным и уездным начальникам повелевается предоставлять ему бесплатно ночлег и выдавать требуемые им суммы денег, а вино отпускать без ограничения». В результате дворцовых интриг и клеветы мудрец попал в опалу. Умер он в 761 г. По легенде, этот неисправимый романтик пытался обнять отражение луны в водах Янцзы и утонул. На месте его гибели возведен храм.

щества, прежде всего клана, семьи, которая непременно должна быть многочисленной. Таким образом, осуществляется связь поколений, собственное «я» растворяется в большом или малом социуме, а каждый член сообщества чувствует ответственность перед родом, обществом, страной.

Люди разных цивилизаций по-разному понимают и фундаментальный смысл взаимоотношений человека и природы, человека и мира, человека и космоса. В европейской парадигме ценность представляет сам человек, индивид, личность, преобразующая мир, а все окружающее воспринимается лишь как поле для его деятельности, направленной, в частности, на насильственное изменение действительности в соответствии с поставленными задачами. Восточная же культура рассматривает человека как часть космоса, а его деятельность оценивается с точки зрения ответственности и нравственности.

В техногенном обществе активность человека направлена на изменение мира и его подчинение человеку. В восточном же менталитете доминирует невмешательство в протекание процесса, адаптация к условиям, причем это воспринимается не как отказ от действия, а как особое действие, направленное на сохранение гармонии человека и космических, природных ритмов. Если в западной культуре вся активность направлена вовне, на преобразование объекта, то в восточной — внутрь, на самовоспитание, самоограничение, самосовершенствование.

Китайской и японской культурной традиции свойственно соотносить природные явления и человеческие поступки. В Древнем Китае, например, считали, что наводнения, засухи, землетрясения говорят о том, что правители ведут безнравственную жизнь. Это мистическое представление отражает особенности мировосприятия и идею взаимосвязанности различных сфер бытия. Впрочем, и европейское язычество, и народ-



ное христианство тоже склонны были усматривать в разгуле стихий гнев богов и наказание за грехи.

Европейская философия, политика и соотношения прав и ответственности также концептуально отличаются от восточно-азиатского восприятия. В США, например, права ставятся выше ответственности. Американское миропонимание основано на гипертрофированном развитии христианской морали, согласно которой Человек — венец творения, царь природы, а потому во главу об-

щественных отношений положено естественное право, возведенное в ранг абсолютного. Европейцы и россияне стремятся соблюсти разумный баланс между правами и обязанностями. На Востоке ответственность почитается превыше всего.

Диалог или война цивилизаций?

Как будут развиваться отношения между Востоком и Западом? На этот счет существуют две кардинально противоположные точки зрения. ▶



Френсис Фукуяма, американец японского происхождения, в статье «Конец истории» пытался доказать, что завершение политической истории человечества неизбежно. С крушением мировой системы социализма противоречия между странами с различным политическим устройством исчезают, все они вступают на либерально-демократический путь развития с рыночной экономикой и повторяют образ «победоносного Запада». Следовательно,

причина глобальных конфликтов в мире устраняется и история, понимаемая как непрерывная череда противостояний, локальных и мировых войн, заканчивается. Статья Ф. Фукуямы произвела эффект разорвавшейся бомбы, вызвала бурные дискуссии и повлияла на умонастроение масс. Так родилась теория, согласно которой великие мировые культуры – европейская, евразийская, восточная и азиатская – со временем сольются в единую цивилиза-

цию. Предпосылками к этому могут служить процессы глобализации, которые в наши дни становятся все более очевидными. Они проявляются в распространении технологий, научных достижений, знаний и информации (в том числе через Интернет и СМИ), в сфере финансов и бизнеса, в области туризма, миграции, в сближении законодательств и форм правления, усилении роли международных организаций, но также и росте международной преступности и т.д. Однако такой подход к проблеме мировой истории и взаимопроникновения культур представляется упрощенным, поскольку не учитывает национальную самобытность, традиции, стремления наций и народов к независимости и самостоятельности т.д.

Согласно другой точке зрения, пропасть между Западом и остальным миром расширяется и вскоре станет непреодолимой, что приведет к неизбежным конфликтам и войнам. Наиболее полно эти взгляды были высказаны в футурологической работе американского историка и публициста Самюэля Хантингтона «Столкновение цивилизаций», где обосновывалась неизбежность конфликта основных мировых цивилизаций и неотвратимость религиозных войн между христианами и мусульманами. Основная мысль Хантингтона такова: XX в. был эпохой соперничества двух идеологий (либерализма и коммунизма) и основанных на них общественных систем, с распадом СССР глобальное противоборство закончилось, однако это не означает, что система западных ценностей и общественных институтов автоматически утвердилась по всему миру. На смену идеологическому непротивлению придет культурно-религиозное противостояние, которое выльется в конфликт мировых цивилизаций, в основе которых лежат самобытные религии. По мнению Хантингтона, таких культур восемь: синская (с центром в Китае),

ПРАВА ЧЕЛОВЕКА

Принятая на Генеральной ассамблее ООН в 1948 г. Декларация прав человека в принципе не является законом, но ее соответствие международным нормам и обычаям, а также включение ряда положений в конституции некоторых европейских стран придали ей юридическую силу. Однако совершенно недопустимо пытаться насильно навязывать нормы поведения какой-либо цивилизации, даже если они закреплены в положениях ООН. Как показывает опыт мирового развития, даже самые лучшие законы не будут работать автоматически, для этого должны сложиться соответствующие предпосылки, которые позволят народу принять определенные законы как свои собственные. Невозможно, например, автоматически перенести американское законодательство и систему ценностей в Ирак.



японская, индуистская, исламская, западная, латиноамериканская, православная (Россия) и гипотетически африканская (Африка южнее Сахары). Противостояние между ними будет носить в основном невоенный характер, но в пограничных зонах будут периодически возникать вооруженные конфликты, которые станут отличительной чертой политики XXI в. Таким образом, столкновение цивилизаций рассматривается как продолжение исторического процесса. Углубление национального самосознания различных рас, народов и этнических групп, разнообразие их языков, традиций, верований, норм поведения и т.д. создают ощущение разобщенности, раздробленности мира. Возникает впечатление, что представителям различных цивилизаций не суждено понять друг друга и найти общий язык.

Однако обе приведенные концепции развития мировой истории основаны на неверной трактовке сути противоречивых тенденций, характерных для современного мира, – глобализации с одной стороны, и стремления народов к национально-культурной самостоятельности с другой. Противопоставить подобным ограниченным воззрениям можно только многоуровневый диалог культур как новый способ взаимопонимания. В 2001 г. пред-

ставители восточных стран (в частности, президент Ирана Хатами) выступили по линии ООН с предложением найти новую форму взаимодействия – диалог цивилизаций. Весной того же года в Зальцбурге состоялась конференция, которая наглядно продемонстрировала перспективность такого подхода к дальнейшему развитию мировой истории. Политики и общественность постепенно приходят к тому, что международные отношения могут и должны строиться только на паритетных началах, прежде всего

пимости. В основу взаимодействия между странами должен быть положен принцип неприменения силы, взаимного уважения и широкого культурного обмена. Только в этом случае возможно гармоничное развитие человечества.

Людям необходима принципиально новая стратегия взаимодействия с природой и развития личностного начала в человеке, основанная не на растворении его в каком-либо замкнутом национальном или кастовом пространстве, а на социальной открытости

Государственные должности в Поднебесной считались привилегией умных людей.

на отказе от силового принципа, навязывания своих законов и оправдания войны как средства решения политических проблем.

Межгосударственные отношения в XXI в. должны строиться с учетом объективных процессов развития современного общества, в том числе и глобализации, которая возможна в экономической, политической, культурной сферах только при условии соблюдения равноправия и тер-

и расширении поля человеческих взаимоотношений.

Взаимодействие культур, вероятно, не ограничится стремлением к взаимопониманию и взаимоуважению, а будет порождать со временем новые системы отношений. Возможно, именно в процессе взаимной адаптации разных культурных миров возникнет основа для принципиально нового цикла развития цивилизации. ■

Что такое ТЯ-НО-Ю?



Для европейца чай – даже не развлечение, а скорее привычка заполнять паузы и создавать иллюзию отдыха. Для японца же это настоящее священнодействие, источник искренних переживаний. Тя-но-ю, или чайная церемония, представляет собой по сути отражение философии Дзэн.

Западные люди анализируют допущенные вчера ошибки, дабы не повторить их завтра, а настоящее расценивают как промежуточную ступень между прошлым и будущим. У японцев все наоборот: нет ни прошлого, превратившегося в туманные воспоминания, ни будущего, которое, как огненный хвост лисицы, мелькает вдали. Существует только настоящее. Умение наслаждаться каждым днем как последним, любоваться неприметными знаками, которыми отмечено каждое мгнове-

ние, восхищаться жизнью – удивительное искусство!

Чайный павильон – это маленькая хижина, крытая рисовой соломой. Она окружена садиком, в котором весной пенятся розовым цветом слива и сакура, а осенью багровеют клены. Пол покрыт двумя соломенными татами, уложенными вокруг ямы для костра. Стены домика – бумажные ширмы-седзи. В нише-таканама висит полупрозрачный свиток с пейзажем или каллиграфией – лаконичное стихотворение-хайку. Рядом замшелый камень или икебана – словом, что-то подчеркнуто простое и чистое, как бытие.

Для туриста, заглянувшего в полумрак чайного павильона, тя-но-ю практически лишена смысла, так как во время ритуального чаепития, сточки зрения постороннего наблюдателя, ничего не происходит. Но сюда прихо-

дят для того, чтобы раствориться в покое и созерцании.

Хозяин неспешно и бесшумно разводит огонь. Ковшиком на бамбуковой палке наливает чистую воду в квадратный чугунный котелок. Достает нехитрое угощение и чайную утварь – блюдо с рисовым сладким печеньем, чайницу, бамбуковую метелочку, чашки. В чайном павильоне не увидишь посуду из прозрачного фарфора, а лишь керамические чашки цвета глины. Грубые, как крестьянская ладонь, они вылеплены вручную, в идеале – без гончарного круга.

Когда вода в котле закипит, неторопливая беседа смолкает. Каждый услышит в пении воды то, что ему близко: шум ручья, плеск маленького водопада, шепот дождевых струй, океанский прибой. Это своеобразная медитация, сосредоточение на том образе, который дарует счастливое просветление.

Хозяин засыпает в чашку ложечку пудры зеленого чая из чайницы, подливает черпачком кипяток, метелочкой взбивает густую «пену жидкого нефрита», и ставит чашку перед гостем.

В прежние времена тя-но-ю наслаждались в минуты отдыха самураи. За бумажными стенами оставались кровь, тяготы сражений. Свирепый воин убирал меч и превращался в философа, размышляющего о Пути и о Настоящем. Чай дарил ему бодрость и свежесть мировосприятия. Оттого и прижилась на островах китайская присказка: «У дзэн (чань) и чая (ча) один и тот же вкус». ■





Читайте в следующем выпуске журнала:

Специальный выпуск

Продолжая дело Эйнштейна

Дети относительности

Теории всех полей, объединяйтесь!

Ландшафт теории струн

Прав ли Эйнштейн?

Оформить подписку на журнал «В мире науки» можно:

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

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

Бланк подписки можно взять в любом номере журнала; получить в редакции или на сайте www.sciam.ru.

Где купить журнал (текущие номера):

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

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

	<p> ЗАО «В мире науки» Расчетный счет 40702810100120000141 в ОАО «Внешторгбанк» г. Москва БИК 044525187 Корреспондентский счет 30101810700000000187 ИНН 7709536556; КПП 770901001 </p> <hr/> <p style="text-align: center;">Фамилия, И.О., адрес плательщика</p> <hr/> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">Вид платежа</th> <th style="text-align: left;">Дата</th> <th style="text-align: left;">Сумма</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="3"><hr/></td> </tr> <tr> <td colspan="3">Подписка на журнал «В мире науки»</td> </tr> <tr> <td colspan="3"><hr/></td> </tr> <tr> <td colspan="3">Плательщик</td> </tr> </tbody> </table>	Вид платежа	Дата	Сумма	<hr/>			Подписка на журнал «В мире науки»			<hr/>			Плательщик		
Вид платежа	Дата	Сумма														
<hr/>																
Подписка на журнал «В мире науки»																
<hr/>																
Плательщик																
	<p> ЗАО «В мире науки» Расчетный счет 40702810100120000141 в ОАО «Внешторгбанк» г. Москва БИК 044525187 Корреспондентский счет 30101810700000000187 ИНН 7709536556; КПП 770901001 </p> <hr/> <p style="text-align: center;">Фамилия, И.О., адрес плательщика</p> <hr/> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">Вид платежа</th> <th style="text-align: left;">Дата</th> <th style="text-align: left;">Сумма</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="3"><hr/></td> </tr> <tr> <td colspan="3">Подписка на журнал «В мире науки»</td> </tr> <tr> <td colspan="3"><hr/></td> </tr> <tr> <td colspan="3">Плательщик</td> </tr> </tbody> </table>	Вид платежа	Дата	Сумма	<hr/>			Подписка на журнал «В мире науки»			<hr/>			Плательщик		
Вид платежа	Дата	Сумма														
<hr/>																
Подписка на журнал «В мире науки»																
<hr/>																
Плательщик																