

ежемесячный научно-популярный журнал

В мире науки

scientific american

№ 101 2008

№ 1 2008

Мутации — ОСНОВАТЕЛИ

Новые мишени для лекарств

Грядёт пандемия гриппа

Рыбы вдали от берегов

История юной земли



www.scient.ru

содержание

ЯНВАРЬ 2006

ГЛАВНЫЕ ТЕМЫ НОМЕРА:

- 18** **СПЕЦИАЛЬНЫЙ РЕПОРТАЖ**
ЧТО ГРИПП ГРЯДУЩИЙ НАМ ГОТОВИТ?
Уэйт Гиббс и Кристина Соарес
Новая пандемия неизбежна.
- 26** **АСТРОФИЗИКА**
РЯБЬ В ГАЛАКТИЧЕСКОМ ПРУДУ
Франсуаза Комб
Теперь стало ясно, что кажущиеся неизменными свойства галактик меняются. Слияние с соседом может превратить аккуратную спираль в беспорядочный конгломерат, то есть в эллиптическую галактику.
- 38** **НАУКИ О ЗЕМЛЕ**
ИСТОРИЯ ЮНОЙ ЗЕМЛИ
Джон Вэлли
Утверждение, что наша планета первые полмиллиарда лет своей жизни была в расплавленном состоянии, может оказаться ошибочным.
- 46** **НЕЙРОБИОЛОГИЯ**
ЗАБЫТАЯ ЭПОХА ЭЛЕКТРОСТИМУЛЯЦИИ МОЗГА
Джон Хорган
Многие идеи Хосе Дельгадо, выдающегося ученого и пионера исследований стимуляции мозга, до сих пор не признаны. Почему так случилось?
- 54** **ИННОВАЦИИ**
ЛУЧШЕ СОБАКИ
Гэри Стикс
После теракта в лондонском метро политики вновь призвали ученых сосредоточить усилия на разработке методов заблаговременного обнаружения смертоносных бомб.
- 58** **ГЕНЕТИКА**
МУТАЦИИ-ОСНОВАТЕЛИ
Дэннис Драйна
Ученые, пытаясь проследить пути расселения человеческих субпопуляций за многие тысячелетия, прибегают к данным о географической распространенности мутаций особого типа, которые часто бывают связаны с наследственными заболеваниями человека.
- 66** **ФИЛОСОФИЯ**
ПУТЬ МУДРЕЦА
Виктор Садовничий
Сегодня чрезвычайно важно определить статус научного знания в современном мире, его отношение к мудрости и различным внеаучным формам взаимоотношений человека и мира.
- 74** **СВЯЗЬ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**
SMART WI-FI
Алекс Хиллс
Новая технология Smart Wi-Fi делает беспроводной доступ в Интернет более быстрым, надежным и защищенным.

Учредитель и издатель: ЗАО «В мире науки»

Главный редактор: С.П. Капица

Заместитель главного редактора: В.Э. Катаева

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

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

Спецкорреспондент: Д.В. Костикова

Ответственный секретарь: О.И. Стрельцова

Секретарь редакции: О.А. Флакова

Научные консультанты:
С.Е. Андреев,
профессор М.В. Конотопов,
главный научный сотрудник
Института океанологии И.А. Мельников,
академик В.А. Садовничий,
доктор физ.-мат. наук В.Г. Сурдин

Над номером работали:
А.В. Банкрашков, Д.В. Журавлев, О.В. Закутняя,
Д.В. Кислов, Ю.В. Кислова, Е.В. Кокурина,
А.М. Кусургашев, Т.А. Митина, Д.А. Мисюров,
И.П. Потемкин, Е. Рябова, К.Р. Тиванова, И.Е. Сацевич,
В.И. Сидорова, В.Г. Сурдин, А.П. Худолей, Б.В. Чернышев,
Н.Н. Шафрановская

Корректора: Ю.Д. Староверова

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

Главный бухгалтер: Т.М. Братчикова

Помощник бухгалтера: С.М. Амелина

Отдел распространения: Л.В. Старшинова

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

Менеджер по рекламе: В.П. Мостинская

Адрес редакции:
105005, Москва, ул. Радио, д. 22, к. 409
Телефон: (495) 727-35-30, тел./факс (495) 105-03-72
e-mail: edit@sci.am.ru; www.sci.am.ru

Размещение рекламы: Рекламное агентство
ООО «Видео Интернешнл-пресс ВИ»
тел. (495) 956-33-00, факс 737-64-87
адрес: 121522, Москва, ул. Оршанская, д. 3

Препресс: UP-STUDIO

Иллюстрации предоставлены Scientific American, Inc.
В верстке использованы шрифты **ParaType**
AvanteGardeGothic и Garamond

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

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

Тираж: 40 000 экземпляров
Цена договорная.

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

SCIENTIFIC AMERICAN

ESTABLISHED 1845

Editor in Chief: John Rennie

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

News Editor: Philip M. Yam

Contributing editors: Mark Fichetti,
Marguerite Holloway, Phillip E. Ross,
Michael Shermer, Sarah Simpson, Carol Ezzell Webb

Art director: Edward Bell

Vice President and publisher: Bruce Brandfon

Chairman emeritus: John J. Hanley

Chairman: John Sargent

President and chief executive officer:
Gretchen G. Teichgraber

Vice President and managing director,
international: Dean Sanderson

Vice President: Frances Newburg

© 2004 by Scientific American, Inc.

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

РАЗДЕЛЫ:

3 ОТ РЕДАКЦИИ
ГОТОВИМСЯ К ХУДШЕМУ

4 50, 100 И 150 ЛЕТ ТОМУ НАЗАД

6 НОВОСТИ, ФАКТЫ И КОММЕНТАРИИ

- Пушистая комета
- Экосистема Арктики
- Демидовская премия
- Бактериальная очистка воздуха
- Разговорчивые клетки
- Эволюция вулкана
- Правила биобезопасности

14 ТРАДИЦИИ
НОВЫЙ ГОД ПО-ДРЕВНЕРИМСКИ

Денис Журавлев, Лоран Хршановски
Встреча Нового года как один из древнейших обычаев.

90 КНИЖНОЕ ОБОЗРЕНИЕ

ОБЗОРЫ:

92 СПРОСИТЕ ЭКСПЕРТОВ
*Как правильно выбирать и заваривать чай?
Какова классификация китайского чая?*



ГОТОВИМСЯ К ХУДШЕМУ



Долгое ожидание в Уиттоне, Иллинойс из-за ограниченного поступления противогриппозной вакцины.

Многие обыватели живут сегодняшним днем и не думают об опасностях, которые могут подстергать их в будущем.

Готовы ли мы к грядущей пандемии гриппа? Сегодня миру угрожает вирус птичьего гриппа под названием *H5N1*. Потенциальная степень его летальности даже выше, нежели у оставившей о себе ужасную память «испанки», бушевавшей в 1918 г. Если заболит лишь треть популяции и вирус убьет всего 5% из них, то только в США число смертей в десять раз превысит число жителей Нового Орлеана, проживавших там до того, как город был разрушен ураганом «Катрина». План США по борьбе с пандемией, который был принят в октябре 2005 г., содержит множество рекомендаций властям штатов. Но для реальной подготовки к встрече с легко распространяющимся и вирулентным штаммом гриппа одних советов недостаточно, требуется нечто более значимое, а именно увеличение государственных финансовых вливаний и ведение благоприятной политики. Для борьбы с эпидемией необходима противогриппозная вакцина, предохраняющая от заражения, и запас медикаментов, которые могли бы облегчить выздоровление уже заболевших.

Разработка подобной вакцины с использованием старых технологий займет несколько месяцев,

а противовирусные лекарства, эффективно борющиеся с *H5N1*, пока не имеют широкого распространения в медицине и их запас невелик. Это связано с почти полным отсутствием спроса на них в годы, когда угрозы пандемии не было.

Ученые неоднократно призывали правительство США заблаговременно начать подготовку к пандемии, используя сезонные вспышки гриппа как тренировку. Вначале необходимо было бы введение ежегодной противогриппозной вакцинации некоторых возрастных групп. Уже сейчас ведутся жаркие дискуссии относительно принудительной вакцинации школьников. Эти мероприятия, включая регулярные медицинские обследования, смогут значительно снизить сезонную заболеваемость гриппом и предотвратят десятки тысяч случаев госпитализации и смертей. Помимо того данные меры позволят стимулировать развитие рынка, разработку новых технологий и расширение производственных объемов. В Японии уже сейчас широко применяется экспресс-диагностика гриппа с помощью тестов. Если США одобрит их использование, то, во-первых, медики будут чаще диагностировать грипп (отделяя его от прочих респираторных инфекций), а во-вторых, его лечение будет начинаться на более ранней стадии (а значит, болезнь пройдет в более легкой форме).

Грипп приходит каждый год, так же неотвратимо, как и сезон ураганов.

Статья Марка Фишетти (Mark Fischetti) «Тонущий Новый Орлеан» (*Drowning New Orleans*), опубликованная в американском номере *Scientific American* за октябрь 2001 г., стала также пророческим взглядом в будущее. В ней подробно описывались те разрушения, которые грозят городу в случае сильного урагана, появление которого неизбежно. Последствия природной катастрофы перечислялись по пунктам, они же фигурировали в публикациях 2005 г., посвященных «Катрине». Прогноз, основанный на анализе имеющихся данных, оказался, к сожалению, верным. Новый Орлеан – город с небольшим бюджетом в одном из наиболее бедных штатов. Его власти, даже если бы попытались, не смогли бы своими силами сделать все необходимое для предотвращения разрушений или организации восстановительных мероприятий после урагана.

Если власти и в дальнейшем не будут с должным вниманием относиться к стихийным бедствиям (и разрушениям, которые они способны принести), не будут рассматривать подготовку к природным катаклизмам как первоочередную задачу, то катастрофы, которые пока лишь «маячат» на горизонте, могут опять застать людей врасплох. ■

■ Саргассово море ■ Скептицизм к Райтам ■ Мрачное разделение труда

ЯНВАРЬ 1956

МОРСКИЕ ВОДОРОСЛИ. Вот уже несколько десятилетий ученые изучают Саргассово море. Плавающие по его поверхности скопления водорослей, вопреки предположениям, больше похожи на океанскую пустыню, чем на изобилующие жизнью джунгли. Откуда же они берутся? Колумб полагал, что саргассовые водоросли растут в морских пучинах в районе Азорских островов, а затем отрываются от дна и всплывают. Однако судя по всем признакам, они живут, растут и размножаются именно на поверхности воды. Многие океанографы склонны считать, что саргассовые водоросли являются коренными обитателями поверхностных вод одноименного моря, хотя их далекий предок, возможно, произрастал на дне.

ЯНВАРЬ 1906

ЗДОРОВЫЙ СКЕПТИЦИЗМ. Недавно «Парижский автомобильный листок» опубликовал письмо братьев Райт капитану французской армии Ферберу, в котором содержатся смелые заявления, требующие разъяснений авторов. Совершенно непонятно, почему американские журналисты, готовые ради горячих новостей залезть через дымоход, если заперта дверь, до сих пор не раструбили по всей стране о столь сенсационных экспериментах, которые к тому же проводятся не где-нибудь за океаном, а в США? Разумеется, нам хотелось бы как можно больше узнать о свершениях отечественных авиаторов. (Братья Райт приподняли завесу тайны, сделав заявление для прессы, однако отложили демонстрационный полет до августа 1908 г. — *Прим. ред.*)

ВЗЛОМ СЕЙФА. Сегодня взломщикам уже не нужны изящные и мощные инструменты, которые когда-то



Автомобили становятся все более доступными, 1906 г.

возбуждали в изготовителях сейфов противоречивые чувства восхищения и отчаяния. Нитроглицерин не только освободил грабителей от тяжелой работы, но и помог им еще на шаг обогнать производителей деньгохранилищ. Современные взломщики действуют нагло и грубо: теперь дверь от сейфа обычно вылетает из банка вместе с куском фасада.

АВТОМОБИЛЬНЫЙ ВЫПУСК. Прошедшая недавно в Нью-Йорке ежегодная автомобильная выставка по всем статьям превзошла аналогичные мероприятия прошлых лет. Ко всеобщей радости предприятия автомобильной промышленности теперь выпускают типовые автомобили превосходного качества по вполне доступной цене. В этом

выпуске нашего журнала вы найдете иллюстрации и подробные описания нескольких серийных автомобилей, символизирующих прогресс американского автомобилестроения (*см. рис.*).

ЯНВАРЬ 1856

ИЗДЕРЖКИ ПРОИЗВОДСТВА. Разделение труда, безусловно, способствует развитию отечественной промышленности, но зато вредно сказывается на людях. Например, изготовление булавки можно разделить на 20 простейших производственных операций. Допустим, рабочий полностью сосредоточится на одной из них, скажем, на изготовлении булавочной головки. Вскоре его действия станут безупречными и стремительными, возрастет и качество изделий. Но что же станет с самим рабочим? Очевидно, его умственные способности будут непрерывно скудеть, и вскоре от его головы будет не больше проку, чем от изготавливаемой им булавочной головки! Человек попросту превратится в инструмент...

КОМ КОМЕТНОЙ ПЫЛИ

Комета *Tempel 1* оказалась пушистым шариком.

В ходе космической истории планеты первыми прошли путь от астрономических объектов (блуждающих точек на ночном небе) до геологических: реальных миров, природу которых мы теперь ясно представляем. В 1990-е гг. то же произошло с астероидами, теперь настала очередь комет. В сентябре 2005 г. на совещании Американского астрономического общества в Кембридже (Англия) исследователи представили результаты преднамеренного столкновения зонда *Deep Impact* с ядром кометы *Tempel 1*. Удар привел к выбросу узкого конуса пыли высотой в 500 м. Это означает, что кометное вещество не оказало сильного сопротивления,



а мелкая пыль не могла образоваться от удара, а скорее всего лежала на поверхности. Траектории полета частиц показали силу притяжения ядра и, следовательно, его плотность, которая оказалась в среднем вдвое меньше плотности воды. Вероятно, ядро кометы испещрено пустотами. Отсутствие крупных кусков указы-

вает, что у ядра нет внешней коры. Наряду с другими данными это показывает, что *Tempel 1* отнюдь не плотный снежный ком, как считали ранее, а скорее куча первобытной пыли, похожая на пористый пушистый шарик, которая медленно скапливалась. Если и другие кометы такие же, то посадка на одну из них в 2014 г. зонда *Rosetta* Европейского космического агентства осложнится. Несмотря на свою хрупкость, *Tempel 1* имеет почти планетообразную поверхность, покрытую, как видно, ударными кратерами (они впервые наблюдаются на комете), а также уступами и четкими наслоениями. Такое строение говорит о сложной химической истории.

Люди всегда считали кометы мистическими объектами, и столкновение с ними не изменило их представлений.

Джордж Массер

ЖИЗНЬ В АРКТИКЕ СТАНОВИТСЯ ПРЕСНОЙ

Глобальное потепление в Арктике – это не просто таяние льдов, а перестройка всей экосистемы – изменение химического состава воды и льда, заселение их другими растениями и животными и т.д.

Исследователи из Института океанологии РАН сравнили данные, собранные в 1979–80 гг. на дрейфующей станции «Северный полюс-22», с данными экспедиции *SHEBA*, полученными двадцать лет спустя, в 1997–1998 гг., в Канадском секторе Северного Ледовитого океана. Оказалось, что из-за интенсивного таяния льдов не только уменьшается ледовый покров Арктики, но и происходит опреснение воды –

таялая вода, содержащая мало солей, просачивается сквозь лед и смешивается с морской. Поэтому вода верхнего слоя океана (до 30 м) стала более теплой и пресной. В довершение всего этот верхний слой воды потерял большую часть своих питательных веществ. Это произошло потому, что на глубине 30–35 м образовался так называемый термоклин, который стал мощным барьером для перемешивания лежащих глубже вод, богатых питательными веществами, с бедными подледными.

В результате страдает исконная околледная флора и фауна Арктики. Так, ледовых диатомовых водорослей стало гораздо меньше, а пресно-

водные водоросли теперь чувствуют себя в многолетнем морском льду вполне вольготно и распределились по всей его толще. Еще больше пострадали беспозвоночные животные: их количество заметно уменьшилось, причем остались лишь створки раковинок да фрагменты мертвых тел.

«Есть основания полагать, что современная взаимосвязанная экосистема «морской лед – верхний океан» вследствие действующих факторов перестраивается с типично морской на солоноватоводную экологическую систему», – считает главный научный сотрудник Института океанологии РАН И.А. Мельников.

Екатерина Рябова

Лазеры, сталь и нефть

В начале ноября 2005 г. в архиве Российской академии наук состоялось вручение Демидовских премий РАН. Конец 2005 г. ознаменовался традиционным вручением Демидовских премий РАН.

Лауреатом премии в области физики стал академик Олег Николаевич Крохин, руководитель Отделения квантовой радиофизики Физического института им. П.Н. Лебедева (ФИАН). О.Н. Крохин – один из ведущих специалистов в области квантовой электроники. Под руководством своего учителя академика Николая Геннадиевича Басова он занимался распространением принципов работы мазеров на оптический диапазон, что в дальнейшем привело к созданию лазеров. Также совместно со Н.Г. Басовым он высказал идею об осуществимости лазерного термоядерного синтеза. Это направление сейчас активно развивается в ФИАНе.

Премия за разработки в области материаловедения получил академик Николай Павлович Лякишев, научный руководитель Института металлургии и материаловедения



Академики Г.А. Месяц, Н.П. Лякишев и О.Н. Крохин.

им. А.А. Байкова РАН. Он занимается не только фундаментальными исследованиями, но и участвует во внедрении новых технологий в производство. Сейчас Н.П. Лякишев возглавляет Научный совет РАН по наноматериалам и нанотехнологии.

Демидовская премия в области наук о Земле была вручена академику Алексею Эмильевичу Конторовичу, специалисту в области геологии и геохимии нефти и газа, заведующему кафедрой Новосибирского государственного университета. Он внес фундаментальный вклад в исследование зональности и эволюции нефтегазообразования, открыл и научно обосновал нефтегазоносность докембрийских пластов, разрабатывал методы диагностики и картирования нефтепроизводящих отложений. Также принимал активное участие в разработке программ геологоразведочных работ в Сибири и на Урале. Сейчас академик А.Э. Конторович занимается разработкой сценариев социально-экономического развития регионов Сибири и топливно-энергетических комплексов.

МОЛОДЕЖНАЯ ПРЕМИЯ ВРУЧЕНА

В конце 2005 г. в МГУ состоялось вручение премии Европейской академии молодым ученым.

Лауреатами стали 22 молодых исследователя из разных городов России в номинациях: математика/механика, физика, химия, биология, медицина, гуманитарные науки. Тематика работ весьма разнообразна – от изучения особенностей строения дна Индийского океана до исследования уникальных археологических находок в Поволжье.

Правила конкурса были разработаны российским клубом и утверждены президиумом Европейской академии. К оценке работ были привлечены известные отечественные и зарубежные ученые. Правила конкурса таковы, что в них может принять участие любой соискатель в возрасте до 33 лет, имеющий публикации в открытой научной печати. В жюри этого года вошли члены Европейской академии В.П. Скулачев, В.Б. Брагинский, Ю.З. Гендон, А.А. Богданов, И.И. Моисеев, А.М. Никишин, М.О. Чудакова, В.А. Садовничий.

Возможно, в недалеком будущем в российском конкурсе смогут участвовать и молодые ученые из-за рубежа.

Елена Славина

Ольга Закутняя

СИНЕ-ЗЕЛЕННЫЕ гектары

Что произойдет, если взять металлический сосуд, налить в него грязную воду, напустить выхлопные газы автомобиля, добавить зеленую слизистую массу из теплолюбивых бактерий и выставить все это на солнечный свет? Если сосуд принадлежит Дэвиду Бейлису (David Bayless), то получится чистый кислород, чистая вода и метод очистки атмосферного воздуха от парниковых газов.

Бейлис, директор центра при Университете штата Огайо, занимающегося изучением проблем, которые возникают в результате сжигания угля в промышленном масштабе, полагает, что для улавливания диоксида углерода, который выбрасывают в атмосферу тепловые электростанции, работающие на угле, лучше всего использовать природные процессы, а именно – фотосинтез. Но масштабы фотосинтеза должны соответствовать масштабам промышленных выбросов CO₂. Поэтому, получив грант от министерства энергетики, Бейлис прежде всего изготовил вместительную емкость, которую наполнил фотосинтезирующими



Ослепительно яркие панели, к которым свет подводится по оптоволоконным кабелям, чередуются в биореакторе с мембранными пластинами, покрытыми сине-зелеными водорослями.

цианобактериями (сине-зелеными водорослями).

В этом биореакторе бактерии росли на мембранных пластинах размером 60×120 см, изготовленных из скрученных волокон. Вода поступала к ним под действием капиллярных сил, а по трубкам подавались горячие выхлопные газы. «Нанесение

бактерий на мембранные пластины существенно увеличивает площадь, где они могут расти, и при этом снижает потребности в воде», – поясняет Бейлис. Поглощая CO₂ и воду, бактерии бурно размножаются, выделяя при этом кислород и пары воды. Кроме того, они поглощают монооксид азота и диоксид серы, компоненты кислотных дождей.

Газы и вода, поступающие в биореактор, имеют температуру 55°C, что выдерживают не все цианобактерии. «Мы не собираемся использовать генетически модифицированные бактерии, способные расти в таких условиях, поскольку для реализации наших планов необходимо огромное количество микроорганизмов», – замечает Бейлис. Теплолюбивые штаммы цианобактерий ему предоставил Кит Кукси (Keith Cooksey), микробиолог из Университета шт. Монтана. Он занимается исследованием микроорганизмов, обитающих в горячих источниках Йеллоустонского национального парка. «Мы взяли у Дэвида несколько мембранных пластин и погрузили их в источник поблизости от парка, – поясняет

ДАЛЕКИЕ планеты

Все чаще появляются сообщения об открытиях «планет», расположенных дальше Плутона. Первым был Кварвар, обнаруженный в 2002 г., а в 2003 г. открыли Седну. Но более крупным кандидатом в планеты оказалась Ксена (2003 UB313), сообщение о которой впервые появилось в июле 2005 г. Вероятно, эта глыба из льда и камня в полтора раза больше Плутона и находится сейчас в три раза дальше него.

Впервые наблюдатели сфотографировали Ксену в 2003 г. в Паломарской обсерватории, вблизи Лос-Анджелеса. Она имеет необычную орбиту, наклоненную почти на 45° к плоскости орбит большинства других планет. Наблюдения в ближнем инфракрасном диапазоне показали, что поверхность Ксены, как и Плутона, в основном покрыта льдом из метана. Специалист по планетам

Майкл Браун (Michael Brown) из Калифорнийского технологического института считает, что примерно на таком же расстоянии могут располагаться еще одна или две похожих планеты. И еще множество других, сформировавшихся в поясе Койпера или облаке Оорта, могут быть скрыты от наших глаз. «Никто не искал их так далеко», – замечает Браун.

Чарлз Чой

Кукси. – Нас устраивал любой штамм цианобактерий, «приклеившийся» к мембране». Наилучшим кандидатом оказался недавно открытый штамм, поглощающий железо, которому было дано рабочее название *Chroogloeocystis siderophila*.

Чтобы создать нужную освещенность внутри реактора, Бейлис обратился за помощью к ученым из Окриджской национальной лаборатории, и они модифицировали свою осветительную систему параболических зеркал, которые улавливали солнечный свет и направляли его внутрь реактора по оптоволоконным кабелям. Обычно такие системы применяют для освещения офисных помещений или заводских цехов. Модификация состояла в использовании «светящихся панелей» – пластин из акрилового волокна, испускаемый ими свет падал прямо на мембраны с водорослями.

Серьезная проблема – утилизация огромного количества водорослей,

образующихся в реакторе, поскольку существует опасность их неконтролируемого распространения при попадании в окружающую среду. Пока что предполагается автоматически удалять избыток бактерий из биореактора и применять в качестве топлива.

Идея использования фотосинтезирующих бактерий для улавливания вредных газов не нова. Компания *GreenFuel Technologies* в Кеймбридже (шт. Массачусетс) разместила 30 биореакторов на крыше тепловой электростанции мощностью 21 мегаватт в Массачусетском технологическом институте, которая работает на нефтяном газе. Но вместо того, чтобы направлять солнечный свет на мембраны с водорослями, *GreenFuel* применила метод фотомодуляции, вращая водоросли так, что они то освещались солнцем, то нет. Однако Бейлис предпочитает свою оптоволоконную систему, потребляющую меньше света.

Уже сейчас у Бейлиса имеется модельная установка, способная

МАСТЕРА НА ВСЕ РУКИ

Ученые используют бактерии не только для очистки вредных выбросов, но и для:

- нейтрализации перекиси водорода в промышленности;
- уничтожения хлорсодержащих растворителей, вылившихся из емкостей;
- извлечения урана из грунтовых вод;
- уничтожения разливов нефти.

«перерабатывать» 140 м³ дымовых газов в минуту – таков объем выбросов 50 автомобилей или трехмегаваттной тепловой станции. Если испытания в сотрудничестве с Управлением ресурсами бассейна реки Теннесси окажутся успешными, он надеется создать промышленный биореактор с площадью экранов для водорослей 1,25 млн. квадратных метров, который сможет перерабатывать выбросы 10-мегаваттной тепловой станции.

Патрик Ди Юсто



НОВЫЕ КНИГИ ИЗДАТЕЛЬСТВА "ТЕХНОСФЕРА"



Б. Эггинс
Химические и биологические сенсоры

Первое учебное пособие в новой области на стыке аналитической химии, электроники, физики и медицины.

Особенно подробно описаны электрохимические, оптические, гравиметрические, температурные сенсоры, распознавание ионов и молекул, "лаборатории-на-чипе". Для студентов и специалистов в областях медицинских и биотехнологий, пищевой промышленности и контроля окружающей среды, микробиологов, специалистов, разрабатывающих и применяющих микроаналитические системы.



И. Тиноко, К. Зауэр, Дж. Вэнг, Дж. Паглиси
Физическая химия. Принципы и применение в биологических науках.

Уникальная монография по использованию методов физической химии для решения самых разнообразных проблем биохимии. Авторы убедительно показывают, что многочисленные формулы термодинамики – не просто гимнастика ума, а вещи весьма полезные и даже необходимые для биологов. В книге так же тщательно и подробно излагаются основы коллоидной химии, кинетики, описываются спектроскопические методы, рентгеноструктурный анализ и электронная микроскопия и все это также с оригинальными и запоминающимися биофизическими примерами на молекулярном уровне.

Дорогие читатели! Закажите книгу с доставкой по России и зарубежью удобным способом или с доставкой по почте. По почте: 123218 Москва, ул. ВДНХ, издательство "Техносфера". По факсу: (495) 9163328. E-mail: info@technosphere.ru. Полная информация в всех вышедших и планируемых к печати книгах содержится на сайте www.technosphere.ru.

в мире науки

9

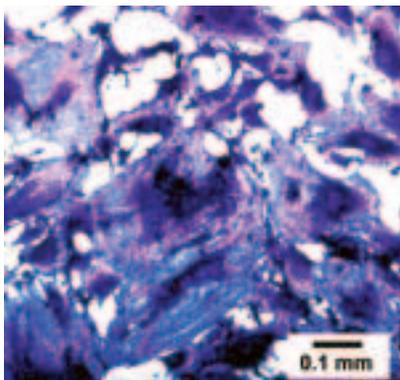
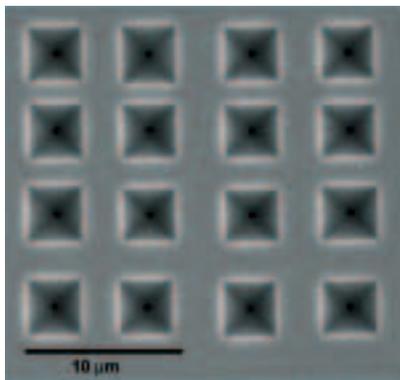
клетки, КОТОРЫЕ ЛЮБЯТ «ПОГОВОРИТЬ»

Путь развития
ДИКТУЮТ СТВОЛОВЫМ
КЛЕТКАМ НАНОЯЧЕЙКИ
В КРЕМНИЕВОМ ЧИПЕ.

Стволовая клетка может трансформироваться в любую клетку организма – все зависит от того, какие сигналы она получает. К сожалению, ученые пока не нашли общего языка с этими очень важными «особами» клеточного сообщества, хотя есть надежда, что исследователям из Стэнфордского университета вскоре удастся этого добиться с помощью особого устройства, снабженного крошечными «переговорными комнатами».

В естественных условиях стволовые клетки контактируют с множеством «соседей», передающих им химические сигналы нужной интенсивности в нужное время и место. Подчиняясь таким сигналам, клетки вступают на предписанный организмом путь развития и дают начало разным органам и тканям. В нынешних же лабораториях они находятся в условиях, напоминающих скорее пивную вечеринку, где напиток наливают прямо из бочек, чем прием, на котором подают изысканные коктейли.

Для того чтобы установить источники сигналов, определить их природу и время передачи, Николас Мелош (Nicholas A. Melosh) из Стэнфордского университета воссоздал естественную «среду обитания» стволовых клеток. Для этого он сконструировал микроскопическую «лабораторию» на кремниевом чипе, в которой стволовая клетка находится в окружении 1 тыс. полостей размером 500 нанометров. Каждая полость



Полости в кремниевой пластине можно сжать до нанометровых размеров (вверху). Кремний никаким образом не влияет на стволовые клетки, и они беспрепятственно распространяются по пластине (внизу). Стволовые клетки окрашены пурпурным цветом.

содержит примерно один аттолитр (10^{-18} литров) раствора (это сравнимо с объемом клеточного секрета) и герметизирована с помощью липидного бислоя, аналогичного клеточной мембране. При наложении напряжения в несколько десятых вольт в бислое открываются поры, и, когда исследователь хочет доставить в клетку определенное химическое вещество, он просто нажимает на кнопку. Сейчас Мелош пытается вырастить стволовые клетки, происходящие из жировой ткани взрослого организма.

Помимо факторов роста можно было бы использовать и другие способы контроля путей развития стволовых клеток. По крайней мере, так считает Ричмонд Вулф (Richmond Wolf) из Калифорнийского технологического института. Это может быть, например, подавление экспрессии генов с помощью РНК-интерференции.

Мелош предполагает использовать свой метод для послойного выращивания тканей, что позволит получать «композитные» ткани (например костную, связанную с хрящевой). «Другого способа побудить к взаимодействию костную и хрящевую ткани мы не знаем», – утверждает ученый. Он надеется, что ему удастся сконструировать композитную ткань, компонент которой (искусственно выращенный хрящ) «приживется» в организме.

Одна из трудностей на пути применения нового метода состоит в том, что вещества, находящиеся в нанорезервуарах, могут вступать в нежелательные химические реакции с липидами. Поэтому липидный бислой со временем предполагается заменить инертным материалом, например, золотой пленкой, которая в нужный момент расплавится под действием электрического тока. Импульс электрического тока может повлиять и на стволовые клетки, но Мелош уже знает, как решить проблему.

Производство устройства, разработанного ученым, вполне под силу современной электронной промышленности, так что есть надежда на появление на рынке первых его экземпляров уже через пять-восемь лет. А пока Мелош собирается проводить на своем приборе новые эксперименты.

Чарлз Чой

Метаморфозы вулкана

В недрах вулканов Сент-Хеленс в штате Вашингтон (США) и Безымянный на Камчатке происходят схожие процессы. Изучение одного из них, возможно, позволит ученым прогнозировать развитие другого. Джон Айхельбергер (John Eichelberger), вулканолог из Университета Аляски в Фэрбенксе, долгое время изучал камчатскую огнедышащую гору. Она активизировалась в 1956 г., ее склон обрушился, и образовался кратер. В течение последующих пяти лет потоки лавы и периодические извержения почти целиком заполнили углубление, и Безымянный приобрел прежние очертания.

18 мая 1980 г. проснулся вулкан Сент-Хеленс. Землетрясение при магнитуде 5,1 предшествовало самому большому за всю историю существования горы оползнию, сокрушившему весь северный склон. Обрушение породы высвободило гигантские пузыри магмы, которые взрывались тут и там, сметая все на своем пути. Жертвами разбушевавшейся стихии стали 57 человек.

В полдень 2 октября 2004 г. Сент-Хеленс выпустил клубы пара, земля содрогнулась. Опасаясь повторения катастрофы, ученые из Каскадной вулканической обсерватории в штате Вашингтон объявили тревогу третьей степени – «красную» воздушную. Федеральное управление по делам гражданской авиации запретило движение самолетов в радиусе 8,8 км от вершины горы. Через два дня обнаружилось, что облако пепла было отнесено более чем на 100 км к северо-востоку от вулкана.

Однако на сей раз Сент-Хеленс извергался медленно и тихо. Поэтому бедствий, которые сопровождали его пробуждение в 1980 г., удалось избежать, никто не пострадал, движение самолетов было

Гора Сент-Хеленс хотя и не производит взрывов при извержении, но медленно выбрасывает лаву, которая может в итоге заполнить весь кратер, образовавшийся в результате бурного извержения 18 мая 1980 г.

Снимок с воздуха был сделан с западной стороны 8 июня 2005 г.

возобновлено, и 6 октября ученые отменили тревогу.

Но несмотря на то, что вулканическая деятельность вскоре утихла, гора до сих пор продолжает испускать пары, выбрасывать пепел и содрогаться. Так, в марте нынешнего года вырвавшееся из жерла облако пепла поднялось над морем на высоту 11 км.

Ученые пришли к выводу, что усиление активности в сентябре-октябре 2004 г. было вызвано движением жидкой магмы, стремящейся вырваться на поверхность. Джон Айхельбергер считает, что нынешняя форма и структура горы не позволяют накопить много магмы, поэтому она нашла выход наружу, а вулканическая деятельность ослабла. Выливающаяся лава застывает в форме узкого длинного конуса в кратере вулкана, надстраивая его со скоростью 2 м^3 в секунду. Однако не исключена утечка газов и осадка горной обломочной породы.

Новый лавовый купол возвышается на 225 м над дном кратера и достигает в объеме 45 млн. м^3 – этого достаточно, чтобы заполнить 200 нефтяных супертанкеров. Вильям Скотт (William E. Scott), вулканолог из Каскадной обсерватории, считает, что повторение событий мая 1980 г. вряд ли возможно, поскольку катастрофическое извержение изменило не только его форму, но и структуру. Сегодня извержение протекает спокойно, без взрывов, но и оно может постепенно изменить



РАСТУЩАЯ ГОРА

С тех пор как в октябре 2004 г. возобновилась активность вулкана Сент-Хеленс и из него стала выдавливаться лава, его форма начала меняться. Весной 2005 г. гора имела следующие параметры: высота купола увеличилась на 150 м; общая высота купола – 2300 м; общий объем купола – 45 млн. куб. м; излияние лавы в секунду – 2 куб. м; случаи гибели во время извержения 1980 г.: 57 человек, 7000 крупных животных, 12 млн. искусственно выведенных лососей; случаи гибели во время извержения 2004–2005 гг.: 0.

конфигурацию горы. Воздвигая новый лавовый купол в кратере, вулкан, возможно, со временем вернет себе очертания, которые имел перед извержением 1980 г.

Но ученые не уверены, что гора Сент-Хеленс восстановит свою форму так же, как и Безымянный. Рост конуса происходит неравномерно и нерегулярно, кроме того, невозможно предсказать, будет ли продолжаться вулканическая деятельность. Однако катастрофического извержения не предвидится – сегодня Сент-Хеленс не в состоянии вместить такой объем магмы, как в 1980 г., поэтому ученые считают, что повода для беспокойства нет.

Криста Вест

кукуруза, пропавшая без вести

В 2001 г. в *Nature* появилась противоречивая статья, в которой говорилось об «изгнании» генетически модифицированной кукурузы из того региона, где ее, в общем-то, и не должно было быть (речь шла о шт. Оахака в Мексике). В обществе вновь заговорили о возможном нежелательном проникновении трансгенных растений в природные популяции. В 2002 г. журнал опубликовал опровержение – «за недостаточностью улик», но затем последовало «опровержение на опровержение», уже от властей Мексики. Были проведены новые исследования, установившие, что информация жур-



Скорее всего трансгенная кукуруза никогда не росла на плантациях Оахаки – а потому и не было нужды от нее избавляться. Фотография сделана в Мериде, п-в Юкатан.

нала справедлива. Мексиканские и американские ученые в течение двух лет исследовали 154 тыс. семян 870 растений кукурузы, которые были выращены на 125 плантациях. Целью исследования был поиск чужеродных генов. Вопреки ожиданиям, никаких следов подобных генов не обнаружилось. Возможно, трансгенная кукуруза не выживала в условиях горного климата и на неподходящей для нее почве. А может быть, местные фермеры, опасаясь проникновения «чужаков» на свои плантации, отбирали семена тщательнее, чем обычно.

Чарлз Чой

УМНЫЕ КНИГИ

В первых числах декабря завершила свою работу 7 международная ярмарка интеллектуальной литературы *non/fiction*, проходившая в Центральном доме художника.

В этом году *non/fiction* сделала еще один шаг навстречу западным стандартам. На ярмарке было заявлено о масштабном международном проекте под эгидой ЦДХ – «Московском открытом книжном фестивале», аналогом известного Эдинбургского, который летом проведет Фонд «АРТ Москва» при поддержке Московского правительства и посольств разных стран. Особое внимание гостей выставки привлекли открытие Первой московской выставки «Книга художника», презентация новых книг современных венгерских, польских, французских писателей.

На ярмарке состоялась вручение нескольких премий: «Человек книги», премии Андрея Белого, Мориса Ваксмахера и Анатолия Леруа-Болье, которые вручил французский писатель и драматург Эрик-Эммануэль Шмидт. А так же прошел семинар «Книга и...», на котором обсуждался вопрос бытования книги в разных культурных комбинациях: телевидения, дизайна, театра, музыки. Участники семинара отметили, что с каждым годом становится все сложнее создавать книжные брэнды.

На совместном круглом столе издательства НЛО и Франкфуртской книжной ярмарки участники оживленно обсуждали принципы отбора книг, проблемы перевода и качество редактирования. Мы надеемся, что и следующая выставка будет столь же представительной и многогранной, а наши читатели будут выбирать лучшие из лучших «умных книг».

Олег Чаплин

архивы ВЕНЕЦИИ И ГЕНУИ

Российским ученым удалось устранить многие пробелы в отечественной средневековой истории благодаря многолетним исследованиям в архивах Генуи и Венеции. Полученные данные особенно важны, так как исторические документы средневековых городов Южной Руси почти полностью уничтожены в результате катастроф, междоубиц и ордынского завоевания.

Генуэзские (Каффа-Феодосия, Солдайя-Судак, Чембало-Балаклава, Пера-Галата, Трапезунд, Самастро-Амасра, Килия и др.) и венецианские (Тана-Азов, Трапезунд, Константинополь) фактории активно торговали с Византией, древнерусскими княжествами, Золотой Ордой и другими государствами. Благодаря работе члена-корреспондента РАН, профессора исторического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова С. Карпова и его учеников, выявлены сотни книг-картуляриев, тысячи нотариальных грамот, относящихся

к их деятельности и отражающих различные стороны общественной жизни и международных связей XIII–XV вв.

В частности, доказано, что поражение в Куликовском сражении (1380 г.) привело к крупнейшему экономическому кризису в истории Орды, нарушению денежного обращения. В то же время после Куликовской битвы участились ордынские набеги на Русь, что отразилось на рынках Причерноморья.

На заседании президиума РАН, где слушался доклад «Средневековое Причерноморье и Византия в свете новых архивных открытий» было заявлено о необходимости воссоздания российского гуманитарного центра в Венеции, существовавшего до 1914 г. В правительстве России сейчас рассматривается вопрос о воссоздании центра в Константинополе. Действует также египтологический центр.

Дмитрий Мисюров

ВИРУСЫ — ЭТО ОБЩЕЕ ДЕЛО

В конце октября 2005 г. в Москве состоялась II Международная конференция «Молекулярная медицина и биобезопасность». В рамках этого мероприятия прошел семинар «Биотерроризм: возможные объекты поражения и способы противодействия».

Организаторами выступили Министерство здравоохранения и социального развития РФ, Российская академия наук, Российская академия медицинских наук, Московская медицинская академия им. И.М. Сеченова, Международный научно-технический центр и Центр новых медицинских технологий «ТЭМП».

Понятие биобезопасности достаточно многообразно и подразумевает защиту от двух основных видов биологических угроз. Первые — естественные угрозы, постоянно существующие в природе. Вторые — искусственные, возникшие в результате деятельности человека.

Сергей Нетесов, заместитель директора Государственного научного центра вирусологии и биотехнологии «Вектор», заметил, что «основным биотеррористом» для

человека пока остается природа, имея в виду постоянно появляющиеся новые инфекционные агенты, которые, по оценкам Всемирной организации здравоохранения, стали второй по значимости причиной преждевременной смерти в мире.

Основное внимание на конференции было уделено биологическому терроризму — проблеме, ставшей актуальной относительно недавно, а также искусственным биологическим угрозам.

Говоря о проблемах организации системы физической защиты особо опасных патогенов в научных институтах и лабораториях, Сергей Нетесов подчеркнул, что для разработки правил биобезопасности особое значение имеет относительная легкость, с которой можно культивировать болезнетворные инфекции.

О том, как организована система биологической безопасности в США, рассказал Стивен Морз, заместитель директора по науке Центра по контролю заболеваний (США). По его словам, в 2002 г. на обеспечение биологической безопасности из федерального бюджета



та США было выделено \$1,5 млрд., а в этом году сумма достигла уже \$8,5 млрд.

Михаил Киселев, заместитель руководителя Федерального медико-биологического агентства, рассказал о готовящейся федеральной целевой программе «Химическая и биологическая безопасность». По его словам, на обеспечение программы планируется выделить порядка сотен миллионов рублей. Другие возможные источники средств — международное сотрудничество и частные инвестиции.

Но, как отметил Михаил Пальцев, ректор Московской медицинской академии им. И.М. Сеченова, этой суммы недостаточно, так как речь идет не только о надежной физической защите лабораторий, где находятся коллекции особо опасных патогенов. Биологическая безопасность предполагает также государственную политику в области продуктов питания и лекарственного обеспечения, создание системы мониторинга биологических угроз на территории всей страны и достойную зарплату для ученых, занимающихся этими проблемами.

Ольга Закутняя

НАНОТЕХНОЛОГИИ — В ЖИЗНЬ

Департамент науки и промышленной политики города Москвы совместно с Московским комитетом по науке и технологиям провели Вторую специализированную выставку нанотехнологий и материалов «NTMEX-2005».

Основные цели выставки — демонстрация принципиально новых функциональных материалов с уникальными потребительскими свойствами, достижений в области нанотехнологий и наноматериалов и их продвижение на мировом рынке; установление деловых контактов, привлечение инвестиций и оказание содействия в формировании и реализации национальных и региональных программ в области.

Среди участников — известные всему миру отечественные и зарубежные промышленные предприятия, академические научно-исследовательские и высшие учебные заведения.

В рамках обширной деловой программы выставки состоялись симпозиумы, конференции и презентации по вопросам применения нанотехнологий и наноматериалов, а также обзор состояния и перспективы развития отрасли в России и за рубежом.

Научные исследования и прикладные разработки в области наноматериалов и технологий могут стать в XXI веке ключевыми для всего научно-технического прогресса. Во всех промышленно развитых странах это направление в последние годы стало приоритетным.

Игорь Потемкин



Денис Журавлев, Лоран Хршановски

НОВЫЙ ГОД ПО-ДРЕВНЕРИМСКИ

Традиция встречи Нового года уходит корнями в глубокую древность. В языческие времена праздник символизировал начало нового жизненного цикла. По мере развития цивилизации сакральные ритуалы постепенно вплетались в канву официальных празднеств. Современные новогодние традиции практически в неизменном виде дошли до нас из античной Италии. Их возведение в разряд государственных церемоний стало следствием глубоких изменений, произошедших в римском обществе в эпоху поздней Республики и ранней Империи. Впоследствии торжества по случаю Нового года распространились на всей территории Римской Империи, отражая единство этой полиэтничной системы.

Когда отмечать?

Долгое время римский год насчитывал десять месяцев различной продолжительности и начинался в марте с календарным началом весны. Как во многих других древних государствах, новогодние празднества были связаны прежде всего с культом плодородия, пробуждения природы, знаменовали начало сельскохозяйственных работ, возобновление после зимнего затишья судоходства и торговли. Постепенно, впрочем, не без некоторых затруднений, правители Вечного города реорганизовали календарь, приведя его в соответствие с солнечным циклом. В народе еще долго сохранялся обычай празднования прихода весны, однако официально начало года приходилось отныне на 1 января. Именно в этот день теперь вступали в должность консулы, которые накануне праздника советовались со жрецами-авгурами и просили богов быть благосклонными к римскому народу. Вопрос о праздновании нового года был окончательно решен на закате римской республики, когда Гай Юлий Цезарь реформировал календарь.

Почему же именно на 1 января приходится точка отсчета? Римский поэт Публий Овидий Назон в своей поэме «Фасты» обращается за разъяснениями к Янусу – двуликому божеству, давшему свое имя первому месяцу года, январю, и спрашивает, почему новый год начинается в холод, а не весной, на что бог отвечает:

«Солнцеворот – это день и последний для солнца, и первый: Тут поднимается Феб, тут начинается год».*

Ритуал

Для римских граждан новогодний праздник определял их жизнь на весь последующий период, поэтому в этот день надо было на год вперед снискать милость богов (а заодно и важных персон), вымолить благополучие в частной жизни и успех в делах. Поэтому ритуальная часть праздника помимо жертвоприношений предполагала и символическое осуществление профессиональной деятельности: консулы заседали в курульном кресле в официальных одеждах, изображая управление страной, претор для проформы рассматривал жалобы, ремесленник имитировал свои труды, а земледelec «понарошку» пахал землю. В новогодний праздник молитвы возносились Янусу, покровителю родившегося месяца, домашним ларам и наиболее почитаемым богам. Причем каждый просил даровать не только личное благополучие, но и мир и процветание всему государству.



Властители Рима в этот день принимали клятвы верности солдат и сенаторов и возглавляли официальные торжества, посвященные Юпитеру Капитолийскому. Посланцы со всех концов Империи и состоятельные лица вручали новогодние дары правителю, который, согласно традиции, передавал их народу. Так, Август имел обыкновение на вырученные от продажи новогодних подарков деньги устанавливать в Риме и других городах статуи работы известных мастеров: «Люди всех сословий... на новый год приносили ему подарки на Капитолий, даже если его и не было в Риме; на эти средства он потом купил и поставил по всем кварталам дорогостоящие статуи богов...» – писал Светоний в «Жизни двенадцати цезарей».

В новогоднюю ночь весь многомиллионный город приходил в волнение: родственники, друзья, соратники по оружию, клиенты и патроны – все ходили друг к другу в гости, обменивались подарками и пожеланиями. Вот как объясняет традицию двуликий Янус:

*«С доброго слова всегда надобно все начинать!
Первое слово всегда тревожит вам слух
и вниманье;
Все пожелания – впрок, каждое слово – на вес».*

Плоды и светильники

Стремительно распространился по всей империи и обычай *strenae* – новогодних подарков, ранее неизвестный в Средиземноморье. Собственно, *Strena* – имя ▶

* Здесь и далее текст Овидия дается в пер. Ф. Петровского, текст Светония – в пер. М.А. Гаспарова.

сабинской богини благополучия, впоследствии слово *strenae* стало обозначать новогодний подарок.

Что же преподносили на Новый год своим богам и друзьям древние римляне? Прежде всего плоды земли – вероятно, отголоски тех эпох, когда Новый год еще был весенним праздником пробуждения природы. Императоры и сановники возлагали лавровые венки к храмам Юпитера и Януса, сыпали шафран в неугасимый храмовый огонь. Горожане прикрепляли на двери лавровую ветвь и зажженный светильник, обменивались специально выпеченными к торжественному дню хлебцами, финиками и фигами. Позднее люди стали дарить друг другу мелкие монеты как символ богатства и особые глиняные светильники. Любопытно, что в Риме день 1 января получил название *kalende lucernae* (календы ламп).

Светоч истории

До нас в целостности и сохранности дошло множество новогодних светильников, датированных в основном I в. н.э. Подобные вещицы находили не только по всей Италии, но и в Африке, Испании, Галлии, Британии – во всех концах огромной Империи. Сегодня они хранятся во многих музеях мира, в том числе и в Государственном Эрмитаже. Рассмотрев повнимательнее находки, мы получим бесценные сведения относительно древнеримских новогодних обычаев и их символики.

В центре щитка таких лампад изображалась крылатая богиня Виктория с пальмовой ветвью в левой руке –



символом успеха и победы. В правой руке она держит широкий щит, на котором можно прочесть пожелание *NO[V]JUM FAUSTUM FELICEM TIBI NIC* (пусть новый год будет для тебя благоприятным и счастливым). Иногда *TIBI* заменялось на *MIHI* (пусть новый год будет для меня благоприятным и счастливым). Вокруг богини расположены все подарки (*strenae*), которыми римляне обычно обменивались по случаю праздника, прежде всего старые медные монеты времен республики – ассы, имеющие чисто символическое значение. На одной из них изображался Янус – двуликий бог смотрит и вслед уходящему году, и в будущее. Как писал Овидий,

*«Янус двуглавый, ты год начинаешь,
безмолвно скользящий.
Ты лишь один из богов видишь все сзади себя».*

На второй монете представлены две руки в рукопожатии перед кадуцеем, символом Меркурия – бога торговли, человеческих отношений и путешествий, что олицетворяет честность и искренность в делах, залог процветания. На некоторых светильниках присутствует и третья монета, украшенная либо орлом Юпитера – символом императора, силы и мощи Империи, либо вновь фигурой Виктории – Победы.

Далее можно рассмотреть и остальные подарки, которыми оделяли друзей и родных римляне: фига, финик, шишка пинии и некий овальный предмет с широкой полосой посередине, который интерпретируется современными учеными либо как церемониальный хлеб, либо как две связки фиников, вывешенных сушиться на солнце.

Погружаясь в символику

Удивительно, сколько увлекательных сведений о политической, социальной и экономической жизни той эпохи можно почерпнуть, разглядывая новогодние лампы!

Взглянем прежде всего на богиню. Перед нами так называемая Виктория армата (вооруженная), богиня военного подвига, ставшая при императоре Августе символом и гарантом мира, завоеванного оружием





Уэйт Гиббс,
Кристина Соарес

Что зрину зрядущий нам готовит?

Настанет день –
и какой-нибудь новый
высокозаразный
штамм вируса
гриппа, смертельно
опасный для
человека,
стремительно
распространится
по всему
земному шару,
унося миллионы
жизней. Когда
это произойдет –
в ближайшие месяцы
или через много
лет, – неизвестно,
но новая пандемия
гриппа неизбежна.
Готовы ли мы
противостоять
опасности?

Когда под натиском урагана «Катрина» обрушились дамбы в Новом Орлеане, вместе с ними рухнула и вера жителей США в то, что правительство страны способно защитить их от природных катаклизмов. Майкл Чертофф (Michael Chertoff), секретарь министерства внутренней безопасности, назвал Катрину и вызванное ею наводнение «ультракатастрофой», масштаб которой «превышал все ожидания».

На самом деле виной тому, что случилось, не были неверные прогнозы. У руководителей всех уровней (от федеральных до местных) имелся план действий, предусматривающий, что скорость ветра во время урагана может достигнуть 200 км/ч, волны будут перехлестывать через дамбы, насосы не справятся с нахлынувшей водой, и тысячи жителей останутся в затопленном городе. В прошлом году они даже моделировали подобную ситуацию. И тем не менее, когда пришел «час икс», все планы буквально потонули.

Вялые, плохо согласованные действия властей вызвали в обществе обеспокоенность. А что же произойдет, если нация столкнется с гораздо более масштабным и зловещим природным катаклизмом, о неизбежности которого предупреждают ученые, – с пандемией гриппа? Сопоставление этих двух бедствий гораздо более правомерно, чем может показаться на первый взгляд. Вспышки обычного гриппа, как и ураганы, возникают каждый сезон и не воспринимаются как нечто катастрофическое, что неизбежно усыпляет бдительность. В результате общество оказывается не готово во всеоружии встретить то «роковое событие», которое эксперты считают неотвратимым.

Чтобы объяснить, почему распространение птичьего гриппа столь опасно, необходимо отметить, что та его разновидность, которая нам угрожает, будет мало напоминать

обычное заболевание (сходны лишь молекулярные механизмы инфекции). Пандемия возникает, когда какой-нибудь штамм вируса гриппа мутирует до такой степени, что наша иммунная система не распознает его, при этом он сохраняет способность передаваться от человека к человеку при чихании, кашле, близком контакте и т.д.

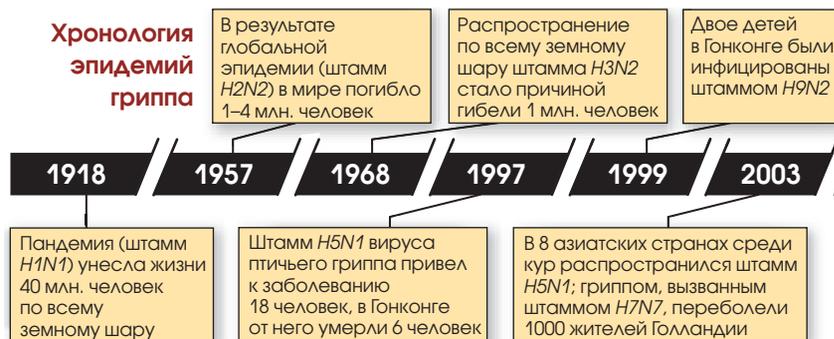
Пандемии гриппа не раз случались в истории человечества: последние три пришлись на 1918, 1957 и 1968 г. Они возникают всякий раз, когда один из многих штаммов вируса, постоянно циркулирующих в популяциях диких и домашних птиц, в ходе эволюции приобретает новую форму, которая обменивается генами с каким-нибудь обычным штаммом вируса гриппа и способна инфицировать человека. И тогда появляется невиданный, агрессивный, высокозаразный вид заболевания.

Некоторые пандемии не имели серьезных последствий, другие носили катастрофический характер. Если вирус реплицируется гораздо быстрее, чем иммунная система успевает среагировать на него, то заболевание приобретает серьезный, иногда смертельно опасный характер, и тогда одна глобальная эпидемия может погубить больше людей, чем СПИД за 25 лет. Эпидемиологи опасаются, что страшный грипп коснется каждого третьего жителя Земли, многие будут госпитализированы, от десятков до сотен миллионов человек погибнут. Смертоносный штамм не будет знать никаких границ – ни государственных, ни расовых, ни социальных.

Ученые не могут сказать, какой именно штамм вызовет пандемию и где она зародится. Они лишь предупреждают, что она обязательно произойдет, и сегодня условия для этого особенно подходящие. Имеется в виду появление смертоносного штамма вируса птичьего гриппа, который уже привел ▶

к гибели нескольких десятков человек в Азии. Он быстро распространяется в популяции птиц, в том числе перелетных, вместе с ними продвигаясь все дальше на запад. Новый штамм (его обозначают *H5N1*) пока не очень быстро передается от человека к человеку, но вирус эволюционирует.

В ответ на растущую обеспокоенность людей правительственные органы и эксперты-медики разрабатывают стратегию защиты от нависшей угрозы. Она предусматривает создание четырех «линий обороны»: мониторинг, вакцинация, меры карантинного характера и лечение. Некоторых потерь среди населения все равно избежать не удастся, но чем раньше будут приняты превентивные меры, тем меньше людей пострадает. Печальный опыт с подготовкой к встрече с ураганом «Катрина» невольно заставляет задуматься. В частности, возникает вопрос: удастся ли реализовать намеченные планы, если значительная часть задействованного в спасательных операциях персонала сама окажется инфицированной?



Мониторинг: как ведет себя грипп сегодня?

Первое, что может в какой-то мере защитить нас от нового штамма, – это немедленная его идентификация. Сегодня работы по наблюдению за развитием *H5N1* и других разновидностей вируса гриппа координируют три международные организации. Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) и ее 110 центров мониторинга гриппа, расположенных в 83 странах, следят за положением дел в человеческой популяции. Всемирная организация по охране здоровья животных (ВООЗЖ), а также Продовольственная и сельскохозяйственная организация

ООН (ФАО) собирают информацию о вспышках заболевания среди птиц и животных. Но даже члены этих организаций признают, что в сети пунктов мониторинга много прорех, а работа идет слишком медленно.

А между тем быстрота реакции – самое главное, когда дело касается таких высокозаразных, распространяющихся воздушно-капельным путем патогенных микроорганизмов, как вирус гриппа. Если не сдерживать распространение инфекции из очагов ее зарождения в течение 30 суток, то никаких реальных шансов предотвратить пандемию не будет. Отсчет времени начинается с того момента, когда первая жертва смертельно опасного штамма приобретает способность передавать инфекцию.

Единственный способ уловить ключевой момент – непрерывно отслеживать процесс распространения гриппа по земному шару и идентифицировать изменения в поведении возбудителя. Основываясь на данных факторах, ВОЗ распространила в апреле прошлого года новую инструкцию, позволяющую определить, с какого момента мир вступает в пандемический цикл, разделенный на шесть фаз.

Все до сих пор зарегистрированные вспышки гриппа, вызванные штаммом *H5N1*, в основном затухли сами собой. Все они соответствуют третьей фазе и находятся в трех шагах от порога пандемии (фаза б). Чтобы не упустить момент, когда штамм видоизменится

ОБЗОР: ПЛАН БОРЬБЫ С НОВЫМ ВИРУСОМ ГРИППА

- Ученые предупреждают, что глобальная эпидемия гриппа, вызванная одним из новых штаммов вируса-возбудителя, неизбежна и представляет серьезную угрозу для здоровья всех жителей планеты.
- Пандемия может разразиться совсем скоро, а может повременить несколько лет. Штамм *H5N1* птичьего гриппа стал причиной гибели 60 жителей азиатских стран. И даже если вирус-убийца на этом пока остановится, глобальная сеть слежения должна постоянно находиться в боевой готовности, чтобы не пропустить появления других смертельно опасных видов заболевания.
- Действенные вакцины могут появиться слишком поздно, чтобы «подоспеть» на ранних стадиях пандемии. Сдержать распространение инфекции из ее очага и выиграть столь необходимое время помогут неотложное применение противовирусных препаратов и принятие карантинных мер.
- Насколько серьезным будет заболевание – зависит от штамма, вызвавшего пандемию. Во многих регионах будет ощущаться острая нехватка медикаментов, персонала, больничных коек.



настолько, что сможет легко передаваться от человека к человеку, вирусологи стараются получить образцы для анализа от каждого нового инфицированного человека. Вирус может эволюционировать двумя способами: постепенно, в результате случайных мутаций, и скачкообразно, путем обмена генами с другими штаммами в организме отдельного животного или человека.

Наиболее совершенная система мониторинга создана в США. В Атланте находятся Центры по контролю и предотвращению болезней (CDC, от англ. *Centers for Disease Control and Prevention*), куда из медицинских учреждений стекается вся информация о пациентах с подозрительными симптомами, числе смертей от респираторных инфекций и штаммах вируса гриппа, обнаруженных в диагностических лабораториях. «Но система действует недостаточно быстро, чтобы в случае необходимости принять срочные карантинные меры для сдерживания распространения птичьего гриппа», – признает руководитель Центра Жюли Гербердинг (*Julie L. Gerberding*). – Поэтому мы расширяем сеть связанных с нами клиник и ветлечебниц.

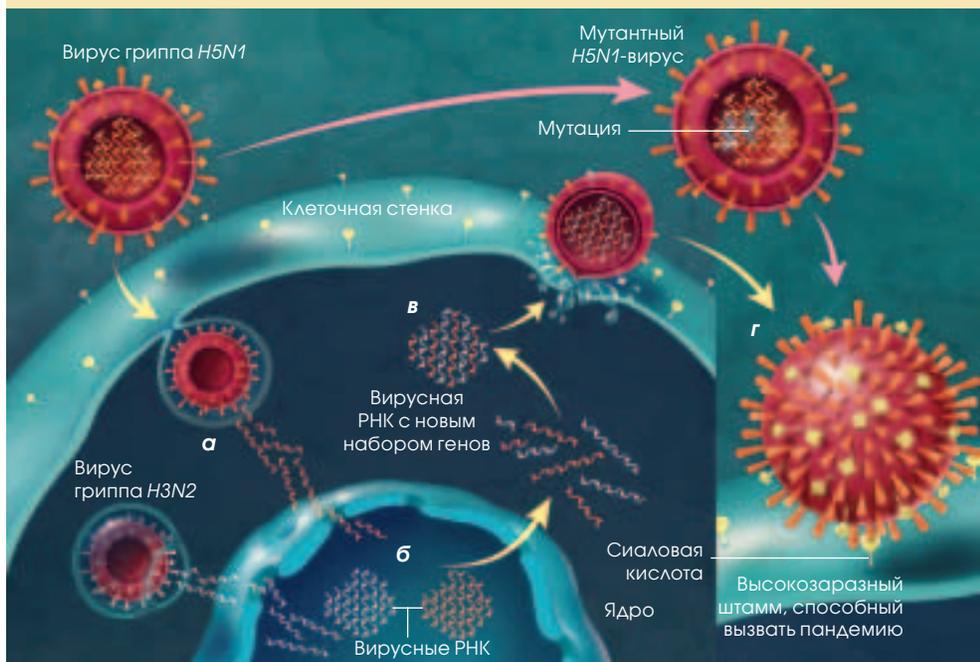
«Было несколько случаев, когда у людей, прибывших в США из стран Азии, обнаруживались подозрительные симптомы, и взятые от них образцы неизменно переправлялись к нам, – говорит Александр Климов, возглавляющий в CDC отдел по контролю гриппа. –

Не позже чем через 40 часов после госпитализации мы могли сказать, инфицирован ли больной вирусом H5N1. Еще через 6 часов мы знали нуклеотидную последовательность вирусного гена гемагглютинина и могли определить вирулентность

выделенного штамма (с помощью гемагглютинина вирус прокладывает себе дорогу в клетки организма-хозяина). Затем в течение двух дней выясняли чувствительность патогена к противовирусным препаратам».

КАК МОЖЕТ ПОЯВИТЬСЯ ПАНДЕМИЧЕСКИЙ ШТАММ

Штаммы вируса птичьего гриппа А, например H5N1, могут видоизменяться и приобретать различные качества (например, способность связываться с сиаловой кислотой на поверхности клеток человека), обеспечивающие их быстрое распространение среди людей. Мутации и естественный отбор – вот те инструменты, с помощью которых природа создает штаммы вируса, проникающие в клетки человека (выделено розовым цветом). Но это не единственный путь, ведущий к появлению опасной для людей формы заболевания. Когда два штамма, инфицировавшие данный организм (выделено желтым цветом), оказываются в одной клетке (а), молекулы их РНК в ходе репликации в ядре (б) могут обмениваться генами. В результате такого обмена появится новый вирусный ген (в) и новый высокозаразный штамм (г).



Пандемия гриппа может вспыхнуть где угодно, в том числе в США. Но, по мнению экспертов, скорее всего она пойдет из Азии. Именно оттуда родом большинство штаммов, которые вызывают обычные ежегодные эпидемии. Естественными переносчиками вируса становятся водоплавающие птицы (утки и гуси), мясо и яйца которых составляют основу рациона многих сельских жителей этих стран. Однако эпидемиологический контроль в данных регионах до сих пор носит выборочный характер, несмотря на помощь (правда, пока не очень значительную) со стороны ВОЗ и других организаций.

Произошедшая некоторое время назад в Индонезии вспышка гриппа, вызванная штаммом *H5N1*, выявила как существующие проблемы, так и некоторые достижения в борьбе с инфекцией. В конце июня прошлого года заболела восьмилетняя дочь одного из правительственных чиновников, чья семья проживала в относительно благополучном пригороде Джакарты. Врачи назначили антибиотики, но темпе-

ратура не спадала, и 28 июня девочку госпитализировали. Неделю спустя с высокой температурой и кашлем в больницу были помещены отец девочки и ее годовалая сестра. Малышка умерла 9 июля, отец – 12-го.

Обеспокоенный лечащий врач обратился в органы здравоохранения и отправил образцы крови и тканей своих пациентов в филиал Медицинского исследовательского центра Военно-морских сил США, расположенный в Джакарте. 14 июля умерла и старшая девочка. В тот же день стали известны результаты анализов: у двоих из трех умерших был грипп, вызванный штаммом *H5N1*. Правительство страны отказывалось признать этот факт до 22 июля, когда в лаборатории ВОЗ в Гонконге был выделен сам вирус.

Только после этого министерство здравоохранения обязало заведующих отделениями госпиталя, где произошел инцидент, принять меры к выявлению других больных гриппом, а Ай Ниюман Кандун (I Nyoman Kandun), руководитель службы по контролю заболеваний

в Индонезии, попросил ВОЗ о помощи в расследовании. Спустя две недели он подвел неутешительные итоги: «Мы так и не смогли ответить на вопрос, где умершие могли подхватить вирус».

Местные обычаи не позволяли провести вскрытие жертв смертельного недуга, поэтому многие вопросы остались без ответа, как посетовал Клаус Штер (Klaus Stöhr), участник Глобальной программы по исследованию гриппа, реализуемой ВОЗ. Какие органы были поражены вирусом? Какие из них больше всего пострадали? Насколько сильной была иммунная реакция организма?

Вирусологов беспокоит также почти полное отсутствие информации о роли перелетных птиц в распространении инфекции. В июле стали приходиться сообщения об обнаружении штамма *H5N1* у домашней птицы в Сибири и Казахстане. Каким образом произошло заражение – неясно.

Обескураженный обилием вопросов, которые пока остаются без ответа, Штер и его коллеги настаивают на объединении усилий всех организаций, так или иначе занимающихся проблемами борьбы с гриппом. В августе прошлого года *CDC* запросили дополнительные средства на поддержку программ мониторинга, которые они реализуют совместно с ФАО и ВОЗ.

«Очевидно, что прежде всего нам нужно научиться быстро выявлять вирус-убийцу, – говорит Брюс Геллин (Bruce G. Gellin), руководитель Национальной программы вакцинации при министерстве здравоохранения и социальных служб США. – Мы должны оказывать

Культивирование вируса в куриных яйцах – слабое место в современной технологии получения вакцин. Проблема в том, что процесс занимает минимум шесть месяцев, поэтому вакцина всегда будет в дефиците.



Ученые из академических институтов и научно-исследовательских отделов промышленных предприятий работают над созданием новых методов вакцинации, которые позволили бы уменьшить дозу вводимого препарата и иммунизировать большее число людей. Кроме того, предпринимаются попытки усовершенствовать технологии получения вакцин, чтобы интенсифицировать их производство и быстро нарастить его в случае необходимости.

Технология	Преимущества	Положение дел	Компании
Внутрикожная инъекция	Введение вакцины подкожно, а не внутримышечно, позволяет уменьшить разовую дозу примерно в пять раз	Клинические испытания дают обнадеживающие результаты, но методикой владеет недостаточное количество медицинского персонала	<i>Iomai, GlaxoSmithKline</i>
Использование адъювантов	Адъюванты – это химические компоненты сыворотки, повышающие ее эффективность. Их применение позволяет вводить меньшее количество антигена	На производство одной из вакцин получена лицензия в Европе. Ведутся интенсивные работы по созданию других вакцин этого типа	<i>Iomai, Chiron, GlaxoSmithKline</i>
Использование для репликации вируса клеточных культур	Репликация вируса в биореакторе с культурой клеток, а не в куриных яйцах, позволит существенно повысить производительность	Фирма <i>Chiron</i> проводит крупномасштабные клинические испытания в Европе. <i>Sanofi Pasteur</i> и <i>Crucell</i> налаживают производство в США	<i>Chiron, Baxter, Sanofi Pasteur, Crucell, Protein Sciences</i>
Вакцины на основе ДНК	Частицы золота, покрытые вирусной ДНК, можно ввести в кожу с помощью воздушной струи. Производство вакцин против нового штамма может быть начато через несколько недель, а не месяцев. Запасы вакцины могут храниться годами	Эффективность вакцины для иммунизации человека пока не доказана. Фирма <i>PowderMed</i> надеется получить результаты небольших по масштабам испытаний вакцины против штамма <i>H5N1</i> в конце 2006 г.	<i>PowderMed, Vical</i>
Универсальная вакцина	Вакцина вызывает иммунный ответ на высококонсервативный вирусный белок, а потому может применяться против всех штаммов вируса гриппа. При наличии достаточно больших запасов способна остановить пандемию	Прошлым летом фирма <i>Acambis</i> приступила к работе по созданию вакцины против антигена <i>M2e</i>	<i>Acambis</i>

финансовую поддержку тем странам, где появляется вирус, поскольку тем самым мы помогаем всем остальным – и себе в том числе».

Вакцины: кто и когда их создаст?

Когда-то человечество столкнулось с пандемиями оспы и полиомиелита, но сегодня благодаря всеобщей иммунизации эти заболевания почти удалось побороть. К сожалению, опыт борьбы с ними бесполезен, когда дело касается гриппа, – и так будет до тех пор, пока технология разработки вакцин в корне не изменится.

Если пандемия гриппа разразится в ближайшее время, то для получения вакцины против возбудителя и ее распределения будет катастрофически мало времени. Причиной тому – факторы биологического и экономического характера, а также недопонимание серьезности си-

туации. Остановимся подробнее на этих проблемах.

В популяции всегда циркулируют одновременно множество штаммов вируса гриппа, и каждый из них постоянно меняется. «Чем полнее вакцина соответствует вирусу, тем эффективнее будет работать иммунная система иммунизированного,» – поясняет Геллин. Поэтому производители каждый год создают новое средство против трех наиболее опасных штаммов. Прежде всего разработчики выделяют вирус, затем модифицируют его, используя методы обратной генетики, и получают так называемый «семенной» вирус. На предприятиях по производству вакцин работы вводят его в оплодотворенные яйца, снесенные курами, которые содержались в стерильных условиях. Яйца помещают в инкубатор, и вирус в них многократно реплицируется.

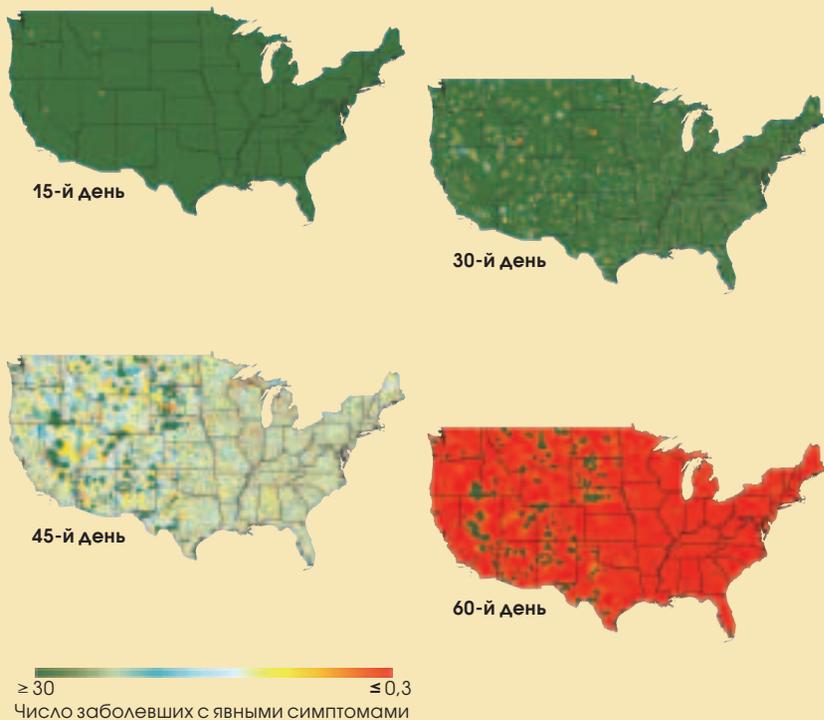
Чтобы получить действенный препарат, вирусные частицы разрушают химическими методами и выделяют белок, являющийся основой вакцины, – антиген; на него и реагирует иммунная система организма после прививки.

Другой способ получения вакцины состоит в «разоружении» вируса, т.е. лишении его болезнетворных свойств. Такие препараты вводят путем ингаляции, а не с помощью инъекции. Для того чтобы превратить вирусные изоляты в вакцину, требуется около шести месяцев.

С тем штаммом вируса, который может стать причиной пандемии, человечество ранее не встречалось, а потому вакцинация должна проводиться в два приема. Сначала вводится первая доза, а спустя примерно четыре недели – так называемая бустер-доза. Таким образом, даже те, кто подлежит первоочередной вакцинации, приобретут иммунитет ▶

ЕСЛИ ВОЛНА ПАНДЕМИИ ГРИППА НАКРОЕТ США

Ученые из Национальной Лос-Аламосской лаборатории создали модель распространения инфекции, которая показала, что если не проводить вакцинацию населения и не использовать противовирусные препараты, то первая волна пандемии очень быстро накроет всю Америку. Разные цвета соответствуют числу заболевших с явными симптомами гриппа на 1000 человек (см. цветную полоску внизу). Если в первый день будет инфицировано 40 человек, то высшей точки пандемия достигнет примерно на 60-й день и через четыре месяца затухнет. В результате грипп поразит 33% населения страны. Сейчас ученые моделируют другой сценарий, согласно которому предусмотрена вакцинация и лечение. Результаты покажут, можно ли обойтись без таких радикальных мер, как ограничение на въезд в страну, карантин и т.д.



не ранее, чем через полгода после начала пандемии.

В мире ежегодно производится примерно 300 млн. доз вакцин против гриппа. Большая часть производственной базы находится в Европе, в США работают всего два предприятия. При этом прошлой зимой, когда вследствие обнаруженных нарушений санитарных условий были остановлены предприятия фирмы *Chiron* в Великобритании, компании *Sanofi Pasteur* и *MedImmune* прекратили выпуск вакцин на двух своих линиях в Америке. А между тем, по данным *CDC*, в США в группы риска, которым рекомендована ежегодная иммунизация от гриппа, входит более 185 млн. человек.

Сейчас *Sanofi* собирается перейти на круглосуточный и бесперебойный режим работы. В июле прошлого года фирма начала установку оборудования в Пенсильвании, в результате производственная мощность удвоится – но лишь к 20-09 г. «Мы прекрасно осознаем, что

время не терпит, но очень трудно сделать что-либо быстрее», – говорит Джеймс Мэтьюз (James T. Matthews), член рабочей группы по планированию компании *Sanofi*. По его мнению, было бы неразумно переводить фабрики, выпускающие другие вакцины, на производство средств против гриппа.

Паскаль Уортли (Pascale Wortley), принимающая участие в разработке Национальной программы вакцинации под эгидой *CDC*, поднимает другой вопрос. Как правило, пандемии не «отменяют» обычных сезонных вспышек гриппа, а фабрики по производству вакцин могут выпускать в каждый данный период времени препараты только против одного штамма. Представитель фирмы *Sanofi* Лен Лавенда (Len Lavenda) поясняет: «Перед нами встает неразрешимая дилемма: или мы продолжаем производить обычные вакцины, или бросаем все и сосредотачиваемся только на борьбе против пандемического штамма».

MedImmune, которая сегодня выпускает около 2 млн. доз аэрозольной вакцины в год, намеревается к 2007 г. повысить производство до 40 млн. доз. Но Геллин предостерегает от широкого распространения живой вакцины против пандемического вида, поскольку не исключено, что смертоносный вирус, хотя и «обезоруженный», обменяется генами с каким-нибудь штаммом обычного гриппа уже в организме человека и в результате на свет появится еще более опасная форма.

Поскольку времени на получение вакцины против пандемического штамма катастрофически не хватает, одной из первоочередных задач при планировании мероприятий на случай массового распространения заболевания состоит в превентивной иммунизации наиболее уязвимых групп населения. В июле Национальный консультативный комитет по вакцинации рекомендовал включить в число лиц, подлежащих немедленной вакцинации,

Центр управления в министерстве здравоохранения и социальных служб США (округ Колумбия), который будет осуществлять контроль над распространением пандемического штамма и координацию работы всех подразделений Центра (в том числе CDC и NIH), а также обмен информацией с местными и федеральными агентствами (такими, как министерство внутренней безопасности).

высших руководителей страны, медицинских работников, персонал предприятий по производству вакцин и медицинских препаратов, беременных женщин, а также тех детей, пожилых и больных людей, которые уже отнесены к группе риска в отношении обычного гриппа. По предварительным оценкам, в сумме это составляет 46 млн. жителей США.

По мнению Уортли, правительству США необходимо заблаговременно закупить некоторое количество вакцины – только так можно обеспечить ее пропорциональное распределение. Правительства Австралии, Великобритании, Франции и других европейских стран уже готовы подписать соответствующие контракты с производителями, однако в США таких намерений не наблюдается.

В принципе, трудности со снабжением можно частично преодолеть, если сделать запасы некой базовой вакцины, которую с появлением новых опасных форм гриппа нужно будет каждый раз модифицировать. Конечно, это не гарантирует безопасности. Тем не менее, как считает Уортли, государствам имеет смысл запастись вакциной против штамма *H5N1*: даже если она не будет полностью соответствовать мутирующему вирусу, определенная степень защиты будет обеспечена.

В позапрошлом году Национальный институт аллергии и инфекционных болезней разослал соответствующим фирмам «семенной» вирус *H5N1*, выделенный в Детской



клинике св. Иуды из тканей жителя Вьетнама, умершего от птичьего гриппа. Затем предприятию *Sanofi* был сделан заказ на производство 2 млн. доз вакцин против этого штамма. В марте прошлого года начались ее клинические испытания. Как показали предварительные исследования, в случае необходимости препарат готов к применению (уже заказано 20 млн. вакцин). По данным Геллина, сегодня производители вакцин могут пополнять запасы США ежегодно не более чем на 15–20 млн. доз, что явно недостаточно. Так, при ежегодных прививках против обычного гриппа разовая доза включает 45 микрограмм вирусного белка, при этом вакцина действует против трех штаммов вируса гриппа. Ожидалось, что для запуска иммунного ответа на штамм *H5N1* понадобится 30 микрограмм антигена – по 15 микрограмм на каждую из двух инъекций. Но предварительные результаты испытаний показывают, что для иммунизации одного человека необходимо 180 микрограмм антигена!

Таким образом, заказанных 20 млн. доз вакцины в лучшем случае хватит на иммунизацию

примерно 3,3 млн. человек. На самом деле это число может быть даже меньше, поскольку штамм *H5N1* плохо размножается в куриных яйцах и на получение вакцины уходит больше времени, чем обычно. Мрачную картину немного скрашивает тот факт, что эффективность вакцины можно повысить с помощью адьювантов (особых веществ, которые добавляют к препарату для усиления иммунной реакции). Есть и еще один выход – вводить вакцину не внутримышечно, а подкожно.

Создание больших запасов «препандемической» вакцины – задача крайне сложная. Срок годности вакцин составляет несколько лет. При нынешних темпах производства никогда не удастся довести их запасы до 228 млн. доз, необходимых для вакцинации трех наиболее многочисленных групп населения, не говоря уже о 600 млн. доз, позволяющих сделать прививку каждому жителю США. Такая же ситуация складывается и в других странах.

Как поясняет Маттьюз, проблемы с производством вакцин связаны с тем, что менеджеры компаний, составляя бизнес-планы, ▶



Пациенты одной из больниц Ханоя, инфицированные штаммом *H5N1*. Слева – молодой человек 21 года, находящийся в критическом состоянии, справа – его 14-летняя сестра. Болезнь часто протекает очень тяжело даже у тех, кто имел крепкий и здоровый организм.

ориентируются на те объемы, которые нужны для удовлетворения потребности в их продукции при ежегодной иммунизации населения. «Мы не считаем гипотетическую пандемию побудительным мотивом к расширению рынка», – заявляет он.

Чтобы повысить заинтересованность производителей, нужно принять целый ряд мер – от обеспечения большей прибыли до гарантирования закупок. Что же касается будущего, то переломить ситуацию смогут новые технологии, которые, вероятно, позволят получать более эффективные средства, делать это быстрее, достигая результата при гораздо меньших дозах и, возможно, создавать универсальные вакцины, действующие на все штаммы вируса гриппа.

Можно ли остановить пандемию?

В 1999 г. ВОЗ сформулировала простой критерий, чтобы определить наличие пандемии гриппа: если подтверждено, что некий новый вирус распространился среди населения хотя бы одной страны, значит,

пандемия началась и предотвратить ее быстрое распространение невозможно. Однако успехи, достигнутые в последнее время в области мониторинга заболеваний и создания противовирусных лекарственных препаратов, позволили уточнить определение. Согласно последним выводам ВОЗ, в ходе развития эпидемии имеется некий «период возврата», когда вирус гриппа, готовый охватить весь земной шар, можно остановить – если не уничтожить.

Результаты компьютерного моделирования и просто здравый смысл подсказывают, что меры по сдерживанию инфекции должны приниматься незамедлительно и быть как можно более действенными. Грипп распространяется необычайно быстро, поскольку его инкубационный период очень непродолжителен – уже через двое суток после попадания вируса в организм проявляются его симптомы и человек становится источником заражения. А некоторые люди могут передавать вирус даже до появления симптомов. Для сравнения: человек, инфицированный коронавирусом атипичной пневмонии (он появился в 2003 г.

в Китае), может заразить другого лишь через 10 суток после попадания вируса в организм. За это время работники медицинских служб успевают выявить тех людей, с которыми контактировал больной, и принять меры для их изоляции.

Однако путем одного лишь отслеживания контактов и карантинных мер эпидемию гриппа не остановить. По данным компьютерного моделирования, опубликованным в августе прошлого года, шанс победить вирус появляется лишь тогда, когда помимо вышеназванных мер людям вводится 30 млн. доз противовирусных препаратов и не слишком эффективной вакцины.

Нил Фергюсон (Neil M. Ferguson) из Имперского колледжа в Лондоне смоделировал поведение вируса гриппа в 85-миллионной популяции, взяв за основу географические и демографические условия, характерные для Таиланда. Согласно его выводам, у работников здравоохранения будет в запасе по крайней мере 30 суток от начала передачи вируса от человека к человеку, в течение которых они смогут применять противовирусные средства для лечения и профилактики.

Но даже столь обнадеживающие результаты не убедили ВОЗ в том, что отслеживание ситуации в разных странах Азии гарантирует своевременное выявление эпидемии. На встрече экспертов в Вашингтоне в апреле прошлого года Клаус Штер напомнил, что для одного только подтверждения инфицирования человека штаммом *H5N1* понадобилось более 20 дней, что существенно сужает временные рамки, необходимые, чтобы доставить медикаменты

НОВЫЕ ЛЕКАРСТВЕННЫЕ СРЕДСТВА ПРОТИВ ГРИППА

Современные противовирусные препараты выводят из строя специфические белки на поверхности вирусной частицы – белок M2 (препараты, относящиеся к классу амантадинов) или нейраминидазу (знамивир и оселтамивир). На стадии разработки находятся новые ингибиторы нейраминидазы, а также препараты, блокирующие проникновение вирусной частицы в клетку или репликацию вируса внутри клетки.

Механизм действия	Препарат	Преимущества	Положение дел
Подавление нейраминидазы – белка, с помощью которого вирус переходит из клетки в клетку	Перамивир (<i>BioCryst Pharmaceuticals</i>); CS-8958 (<i>Biota / Sankyo</i>)	Ингибиторы нейраминидазы обладают меньшими побочными эффектами, а устойчивость к ним возникает реже, чем к другим амантадинам. CS-8958 – пролонгированный препарат; он проникает глубоко в легкие и остается активным в течение недели	Перамивир, выпускаемый в виде капсул, недостаточно эффективен; клинические испытания препарата в форме инъекций предполагается провести в 2006 г. CS-8958 прошел тест на безопасность
Блокирование связывания вирусной частицы с клеткой	Флудаз (NexBio)	Флудаз блокирует рецептор сиаловой кислоты, который опосредует проникновение вируса в клетку, а потому эффективна в отношении всех штаммов	На 2006 г. запланированы клинические испытания
Активация РНК-интерференции	G00101 (<i>Galenea</i>); пока не имеет названия (<i>Alynham Pharmaceuticals</i>)	Использует ДНК для активации внутриклеточного защитного механизма. Показана эффективность G001498 в отношении штаммов H5 и H7 вируса птичьего гриппа в опытах на мышах	Клинические испытания предполагается начать в ближайшие 18 мес.
Блокирование вирусных генов с помощью антисмысловой ДНК	Ньюджин (<i>AVI BioPharma</i>)	Синтетические ДНК-цепи связываются с вирусной РНК и блокирует ее функционирование. Ожидается, что препарат будет эффективен в отношении большинства штаммов	На 2006 г. запланированы испытания на животных

в отдаленные регионы и распределить их среди жителей. По данным Айры Лонджини (Ira M. Longini, Jr.) из Университета Эмори, выиграть время позволит частичная иммунизация населения. Лонджини тоже построил компьютерную модель распространения вируса гриппа в небольшой популяции, «помещенной» в условия, характерные для Таиланда, и заложил в программу использование противовирусных препаратов. Он предусмотрел также превентивную вакцинацию, но предположил, что имеющиеся вакцины против штамма H5N1 не будут полностью соответствовать новому варианту вируса, а потому вакцинированные тоже могут заболеть, однако вероятность такого исхода у них на 30% меньше, чем у тех, кто не прошел иммунизацию. Оказалось, что даже незначительное снижение восприимчивости к инфекции улучшает эпидемиологическую обстановку и помогает сдержать распространение высокозаразного штамма. Фоуси, директор NIAID, утверждает, что США и дру-

гие страны, обладающие вакциной против штамма H5N1, не отказались от мысли заранее переправить часть своих запасов в те регионы, где появление штамма, адаптированного к человеку, наиболее вероятно – даже, казалось бы, в ущерб населению собственной страны. «Если бы у нас было побольше вакцины, мы бы непременно так и поступили», – говорит Лонджини.

Основываясь на данных о прошлых бедствиях подобного рода, эксперты полагают, что новая пандемия прокатится по земному шару двумя или тремя волнами. Каждая из них будет длиться несколько месяцев (см. вставку на стр. 24), а своего пика в каждой конкретной субпопуляции достигнет примерно через пять недель после появления. Они могут быть связаны с определенными временами года. Так, если первый шквал прокатится весной, то второго следует ожидать скорее всего в конце лета или начале осени. Поскольку на создание значительного количества вакцины против пандемиче-

ского штамма потребуется около шести месяцев, наибольшее беспокойство у эпидемиологов вызывает первая волна.

Действия разных стран в преддверии и во время пандемии будут зависеть от того, какими ресурсами (медикаментозными и человеческими) они располагают, а также от политических приоритетов и позиции научных кругов. Профилактические мероприятия – роскошь, доступная лишь тем немногим государствам, которые имеют существенные запасы вакцины. Однако сегодня ни одна страна не располагает достаточным количеством противовирусных средств, чтобы обеспечить массовую защиту населения в течение нескольких месяцев. Кроме того, неизвестно, как скажется на здоровье людей длительное применение подобных препаратов. Правительство Великобритании, например, заявило в июле 2004 г., что свои запасы противовирусных препаратов оно будет направлять в основном на лечение больных, а не на защиту здоровых. США, Канада и некоторые ▶

другие государства только вырабатывают свою линию поведения.

Но для большинства стран выбора просто не существует: они станут делать то, что рекомендует им ВОЗ, т.е. в основном принимать меры нефармакологического свойства. Однако их эффективность до конца не изучена. В марте 2004 г. ВОЗ организовала в Женеве совещание экспертов, призванных обсудить проблему. Они, в частности, сочли, что выявление прибывающих в страну людей с явными симптомами гриппа не оказывает существенного влияния на развитие ситуации. Впрочем, это не значит, что подобные мероприятия не нужно проводить – по крайней мере, они способны успокоить население. К организации «горячих линий» и созданию специальных клиник участники форума тоже отнеслись скептически.

Что же они рекомендовали? Прежде всего – хирургические маски для самих больных и для находящегося с ними в контакте медицинского персонала. Что касается обычных людей, то наиболее эффективной мерой остается соблюдение правил личной гигиены. Так, необходимо как можно чаще мыть руки, поскольку вирус ничего не стоит подхватить дома или на работе, коснувшись предмета (в том числе маски), на котором может оказаться инфекция.

Такие традиционные меры, как запрещение массовых мероприятий или закрытие страны для транзитных пассажиров, должны приниматься по рекомендации эпидемиологов. Как известно, к группе риска относятся дети (о чем свидетельствует, в частности, опыт пандемий 1957 и 1968 г.), поэтому правительство может принять решение о закрытии школ на время эпидемии.

Лечение: как помочь больным?

Если во время пандемии заболеют 2 млрд. человек, сколько же из них погибнет? 10 млн., а может быть,

100? Таким вопросом задаются эксперты в области здравоохранения во всем мире, но их оценки существенно различаются. Пока глобальная эпидемия не началась, никто не может сказать, какой штамм ее вызовет. Будет ли это вирус-«слабак» наподобие того, что стал причиной пандемии 1968 г., или более агрессивный, сходный с тем, что распространился в 1957 г., или такой же штамм-убийца, что унес миллионы жизней в 1918 г.?

Пока специалисты придерживаются следующих эмпирических правил: поскольку ни у одного человека нет иммунитета к новому штамму, им будет инфицировано примерно 50% населения Земли. В зависимости от вирулентности штамма, заболеют от 1/2 до 2/3 из них, что составит от 15 до 35% популяции. Органы здравоохранения ориентируются на средние показатели: они полагают, что 25% населения не удастся избежать атаки вируса.

Пока ни одна страна не готова к такому развитию событий. В частности, в США упомянутые 25% составят 4,7 млн. человек, которые будут нуждаться в госпитализации (если новый штамм будет достаточно агрессивным). А число зарезервированных больничных коек по всей стране, по оценкам, не достигает и 1 млн. Опасность, грозящая медицинским работникам, которые окажутся в непосредственном контакте с больными, будет зависеть от числа пациентов и от их состояния, что, в свою очередь, определяется особенностями вируса и восприимчивостью к нему разных субпопуляций. Так называемая «мягкая» пандемия, например, может отличаться от обычного сезонного нашествия гриппа только числом инфицированных.

При вспышках гриппа особенно уязвимыми оказываются пациенты, страдающие различными хроническими заболеваниями, а также дети, пожилые люди и все, у кого ослаблена иммунная система.

Наибольшую опасность представляют осложнения, в частности, пневмония, которая нередко приводит к гибели человека. Ее вызывает не сам грипп, а бактерии, которые атакуют изнуренный болезнью организм. Моделирование ситуации с учетом всех этих особенностей показывает, что если заранее иммунизировать группу риска против бактериальной пневмонии, число нуждающихся в госпитализации можно уменьшить на одну треть.

Страшная пандемия 1918 г. была особенно безжалостна к молодым людям от 20 до 30 лет – как ни странно, именно вследствие стойкости их иммунной системы. Ученые, исследовавшие вызвавший ее вирус, обнаружили, что он «выбивал» ранние звенья в цепи иммунного ответа, в частности, подавлял образование интерферона, который в норме обеспечивает защиту клеток от инфекции. В то же время он провоцировал избыточную иммунную реакцию, опосредуемую цитокинами, сигнальными молекулами, которые «организуют» жестокую атаку клеток иммунной системы на легкие.

Врачи, столкнувшиеся с подобным феноменом у больных атипичной пневмонией, пытались остановить эту реакцию, вводя пациентам интерферон и подавляющие действие цитокинов кортикостероиды. Если разрушительную агрессию не удавалось блокировать вовремя, у пациентов развивалось жесточайшее воспаление легких, и обеспечить снабжение кислородом тканей организма можно было только с помощью искусственной вентиляции.

Пока не похоже, что вирус *H5N1* в его нынешнем виде проявит себя как «слабак» – по крайней мере, так считает Фредерик Хейден (Frederick G. Hayden), вирусолог из Вирджинского университета, советник ВОЗ по вопросам восстановления здоровья жертв птичьего гриппа. «Если патогенность

вируса не изменится коренным образом, – говорит он, – то нам предстоит встреча с чрезвычайно агрессивным, смертельно опасным штаммом». У многих людей, инфицированных штаммом *H5N1*, развился острый воспалительный процесс в нижних отделах легких, и причиной его стал сам вирус. При этом у ряда больных в крови наблюдалась чрезвычайно высокая цитокинная активность. Известны также случаи его размножения в кишечнике, что сопровождалось тяжелой диареей. По-видимому, он поразил клетки головного мозга у двух вьетнамских детей, которые умерли от энцефалита в отсутствие каких-либо респираторных симптомов.

Оптимальным средством в борьбе с гриппом остаются препараты, действующие непосредственно на вирус. К сожалению, многие жертвы *H5N1* попадали в медицинские учреждения слишком поздно, когда их уже нельзя было спасти. Кроме того, злокозненный штамм не чувствителен к наиболее распространенному классу медикаментов под названием амантидины. Возможно, причиной тому стало их использование при лечении кур в некоторых азиатских странах. Лабораторные тесты показывают, что, пока злобный штамм чувствителен к новым противовирусным препаратам – ингибиторам нейроминидазы: оселтамивиру и занамивиру, которые продаются в аптеках под названиями тамифлу и реленца соответственно. Первый из них выпускается в виде капсул, второй – в виде аэрозоля. Но они эффективны только при приеме в течение первых 48 часов после появления симптомов (речь идет об обычном гриппе).

Единственный тест на эффективность данных препаратов был проведен на мышах. В июле прошлого года Роберт Вебстер (Robert G. Webster) из Детской клиники

св. Иуды сообщил, что при введении мышам эквивалента дозы тамифлу, рекомендуемой для человека (две капсулы в день), размножение вируса *H5N1* было в конце концов подавлено, однако продолжительность курса составила восемь дней вместо обычных пяти.

Но даже при стандартной схеме лечения для того, чтобы обеспечить новыми препаратами 25% населения США, необходимо значительно больше тамифлу или его аналогов, чем те его запасы (рассчитанные на 22 млн. курсов лечения), которые были созданы к сентябрю прошлого года. В то же время, по экспертным оценкам, потребуется как минимум 400 млн. капсул (что соответствует 40 млн. курсам лечения). Чтобы вылечить треть населения, необходимо 90 млн. курсов, а для того, чтобы обезопасить не только больных, но и медицинских работников и сотрудников других служб, потребуется количество препаратов, рассчитанное на 130 млн. курсов.

Хейден надеется, что прежде, чем разразится пандемия, будет получено разрешение на применение третьего препарата, относящегося к классу ингибиторов нейраминидазы, – перамивира. Он предназначен для внутривенного введения в условиях стационара. Решить проблему с нехваткой препаратов помогло бы создание лекарственных средств пролонгированного действия, одна доза которых обеспечивала бы защиту или давала лечебный эффект в течение недели.

Некоторым новым препаратам, перечисленным в таблице, еще предстоит пройти клинические испытания. Ученые работают также над созданием других методов борьбы с гриппом, в основе которых лежит коррекция иммунного ответа организма. В арсенале медиков должны быть все мыслимые способы защиты от такого опасного врага, каким является штамм *H5N1*.

К сожалению, 50% людей, у которых был обнаружен вирус, погибли. Даже если в ходе адаптации к человеку патоген утратит вирулентность и число его жертв упадет до 5%, все равно он унесет вдвое больше жизней, чем пандемия 1918 г., несмотря на то, что с тех пор медицина ушла далеко вперед. Выражая обеспокоенность большинства экспертов, Хейден заявляет: «Мы сильно отстаем в разработке планов действий и возможных способов повлиять на ситуацию».

Никогда ранее человечество не ощущало с такой отчетливостью, сколь велика нависшая над нами угроза новой пандемии гриппа, и никогда прежде оно не располагало таким арсеналом средств борьбы с ней. Что пока остается неясным – так это пути эволюции штамма *H5N1*. Но даже если он никогда не трансформируется до такой степени, чтобы представлять реальную угрозу для человечества, это сделают другие, не менее опасные вирусы. Чем крепче наша линия обороны, тем успешнее мы сможем противостоять грядущему урагану. «У нас только один враг, – без усталости повторяет глава *CDC* Гербердинг, – это ни на чем не основанная самоуспокоенность». ■

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

■ The Great Influenza. Revised edition. John M. Barry. Penguin Books, 2005.

John R. LaMontagne Memorial Symposium on Pandemic Influenza Research: Meeting Proceedings. Institute of Medicine. National Academies Press, 2005.

■ WHO Global Influenza Preparedness Plan. WHO Department of Communicable Disease Surveillance and Response Global Influenza Program, 2005. www.who.int/csr/resources/publications/influenza/WHO-CDS-CSR-GIP-2005-5/en/index.html

■ Pandemic influenza Web site of the U.S. Department of Health and Human Services, National Vaccine Program Office: www.hhs.gov/nvpo/pandemics/index.html



Франсуаза Комб

рябь в ГАЛАКТИЧЕСКОМ ПРУДУ

Астрономы убеждены, что изящные формы галактик – важный фактор их развития и роста.



Эlegantная форма спиральных галактик стала одним из символов астрономии. Самые яркие звезды одной из них – Мессье 51 (названной «Водоворотом») – напоминают гигантский циклон и похожи на жемчужины в ожерелье. Полоски пыли вдоль цепочек звезд свидетельствуют о присутствии межзвездного газа, из которого они и рождаются. В Мессье 51 спиральные рукава отходят от внутреннего кольца звезд, но у большинства галактик они начинаются от длинного яркого прямоугольника звезд (бара).

Млечный Путь – это спираль с баром. Доказательства, вначале косвенные, появились в 1975 г.: движение звезд и газа в центре Галактики не соответствует тем орбитам, которые должны быть у простой спирали. Обзоры неба в ближнем инфракрасном диапазоне, позволяющем видеть сквозь облака пыли, скрывающие от нас галактическое ядро, выявили бар и развеяли последние сомнения.

Спирали и бары – динамические образования или волны, бегущие сквозь диск, состоящий из звезд,

газа и пыли, и перемещающие вещество. В какой-то момент времени наблюдатель видит их как бы освещенными стробоскопом, отчего картина кажется застывшей. Галактические волны стали одной из основных проблем астрономии прошлого десятилетия. Теперь стало ясно, что кажущиеся неизменными свойства галактик меняются. Самый известный процесс изменения формы – галактический каннибализм: слияние с соседом может превратить аккуратную спираль в беспорядочный конгломерат, т.е. эллиптическую галактику. Но астрономы готовы признать, что внутренние волновые процессы могут играть еще более важную роль.

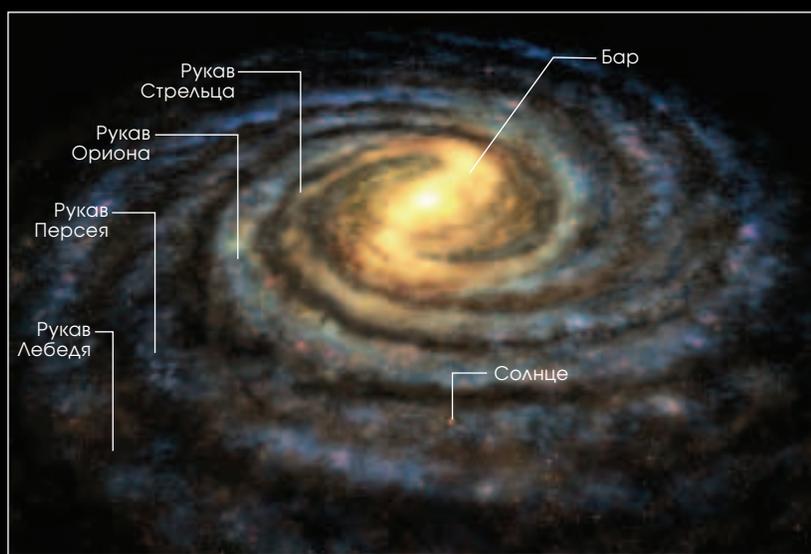
Гибкие диски

Все спиральные галактики вращаются, их звезды постоянно перемещаются вокруг центра, но не движутся в унисон. Например, за прошедшие 5 млрд. лет они обернулись вокруг центра Галактики тысячи раз, тогда как Солнце, расположенное в середине диска, совершило лишь около 20 оборотов. Различие угловых ▶

Спиральные галактики – одни из красивейших объектов ночного неба. У многих из них есть центральная перемычка, или бар из звезд, как у галактики NGC 1097 (в рамке). У других, как у Мессье 51 (слева), нет бара. Оба типа спиральных галактик имеют сплюснутый вращающийся диск из звезд, газа и пыли. Бар и спиральные рукава – это более плотные области диска. Природа и происхождение данных структур по-прежнему неясны.



Раньше астрономы думали, что наша Галактика – простая спираль, но оказалось, что это спираль с баром. В верхней рамке показан Млечный Путь по обзору 2MASS (ближний инфракрасный диапазон). Это наша Галактика, наблюдаемая с ребра; ее ядро в центре снимка. Диск Галактики толще, чем ожидалось, а ядро шире и протяженнее слева, чем справа. Все это говорит о наличии бара. Именно такой «портрет» Галактики изобразил художник в нижней рамке.



ОБЗОР: ГАЛАКТИЧЕСКИЕ ВОЛНЫ

■ С 1960-х гг. известно, что спиральный узор на дисках галактик – не жесткая структура, а периодические колебания плотности вещества. Звезды и облака газа под действием собственного притяжения то сходятся, то расходятся в своем орбитальном «танце», как если бы от брошенного кем-то камушка на диске галактики медленно расходилась рябь.

■ Однако до последнего времени теоретики не могли объяснить важнейшее свойство этих волн, т.е. большое разнообразие форм галактик. Оказалось, что в моделях забыли важный компонент – межзвездный газ, который оказывает влияние, отнюдь не пропорциональное своей малой массе.

■ Волны могут переносить угловой момент, позволяя веществу собираться в центре галактики, что, вероятно, способствует росту там черной дыры. Более того, циклическое движение волн вызывает изменение формы галактики – от одного типа к другому. Этот теоретический вывод уже подкреплен наблюдениями как близких, так и далеких галактик.

скоростей орбитального движения как раз и является причиной того, что бары и спирали не могут быть постоянными структурами. Если бы они были связанными объектами, то намотались бы, как нитка на катушку.

Многие десятилетия астрономы гадали, что же поддерживает эти формы. В 1960-х гг. загадку частично объяснила теория волн плотности, развитая Чиа-Чiao Лином (Chia-Chiao Lin) и Франком Шу (Frank Shu) из Массачусетского технологического института. Согласно этой гипотезе, бары и спиральные рукава – это волны избыточной плотности, где звезды временно скапливаются в своеобразной «космической пробке».

Волна возникает из-за синхронизации орбитального движения звезд. Орбита звезды в галактике не похожа на орбиту планеты вокруг Солнца или орбиту спутника вокруг Земли, поскольку в галактике нет доминирующего центрального тела. Несмотря на то что у многих галактик в центре есть черная дыра, ее масса составляет малую часть массы галактики и в основном распределена равномерно, вынуждая звезды двигаться по орбитам, похожим на рисунки спирографа: незамкнутый эллипс постоянно смещается в процессе движения звезды по орбите (см. рис. на стр. 33). Например, Солнцу требуется около 230 млн. лет, чтобы пройти по своей эллиптической орбите, которая поворачивается на 105° ; таким образом, солнечный эллипс делает полный оборот за каждые 790 млн. лет.

Если эллипсы звездных орбит вращаются с сильно различающимися скоростями, в галактике не возникают волновые структуры. Звезды иногда сближаются друг с другом, но затем быстро расходятся. Волна возникает тогда, когда многие или все эллипсы поворачиваются с одинаковой скоростью. В динамическом образовании бара

эти эллипсы ориентированы одинаково и создают область повышенной плотности вдоль своих главных осей. В спиральной волне ориентация соседних орбит различается незначительно, поэтому область повышенной плотности выглядит как изогнутая линия.

Соответственно, звездные орбиты могут двигаться в унисон. Что же заставляет эллипсы «шагать в ногу»? Это происходит благодаря спонтанной гравитационной неустойчивости. Поскольку гравитация в таких системах вызвана не внешним источником, а самими звездами, волны их плотности могут сами себя усиливать. Процесс начинается, когда звездные орбиты случайно выстраиваются и гравитация изменяет скорость вращения эллипсов: быстрые замедляются, а медленные ускоряются, так что их движение синхронизируется. Когда звезда входит в волну, гравитация запирает ее на время, затем отпускает, и та уходит. А другие, последовавшие за ней, поддерживают сохранность структуры.

Рассекая волны

Во внутренних областях галактики звезды движутся быстрее волны, так что они догоняют ее. Во внешних областях они перемещаются медленнее, поэтому данное динамическое образование настигает их сзади. А в середине есть окружность коротации, где у волны та же скорость, что и у звезд.

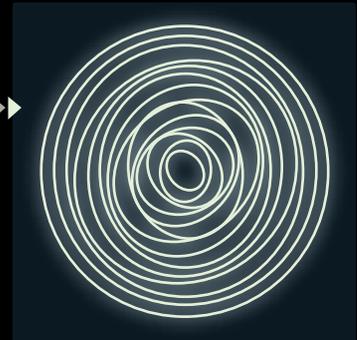
На диске галактики есть еще два расстояния – одно внутри, а другое вне радиуса. Они известны как радиусы линдбладовских резонансов, по имени их первооткрывателя, шведского астронома Бертила Линдблада (Bertil Lindblad). Звезды, движущиеся на этих расстояниях, особым образом синхронизованы с волной: каждый раз при встрече с ней они оказываются в определенной точке своей орбиты. Регулярность этого процесса усиливает влияние волны на звезду. ▶

Спиральные узоры и бари – это волны, идущие по диску галактики. Попав в нее, звезды сближаются друг с другом, а выйдя – вновь расходятся. Волна не сгребает звезды, как лопата, а лишь упорядочивает их орбитальный «танец».



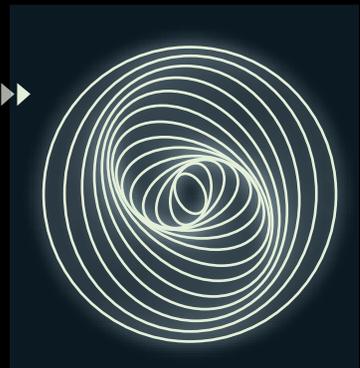
Если орбиты ориентированы хаотично, то волнового движения нет. (Для простоты здесь показаны замкнутые орбиты, какими они выглядят во вращающейся системе отсчета.)

Петлеобразные орбиты – это траектории звезд в сложном гравитационном поле галактики. Звезда обращается вокруг центра галактики по эллипсу, который сам поворачивается, что и порождает галактические волны.



Волна-бар возникает, когда орбиты ориентированы одинаково. Гравитация вынуждает эллипсы поворачиваться в унисон, сохраняя строй. Фронт волны (область наибольшей плотности звезд) располагается вдоль большой оси эллипсов.

Спиральная волна возникает, когда эллипсы поворачиваются в унисон, но ориентированы не совсем одинаково: каждый из них немного развернут относительно соседа. Плотность звезд максимальна там, где они сближаются.



Спираль с баром возникает, когда орбиты вблизи центра галактики ориентированы одинаково, а с удалением от центра – разворачиваются.

Наличие линдбладовского и других резонансов играет роль в формировании орбит и разграничении волн плотности. Подобные процессы происходят и в околопланетных кольцах.

Теория волн плотности объяснила, как могут формироваться спиральная структура и бар. Алар Тоомре (Alar Toomre) из Массачусетского технологического института показал, что волны плотности теряют свою энергию,

порождая ударные динамические образования в межзвездном газе. Значит, что-то должно возмещать потерю. Одна из возможностей заключается в более сложном волновом движении. Многие волны могут двигаться как внутрь, так и наружу. Окружность коротации выступает в роли границы, которая может либо отражать, либо пропускать эти динамические образования, позволяя им пополнять энергию за счет кинетиче-

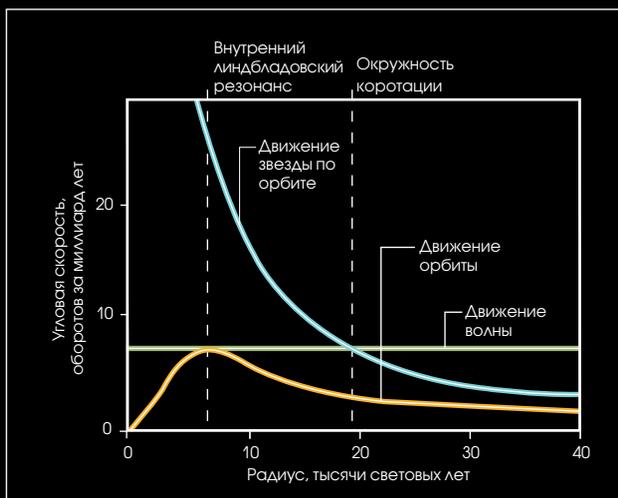
ской энергии вращения галактики. Они могут многократно отражаться внутри центральной области, становясь все сильнее.

Этот сложный механизм отражения и усиления волны выглядел правдоподобно, но уравнения были слишком сложны, чтобы иметь точное решение. Так что астрономы применили численное моделирование. Расчеты показали, что сложная волна не сохраняет спиральную структуру, а фактически ускоряет

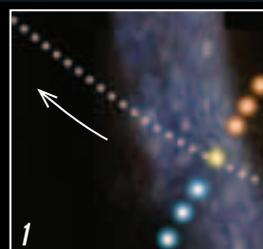
АНАТОМИЯ ВОЛНЫ

Спиральные волны и бары в некотором смысле похожи на волны, которые прокатываются по трибуне стадиона. Когда проходит их фронт, люди движутся согласованно: зрители одновременно встают и садятся; орбиты в галактике выстраиваются так, что звезды сближаются друг с другом. Но у галактических волн все немного сложнее, поскольку сами звезды перемещаются.

Спиральные рукава, наблюдаемые у галактики, – это мгновенный снимок волны. На схеме справа волна вращается по часовой стрелке. Звезды также движутся по часовой стрелке, но с различными скоростями (см. врезки внизу). Во внутренней области звезды перемещаются быстрее волны. Они догоняют ее, некоторое время движутся с ней, а затем уходят вперед. Во внешних областях галактики волна догоняет звезды, захватывает их, а затем оставляет позади. Эти две области разделяет окружность коротации. Протяженность спиральных рукавов определяется двумя другими окружностями, расположенными на расстояниях линдбладовских резонансов, где волна и звезды движутся в фазе.



Угловая скорость волны везде одинаковая, тогда как орбитальная скорость звезд уменьшается с расстоянием от центра галактики. Эти скорости сравниваются на радиусе коротации. Орбиты звезд не фиксированы в пространстве, они поворачиваются. Там, где скорость их вращения равна скорости волны, находится линдбладовский резонанс. (Для простоты изображен только один резонанс.)



Волна движется по часовой стрелке (от нижнего правого к верхнему левому углу). И звезды тоже.



Внутренние звезды (оранжевые) движутся быстрее волны; внешние звезды (голубые) – медленнее.

ее разрушение. Вначале спираль развивается, но быстро начинает угасать, оставляя после себя бар. Теоретики не смогли найти способ избежать его формирования и тем самым объяснить наличие галактик, у которых нет такой структуры.

Ситуация полностью изменилась в 1980–90-е гг., когда мы включили в модель газ. Поскольку в нем содержится всего несколько процентов массы спиральных галактик, в предыдущих моделях для упрощения расчетов его не учитывали. Но новый компонент играет очень важную роль в динамике. Межзвездные газовые облака часто сталкиваются и преобразуют свою кинетическую энергию в ударные волны и излучение. В результате они становятся более чувствительными к волновой неустойчивости. Звезды же, напротив, редко соударяются, поэтому сохраняют свои большие скорости хаотического движения и слабее реагируют на проходящие волны.

Как только мы стали учитывать газ, в моделях появилось большое разнообразие морфологических типов галактик. Вращающий момент со стороны звездного бара действует как гигантская мешалка, поддерживая спиральную волну в газе. Спираль перестала затухать, как это было в более ранних моделях. Кроме того, богатые газом волны решили и множество других, более старых проблем галактической астрономии: они объяснили наличие пылевых прожилок на переднем крае спиральных рукавов. Из-за столкновений газ (смешанный с пылью) движется не так, как звезды: он теряет орбитальную энергию, падает к центру и опережает звезды в спиральных рукавах (см. рис. вверху).

Теряя энергию движения, весь газ собирается в центре галактики всего за 1 млрд лет. Там из него формируются молодые звезды. Таким образом, волны объясняют постоянно высокую скорость формирования звезды в центральных областях га-

Галактические волны перераспределяют межзвездный газ в галактике, стимулируя этим процесс звездообразования. Причина в том, что, попадая в волну, звезды и газовые облака реагируют на это по-разному.



Звезда и облако вначале движутся по близким орбитам. Догнав волну, звезда сохраняет свою орбиту, но облако, имея огромный размер, сталкивается у фронта волны с себе подобными, теряет энергию и опускается на более низкую орбиту. Поэтому в галактической волне синхронность движения газа и звезд нарушается.



Потеря синхронности в движении звезд и газа приводит к тому, что на облака газа действует момент силы. Внутри радиуса коротации они опережают волну, поэтому звезды тормозят их, отбирают у них орбитальную энергию и угловой момент, вынуждая опускаться по спирали вниз. Вне радиуса коротации волна опережает облака, добавляя им энергию и момент, вынуждая подниматься по орбите.

лактик. Они же могут открыть тайну поставки горючего в главную черную дыру. Вопрос о снабжении веществом черной дыры не так прост, как кажется. Несмотря на то что галактика стремится к минимизации своей гравитационной потенциальной энергии, пытаясь сконцентрировать массу в своем центре, ее вращение, создающее центробежную силу, противостоит гравитации (см. «Вселенная дисков», «В мире науки», №1, 2005 г.). Чтобы вещество начало падать внутрь, его угловой момент должен быть отведен наружу моментом силы галактического масштаба. Как раз это могут сделать спирали и бары.

Волны могут обеспечить питание черной дыры в два этапа. Сначала, ▶

ОБ АВТОРЕ:

Франсуаза Комб (Françoise Combes) – ведущий специалист по динамике галактик в Парижской обсерватории. В начале карьеры ее интересы охватывали многие области астрономии: от межзвездного газа до квазаров и темной материи. В 2004 г. мадам Комб была избрана во Французскую академию наук – впервые женщина-астроном удостоилась такой чести. Сейчас она президент Французского национального астрономического комитета. При всей занятости Франсуаза находит время заниматься живописью и писать картины в стиле импрессионизма.

опускаясь вниз, газ достигает резонанса, где он движется синхронно с баром и, следовательно, перестает ощущать его тормозящее влияние. Газ скапливается в кольце и формирует звезды. Затем они вместе создают внутри кольца собственную маленькую волну бара. Этот мини-бар сбрасывает газ в черную дыру. О его существовании в нашей Галактике ученые задумались после того, как были проведены обзоры в ближнем инфракрасном диапазоне. Так что

волны – это не просто украшение звездной системы. Они помогают галактике расти.

Возрождение баров

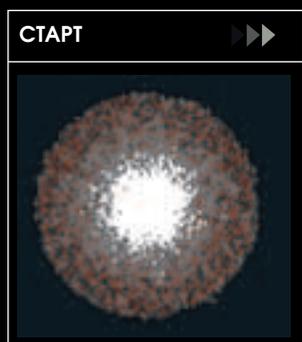
Бар способен не только перемещать вещество по диску, но и двигать его в вертикальном направлении. Звезда может войти в резонанс, при котором ее колебания и встречи с баром происходят с одинаковой (или кратной) частотой. Тогда бар станет усиливать колебания звезд

ды. Мы обнаружили это случайно в ходе трехмерного компьютерного моделирования. Звездный диск значительно потолстел в области резонанса, так что внутренняя область галактики, при наблюдении ее с ребра, приобрела почти квадратную форму. Данная закономерность объяснила необычные формы галактик, уже давно замеченные астрономами.

Как ни странно, втягивая вещество в ядро галактики, бар может

ГАЛАКТИКА ВОССОЗДАЕТ СЕБЯ

Астрономы считали бары и спирали постоянными элементами галактик, но теперь думают, что они как возникают, так и исчезают. Гравитация, создающая бар, в конце концов его разрушает, а затем восстанавливает.



Галактика родилась в виде бесструктурного диска из звезд, газа и пыли.



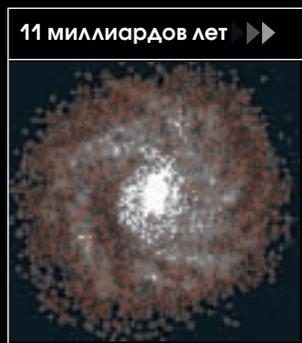
Развиваются спиральные волны и бар. Межгалактический газ падает на галактику, удваивая массу ее диска за 6,5 млрд. лет.



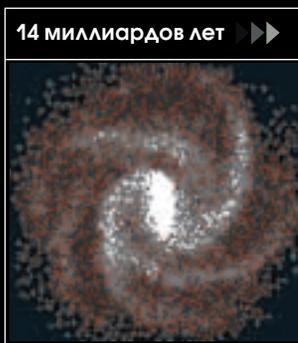
Волны усиливаются. Бар сметает газ вблизи ядра, но не затрагивает межгалактический газ, падающий на периферию диска.



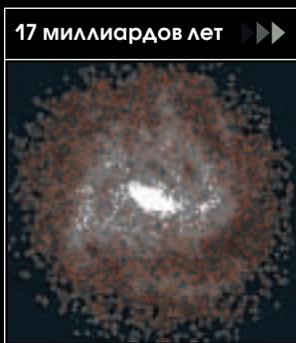
Собравшийся в ядре газ начинает разрушать бар.



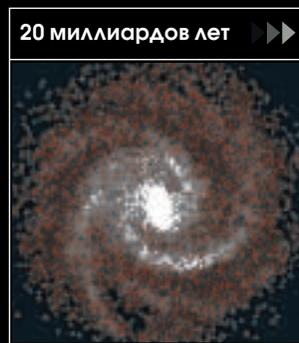
Бар разрушен. Не удерживаемый больше его вращением межгалактический газ, задержавшийся на периферии, устремляется к центру.



Бар восстанавливается благодаря собравшемуся газу. (В моделях без газа однажды исчезнувший бар больше не появляется.)



Как и прежде, бар начинает «худеть».



Бар почти исчез. В моделях с другими параметрами бары могут возникать и исчезать быстрее.



Далекие галактики, представляющие раннюю эпоху истории Вселенной, демонстрируют такие же спиральные рукава и бары, как у близких к нам галактик. Это подтверждает мысль о том, что причиной развития таких форм служат внутренние процессы. Галактики столь далеки, что трудно в деталях различить их структуру, поэтому исследователи до сих пор не выяснили, в какой пропорции представлены различные формы.

саморазрушаться. Накопленная масса рассеивает звезды и не дает им двигаться по регулярным орбитам, что необходимо для существования бара. Казавшиеся весьма устойчивыми при наличии только звездного компонента, бары оказались довольно хрупкими, когда во внимание был принят газ. Но если это так, почему же астрономы наблюдают так много галактик с баром? В оптическом диапазоне 2/3 всех галактик имеют бар, а обзоры 2002 г. в ближнем инфракрасном диапазоне увеличили эту долю до 3/4. Следовательно, бары рождаются, разрушаются, а затем снова формируются!

Каков же механизм этого процесса? Галактика должна сильно измениться, чтобы исчезли условия, разрушившие бар. В частности, орбиты звезд должны вновь стать регулярными с низкими хаотическими скоростями. Для этого, например, галактика может захватить много межгалактического газа. При взаимных столкновениях газовые облака теряют энергию и упорядочивают свои орбиты. Большой начальный угловой момент захваченных облаков замедляет их продвижение к центру и дает бару шанс возродиться. Количество необходимого газа поистине огромно: чтобы бары восстанавливались с необходимой

частотой, типичная галактика должна удваивать свою массу примерно каждые 10 млрд. лет. Но астрономы знают, что для этого в межгалактическом пространстве содержится достаточно вещества (см. «*Наша растущая галактика*», «*В мире науки*», №4, 2004 г.).

Чтобы проверить такую модель, надо оглянуться в прошлое. Космический телескоп «Хаббл» настолько мощный, что может различить формы галактик ранних поколений. В 1998–2002 гг. Сидней ван ден Берг (Sidney van den Bergh) из Астрофизического института Герцберга в Виктории (пров. Брит. Колумбия, Канада) и его коллеги заключили, что в прошлом бары встречались намного реже, чем сегодня. Такой неожиданный результат подверг сомнению не только модель аккреции газа, но и всю теорию волновых баров. Ведь молодые галактики содержали больше газа, и вещество в них слабее концентрировалось к ядру, поэтому бары должны были формироваться чаще. К счастью, предварительный вывод ван ден Берга не подтвердился: Шардха Джоги (Shardha Jogee) и ее коллеги из Техасского университета в Остине недавно объяснили его как результат наблюдательной селекции. Бары трудно различить в далеких галактиках. Учет этого

эффекта показал, что в прошлом баров было не меньше, чем сейчас. Следовательно, они не только постоянно разрушаются, но и восстанавливаются.

Похоже, что бар – не родовой признак галактики: она может то приобретать, то терять его. Если 3/4 всех дисковых галактик демонстрируют бар, то типичная галактика должна в течение 3/4 своей жизни иметь бар, который в этот период не дает свежему газу поступать в центральную область галактики. Газ накапливается во внешней области, и лишь после того, как бар саморазрушается, газ начинает подпитывать и омолаживать галактику.

Другой общеизвестный способ накопления вещества в галактиках – каннибализм, последовательное слияние галактик. Это важный, но разрушительный процесс. Слияние с крупной галактикой разрушает диск и создает эллиптическую систему. Лишь немногие галактики могли испытать подобную трансформацию. С другой стороны, спокойная аккреция газа из межгалактического пространства позволяет галактике расти, сохраняя свою форму. Волны распределяют свежее вещество и спасают галактику от медленного увядания. Они поддерживают активность Вселенной. ■



Джон Вэлли

история юной земли

Утверждение, что Земля первые полмиллиарда лет своей жизни была в расплавленном состоянии, может оказаться ошибочным. Ее поверхность могла остыть быстро, а океаны, континенты – появиться намного раньше.

В раннем возрасте, около 4,5 млрд. лет назад, Земля светилась, как неяркая звезда. Желто-красные океаны магмы вздымались над ее поверхностью каждый раз после столкновения с вращающимися вокруг новорожденного Солнца глыбами, некоторые из них достигали размеров маленьких планет. Двигаясь со скоростью, в 75 раз превышающей скорость звука, такая глыба при ударе о земную поверхность раздробляла, расплавляла и даже испаряла ее.

На раннем этапе развития Земли плотное железо опускалось в бурлящей магме, формируя внутреннее ядро, при этом освобождалось столько гравитационной энергии, что ее было достаточно, чтобы расплавить всю планету. Мощные удары метеоритов продолжались сотни миллионов лет, оставляя на Земле кратеры диаметром более чем в 1 тыс. км. Одновременно в недрах земли при распаде радиоактивных элементов выделялось тепло, причем в 6 раз быстрее, чем это происходит сегодня.

Чтобы смогли застыть расплавленные горные породы, сформироваться земная кора и континенты, сконденсироваться вода в плотной парообразной атмосфере и смогли возникнуть и развиваться примитивные формы жизни, огнедышащая стихия должна была прежде успокоиться. Но как быстро остыла поверхность Земли после ее огненного рождения? Большинство ученых полагают, что сверхжаркий климат господствовал 500 млн. лет.

Это подтверждается прежде всего явным отсутствием первозданных пород старше 4 млн. лет и наличием окаменелостей более молодого геологического возраста, свидетельствовавших о появлении жизни на Земле.

Однако за последние пять лет геологи, в том числе и группа из Висконсинского университета в Мадисоне, обнаружили десятки древних кристаллов циркона, химический состав которых изменил наше представление о начальном этапе развития Земли. Эти очень прочные кристаллы, крошечные «капсулы времени», содержат доказательства того, что, возможно, жизнь в океанах и континенты появились на 40-0 млн. лет раньше, чем это обычно предполагалось.

Затверждение Земли

Начиная с XIX в. ученые пытались вычислить, как быстро остыла Земля, но мало кто из них надеялся найти убедительные подтверждения своим расчетам. Некоторые предположения о более умеренном климате строились на термодинамических расчетах, которые исходили из первоначальной температуры магмы в 1000°C и показывали, что земная поверхность могла затвердеть в течение 10 млн. лет. При остывании планеты нарастающий слой затвердевших горных пород должен был отделить ее поверхность от расплавленных глубинных пород. Если предположить, что были периоды, когда большие метеориты не падали и земная кора была устойчива,

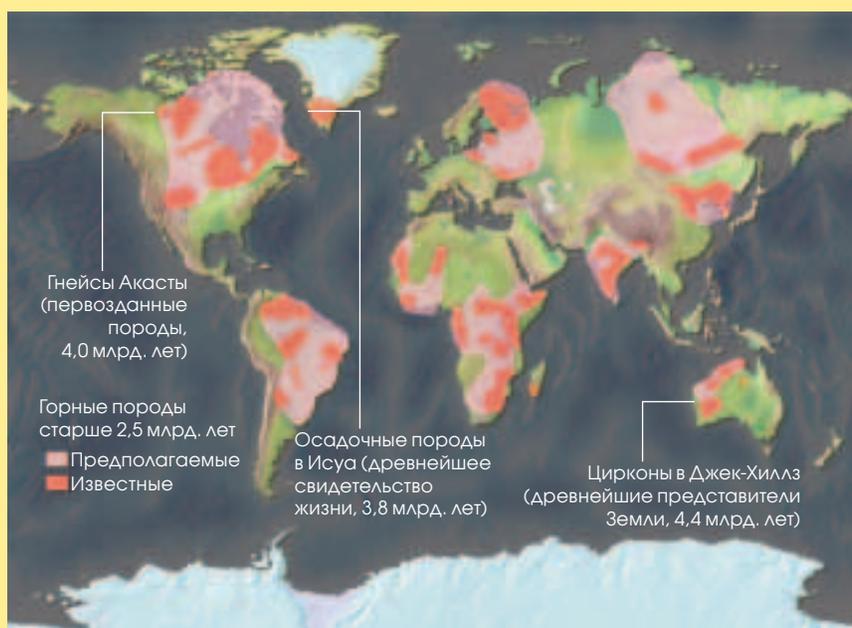
а парниковый эффект в атмосфере не задерживал слишком много тепла, то температура на поверхности Земли могла быстро снизиться до значения ниже точки кипения воды. Кроме того, Солнце тогда посылало меньше энергии.

Большинство геологов склонно считать, что бесспорность огненного рождения и скудные геологические данные скорее указывают на продолжительный сверхжаркий климат. Самые древние (4 млрд. лет) из известных первозданных пород – это гнейсы Акасты на северо-западных территориях Канады. Но они были образованы глубоко в недрах Земли и поэтому не содержат никаких сведений об условиях, существовавших на поверхности. Большинство исследователей полагали, что адский жар должен был разрушить любые породы, образованные ранее. Самые древние из них, сформировавшиеся под водой, где было относительно прохладно, насчитывают 3,8 млрд. лет. В осадочных породах, выходящих на поверхность на юго-западе Гренландии, в Исуа, сохранились также ранние свидетельства жизни.

В 80-х гг. XX в. новая информация о раннем развитии Земли была получена при изучении монокристаллов циркона, тогда несколько их редких зерен, найденных в Джек-Хиллз и Маунт-Наррьер, в Западной Австралии, оказались самым древним материалом наземного происхождения – 4,3 млрд. лет. Но эти кристаллы не могли дать однозначного ответа, поскольку геологи не были уверены в установлении их материнских пород. Кристаллы циркона столь прочны, что могут сохраниться, даже если образующая их порода будет разрушена эрозией. Вода и ветер могут затем перенести зерна циркона на большие расстояния, прежде чем они станут частью осадочных пород. Так и циркон, найденный в Джек-Хиллз, возможно, был перенесен на тысячи километров от места своего

ОБЗОР: ЦИРКОНОВЫЕ «КАПСУЛЫ ВРЕМЕНИ»

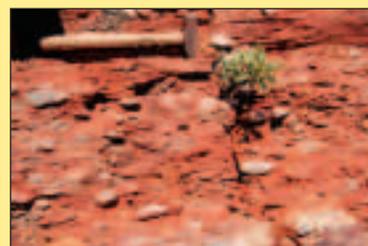
- Геологи полагали, что 4,5 млрд. лет назад Земля рождалась в огнедышащих условиях, которые 3,8 млрд. лет назад стали более мягкими.
- Сегодня крошечные кристаллы минерала циркона дают основания полагать, что Земля остыла гораздо раньше, возможно, уже 4,4 млрд. лет назад.
- Отдельные древние экземпляры имеют химический состав, который мог образоваться только при более прохладных, влажных условиях, необходимых для зарождения жизни.



Древние породы старше 2,5 млрд. лет выходят на поверхность или залегают неглубоко (красный), а также скрыты более молодыми породами (розовый). Здесь могут быть открыты кристаллы цирконов такого же возраста, что и в Джек-Хиллз в Западной Австралии.



В окаменелом слое крупного песка в Джек-Хиллз (сверху) содержатся древнейшие в мире цирконы. Геологи раздробили и отсортировали сотни килограммов породы, чтобы раздобыть 20 кристаллов, сохранивших следы прохладного климата, существовавшего более 4 млрд. лет назад.



происхождения и заключен в слой крупного песка, сцементированного позже в конгломерат Джек-Хиллз.

Несмотря на открытие частиц первозданной Земли, большинство ученых, в том числе и я, продолжали считать, что климат нашей юной планеты был сверхжарким.

В глубь проблемы

Джек-Хиллз, часть песчаной пыльной равнины, расположен в 800 км к северу от Перта, самого удаленного австралийского города. Конгломерат образовался 3 млрд. лет назад, он находится на северо-западной оконечности широко простирающихся свит горных пород старше 2,6 млрд. лет.

Чтобы добыть менее чем наперсточек циркона, мои коллеги и я должны были собрать сотни килограммов породы на этих отдаленных обнажениях, привезти их в лабораторию, раздробить и затем отсортировать.

Извлеченные из основной породы отдельные кристаллы могли быть да-

тированы, т.к. циркон – прекрасный счетчик времени. Помимо свойства долговечности его кристаллы имеют в микроколичестве радиоактивный уран, распадающийся с определенной скоростью до свинца. Когда циркон образуется в затвердевающей магме, атомы циркония, кремния и кислорода соединяются в определенной пропорции ($ZrSiO_4$), создавая уникальную структуру, где уран может участвовать только как примесь. Атомы свинца слишком велики, чтобы заменить элементы в кристаллической решетке, поэтому образующиеся кристаллы циркона свободны от свинца. Часы уран-свинец начинают свой отсчет, как только рождаются кристаллы циркона. Таким образом, отношение свинца к урану растет по мере старения кристалла. Ученые могут достоверно определить возраст нетронутого циркона с точностью до 1%, что для юной Земли означает примерно 40 млн. лет.

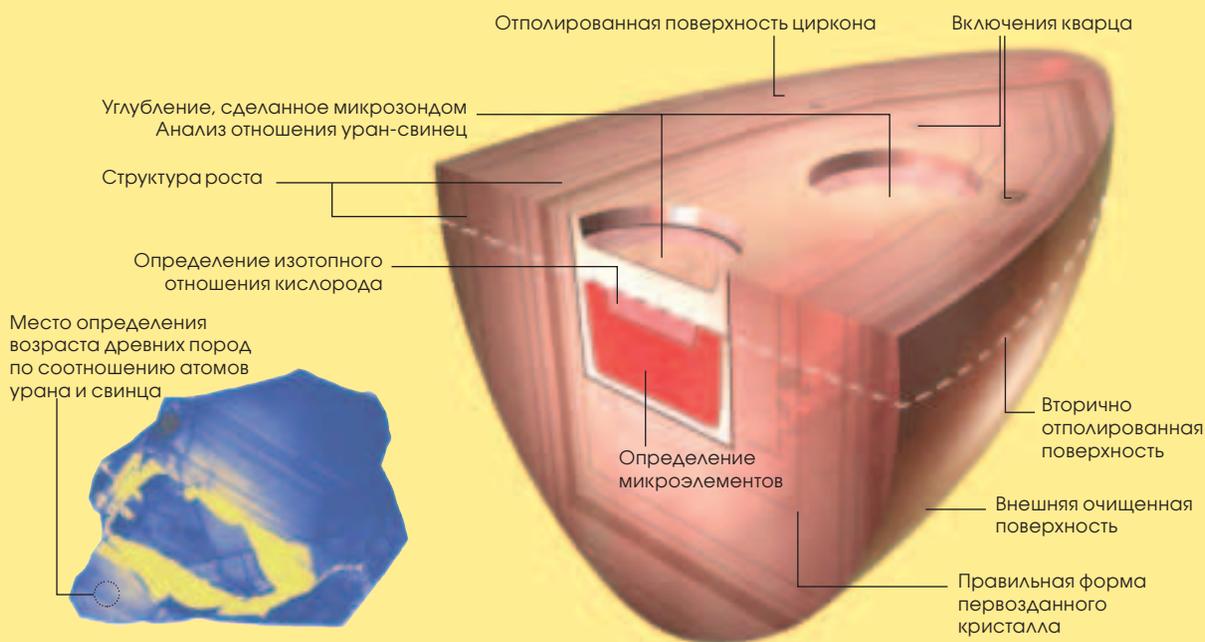
Определение возраста кристаллов стало возможным в начале 80-х гг. ▶

ОБ АВТОРЕ:

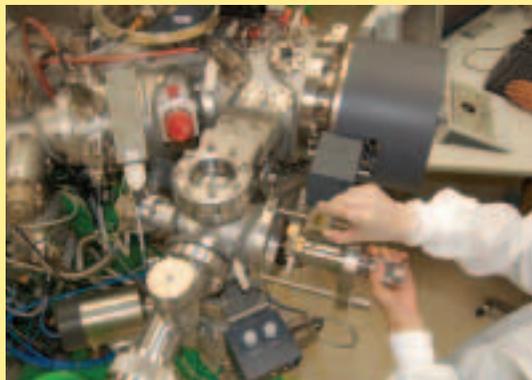
Джон Вэлли (John W. Valley) из Мичиганского университета в Анн-Арборе исследует образцы древних горных пород в Северной Америке, Западной Австралии, Гренландии и Шотландии. Вэлли – президент Американского минералогического общества, профессор геологии в Висконсинском университете в Мадисоне. Он основал лабораторию *WiscSIMS*. Уникальные возможности нового ионного микрозонда *CAMECAIMS-1280*, установленного в лаборатории, позволяют проводить широкие исследования. Помимо цирконов Вэлли изучает многие редкие и маленькие образцы разных материалов, в том числе межпланетную пыль и раковые клетки.

Благодаря новейшим технологиям в одном кристалле минерала циркона можно найти десятки свидетельств древнего климата Земли. Существует пять основных ступеней анализа циркона. Сначала исследователи заливают кристалл в эпоксидной смоле, затем шлифуют и полируют его. Узкий пучок ионов микрозонда выбивает с очищенной поверхности небольшое число атомов, которые идентифицируются по сравнительной массе (1). Чтобы определить возраст кристалла, ученые проводят измерения атомов урана и свинца, включенных в структуру молекулы циркона. Поскольку свинец – конечный продукт радиоактивного распада урана, то чем больше его содержание в кристалле по отношению к урану, тем старше циркон (2). С помощью сканирующего электронного микроскопа определяется структура

растущего экземпляра и любые мельчайшие фрагменты минералов, включенных в процессе роста. Включения кварца, например, чаще всего встречаются в цирконах, образованных в гранитах, типичных для континентальной коры (3). В то же самое место, что и в первый раз, направляется микрозонд для измерения атомов кислорода, входящих в состав циркона. Определенное отношение изотопов кислорода, атомов различной массы, показывает, в прохладных или в жарких условиях формировалась материнская порода кристалла (4). Исследователи в третий раз используют ионный пучок микрозонда, чтобы определить микропримеси, составляющие менее 1% в молекулярном строении кристалла. Некоторые из этих рассеянных элементов могут свидетельствовать о принадлежности материнской породы кристалла древнему континенту (5).



С помощью ионного микрозонда, установленного в лаборатории автора в Мадисоне (Висконсин), можно исследовать участки в 15 раз меньше, чем диаметр самого кристалла. Древнейшие цирконы Земли, изображенные в катоднолюминесцентном излучении, насчитывают 4,4 млрд. лет.



XX в., когда Вильям Компстон (William Compston) со своими коллегами из Австралийского национального университета в Канберре создал специальный ионный микрозонд *SHRIMP* (*Sensitive High-Resolution Ion Microprobe* – чувствительный ионный микрозонд с высокой разрешающей способностью). Несмотря на то что большинство кристаллов циркона практически невидимы невооруженным глазом, ионный микрозонд столь точно посылает сфокусированный пучок ионов, что тот может выбить небольшое количество атомов с любой заданной части поверхности циркона. Затем масс-спектрометром определяется состав атомов путем сравнения их масс. В 1986 г. группа Компстона вместе с Робертом Пиджеоном (Robert Pidgeon), Саймоном Вильде (Simon A. Wilde) и Джоном Бакстером (John Baxter) из Технологического университета Куртина, Австралия, впервые определили возраст цирконов из Джек-Хиллз.

Зная всю эту историю, я обратился к Вильде. В мае 1999 г. в Куртине он проанализировал с помощью усовершенствованного *SHRIMP*а 56 кристаллов, 5 из них насчитывали более 4 млрд. лет. К нашему удивлению, самые древние цирконы датировались 4,4 млрд. лет. Некоторые образцы с Марса и Луны имеют аналогичный возраст (метеориты обычно старше), но ничего подобного мы не ожидали узнать о представителях Земли. Ясно, что если цирконы и существовали столь давно, они бы не уцелели в адских условиях тех времен.

Свидетельства древних океанов

Пек и я обратились к Вильде за западно-австралийскими цирконами, поскольку хотели найти хорошо сохранившиеся образцы древнейшего кислорода Земли. Мы понимали, что циркон мог рассказать не только когда, но и как образовалась основная порода. Чтобы рассчитать

температуры процессов образования магмы и горных пород, мы использовали различные изотопные отношения кислорода.

Геохимики измеряют отношение кислорода –18 (^{18}O – редкий изотоп, имеющий 8 протонов и 10 нейтронов, составляет около 0,2% всего кислорода на Земле) к кислороду 16 – (^{16}O – распространенный изотоп, имеющий 8 протонов и 8 нейтронов, составляет 99,8% всего кислорода). Эти изотопы устойчивые, а не радиоактивные и, следовательно, спонтанно не изменяются с течением времени. Однако отношение изотопов ^{18}O к ^{16}O в кристалле будет различным в зависимости от температуры внешней среды в момент его образования.

Пропорция $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ была определена для мантии Земли (слой мощностью в 2 800 км, лежащий непосредственно под океанической и континентальной корой, имеющей толщину 5–40 км). Магма мантии сохраняет практически постоянное изотопное отношение. Для упрощения геохимии используют показатель δ , приравнивающий данное отношение к соответствующему отношению в морской воде. Для океанов показатель $\delta^{18}\text{O}$ равен 0 по определению, а для циркона мантии он равен 5,3; это означает, что изотопное отношение $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ в мантии больше, чем в морской воде.

Вот почему Пек и я рассчитывали получить значение около 5,3 для первородной мантии, когда забирали австралийские образцы циркона у Вильде в Эдинбургский университет в Шотландии. Там Джон Крейвен (John Craven) и Колин Грэхем (Colin Graham) помогли нам в подборе микрозондов для измерения изотопных отношений. В результате был проведен анализ образцов, которые были в миллион раз меньше, чем те, что я мог исследовать в моей лаборатории в Висконсине. После 11 дней практически непрерывных анализов, только с маленькими передышками на сон, мы завершили

измерения, но наши предположения оказались ошибочными. Значение $\delta^{18}\text{O}$ достигало 7,4.

Мы были ошеломлены. Что могло означать такое большое изотопное отношение? Для более молодых горных пород такой ответ не вызывал бы сомнений, поскольку таких образцов существует много. При низкой температуре на поверхности Земли изотопное отношение может достигать высоких значений, если горные породы вступали в химическую реакцию с дождевой или морской водой. В случае глубинных расплавленных пород большое значение $\delta^{18}\text{O}$ должно было передаться циркону во время кристаллизации в магме. Следовательно, на поверхности Земли должны были присутствовать вода в жидком состоянии и низкие температуры, чтобы образовались циркон и магма с таким высоким значением $\delta^{18}\text{O}$, никаких других объяснений не было.

Обнаружение высокого изотопного отношения кислорода в цирконах, найденных в Джек-Хиллз, наталкивает на вывод, что на поверхности Земли должна была существовать вода в жидком виде, по крайней мере, на 400 млн. лет раньше, чем образовались старейшие из известных осадочных пород, образцы которых найдены в Исуа, Гренландия. Если это предположение верно, то, вероятно, существовали целые океаны, смягчающие климат ранней Земли, а условия напоминали сауну.

О чем рассказывают континенты

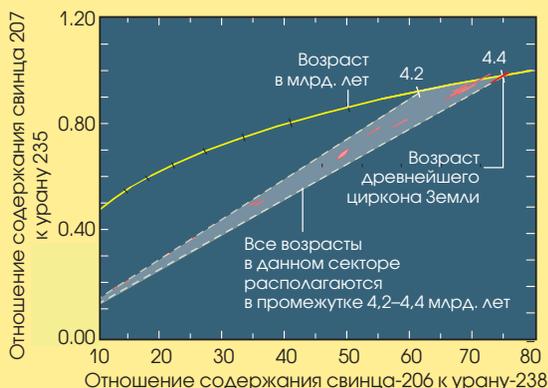
Можем ли мы делать столь далеко идущие выводы о развитии Земли на основании изучения нескольких маленьких кристаллов? Более чем на год мы отложили публикацию материалов, чтобы еще раз проверить свои анализы. Тем временем другие исследовательские группы проводили свои изыскания в Джек-Хиллз. Стивен Мойзис (Steven Mojzsis) из Колорадского университета и e- ▶

О ЧЕМ ПОВЕДАЛИ КРИСТАЛЛЫ

Цирконы с Джек-Хиллз в Западной Австралии изменили представления ученых о древней истории Земли. Эти кристаллы представляют древнейшие из известных материальных образований: сотни из них сформировались более

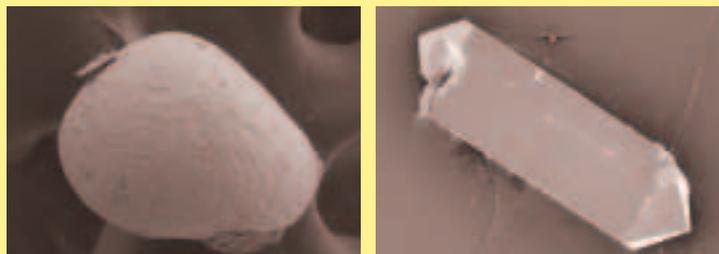
Древние времена

При определении возраста древнейших цирконов с Джек-Хиллз (4,4 млрд. лет) необходима двойная проверка, т.к. можно получить два различных значения отношения уран-свинец, проводя исследования микрозондом в одном и том же месте. (Все цирконы содержат два различных изотопа урана, которые при распаде образуют пару разных изотопов свинца, причем с различной скоростью). Если эти два значения совпадают, они располагаются вдоль так называемой кривой Конкорда. Величины вне кривой, полученные при измерении в других местах того же кристалла, не столь надежны, несмотря на то, что остаются в допустимых пределах точности определения возраста.



Первые континенты

Округлая форма цирконов с Джек-Хиллз, видимая под сканирующим электронным микроскопом, говорит о том, что ветер и, возможно, текучие воды перегоняли кристаллы на далекие расстояния, может быть, через широкие просторы континентов, прежде чем они наконец остановились (справа). Цирконы, найденные вблизи мест их происхождения, сохраняют острые края и гладкие грани (далее справа).



го коллеги из Калифорнийского университета в Лос-Анджелесе подтвердили наши результаты, и мы опубликовали методику исследований в 2001 г.

Оценка научным сообществом значения свойств циркона окрылила нас. В период становления Земли в чрезвычайно жарких разрушительных условиях не смог бы сохраниться ни один образец горной породы и стать предметом геологического изучения. Но найденные цирконы указывали на более мягкий и знакомый нам клима-

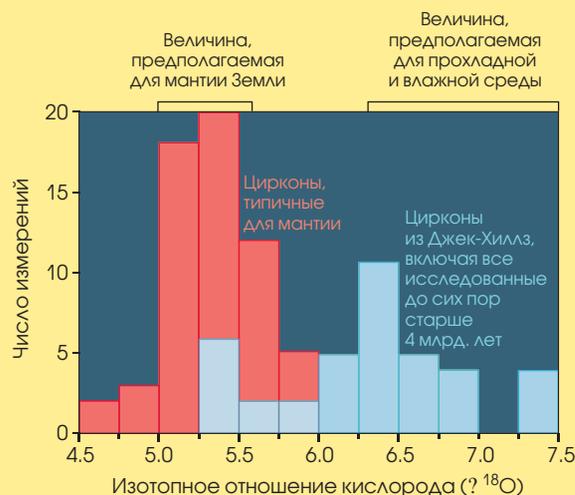
тический мир. Если климат ранней Земли был достаточно прохладен для поддержания океанов, то, возможно, цирконы могут раскрыть тайну существования в те времена континентов и разных известных нам земных форм.

Даже мельчайшие цирконы имеют включения — инородные элементы, которые могут многое рассказать о происхождении и формировании кристалла. Когда мы изучали цирконы, насчитывающие 4,4 млрд. лет, то обнаружили содержащиеся в них частицы других минералов, в том чис-

4 млрд. лет тому назад. Многие из этих счетчиков времени имеют химические свидетельства того, что во времена, когда поверхность Земли была в огненно-расплавленном состоянии, существовали вода в жидком виде и даже, возможно, континенты.

Прохладные, океанические условия

Столь высокое значение изотопного отношения кислорода в цирконах с Джек-Хиллз, как 7,5, возможно только при формировании материнских пород в относительно прохладной среде, насыщенной водой. Если бы цирконы росли в магматических условиях, как кристаллы внутри Земли, изотопное отношение достигало бы значения 5,3.



ле кварца. Это казалось странным, поскольку тот редко встречается в первозданных породах и, вероятно, отсутствовал в изначальной земной коре. Обычно он входит в состав гранитов, характерных для более развитой континентальной коры.

Если австралийские цирконы произошли из гранитов, то это говорит в пользу предположения, что они — представители первых континентов. Но тут нужна осмотрительность. Кварц может быть образован на последних стадиях кристаллизации магмы, даже если материнская

порода не гранит, несмотря на то, что такой кварц встречается гораздо реже. Так, например, на Луне были найдены цирконы и несколько кварцевых зерен. Но там никогда не было гранитной коры, похожей на нашу континентальную. Некоторые ученые также задаются вопросом, образовались ли первые цирконы на Земле в условиях, сходных с теми, что были на первоначальной Луне, или под действием сил, связанных с ударами гигантских метеоритов, или под воздействием глубинного вулканизма, но никаких убедительных доказательств тому не найдено.

Тем временем дополнительная информация о континентальной коре была получена при исследовании рассеянных элементов. Чтобы все это выяснить, надо было пристальнее всмотреться в глубь кристаллов. Цирконы из Джек-Хиллз имеют повышенные концентрации микропримесей, а также включения европия и церия, которые обычно образуются во время кристаллизации земной коры; это означает, что цирконы зародились скорее у поверхности Земли, а не в мантии. Более того, соотношение радиоактивных изотопов неодима и гафния, двух элементов, относящихся ко времени формирования континентальной коры, дает основание полагать, что большая часть земной коры образовалась 4,4 млрд. лет назад.

Относительное содержание цирконов старше 4 млрд. лет в некоторых образцах с Джек-Хиллз превышает 10%. Кроме того, их поверхность сильно стерта, а грани закруглены, что дает основание считать, что кристаллы были перенесены ветром на большие расстояния. Как могли они перенестись с пылью на сотни или тысячи километров? И как могли они не расплавиться, если только образовались не в мантии, а в условиях устойчивой континентальной коры?

По-видимому, когда-то цирконов было очень много, и они были распространены на большой территории, возможно, на целом континенте.

Древние цирконы имеют разный возраст, но в пределах одной эры. Арон Кавози (Aaron J. Cavosie) из Университета Пуэрто-Рико, проводя исследования микрозондом, обнаружил экземпляры с возрастом ядра 4,3 млрд. лет, возраст кристалла вокруг которого определялся между 3,7 и 3,3 млрд. лет. То, что цирконы становятся моложе от ядра к краю, вполне объяснимо, т.к. кристаллы наращивают массу вокруг ядра со стороны граней. Но большая разница с временными пробелами в возрасте между ядром и гранями указывает на наличие двух явлений, разделенных во времени. В целом можно сказать, что перепад возрастов внутри кристаллов произошел в результате тектонических процессов, расплавивших континентальную кору и вызвавших их рост. Многие ученые пытаются выяснить, не аналогичные ли условия повлияли на формирование древних цирконов из Джек-Хиллз.

Брюс Ватсон (Bruce Watson) из Политехнического института Ренсселера и Марк Харрисон (Mark Harrison) из Австралийского национального университета сообщили о более низком, чем обычно, содержании титана в древних цирконах, полагая, что магма в этом случае должна была иметь температуру от 650 до 800°C. Столь низкие температуры могли быть, если материнской породой был гранит, ибо большинство негранитных пород плавятся при более высоких температурах, и рожденные в них цирконы должны содержать больше титана.

Вечные цирконы

С тех пор как в 1999 г. мы определили изотопное отношение кислорода в пяти цирконах, поступало все больше данных, которые убеждали нас в правильности сделанных нами выводов. Исследователи из Перта, Канберры, Бежина, Лос-Анджелеса, Эдинбурга, Стокгольма и Нанси изучают сегодня десятки тысяч цирконов из Джек-Хиллз с помощью ионных микрозондов в поисках малого

числа тех, что старше 4 млрд. лет. Как сообщалось, в нескольких местах были обнаружены сотни цирконов в возрасте 4–4,4 млрд. лет. Дэвид Нельсон (David Nelson) со своими коллегами из Геологической службы Западной Австралии нашел аналогичные древние цирконы в 300 км к югу от Джек-Хиллз. Геохимики исследуют другие районы с выходами древних пород в надежде найти первые, старше 4,1 млрд. лет, цирконы за пределами Австралии.

Интенсивные поиски способствуют усовершенствованию технологий. Кавози провел анализы со значительно большей точностью и сообщил о более 20 найденных в Джек-Хиллз цирконах с высоким изотопным отношением кислорода, свидетельствующем о прохладных температурах на поверхности Земли и воздействии древних океанов 4,2 млрд. лет назад. Мы продолжаем поиски, используя первый ионный микрозонд нового поколения *CAMECAIMS-1280*, установленный в моей лаборатории.

Первозданные породы, содержащие цирконы, могут дать ответы на многие вопросы. Но даже если образцы таких пород не будут обнаружены, крошечные «капсулы времени» уже помогли раскрыть много тайн, хранящихся в недрах Земли. ■

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

- Thermal Characteristics of the Archaean. Henry N. Pollack in *Greenstone Belts*. Edited by Lewis D. Ashwal and Maarten J. De Wit. Clarendon Press, 1997.
- A Cool Early Earth. John W. Valley, William H. Peck, Elizabeth M. King and Simon A. Wilde in *Geology*, Vol. 30, No. 4, pages 351–354; April 2002.
- Magmatic d180 in 4400–3900 Ma Detrital Zircons: A Record of the Alteration and Recycling of Crust in the Early Archean. A. J. Cavosie, J. W. Valley, S. A. Wilde and the Edinburgh Ion Microprobe Facility in *Earth and Planetary Science Letters*, Vol. 235, No. 3, pages 663–681; July 15, 2005.

Джон Хоган

забытая эпоха

ЭЛЕКТРОСТИМУЛЯЦИИ МОЗГА



Устройства для электрической стимуляции мозга, изобретенные Хосе Дельгадо для исследования поведения и управления движениями, были имплантированы обезьянам, быкам, кошкам и людям. Вживленные электроды могли оставаться в мозге более двух лет.

Многие идеи
Хосе Дельгадо,
выдающегося
ученого и пионера
исследований
стимуляции мозга,
до сих пор
не признаны.
Почему так
случилось?

В начале 70-х гг. Хосе Мануэль Родригес Дельгадо, профессор физиологии Йельского университета, считался одним из самых прославленных (и самых неоднозначных) нейрофизиологов. В 1970 г. *The New York Times Magazine* назвал его «страстным пророком нового психоцивилизованного общества, члены которого обретут способность управлять своими психическими функциями». Авторы, однако, отмечали, что некоторые коллеги ученого усматривали в его работе «пугающие перспективы».

Так или иначе, Дельгадо заложил основы новой технологии – вживления в мозг электронных устройств, способных обмениваться сигналами с нейронами и влиять на психику. Такая идея часто встречается в научной фантастике – от «Человека, несущего смерть» (*The Terminal Man*) до «Матрицы» (*The Matrix*). Однако в настоящее время подобные приборы действительно испытываются и даже применяются для лечения эпилепсии, болезни Паркинсона, паралича, слепоты и других заболеваний. Несколько десятилетий назад Дельгадо поставил эксперимент, который во многих отношениях превзошел все, что делается сегодня. Он имплантировал кошкам, обезьянам, шимпанзе, гиббонам, быкам и даже людям радиоуправляемые электродные матрицы, которые назвал «стимусиверами» (*stimococeiver* – соединение слов *stimulation receiver*, стимулирующий приемник радиосигналов), и показал, что можно управлять психикой и телом простым нажатием на кнопку.

Однако когда Дельгадо в 1974 г. переехал в Испанию, его известность в США стала убывать. Он описал результаты своих исследований более чем в 500 научных статьях, а также в книге, изданной в 1969 г., однако современные ученые редко цитируют его труды, а многие из тех, что знакомы с его ранними работами, полагают, что он

уже умер. На самом деле Дельгадо, недавно вернувшийся из Испании и поселившийся в Сан-Диего, штат Калифорния, жив и бодр и обладает собственным мнением относительно современных попыток лечения различных заболеваний при помощи стимуляции специфических областей мозга.

Былая страсть к лоботомии

Дельгадо родился в 1915 г. в испанском городе Ронда, а в 30-х гг. отправился в Мадрид для получения медицинского образования. Ходили слухи, что якобы он поддерживал фашистский режим Франсиско Франко, на самом же деле он, будучи студентом, служил в медицинских подразделениях Республиканской армии, которая противостояла Франко в период гражданской войны в Испании. После поражения республиканцев Дельгадо провел пять месяцев в концентрационном лагере и лишь после освобождения вернулся к занятиям.

Сначала он собирался стать окулистом. Однако его заворожили многочисленные загадки мозга, чему способствовала работа в психологической лаборатории и знакомство с трудами великого испанского нейрогистолога Сантьяго Рамона-и-Кахаля (*Santiago Ramón y Cajal*). Особенно его заинтриговали исследования швейцарского физиолога Вальтера Рудольфа Гесса (*Walter Rudolf Hess*). Еще в 20-е гг. Гесс продемонстрировал в ходе экспериментов, что путем электрической стимуляции различных участков мозга посредством металлических электродов можно вызывать у кошек ярость, голод, сонливость и другие ощущения.

В 1946 г. Дельгадо получил годовую стипендию в Йельском университете. В 1950 г. он занял должность на кафедре физиологии, которую в то время возглавлял Джон Фултон (*John Fulton*), сыгравший ключевую роль в развитии психиатрии. На своей лекции, прочитанной ▶

в Лондоне в 1935 г., Фултон рассказал, что агрессивный и невротичный шимпанзе Беки стал спокойным и послушным после того, как у него были разрушены префронтальные зоны мозга. В зале присутствовал португальский психиатр Антониу Коэтану ди Абреу Фрейни Эгаш Мониш (A. Egas Moniz), который начал проводить лоботомию у пациентов, страдающих психозами, и сообщил о получении замечательных результатов. Когда в 1949 г. Мониш был удостоен Нобелевской премии, лоботомия стала весьма популярным методом лечения психических заболеваний.

Фултон сначала был обеспокоен тем, что его метод усмирения шимпанзе применили к людям, однако позже стал осторожным сторонником психиатрии. Дельгадо же не соглашался с мнением своего учителя. «Я полагал, что идея Фултона и Мониша о разрушении мозга была совершенно ужасной», – вспоминает ученый. Он считал, что более щадящим способом лечения психических заболеваний будет электрическая стимуляция, предложенная Гессом, который разделил Нобелевскую премию 1949 г. с Монишем. «Мой замысел состоял в том, чтобы отказаться от лоботомии, заменив ее вживлением электродов в мозг», – говорит ученый.

Одним из ключей к научному успеху Дельгадо стал его талант изобретателя; коллега из Йельского университета называл его техническим гением. В первых приборах, которые он использовал, провода тянулись от имплантированных электродов сквозь череп и кожу к массивным электронным устройствам, которые регистрировали данные и подавали электрические импульсы. Такая конструкция лишала объект эксперимента возможности свободно передвигаться и способствовала развитию инфекций. Тогда ученый разработал радиофицированные стимуляторы размером всего с пятидесятицентовую монету, которые можно было вживлять целиком. Среди других его изобретений – прототип сердечного стимулятора и имплантируемые «хемиотроды», способные вводить требуемые количества препарата непосредственно в заданную область мозга.

В 1952 г. Дельгадо выступил одним из соавторов научной статьи, описывающей долговременное вживление электродов людям, которая слегка опередила доклад Роберта Хиза (Robert Heath) из Университета Тулейна. На протяжении последующих двух десятилетий в ныне уже не существующей психиатрической больнице в штате Род-Айленд Дельгадо установил электроды

в мозг 25 безнадежным пациентам, страдавшим тяжелыми формами шизофрении и эпилепсии, не поддающимися лечению другими способами. Оперировав людей, он руководствовался знаниями, полученными в ходе экспериментов на животных, исследованиями больных с повреждениями мозга и работами канадского нейрохирурга Уайлдера Пенфилда (Wilder Penfield), который с 30-х гг. стимулировал мозг эпилептиков, чтобы точно определить области, где должна быть проведена операция.

Укрощение боевого быка

Дельгадо доказал, что стимуляция моторной коры должна вызывать характерные физические проявления, например, движения конечностей. У одного из пациентов при воздействии на мозг рука непроизвольно сжималась в кулак, даже если он пытался этому сопротивляться. «Мне кажется, доктор, что ваше электричество сильнее моих желаний», – признался пациент. А другой больной, в ответ на стимуляцию поворачивавший голову из стороны в сторону, утверждал, что делает это сам: «Я просто ищу свои тапочки».

Раздражая различные области лимбической системы, которая регулирует эмоции, Дельгадо мог вызывать страх, ярость, вожделение, веселье, болтливость и другие реакции, которые иногда достигали пугающей интенсивности. В ходе одного из экспериментов Дельгадо и двое сотрудников Гарвардского университета начали стимуляцию височной доли мозга молодой женщины, страдавшей эпилепсией, в тот момент, когда та спокойно играла на гитаре. В результате она пришла в ярость и разбила гитару о стену, едва не задев голову исследователя.

В процессе исследований Дельгадо сделал еще одно многообещающее открытие. Оказалось, что воздействие на лимбическую область под названием перегородка могло вызывать эйфорию, причем в ряде

ОБЗОР: ИМПЛАНТИРОВАННЫЕ ЭЛЕКТРОДЫ

- Хосе Дельгадо – первопроходец в области имплантации электродов в мозг. Самым эффективным его опытом стало воздействие на атакующего быка, которого он остановил простым нажатием на кнопку прибора, посылавшего сигналы в мозг животного.
- Достижения ученого помогли проложить путь для современной технологии имплантации электронных устройств в мозг. В наши дни эта сфера науки возрождается и облегчает существование страдающим эпилепсией и такими двигательными расстройствами, как болезнь Паркинсона и дистония.
- Сейчас Дельгадо исполнилось 90 лет, недавно он вернулся в США. Ученый обладает собственным мнением относительно перспектив и угроз, скрытых в современных технологиях.



Стимуляция определенной области мозга посредством вживленного электрода заставляет кошку поднимать заднюю лапу. По словам Дельгадо, животное не проявляло никаких признаков дискомфорта в ходе подобных экспериментов, проводившихся в начале 50-х гг.



Каролина Дельгадо (Caroline Delgado) следит за записью энцефалограммы обезьяны. Она ассистировала своему мужу с того самого момента, когда они встретились в Йельском университете в 50-х гг.

случаев настолько сильную, что она была способна преодолеть депрессию и даже физическую боль. Однако ученый все же ограничил свои опыты на людях, поскольку лечебный эффект от имплантантов был нестабильным, результаты сильно отличались не только у разных пациентов, но даже у одного и того же человека. В конце концов Дельгадо стал отказывать большинству больных, опасаясь непредсказуемых реакций. В частности, он не стал проводить операцию некой молодой женщине с неупорядоченной половой жизнью и склонностью к насилию, неоднократно попадавшую в тюрьмы и психиатрические больницы, хотя и сама она, и ее родители умоляли врача вживить ей электроды. Однако он счел, что в данном случае, при отсутствии явного неврологического заболевания, электрическая стимуляция была бы слишком грубым вмешательством.

Дельгадо провел обширные исследования мозга обезьян и других животных, причем больше всего его интересовали области, ответственные за возникновение или подавление агрессии. В ходе

эксперимента, призванного выяснить, как раздражение определенных участков мозга влияет на социальное поведение, он вживил стимосивер макаке с задиристым характером. Затем он установил в клетке рычаг, включавший стимуляцию хвостатого ядра (области мозга, управляющей произвольными движениями), при воздействии на которое хулиган успокаивался. Самка, жившая в той же клетке, вскоре открыла для себя действие рычага и дергала за него всякий раз, когда самец угрожал ей. Дельгадо, никогда не избегавший антропоморфных интерпретаций, писал: «Древняя мечта человека в одиночку одолеть диктатора с помощью дистанционного управления реализовалась, по крайней мере, в нашей колонии обезьян».

Самый зрелищный эксперимент Дельгадо был проведен в 1963 г. на ранчо в провинции Кордова, Испания. Вживив стимосиверы в мозг нескольких «боевых» быков, он получил возможность управлять всеми их движениями с помощью портативного передатчика. Сохранилась потрясающая фотография, запечатлевшая, как Дельгадо

заставил нападавшего быка остановиться как вкопанного всего в нескольких футах от себя, включив стимуляцию хвостатого ядра. На первой странице газеты *The New York Times* появилась статья об этом опыте, названном «самой красноречивой демонстрацией целенаправленного воздействия на поведение животного путем внешнего управления его мозгом». Другие издания также с восторгом описывали, как Дельгадо нажатием кнопки усмирил разъяренное животное.

Однако, по мнению ученого, куда большего внимания заслуживает его эксперимент с самкой шимпанзе Пэдди. Животному был вживлен стимосивер, запрограммированный на получение отчетливых сигналов, называемых веретенами, которые спонтанно возникают в миндалине. Как только прибор улавливал веретено, он стимулировал область центрального серого вещества в мозге Пэдди, вызывая «аверсивную реакцию», т.е. болезненное или неприятное ощущение. Через два часа такого воздействия миндалина обезьяны выдавала на 50% меньше веретен, за шесть дней частота их возникновения упала ▶

на 99%. Нельзя сказать, что это пошло на пользу Пэдди: она стала «спокойнее, менее внимательной и не такой мотивированной при тестировании ее поведения», – писал Дельгадо. Однако он предположил, что подобная техника «автоматизированного обучения» могла бы использоваться для подавления эпилептических припадков, приступов паники или при лечении других заболеваний, сопровождающихся возникновением характерных сигналов в мозге.

Работы Дельгадо финансировались не только гражданскими ведомствами, но и военными, в том числе Управлением военно-морских исследований США, но ни разу, настаивает ученый, он не получал денег от ЦРУ, в чем его неоднократно обвиняли. Он называет себя пацифистом и уверяет, что спонсоры из Пентагона рассматривали его работу как фундаментальное исследование и никогда не подталкивали его к разработке психотропного оружия. Противники Дельгадо подозревали, что его имплантанты якобы способны превратить солдата в киборга-убийцу, действующего по сигналу, поступающему непосредственно в мозг, подобно герою книги «Кандидат от Манчжурии» (*The Manchurian Candidate*) и одноименного фильма (в версии 1962 г. киллером управляли с помощью психологических методов, а в ремейке 2004 г. – посредством электронных чипов, вживленных

в мозг). Исследователь категорически отвергал подобные инсинуации. Стимуляция мозга может усилить или ослабить агрессивное поведение, утверждает он, но не способна «направить его на какую-либо конкретную мишень».

Видение «психоцивилизованного общества»

В 1969 г. Дельгадо описал свои исследования воздействия стимуляции на мозг и возможности ее применения в книге «Физический контроль над разумом: путь к психоцивилизованному обществу» (*Physical Control of the Mind: Toward a Psychocivilized Society*). Издание было иллюстрировано фотографиями обезьян, кошек, быков с вживленными электродами, а также двух молодых женщин, у которых под повязками на голове скрывались стимосиверы (пациентки «продемонстрировали чисто женское умение адаптироваться к обстоятельствам, – отмечал Дельгадо, – они надевали милые шляпки или парики, скрывающие электронные устройства у них на голове»). Что касается необходимости ограничить использование мозговой стимуляции, то исследователь считает безосновательными опасения, что когда-нибудь осуществится оруэлловский кошмар и злые ученые будут поработать людей, имплантируя в их мозг электроды.

Однако его риторика порой тревожила своим чрезмерно евангелическим тоном. Он говорил, что нейротехнология стоит на пороге «покорения разума» и создания «идеального человека, менее жестокого и более счастливого». В своем обзоре в *Scientific American* ныне покойный физик Филип Моррисон (Philip Morrison) назвал книгу Дельгадо «содержательным современным трудом», посвященным экспериментам с электрической стимуляцией, однако добавил, что перспективы ее применения выглядят несколько зловещими.

В 1970 г. нейронауку захлестнул скандал, спровоцированный Фрэнком Эрвином (Frank Ervin) и Верноном Марком (Vernon Mark), учеными из Гарвардской медицинской школы, с которыми Дельгадо некоторое время сотрудничал. Кстати, один из бывших студентов Эрвина, Майкл Крайтон (Michael Crichton), под впечатлением их опытов написал книгу «Человек, несущий смерть» о неудачном бионическом эксперименте. В своей книге «Насилие и мозг» (*Violence and the Brain*) Эрвин и Марк предположили, что подавление тенденции к насилию методом стимуляции мозга или психирургии могли бы использоваться при подавлении негритянских бунтов. В 1972 г. Хиз, психиатр из Университета Тулейна, затронул новые аспекты использования имплантированных электродов. Он попытался изменить половую





ориентацию гомосексуалиста, стимулируя у него область перегородки в то время, когда тот занимался сексом с женщиной.

Яростнейшим противником внедрения электродов в мозг был психиатр Питер Бреггин (Peter Breggin) (в последние десятилетия он исследует опасности, которыми грозит применение психотропных препаратов). В 1972 г. он направил в конгресс США письмо, в котором обвинял Дельгадо, Эрвина, Марка и Хиза, а также сторонников лоботомии, в попытках создать «общество, в котором каждый, кто отклоняется от нормы, будет подвергнут хирургическому оболваниванию». Произвольно обращаясь с цитатами из «Физического контроля», Бреггин назвал Дельгадо выдающимся апологетом технологического тоталитаризма. В 1973 г. вышла книга «Мозговой контроль» (*Brain Control*) Эллиота Валенштейна (Elliot Valenstein), нейрофизиолога из Мичиганского университета в Анн-Арбор. Он подверг подробной научной критике

работы Дельгадо и других ученых в области исследований стимуляции мозга, настаивая, что результаты вмешательства зачастую были не столь очевидными и оказывали гораздо меньший терапевтический эффект, чем утверждали сторонники данного метода. Дельгадо, однако, напоминает, что он во многом пришел к тем же выводам, что и Валенштейн, о чем и пишет в своих собственных сочинениях.

Тем временем разные люди стали обвинять Дельгадо в том, что он тайно имплантировал стимосиверы им в мозг. Одна женщина даже подала иск на сумму в \$1 млн против Йельского университета и самого медика, хотя он никогда даже не встречал ее. Когда скандал был в самом разгаре, Виллар Паласи (Villar Palasi), испанский министр здравоохранения, обратился к Дельгадо с просьбой помочь организовать медицинскую школу в университете. Ученый принял приглашение и в 1974 г. вместе с женой и двумя детьми переехал в Испанию. Он утверждает, что ▶

Самка макаки (крайняя слева на первой фотографии) быстро поняла, что с помощью рычага можно успокоить своего соседа по клетке – задиристого доминирующего самца. Рычаг посылал сигнал на стимосивер в его мозге, и гнев проходил. Крайний справа на левой фотографии – умиротворенный самец. На другой фотографии он снова стал агрессивен. В начале 60-х гг. Дельгадо провел множество подобных исследований, изучая влияние стимуляции мозга на социальные взаимоотношения.

Боевой бык, в мозг которого имплантирован стимосивер (фото внизу), атакует Дельгадо на арене для корриды в Испании в 1963 г. (две средние фотографии) и затем резко останавливается и поворачивает в сторону под воздействием радиосигнала, посланного ученым (крайнее справа фото). Критики настаивали, что стимуляция не подавила агрессию быка, как утверждал сам Дельгадо, а просто заставила его свернуть влево. Ученый, выросший в Ронде, где бои быков прочно укоренены в традиции, признается, что успел испугаться, прежде чем прибор заставил животное прекратить атаку.





Когда полстолетия назад Хосе Дельгадо и другие отважные ученые впервые начали изучать последствия вживления электродов в мозг, они и не предполагали, скольким людям помогут в будущем их изобретения. Самым успешным имплантантом, или «нервным протезом», стала искусственная улитка – устройство, которое подает сигналы от внешнего микрофона на слуховой нерв. Она была установлена более чем 70 тыс. человек и позволила им вновь обрести хотя бы минимальный слух. Мозговые стимуляторы были имплантированы более чем 30 тыс. человек, страдающим болезнью Паркинсона и другими двигательными расстройствами. Приблизительно такому же количеству больных эпилепсией облегчают жизнь устройства, стимулирующие блуждающий нерв в области шеи.

Работа над другими проектами продвигается медленнее. В настоящее время проходят клинические испытания

Кэри Вэйнер (Kari Weiner) была прикована к инвалидной коляске (на фото слева) на протяжении семи лет из-за дистонии – заболевания, вызванного неконтролируемыми спазмами мышц. Теперь (на фото справа) она ходит без посторонней помощи благодаря стимулирующему устройству, работающему от батарейки, которое было имплантировано ей в мозг в возрасте 13 лет. Кроме того, ей был проведен ряд операций, выправивших ей скрученные мышцы и удлинивших сухожилия.

стимуляции мозга и блуждающего нерва для лечения таких расстройств, как депрессия, невроз навязчивых состояний, панические приступы и хронические боли. Искусственные сетчатки (светочувствительные устройства, имитирующие восприятие света глазом и воздействующие на зрительный нерв или зрительную кору) были опробованы на некотором количестве слепых людей, однако пока они не позволили увидеть ничего, кроме фосфенов, т.е. ярких пятен.

Несколько групп исследователей недавно продемонстрировали, что обезьяны могут управлять компьютерами и механическими манипуляторами «просто усилием мысли», и не с помощью телекинеза, а через имплантированные электроды, регистрирующие сигналы от нервной ткани. Перспективы для возвращения возможности двигаться парализованным людям очевидны, однако пока еще проведено очень мало экспериментов на людях, и достигнутый успех весьма скромнен. Электронные устройства, которые могли бы восстанавливать память людей, страдающих болезнью Альцгеймера и другими заболеваниями, начнут испытываться на крысах лишь через один-два года.

Потенциальный рынок нервных протезов огромен. Считается, что 10 млн. американцев борются с серьезной депрессией; 4,5 млн. страдают от потери памяти, вызванной болезнью Альцгеймера; более 2 млн. парализованы вследствие травмы спинного мозга, бокового амиотрофического склероза и инсультов; более 1 млн. слепы.

это не было бегством от нападок; просто предложение министра было слишком заманчивым, чтобы от него отказаться. «Я спросил, будут ли у меня такие же возможности для исследований, как в Йельском университете. И он ответил: «О нет, намного лучше!»

ОБ АВТОРЕ:

Джон Хоган (John Horgan), директор центра научной публицистики при Технологическом институте Стивенса в Хобокене, штат Нью-Джерси, а также внештатный корреспондент *Scientific American*. Его перу принадлежат такие книги, как «Конец науки» (*The End of Science*), «Неизвестный разум» (*The Undiscovered Mind*) и «Рациональный мистицизм» (*Rational Mysticism*).

В Испании Дельгадо сосредоточился на изучении неинвазивных способов воздействия на мозг, которые, как он надеялся, могли бы найти применение в медицине скорее, чем имплантанты. Предвосхищая появление таких современных методик, как транскраниальная магнитная стимуляция, он изобрел устройство, напоминавшее нимб, и шлем, способные подавать электромагнитные импульсы в заданные области мозга. Проверяя свои изобретения как на животных, так и на добровольцах (включая себя самого и свою дочь Линду), Дельгадо обнаружил, что таким образом можно вызывать сонливость, бодрость и другие состояния. Кроме того, он добился некоторого успеха в лечении тремора у страдающих болезнью Паркинсона.

И все же деятельность ученого по-прежнему подвергалась не-

однозначной оценке. В середине 80-х гг. авторы статьи, опубликованной в журнале *Omni*, а также кинодокументалисты из *BBC* и *CNN*, утверждали, что его опыты косвенно свидетельствуют о том, что США и Советский Союз могли втайне разработать методы дистанционного управления человеческим разумом. Дельгадо отрицает подобные обвинения, называя их научной фантастикой. Он отмечает, что чем дальше находится объект, тем быстрее убывают мощность и точность воздействия электромагнитных импульсов.

Со временем исследования Дельгадо все меньше волновали общественность. Однако он продолжал трудиться и публиковать статьи, правда, в основном в испанских журналах. Его работы были в основном посвящены влиянию электромагнитного излучения на сознание,

поведение и эмбриональное развитие. В Соединенных Штатах обсуждения проблем стимуляции мозга увязли в этических противоречиях, гранты закончились, специалисты переключились на другие направления, особенно на психофармакологию, которая представлялась более безопасным и эффективным способом лечения заболеваний мозга, чем его стимуляция или хирургическое вмешательство. Лишь в последнее десятилетие возобновились опыты с применением имплантированных электродов, чему способствовали новые достижения в компьютерной технике, изготовлении электродов, микроэлектронике и методах трехмерной визуализации мозга. Кроме того, оказалось, что применение фармакологических препаратов для лечения психических заболеваний имеет свои ограничения.

Дельгадо прекратил свои научные изыскания в начале 90-х гг., однако до сих пор следит за развитием исследований в области стимуляции мозга. Он далек от мысли, что нынешние ученые не обращаются к его трудам из-за неоднозначности его фигуры. Скорее дело в неосведомленности – в конце концов, большинство современных баз данных не содержат публикаций за 50–60-е гг. – период расцвета его деятельности. Его безмерно радуется возрождение исследований по стимуляции мозга, поскольку он по-прежнему убежден, что она способна избавить нас как от психических заболеваний, так и врожденной агрессивности. «Я уверен, что в недалеком будущем, – говорит он, – мы сможем помочь множеству людей, особенно благодаря неинвазивным методам».

Однако и перед последователями Дельгадо встали прежние вопросы морально-этического характера о возможности злоупотребления нейротехнологическими методами. В частности, высказываются опасения, что вживленные в мозг микросхемы позволят создать не-

кую контролирующую организацию, которая будет «вторгаться в серое вещество у нас между ушами», – как выразился комментатор *The New York Times* Уильям Сефайер (William Safire). В передовице, опубликованной недавно в *Nature*, выражается озабоченность в связи с тем, что сотрудники Управления перспективного планирования оборонных научно-исследовательских работ, – основного спонсора исследований в области стимуляции мозга, недавно открыто обсуждали возможность вживления микросхем в мозг солдат для повышения уровня их психических способностей. Тем временем некоторые энтузиасты развития технологий, такие как британский специалист по вычислительной технике Кевин Уорвик (Kevin Warwick), утверждают, что риск от имплантации в мозг микросхем с лихвой компенсируется потенциальными благами, в том числе способностью мгновенно загружать новые языки или другие навыки, усилием мысли управлять компьютерами и другими устройствами и общаться друг с другом с помощью телепатии.

По мнению Дельгадо, нейротехнологии вряд ли когда-нибудь достигнут таких высот, как того многие опасаются и как мечтает Уорвик – для этого необходимо знать, как сложная информация кодируется в мозге, а до этого еще очень далеко. Более того, изучение квантовой механики или нового языка основано на постепенном изменении уже существующих связей в мозге, – считает Дельгадо. А стимуляция мозга может лишь видоизменить навыки и способности, которыми мы уже обладаем.

Однако Дельгадо не одобряет предложение совета по биоэтике при Белом доме запретить разработку некоторых научных направлений, в особенности связанных с модификацией человеческой природы. Разумеется, говорит он, проблема «имеет две стороны, хо-



На этой фотографии, сделанной в августе 2005 г., Дельгадо держит два устройства, имплантируемых в мозг. Некогда он писал, что вместо древнего призыва «Познай самого себя» человечество должно поставить перед собой новую задачу – «Создай самого себя».

рошую и плохую», и мы должны сделать все возможное, чтобы избежать негативных последствий. Необходимо предотвратить злоупотребление потенциально разрушительными технологиями со стороны авторитарных правительств, стремящихся обрести большую власть, или террористами. Но человеческая природа, настаивает ученый, напоминая один из тезисов своего «Физического контроля», не статична, а динамична, она постоянно меняется в результате нашего непреодолимого стремления к познанию самих себя. «Можно ли запретить приобретение знаний? – спрашивает Дельгадо. – Нельзя! Можно ли остановить развитие техники? Нельзя! Прогресс будет продолжаться вопреки этике, вопреки вашим личным убеждениям, вопреки всему на свете». ■



В лондонской подземке
несут дежурство
патрульные с собаками.

Гэри Стикс

лучше собаки

Как создать датчик, способный обнаруживать взрывчатку эффективнее специально обученной собаки?

После теракта в лондонском метро политики вновь призвали ученых сосредоточить усилия на разработке методов заблаговременного обнаружения смертоносных бомб. Однако аппаратуры, способной реагировать на взрывчатые вещества быстро, точно и с больших расстояний, пока не существует. Лучшими детекторами по-прежнему остаются собаки-ищейки, которые, впрочем, не способны надолго сосредотачиваться на работе и должны часто отдыхать.

Химики, материаловеды и инженеры-электронщики ищут разумную альтернативу добавлению риталина в собачий рацион. Рассматриваются широкие участки электромагнитного спектра и большая часть периодической системы элементов. Не исключается даже использование насекомых. В 2004 г. Национальный научно-исследовательский совет США (*National Research Council, NRC*) опубликовал отчет под названием «Существующие и потенциальные методы обнаружения взрывчатых веществ», в котором рассматриваются нетрадиционные способы обнаружения бомб, изготовленных из обычных взрывчатых веществ. Предполагается, что пчелы с измененным рационом питания будут облеплять транспортные средства, груженые динамитом. Кроме того, аналогичным образом могли бы вести себя насекомые-роботы, оснащенные соответствующими датчиками.

Упомянутый отчет был заказан Управлением перспективных исследований и разработок министерства обороны США (*DARPA*). Его авторы советуют изучить возможность обнаружения специфических телесных признаков (побледнение, усиление кровотока и т.п.), которые выдают террористов-смертников и людей, несущих взрывчатку. Возможно, самая фантастическая из рекомендованных идей – использовать систему визуализации для выявления

аномалий естественного ионного поля Земли, т.к. взрывчатые вещества могут вызывать уменьшение концентрации отрицательных ионов.

Различают два вида детекторов взрывчатых веществ. Объемные детекторы (например, рентгеновские установки) выдают изображение спрятанных злоумышленником зарядов, детонаторов и проводов и в некоторых случаях позволяют определить химический состав и другие свойства взрывчатки. Следовые детекторы, все шире внедряемые в аэропортах, обнаруживают пары или микрочастицы взрывчатых веществ.

Датчикам флуктуаций ионного поля еще далеко до массового внедрения. Зато полным ходом идут работы по созданию как объемных, так и следовых детекторов малого радиуса действия. Сканирующие системы на рентгеновских лучах, миллиметровых и субмиллиметровых волнах слишком буквально воплощают подростковые мечты о способности видеть сквозь одежду. Поэтому право на неприкосновенность личной жизни может серьезно препятствовать их внедрению. В качестве перспективных направлений *NRC* также рассматривает использование лазеров, инфравизоров и даже антителей. Обнаружение террориста-камикадзе с расстояния в 10^{-15} м или автомобиля, начиненного взрывчаткой, со 150–300 м пока остается недостижимой целью. «Я не думаю, что сегодня существуют средства, действительно эффективные в таких ситуациях, как в Лондоне или Ираке», – отметил руководитель группы исследователей из *NRC* Кристофер Мерфи (*Christopher K. Murphy*).

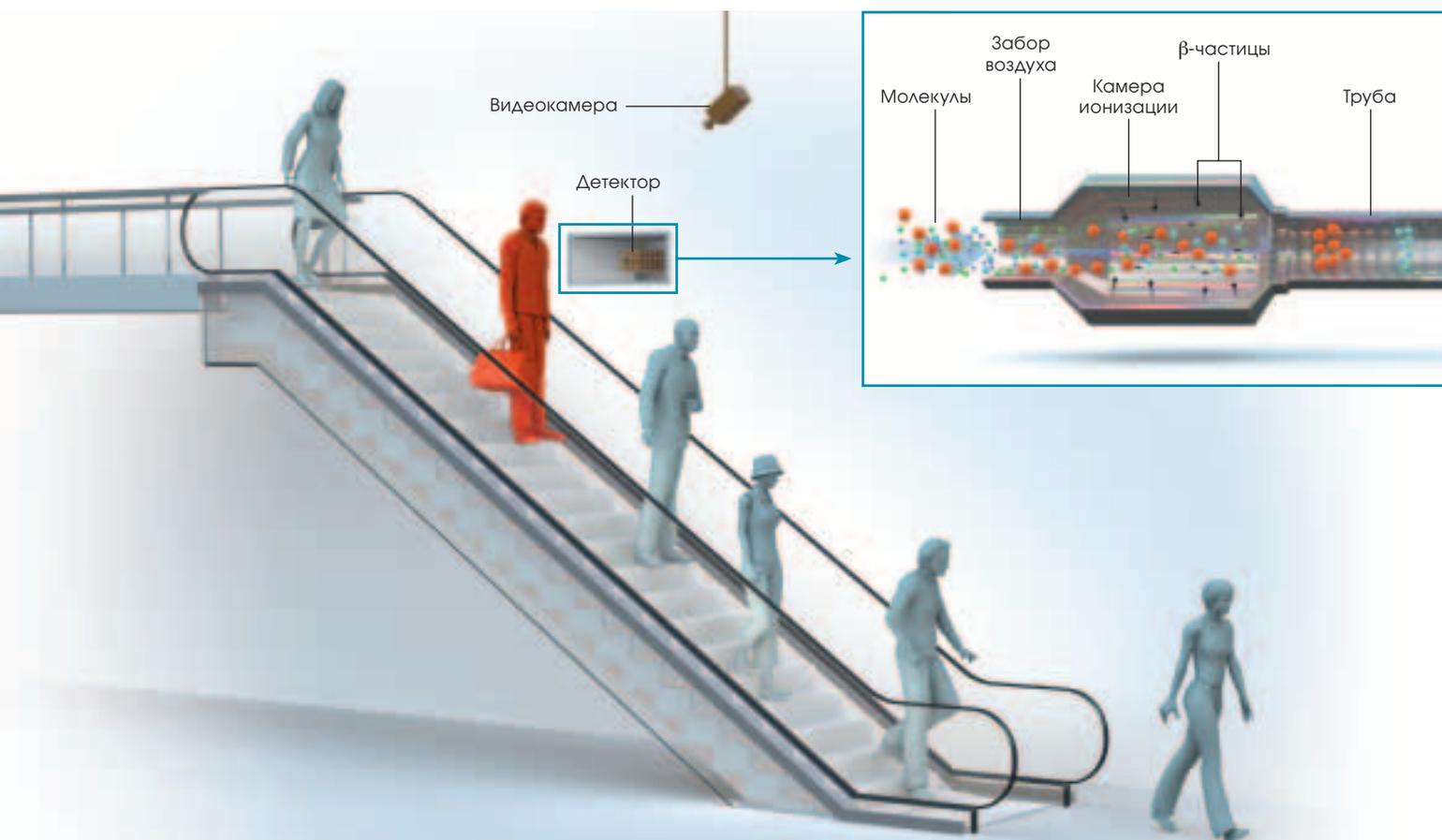
Для уверенного дистанционного обнаружения потребуются развертывание детекторных сетей, охватывающих целые города. Для снижения вероятности ложных тревог потребуются перекрестная проверка с использованием датчиков обоих типов. Мощное программное обеспечение должно будет в счи-

танные секунды выявлять признаки реальной угрозы в миллионах входных сигналов. Одним словом, задача крайне сложная. Даже при наличии всевидящих рентгеновских видеокамер проще будет позвать Супермена.

Усилитель Дентона

Тем не менее вновь и вновь предпринимаются попытки превзойти собак. Профессор химии из Аризонского университета Боннер Дентон (*M. Bonner Denton*) построил следовой детектор повышенной чувствительности, отдаленно напоминающий устройства, установленные в аэропортах. Изобретатель считает, что со временем его детище встанет на защиту метро во многих городах. Дентон не равнодушен ко всевозможной технике – от спектрометров до гоночных машин. В своей мастерской на окраине Таксона в Аризоне он изготавливает приборы для университетской лаборатории и собирает автомобили для состязаний на Бонневилских соляных равнинах. В 2001 г. он установил там рекорд для модифицированных гоночных машин, показав в двух заездах среднюю скорость 425 км/ч. В августе 2006 г. Дентон надеется преодолеть барьер 480 км/ч (300 миль/ч), установить абсолютный рекорд скорости для всех классов спортивных автомобилей и, таким образом, взять реванш у своего соперника, завоевавшего пальму первенства в 2004 г.

Однако Дентон известен не только как автогонщик. С конца 1970-х гг. он встраивает датчики на ПЗС- и ПЗИ-матрицах в спектрометры, которые можно встретить почти в каждой химической лаборатории. Он разработал множество приборов для астрономов, экологов, геологов и других специалистов. Несколько лет назад Дентон применил для детектирования ионов технологию усиления сигнала, поступающего с матрицы ИК-детекторов, которая используется в университетской обсерватории. ▶



Дентон подключил усилитель к спектрометру подвижности анионов, который широко используется в следовых датчиках, устанавливаемых в аэропортах. Пары или частицы тротила, ТЭНа (тетранитропентаэритрита), гексагена и других взрывчатых азотсодержащих веществ поступают в детектор, где подвергаются ионизации. Образующиеся ионы направляются по трубе к коллектору в виде металлической пластины. Ионы меньшего размера достигают его раньше, а более крупные – позже. Коллектор соединен с маломощным усилителем, который преобразует поступающий на него ионный ток в достаточно большой электрический сигнал (16 мкВ на один ион). Специальная программа анализирует усиленный сигнал и выявляет признаки ионов взрывчатых веществ.

Дентон утверждает, что чувствительность его усилителя в тысячу

раз выше, чем у аналогов, применяемых в обычных следовых детекторах. Это якобы позволяет регистрировать десятые доли аттограмма (1 аттограмм = 10^{-18} г) взрывчатого вещества в пробах, забираемых каждые 20 мс. Изобретатель уверен, что такая чувствительность позволит обнаруживать взрывчатку с расстояния не менее 5 м, а может, даже с 15 м. Такой аппарат можно было бы смело устанавливать на лестницах и эскалаторах в метро. По оценке Дентона, его детектор будет стоить не дороже \$2 тыс.

В марте 2005 г., перед заседанием Американского химического общества, где Дентон представил свою работу, Аризонский университет издал пресс-релиз, в котором изобретатель сравнил свое устройство с трикордером из «Звездного пути». Сотрудники из Национальной лаборатории в Сандии, финансирующей большинство работ Дентона,

были обескуражены. «Сейчас нет такой технологии, которая позволяла бы обнаруживать взрывчатку с 5 м и тем более с 15 м», – заявил специалист по взрывчатым веществам Кевин Линкер (Kevin Linker), который работает над портативным детектором *MicroHound* и рассматривает возможность применения усилителя Дентона. Он говорит, что концентрация частиц и паров взрывчатки чрезвычайно низка, поэтому ее крайне тяжело обнаружить на расстоянии. «Никто из моих коллег не сомневается в том, что заявленные Дентоном характеристики не были проверены экспериментально», – отметил Линкер. Однако профессор стоит на своем, утверждая, что спектрометр, оснащенный его усилителем, стал первым прибором, способным идентифицировать взрывчатые вещества со значительных расстояний.



Пахнет жареным: следовой детектор, установленный у эскалатора и всасывающий воздух, выявил запах бомбы, которую везет один из пассажиров (показан красным). β -частицы ионизуют газ, который, в свою очередь, ионизует молекулы взрывчатого вещества в воздухе. Электростатическое поле ускоряет образующиеся ионы, которые устремляются в трубу. Легкие ионы движутся быстрее и попадают на коллектор раньше тяжелых. Усилитель, преобразующий малый ионный ток в довольно большое выходное напряжение, обеспечивает дистанционное обнаружение. Компьютерная программа выявляет в усиленном сигнале составляющие, характерные для взрывчатого вещества, а видеокамера фиксирует изображение террориста. На практике эта схема будет реализована не раньше, чем через несколько лет.

Совершенства недостаточно

Даже если дистанционное обнаружение бомб в метро станет реальностью, а аппаратура будет предупреждать пассажиров об опасности за несколько драгоценных секунд, на улицах эта технология может оказаться непригодной. В метро есть входы, которые в принципе можно контролировать, хотя это и не так просто, как в аэропортах. Выявление террористов-смертников на улицах, площадях и в других людных местах представляет собой чрезвычайно сложную задачу.

Профессор Йельского университета Эдвард Каплан (Edward H. Kaplan) при анализе различных социальных проблем успешно применяет количественные методы, обычно используемые в бизнесе и военном деле для оптимизации принятия решений. Вместе со своим коллегой Моше Крессом (Moshe Kress) из аспирантуры школы ВМФ США в Монтерее, штат Калифорния, Каплан провел по заказу DARPA исследование, результаты которого были опубликованы 19 июня 2005 г. в журнале «Доклады Национальной академии наук США». Ученые смоделировали сценарий, при котором «совер-

шенные» датчики заблаговременно предупреждают людей о присутствии террориста-смертника. Моделирование показало, толпе на улице или на площади детекторы могут спасти лишь очень немногих. В определенных обстоятельствах сигнал тревоги может лишь увеличить число жертв. С увеличением плотности толпы вероятность осколочного поражения каждого отдельного человека уменьшается по экспоненте, поскольку люди, находящиеся рядом с рвущейся бомбой, заслоняют собой остальных. Когда народ разбегается, отстающие оказываются беззащитными, и взрыв уносит больше жертв, чем в плотной толпе. «Отсюда следует, что меры, принимаемые в последний момент, оказываются бесполезными, когда дело касается случайных целей террористов», – заключает Каплан.

Авторы работы указывают, что усилия следует направить не на донкихотские попытки создать всепроникающую систему детекторов, а на совершенствование разведки. Вербовка агентов, говорящих на пушту, урду и арабском языке, принесет гораздо больше пользы, чем погоня за идеальными средствами обнаружения. ■

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

- Existing and Potential Standoff Explosive Detection Techniques. National Academies Press, 2004. Доступно на <http://books.nap.edu/catalog/10998.html>
- Survey of Commercially Available Explosive Detection Technologies and Equipment. NIJ Office of Science and Technology, Washington, D.C., 2004.
- Operational Effectiveness of Suicide-Bomber-Detector Schemes: A Best-Case Analysis. Edward H. Kaplan and Moshe Kress в сетевом выпуске Proceedings of the National Academy of Science USA, Vol. 102, No. 29; 19 июля 2005 г.



Сканер, работающий в миллиметровом диапазоне волн, позволяет разглядеть не только спрятанное оружие, но и грудные мышцы.

Особенности нуклеотидных последовательностей геномных ДНК живущих сегодня людей могут многое рассказать о путях расселения человека по земному шару за десятки тысяч лет.

Дэннис Драйна

Мутации-основатели



Пытаясь проследить пути расселения человеческих субпопуляций и изменение их численности за многие тысячелетия, ученые прибегают к данным о географической распространенности мутаций особого типа, которые часто бывают связаны с наследственными заболеваниями человека.

Двое мужчин средних лет, проживающих за тысячи миль друг от друга и никогда не встречавшихся, могут обладать одним редким признаком: способностью усваивать железо настолько хорошо, что это преимущество оборачивается для них бедой – серьезным системным заболеванием, нередко с летальным исходом. Чаще всего такой «подарок» (болезнь под названием гемохроматоз) человек получает от своих родителей вместе с геном, несущим специфическую мутацию. Когда-то давно она возникла у одного из европейцев, а затем, передаваясь его потомкам через многие поколения, распространилась среди других жителей Европы. Некоторые ее обладатели оказались и в Америке (сегодня носителями по крайней мере одной копии мутантного гена являются 22 млн. американцев). Среди них – и те двое мужчин, которые даже не подозревают о существовании друг друга, однако являются дальними родственниками. Тот древний предок, у которого впервые возникла мутация, стал родоначальником популяции, состоящей из ее носителей, а сама мутация получила название мутации-основателя (родоначальника).

Генетикам известны тысячи мутаций, ответственных за возникновение тех или иных заболеваний, но мутации-основатели – особая статья. Дело в том, что жертвы многих наследственных заболеваний не доживают до репродуктивного возраста, и передачи мутантного гена потомкам не происходит. Но мутации-основатели часто «щадят» своих носителей и передаются его (или ее) потомкам. К числу ассоциированных с ними заболеваний относятся: наследственный гемохроматоз, серповидноклеточная анемия, муковисцидоз и пр. Почему природа предпочитает сохранять мутации-основатели, а не избавляться от них?

Ученые занимаются идентификацией мутаций, связанных с теми или иными заболеваниями, что-

бы с их помощью выявлять людей, относящихся к группе риска. Кроме того, они надеются, что, выявив мутацию, им удастся предотвратить развитие связанного с нею заболевания или хотя бы смягчить его симптомы (см. рис. на с. 63). Исследователи обнаружили, что мутации-основатели служат своего рода «отметинами», которые человечество оставляет на лице Земли. По этим отпечаткам можно проследить историю человеческих популяций и пути их распространения через моря и континенты.

Уникальность мутаций-основателей

Мутации – это случайные нарушения в молекуле ДНК. Большинство из них устраняется организмом вскоре после появления и никаких следов после себя не оставляет. Но мутации, возникающие в ДНК половых клеток родителей, передаются их детям, часто приводя к серьезным последствиям: более 1 тыс. заболеваний человека связано с нарушениями в различных генах.

Мутации-основатели относятся к последней категории, но имеют свои особенности. Обычно наследственные заболевания подчиняются двум основным правилам. Первое состоит в том, что разные изменения в одном и том же гене вызывают одинаковое заболевание. Следовательно, у членов разных семей, пораженных данным недугом, приводящие к нему мутации затрагивают разные сайты одного и того же гена. Например, гемофилия – это следствие мутаций в гене фактора VIII системы свертывания крови. Как правило, каждый новый случай гемофилии сопряжен с отличной от других мутацией в упомянутом гене. Всего же идентифицировано сотни изменений в гене фактора VIII, связанных с этой тяжелой болезнью.

Однако есть заболевания, при которых ассоциированная с ними мутация обнаруживается всегда в одном и том же сайте, при этом ▶

она может появляться в так называемой «горячей точке» или быть мутацией-основателем. «Горячая точка» – это пара оснований в ДНК, в которой изменения возникают особенно часто. Например, ахондроплазия, наиболее часто встречающаяся форма карликовости, ассоциируется с мутацией в паре оснований 1138-го гена *FGFR3*, локализованного на коротком плече хромосомы 4. Индивиды, несущие мутации в «горячих точках», обычно не являются родственниками, и, таким образом, остальная часть их генома различается. Мутации-основатели передаются из поколения в поколение вместе со своим окружением в неизменном виде и этим в корне отличаются от мутаций в «горячих точках».

У любого носителя такой мутации сегмент ДНК, в котором она находится, идентичен таковому в ДНК индивида-основателя. Такой участок ДНК (целая кассета с генетической информацией) называется гаплотипом. Исследование гаплотипов позволяет выявить происхождение мутаций-основателей и проследить пути расселения человеческих субпопуляций.

«Возраст» (время появления) мутации-основателя можно оценить, определив протяженность участка ДНК, представляющего данный

гаплотип: с течением времени он становится все короче (см. рис. на стр. 62). Гаплотип основателя – это вся хромосома, несущая определенную мутацию. Основатель передает ее своему потомку, который получает такую же вторую хромосому, не содержащую изменения, от другого родителя. Две хромосомы обмениваются протяженными сегментами случайным образом – аналогично тому, как обмениваются набором карт две половинки колоды при первом раунде перемешивания.

После первого обмена (рекомбинации) между хромосомами консервативный участок ДНК с мутацией-основателем остается достаточно протяженным (точно так же после первого перемешивания помеченная карта продолжает оставаться в компании своих многочисленных соседей). Но с каждым следующим раундом перемешивания «капельная» карта расстается с все большим числом прежних компаньонов – аналогичная картина наблюдается и для гаплотипа.

«Молодая» мутация-основатель (возрастом, скажем, несколько сотен лет) будет находиться у нынешних ее носителей где-нибудь в середине протяженного консервативного участка. В отличие от этого местом нахождения мутации-основателя возрастом десятки тысяч лет станет

участок совсем небольшой длины. Аберрация гена, мутации в котором приводят к развитию гемохроматоза, – прекрасная иллюстрация данного феномена. Аналогичные изменения претерпевают гены, ассоциированные со многими хорошо изученными заболеваниями, которые впервые возникли у жителей Европы, а также гены с мутациями-основателями, появившиеся у коренных народов Америки, Азии и Африки (см. табл. на с. 64). Вызывает удивление частота таких изменений – она в сотни и даже в тысячи раз выше, чем у типичных мутаций, ассоциированных с различными заболеваниями. Последние возникают с частотой 10^{-3} – 10^{-6} , а для мутаций-основателей эта величина достигает нескольких процентов.

Ответив на вопрос, почему в ходе эволюции мутации-основатели не устранялись, а, напротив, закреплялись в популяциях, мы сумеем раскрыть тайну их распространения во времени и пространстве. Разумно предположить, что при некоторых обстоятельствах мутации-основатели дают носителям определенные преимущества. Большинство мутаций-основателей рецессивны: болезнь, которую они вызывают, проявляется только у тех, кто получает дефектные копии гена от обоих родителей. У подавляющего же числа носителей мутантным служит только одна копия (один аллель). При передаче аллеля детям он не только не принесет им вреда, но и поможет выжить в некоторых экстремальных ситуациях. Так, носителю мутации, ассоциированной с наследственным гемохроматозом, не грозит железодефицитная анемия (в недалеком прошлом опасная для жизни болезнь), поскольку белок, кодируемый мутантным геном, обеспечивает более эффективное, чем обычно, поглощение железа.

Наиболее известная мутация с двойным эффектом – та, что лежит в основе серповидноклеточной анемии. Она неоднократно

ОБЗОР: ИСТОРИЯ ЧЕРЕЗ ПРИЗМУ НУКЛЕОТИДНОЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ

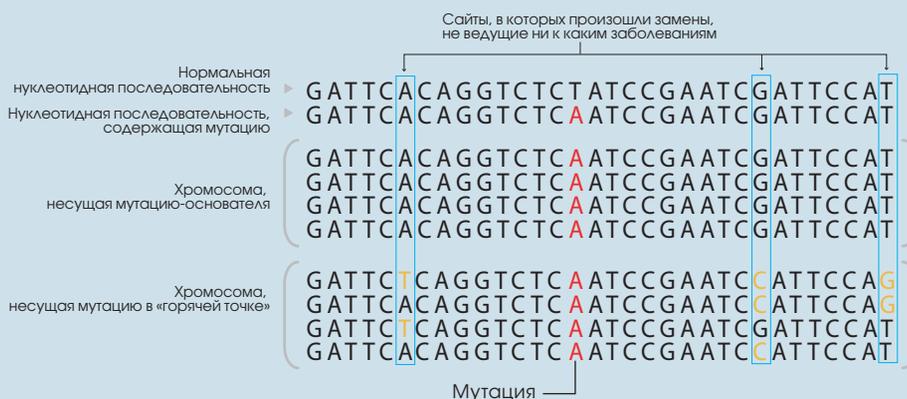
- Мутации-основатели локализируются в сегментах ДНК, одинаковых у всех носителей. Те, у кого присутствуют такие изменения, обязательно имеют общего древнего предка – индивида-основателя.
- Измеряя длину сегмента ДНК, в котором находится данная мутация-основатель, и выявляя сегодняшних ее носителей, ученые могут оценить время возникновения мутации и проследить пути ее распространения. В совокупности эти данные позволяют составить представление о расселении тех или иных групп людей на протяжении десятков тысяч лет.
- В будущем для определения риска развития у пациента того или иного наследственного заболевания ученым придется ориентироваться на результаты тестирования ДНК, не полагаясь на этническую принадлежность обследуемого.

МУТАЦИЯ-ОСНОВАТЕЛЬ ИЛИ МУТАЦИЯ В «ГОРЯЧЕЙ ТОЧКЕ»?

Предположим, что у всех пациентов, страдающих одним и тем же заболеванием, в данном сайте ДНК локализуется одинаковая мутация. Как определить, с чем мы имеем дело – с «горячей точкой» или с мутацией-основателем? Чтобы ответить на этот вопрос, нужно проанализировать сегмент ДНК, где находится упомянутый сайт.

Допустим, что у всех пациентов в одном и том же сайте тимин (Т) заменен аденином (А) (выделено красным цветом). Если замена Т → А является мутацией-основателем, то фланкирующие ее последовательности будут идентичны у всех пациентов – все они получили эти последовательности от одного дальнего предка. Но если замена произошла в «горячей точке», которая может находиться в любом сайте ДНК, склонном к изменениям, то окружающие его последовательности будут у разных пациентов не одинаковы – в них могут содержаться обычные мутации (выделено желтым цветом), не связанные ни с какими заболеваниями.

Серповидноклеточная анемия, характеризующаяся деформацией эритроцитов (фото вверху справа), обычно бывает сопряжена с наличием мутации-основателя, а ахондроплазия, одна из форм карликовости (фото внизу справа), – с мутацией в «горячей точке».



появлялась в популяциях, проживающих в Африке и на Ближнем Востоке, где часто свирепствует малярия. Носитель единственной копии мутантного гена, провоцирующего этот вид анемии, был защищен от малярийной инфекции, но если копий было две, то больной погибал от серповидноклеточной анемии. Сегодня данная мутация представлена в пяти различных гаплотипах, что говорит о том, что она возникла в истории человечества независимо пять раз у пяти разных индивидов-основателей. (Впрочем, есть данные о связи серповидноклеточной анемии с изменениями другого типа.)

Частота появления мутации-основателя в данной популяции определяется двумя взаимно противоположными факторами. Владелец двух копий мутантного гена чаще всего не доживает до того возраста,

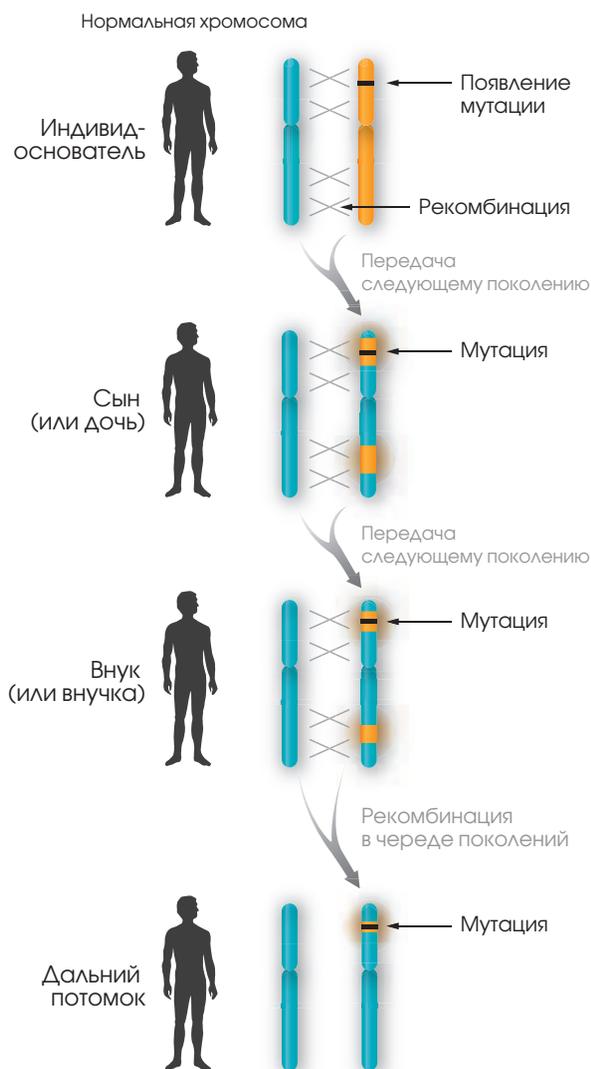
когда он может иметь детей, зато тот, у кого копия только одна, обладает преимуществами перед теми, кто таких копий вообще не имеет. В результате происходит уравновешивающий отбор, при котором фактор, дающий превосходство, подталкивает планку частоты мутаций вверх, а фактор с противоположным эффектом сдвигает ее вниз. Так что со временем частота мутантного гена в популяции достигает стационарного уровня.

Преимущества некоторых мутаций-основателей, связанных с болезнями, пока не выявлены, но их поддержание в популяции свидетельствует о том, что они существуют. Недавно получило объяснение поддержание мутации-основателя в гене фактора V системы свертывания крови. Эта мутация, присутствующая у 4% европейцев, связана с развитием тромбоза, – ▶

ОБ АВТОРЕ:

Дэннис Драйна (Dennis Drayna) получил степень бакалавра в 1975 г. в Висконсинском университете (г. Мадисон), а степень доктора – в 1981 г. в Гарвардском университете. Работал в Медицинском институте Ховарда Хьюза при Университете Юты, идентифицировал целый ряд генов в геноме человека, отвечающих за развитие сердечно-сосудистых заболеваний и нарушения обмена веществ. В настоящее время Драйна возглавляет отдел в Национальном институте по изучению проблем глухоты и других нарушений восприятия, где занимается исследованием генетических основ данных нарушений.

Уникальная область хромосомы, в которой находится мутация-основатель, с каждым поколением становится все короче. Виной тому – процесс под названием рекомбинация (обмен участками хромосом в процессе клеточного деления). На приведенном ниже рисунке желтым цветом выделена хромосома индивида-основателя, содержащая мутацию, а синим – нормальная хромосома. При образовании спермиев (или яйцеклеток) эти хромосомы обмениваются между собой сегментами. Потомок индивида-основателя (или потомок носителя мутации-основателя) получает «перетасованную» хромосому, содержащую мутацию и фланкирующие ее последовательности (выделено желтым цветом). Перераспределение генетического материала в череде поколений неизбежно приводит к укорочению участка, содержащего мутацию-основателя.



заболевания, характеризующегося повышенной свертываемостью крови. В 2003 г. Брайс Керлин (Bruce A. Kerlin) из Гематологического центра на северо-западе Висконсина показал, что носители этой мутации устойчивы к патогенным бактериям, циркулирующим в крови. Такие инфекции представляют серьезную угрозу жизни больного и в прошлом, когда не было антибиотиков, неизменно заканчивались летальным исходом.

Из Африки – по всему свету?

В те времена, когда не было высокоскоростных транспортных средств, мутации-основатели могли «преодолевать» большие расстояния за время, равное времени жизни нескольких десятков, а иногда и сотен поколений. Мутантный ген, вызывающий серповидноклеточную анемию, «приплыл» из Африки в Северную Америку на кораблях, перевозивших чернокожих рабов.

Одна из общеизвестных мутаций-основателей, локализованных в гене *GJB2*, вызывает глухоту. Ее распространение с момента появления на Ближнем Востоке шло двумя путями. Первый пролегал через средиземноморское побережье в Италию и Испанию, второй – вдоль берегов Рейна и Дуная на север Европы. Другая мутация-основатель, возникшая в гене *ABCA4* и вызывающая слепоту, впервые появилась в Швеции примерно 2,7 тыс. лет назад и распространилась на юг и запад через всю Европу.

Но наибольшее впечатление производит, пожалуй, распространение генетической аберрации, влияющей на чувство вкуса. 75% жителей Земли, попробовав вещество под названием фенилтиокарбамид (ФТК), скажут, что оно очень горькое, а остальные 25% его таковым не сочтут. Недавно учеными из национальных институтов здравоохранения было показано, что в основе нечувствительности к вкусу ФТК лежит сочетание трех модификаций в гене, кодирующие ФТК-рецептор. Почти все обладатели видоизмененного гена, где бы они сейчас ни проживали, происходят от одного индивида-основателя. Способность ощущать горькое убергает нас от потребления в пищу растений, содержащих токсичные вещества, но какая может быть польза от утраты такого качества? Не исключено, что видоизмененный ген кодирует вариант ФТК-рецептора, который реагирует на другое, пока не идентифицированное токсичное вещество.

Описанная выше мутация локализована в чрезвычайно коротком, иногда длиной всего 30 тыс. пар нуклеотидов, сегменте ДНК. Это свидетельствует о том, что появилась она в глубокой древности, возможно, более 100 тыс. лет назад. Проведенные в прошлом году масштабные исследования показали, что у жителей регионов, проживающих к югу от Сахары, можно встретить семь разных форм ФТК-гена. При этом в популяциях, находящихся вне региона, обнаруживаются со значимой частотой только две крайние его формы: либо нормальный ген, либо ген, обуславливающий полную нечувствительность к ФТК.

Из пяти остальных форм одна встречается в неафриканских популяциях лишь спорадически (при этом у коренных американцев она не была обнаружена ни разу), а четыре другие вообще отсутствуют.

Данные о частоте, с которой встречаются мутантные формы ФТК-гена, служат ценным источником информации о путях расселения самых первых человеческих субпопуляций. Современные профили распространности мутантных форм и распределение их частот подтверждают антропологические и археологические свидетельства о происхождении современного человека. Его древние предки жили в Африке. Примерно 75 тыс. лет назад сравнительно небольшая группа африканцев покинула родные места и постепенно расселилась по остальным континентам. Согласно этой гипотезе, все современные субпопуляции человека своими корнями уходят в древнюю африканскую популяцию. Но это еще не все, о чем можно узнать, исследуя характер распространенности гена нечувствительности к ФТК. Исследования помогают ответить на один крайне интересный вопрос, давно волнующий антропологов: происходило ли скрещивание древнего *Homo sapiens* с теми еще более древними гоминидами, которых он, несомненно, встречал на пути своего расселения в Европе и Азии?

У древнейших гоминид наверняка были свои варианты ФТК-гена, закрепившиеся в популяциях в ответ на наличие в местах их обитания ядовитых растений, отличных от тех, что были типичны для других регионов. Если скрещивание между гоминидами и *Homo sapiens* происходило, то у современных жителей Европы, Восточной и Юго-Восточной Азии должны обнаруживаться разные варианты ФТК-гена, на самом же деле подобная вариативность отсутствует. Отсюда следует, что скрещивания между *Homo sapiens* и разнообразными гоминидами не происходило.

В поисках основателя

Более детальное изучение гаплоти-па, находящегося у истоков наследственного гемохроматоза, показывает, что, совместив исторические свидетельства и результаты генетического анализа, мы получаем возможность по-новому взглянуть на причину и историю возникновения того или иного наследственного заболевания. В 1980-х гг., когда генетическая подоплека гемохроматоза

еще не была известна, специалисты в области медицинской генетики обратили внимание на то, что почти у всех больных в определенной области хромосомы 6 находится одинаковый сегмент ДНК. Это было очень странно, поскольку большинство наблюдавшихся пациентов не состояли в родстве друг с другом, а потому вероятность нахождения в какой-то области генома участка с идентичными нуклеотидными ▶

ВЧЕРА – ГЕНЫ, ЗАВТРА – ЛЕКАРСТВА

Идентификация мутаций-основателей имеет большое значение для практической медицины. Например, позволяет выявлять больных, относящихся к группе риска в отношении конкретного наследственного заболевания. Сегодня при оценке вероятности того, что у пациента обнаружится определенное заболевание, медики нередко используют его этническую принадлежность. Так, серповидноклеточная анемия встречается чаще всего среди выходцев из Африки. Но по мере генетического «перемешивания» популяций такое понятие, как этническая принадлежность, будет становиться все более расплывчатым. Это заставит медиков при определении риска того или иного заболевания или для выяснения причины появления тех или иных симптомов опираться в основном на результаты ДНК-тестирования. Выявление же мутаций-основателей сегодня, когда субпопуляции человека остаются генетически неидентичными, поможет в идентификации генов, ответственных за многочисленные заболевания человека.

Генетический анализ имеет большую ценность для практической медицины, поскольку многочисленные варианты, возможно, обуславливают нашу предрасположенность ко многим обычным, а не только к редким наследственным заболеваниям. Так, известен генетический вариант, который раньше отвечал за нормальную способность человека синтезировать холестерин, в нынешних условиях обуславливает его гиперпродукцию. Или вариант, ранее способствовавший удержанию соли в организме, теперь отвечает за повышение артериального давления в связи с ее переизбытком. Научившись выявлять генетическую подоплеку широко распространенных патологических состояний, генетики становятся не просто специалистами, к помощи которых врачи прибегают, когда нужно диагностировать какое-то редкое заболевание, а центральной фигурой в предотвращении, диагностике и лечении болезней человека.



Определение этнической принадлежности пациента – один из способов быстрой оценки вероятности развития у него определенного заболевания. Однако судить об этом можно, только проведя ДНК-тестирование.



Уравновешивающий отбор поддерживает на определенном уровне частоту в популяции потенциально опасных генов. В тех регионах, где часто возникают эпидемии малярии, распространяемой через укусы mosкитов, носители одной дефектной копии гена гемоглобина оказываются невосприимчивыми к возбудителю. Они живут дольше, чем те, у кого мутантный ген вообще отсутствует. Но зато носители двух дефектных копий заболевают серповидноклеточной анемией и имеют гораздо меньшую, чем в среднем по популяции, продолжительность жизни. Под влиянием этих двух разнонаправленных факторов в популяции поддерживается стабильный уровень частоты мутаций в гене гемоглобина.

последовательностями была крайне мала. Однако у больных наследственным гемохроматозом наблюдалась эта невероятная ситуация, и ученым не оставалось ничего другого, как предположить, что все они происходят от одного древнего предка и что ген, ответственный за данную патологию, локализован у них в одном и том же месте.

Опираясь на данную гипотезу, наша исследовательская группа в 1990-х гг. предприняла детальный анализ генов хромосомы 6 у 101 пациента, находящихся в упомянутой области. В качестве контроля использовалась ДНК здоровых индивидов. В геномной ДНК большинства больных гемохроматозом мы обнаружили одинаковый участок длиной несколько миллионов пар нуклеотидов, однако у небольшого числа обследуемых присутствовал лишь небольшой «осколок» этого протяженного участка. Когда мы сопоставили области хромосомы, совпадающие у всех пациентов, то обнаружили, что они содержат по 16 генов. Тринадцать из них кодируют белки под названием гистоны. Они связываются с ДНК и переводят ее в ту компактную форму, которую мы наблюдаем под микроскопом при делении клетки. Гистоны и кодирующие их гены практически

одинаковы у всех организмов и вряд ли имеют какое-либо отношение к гемохроматозу. Таким образом, остается всего три гена – возможных виновника патологии.

Два из них оказались идентичными у больных и здоровых людей. И, наконец, в последнем гене, *HFE*, мы обнаружили мутацию, которая имела исключительно у больных гемохроматозом. У нас были все основания думать, что именно этот ген содержал мутацию-основателя, ответственную за наследственный гемохроматоз.

И сразу возникло несколько вопросов. Кто был индивидом-основателем – первым носителем мутации? Когда и где он жил?

Поиски ответа на эти вопросы заставили генетиков объединиться с антропологами и историками. Ответ был получен совсем недавно: наследственный гемохроматоз встречается у жителей всех европейских стран, однако в северных регионах его частота все-таки выше. Более того, мутация-основатель присутствует практически у всех больных, проживающих на севере Европы, но менее чем у 2/3 тех, кто живет в восточных и южных регионах. Это означает, что у оставшейся 1/3 больных может быть какая-то другая мутация в гене *HFE* или со-

НАИБОЛЕЕ ИЗВЕСТНЫЕ МУТАЦИИ-ОСНОВАТЕЛИ

Ген, несущий мутацию	Патология	Происхождение мутации	Расселение носителей	Возможное преимущество при наличии одной копии мутантного гена
<i>HFE</i>	Переизбыток железа в организме	Дальние северо-западные регионы Европы	На юг и восток по всей Европе	Не развивается железодефицитная анемия
<i>CFTR</i>	Муковисцидоз	Юго-восточные регионы Европы/Ближний Восток	На запад и север по всей Европе	Не возникают кишечные инфекции
<i>HbS</i>	Серповидноклеточная анемия	Африка/Ближний Восток	В Новый Свет	Устойчивость к возбудителям малярии
<i>FVLeiden</i>	Тромбоз	Западные регионы Европы	По всему земному шару	Устойчивость к патогенным агентам, циркулирующим в крови
<i>ALDH2</i>	Непереносимость алкоголя	Дальние регионы Восточной Азии	На север и запад по всей Евразии	Защита от развития алкоголизма, возможно, устойчивость к вирусу гепатита В
<i>GJB2</i>	Глухота	Ближний Восток	На запад и север в Европу	Неизвестно

всем иное заболевание, тоже связанное с аномалиями в метаболизме железа.

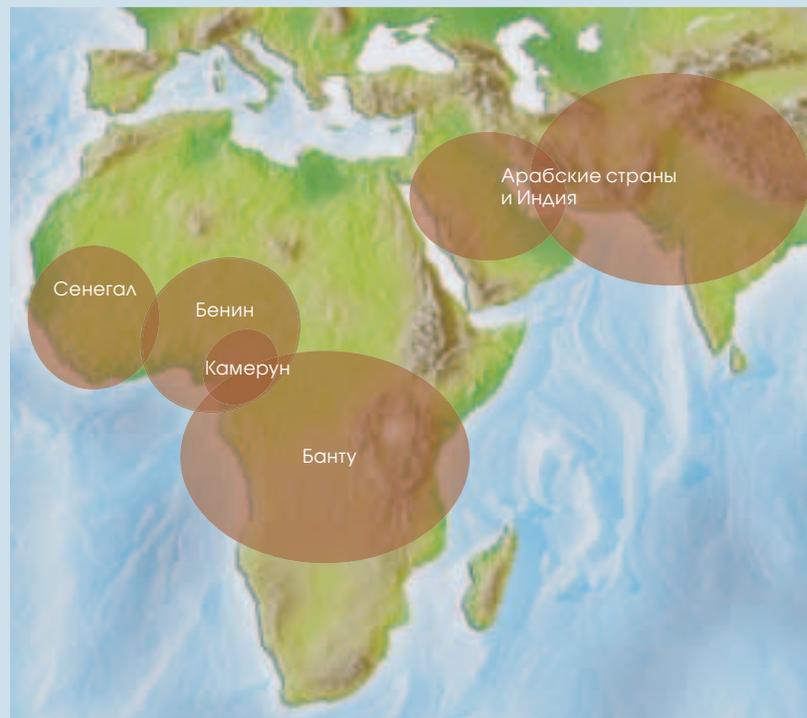
Мы остановимся только на северо-западных регионах Европы. Детальный генетический анализ показывает, что наиболее высока частота данной мутации-основателя в Ирландии, на западе Великобритании и на территории Бретани (одной из провинций Франции), прилегающей к заливу Ла-Манш. Полученная картина практически совпадает с нынешним распределением потомков древних племен – кельтов.

Эти племена распространились в Центральной Европе более 2 тыс. лет назад. Одна их часть была позже вытеснена к северу и западу древними римлянами, другая перемешалась с пришельцами и осталась на прежнем месте – в более южных регионах Европы. Возникла ли мутация-основатель, связанная с гемохроматозом, в Центральной Европе и переместилась ли вместе с носителями к северу? Или она появилась позже, уже в северных регионах? Ответ на этот вопрос, возможно, дадут дальнейшие исследования прилегающих к мутантному гену сегментов ДНК на хромосоме 6.

Большая длина консервативного участка, представляющего современный гаплотип, свидетельствует о том, что мутация-основатель еще очень молода. Скорее всего она «родилась» 60–70 поколений назад, т.е. примерно в 800-х гг. н.э. Если бы такое событие произошло раньше, то мы должны были бы сделать вывод, что индивид-основатель жил в Центральной Европе и что его потомки (носители мутантного гена) были вытеснены к северу римскими воинами. Но к 800-м гг. н.э. империя пала, так что, скорее всего, первый обладатель мутации-основателя жил все-таки на северо-западе Европы. Впоследствии его потомки расселились к югу и востоку, а вместе с ними туда попал и мутантный ген.

Ранее для отслеживания путей расселения человеческих субпо-

Все люди, страдающие серповидноклеточной анемией, являются носителями одинаковой мутации. Однако встречается данная мутация в пяти разных гаплотипах. Отсюда следует, что она возникла в человеческой истории пять раз в пяти разных регионах – так что нынешние ее носители могут иметь «сенегальский», «бенинский», «арабо-индийский», «бантусский» и недавно обнаруженный «камерунский» гаплотип. По крайней мере, одну копию мутантного гена имеют 8% афроамериканцев.



пуляций антропологи опирались на анализ другого типа изменений в ДНК. С выявлением мутаций-основателей исследования перешли на более высокий уровень: калибруя длину консервативного участка ДНК, представляющего гаплотип, мы можем датировать мутацию, а определяя частоту этого гаплотипа в популяции – судить о географической распространенности потомков основателя.

Каждый из нас несет в себе биохимические и генетические свидетельства общности всего человеческого рода. Анализ распространенности мутаций-основателей не только дал новые свидетельства в пользу гипотезы об африканском происхождении всех нас, но и выявил родство различных групп, на первый взгляд никак

не связанных между собой. Так, результаты недавних исследований, проведенных учеными из Университета Дьюка, совершенно неожиданно указали на генетическую связь между кельтами и басками. Дальнейшие исследования распространенности мутаций-основателей и соответствующих гаплотипов, несомненно, вскроют новые генетические связи между различными человеческими субпопуляциями и помогут понять, откуда и какими путями они пришли в свои нынешние места проживания. Такие работы принесут много неожиданного, что позволит глубже проникнуть в тайну происхождения человека и воссоздать «семейное древо» человечества со всеми его могучими ветвями и тонкими веточками. ■



Виктор Садовничий

ПУТЬ МУДРЕЦА

В отличие от знания, образованности, информированности мудрость есть способность принимать и усваивать опыт жизни предыдущих поколений, без чего невозможно развитие науки и культуры, а значит, и цивилизации.

Со времен античности и до наших дней философская мысль в той или иной мере определяла пути развития культуры и социума, однако до недавнего времени она была скорее камерным феноменом, уделом немногих избранных, властителей дум. И только на рубеже XX–XXI вв. философия «вышла на публику», стала одним из важнейших факторов, формирующих общественное сознание.

Рост ее влияния на жизнь и мировоззрение людей связан с целым рядом процессов. Прежде всего с глобальной интеграцией, охватившей все сферы человеческой деятельности. Очевидно, что без философского взгляда на мир невозможно наладить диалог различных культур и разрешить конфликты. С другой стороны, эта область научного знания необходима для осмысления достижений фундаментальной науки и тех проблем, с которыми сталкиваются квантовая механика, общая теория относительности, нейрофизиология и другие дисциплины.

Сегодня чрезвычайно важно определить статус научного знания в современном мире, его отношение к мудрости и различным вненаучным формам взаимоотношений человека и мира.

О мудрости

Для античного мыслителя мудрость – идеал знания. Само слово «философия» переводится как любовь к мудрости, «любомудрие». Известный французский историк античной философии и культуры Пьер Адо писал, что в Древнем мире мудрость рассматривалась как способ бытия, как состояние человека, существующего совершенно иначе, нежели остальные люди. А смысл философии – упражнение в мудрости, которое заключается не только в том, чтобы говорить и рассуждать, но и в том, чтобы определенным образом действовать, смотреть на мир. Однако, как считает русский философ, заслуженный профессор МГУ Г.Г. Майоров, непосредственное отношение человека к окружающему, свойственное античным мудрецам, в наше время утеряно. Наука, соблазнив человека иллюзией всемогущества, привела его к отчуждению от природы, от самого себя и себе подобных.

Между тем истинная мудрость немислима без этического аспекта, предполагающего связь человека с Целым и целостность его собственного духовного опыта. Один из крупнейших философов науки XX столетия А. Уайтхед писал, что «интеллектуальная деятельность расцветает за счет Мудрости. ▶

ОБ АВТОРЕ:

Виктор Антонович Садовничий – ректор МГУ, академик, доктор физико-математических наук, президент Российского союза ректоров.

Доклад ректора МГУ академика В.А. Садовничего «Знание и мудрость в глобализирующемся мире» открыл IV Российский философский конгресс «Философия и будущее цивилизации», который прошел в Москве в МГУ им. М.В. Ломоносова 24–28 мая 2005 г. и стал самым масштабным за всю историю проведения российских философских конгрессов (см. «Философия и будущее цивилизации», «В мире науки», №7, 2005 г.).



До определенной степени понимание есть исключение причин противоречий в интеллекте. Но Мудрость стремится к более глубокому пониманию, для которого важны и пробелы в системах понятий. Эти три составляющих духа – Инстинкт, Интеллект, Мудрость – не могут быть оторваны друг от друга. Здесь целое как бы проявляется в своих частях, а части возникают из целого». Знанию противостоит незнание, а мудрости – глупость, которая подчас оказывается оборотной стороной невежественного всезнайства. Но в глазах толпы и наивность гения подчас выглядит глупостью.

Для русской философии Мудрость имела всегда особый смысл, ее одухотворяла не только свойственная нашему менталитету рефлексия и обращение к различным формам научного знания, но и живой религиозный мистический опыт, переживание присутствия в мире божественной Мудрости – Софии. В отечественной философии существовало целое направление, именуемое софиологией, почти все его представители были профессорами и приват-доцентами Московского университета – это и В.С. Соловьев, и братья С. и Е. Трубецкие, С.Н. Булгаков, А.Ф. Лосев. У них были, однако, и оппоненты. Так, профессор Московского университета Г.Г. Шпет видел в мудрости

лишь одну из разновидностей псевдофилософии, далекой от рефлексии и чистого знания. По его мнению, мудрость более свойственна восточной, нежели западной культуре.

Надо сказать, что понятия «знание» и «мудрость» не обуславливают друг друга. Первое по сути своей тяготеет скорее к рациональным понятиям и допускает количественные и качественные оценки, а мудрость ближе к моральным, нравственным,

АВГУСТИН учил, что между мудростью, которая обретает знание в свете вещей божественных, и знанием, которое добывается в сумерках сотворенных вещей, существует отношение иерархии; знание есть благо и достойно любви, но оно не превышает мудрости. В интерпретации французского философа **ЖАКА МАРИТЕНА** знание, если не по своей природе, то, по крайней мере, по своей динамике и отношению к жизни человека принадлежит к категории полезного, а мудрость – к сфере плодотворного.

житейским категориям и не подлежит измерению. И впрямь – как измерить мудрость? Можно сравнить двух знатоков (хотя и достаточно условно), поскольку имеются некие критерии знания, но эталона мудрости просто не существует.

О ЗНАНИИ

Мудрость являет собой опыт многих поколений, накопленный и проверенный веками и тысячелетиями. Однако истинных мудрецов за всю историю человечества было не так много, ибо большинство даже очень умных людей вовсе не стремится к философскому осмыслению бытия, довольствуясь насущными задачами повседневности.

Человеку, однако, свойственен «инстинкт познания», поскольку именно таков путь развития и залог благополучия и защищенности. Постигая новое, люди приобретали опыт, на который опирались в повседневной жизни, передавали его из поколения в поколение, что позволяло обеспечить более комфортное и безопасное существование. В конце концов естественное любопытство и практические интересы породили науку.

В настоящее время она разветвилась на сотни направлений, человек многое узнал об окружающем мире и о самом себе, однако на большинство важных вопросов ответа до сих пор нет. И самой трудной задачей оказалось познание самого себя. Внутреннее «я» человека, мотивации его поведения остаются величайшей загадкой природы, мы по сей день не знаем, есть ли у человека душа и что представляет собой его сознание, разум.

Моральный аспект знания

Производство знаний – процесс бесконечный. Вряд ли когда-либо наступят времена, когда мы получим ключ ко всем тайнам, разрешение одних загадок будет неизменно ставить перед учеными все новые и новые. Но существует

ли «чистое знание», стоящее вне добра и зла?

На протяжении всей истории становления и развития науки одни ее достижения используются во вред, другие – на пользу человеку. Общеизвестна история создания и применения ядерного, химического, биологического оружия, ставшего причиной гибели миллионов. Таков пример аморального использования научного знания. Но другие открытия ученых помогают спасти жизни – так, использование методов генной инженерии в сельском хозяйстве позволило частично решить продовольственную проблему, чего невозможно было достичь обычными путями. Медицина также переходит на принципиально новый уровень.

Однако новые открытия ставят и новые проблемы, в том числе и морально-этического свойства. На заре атомной физики человеку казалось, что он может выступать в роли наблюдателя, который стоит вне исследуемой им и подвергающейся его воздействию Природы. Вскоре, когда стало ясно, что радиоактивное излучение смертельно опасно, пришло понимание, что человек не может отойти от природы на почтительное расстояние и отстраненно лицезреть происходящее, оставаясь вне зоны досягаемости. Но, осознав в той или иной мере свою неотделимость от природы, он все же думает, что может защититься от нежелательных последствий своих манипуляций. Однако генная инженерия, например, т.е. прямое и ничем не контролируемое вмешательство в эволюцию живой материи, такой возможности, пусть даже косвенной, человеку не оставляет. Сегодня никто не может даже приблизительно оценить те последствия, которые повлечет за собой размножение искусственно созданной живой материи. Таким образом, наука приобрела качественно новое, до сих пор неизвестное моральное измерение. ▶



О цивилизационном развитии

Вмешательство в эволюцию живого – не единственное неизвестное в сложном уравнении будущего цивилизации. Не менее трудно предугадать развитие другого ключевого процесса, связанного с глобализацией и на глазах меняющего картину мира, – речь идет об информатизации. В конце XX столетия, когда заговорили о создании единого мирового информационного пространства, знания стали использоваться для наращивания экономической мощи. Появились «ноу-хау» – научные тайны, которые тщательно охраняются корпорациями и государством и зачастую направлены на достижение превосходства над другими народами. События последних лет наглядно демонстрируют, как, обладая высокими технологиями,

сильные державы подавляют более слабые, навязывая им свою волю. Для подобных действий уже изобретен свой термин – «гуманитарная интервенция».

Изобретение и внедрение компьютерных технологий, несомненно, отразилось на жизни

общества, однако не следует думать, что информационная революция приведет к скорой смене цивилизационного развития. Причина чисто экономическая и даже – энергетическая. Дело в том, что в ближайшие 50–70 лет основным источником получения необходимой энергии по-прежнему будут невозобновляемые есте-

ственные ресурсы – нефть, газ и уголь. Какими бы хитроумными электронными системами управления ни был оснащен автомобиль, самолет или океанский лайнер, принципиально ничего не изменится, поскольку в основе действия механизма все равно останется дви-

«Многознание уму не научает».

Гераклит

гатель внутреннего сгорания. Так что развитие человечества в XXI в. скорее всего окажется неотделимым от борьбы за сырье и ресурсы, которая будет вестись посредством информационных технологий. Для осуществления же цивилизационного скачка необходим переход на принципиально новый источник энергии, топливо будущего.

Заглянуть в будущее

Существенная разница между человеческой мудростью и научным знанием заключается и в том, что первая склонна предостерегать и воздерживаться от необдуманных действий, основываясь на опыте прошлого, вторая же любой ценой стремится к новым горизонтам. Мудрость оглядывается назад, наука смотрит вперед, однако ни та, ни другая не способна в конечном итоге к эффективному прогнозированию.

В 30-е гг. прошлого века президент США Ф. Рузвельт поручил своей администрации провести обширное исследование в области перспективных технологий. Но даже лучшие ученые и инженеры не смогли тогда предсказать появление ни телевизора, ни пластмасс, ни реактивных самолетов, ни трансплантации искусственных органов, ни лазеров, ни даже шариковых ручек, при том что физические явления, использованные впоследствии для их создания, к тому времени были открыты и хорошо



изучены. Делать научные, а тем более технические и технологические расчеты на будущее весьма сложно. Вероятно, в наступившем столетии генеральное направление развития науки будет связано с повышением эффективности научного прогнозирования, в частности, таких его методов, как гипотеза, экстраполяция, интерполяция, мысленный эксперимент, научная эвристика и др. Любое предположение в большей или меньшей степени опирается на определенные вычисления и логические построения, однако на сегодняшний день математическая теория прогнозирования не располагает ни надлежаще глубокой теоретической основой, ни соответствующим инструментарием, ни достаточно обширной областью применения, что особенно важно с практической точки зрения. Результат будет зависеть от того, насколько органично удастся соединить теоретическое (научное) и практическое (внеаучное) знание, политику (т.е. прагматическое использование информации в интересах власти и экономики) и даже мифы и легенды.

Если естественнонаучные теории будущего весьма спорны, то еще менее убедительны они в гуманитарной сфере, которая, выдвинув «аксиому глобализации», как бы утвердила тезис о «конце истории»: идеи либерализма-де победили окончательно, бесповоротно и вселенски. Однако дело, видимо, не столько в завершении развития человечества, сколько в кризисе гуманитарной науки.

По большому счету у человечества есть только две возможности заглянуть в будущее – наука и религия. Как заметил блестящий физик Стивен Хокинг, вера в истинность теории расширяющейся Вселенной и Большого Взрыва не противоречит вере в Бога-творца, но указывает пределы времени, за которое он должен был справиться со своей за-

Лауреат Нобелевской премии по химии **ИЛЬЯ ПРИГОЖИН** в свое время писал, что для древних природа была источником мудрости. Средневековая природа говорила о Боге. В новые времена природа стала настолько безответной, что Кант счел необходимым полностью разделить науку и мудрость, науку и истину. Этот раскол существует на протяжении двух последних столетий. Настала пора положить ему конец.

дачей. Наука, конечно же, пребывает во времени, а следовательно, имеет будущее. Но опыт подсказывает, что прогнозировать развитие науки – дело неблагодарное.

О границах познания

Открытия фундаментальной науки постепенно отодвигают границы познания, заставляют снимать запреты, отказываться от устоявшихся убеждений и заблуждений.

Всегда будет существовать тяга человека к новым знаниям, поскольку она диктуется его стремлением к лучшей жизни.

Со времен Аристотеля до Галилея развитие физики сдерживало убеждение, что ее главная задача – анализ движения тел, а не изучение изменения его характера. Аристотель говорил, что тело следует рассматривать как покоящееся; Галилей доказал, что состояние покоя есть частный случай движения; а сформулированные Ньютоном в 1687 г. три закона механики ознаменовали отказ от старых представлений и появление классической физики.

История человеческой мысли знает немало подобных примеров. И все они свидетельствуют об одном: наука не терпит раз и навсегда установленных догм и ограничений. Скорее всего и концепция «конца истории» в свое время займет свое место в анналах хроники человеческого разума.

Мудрость *international*?

В отличие от знания, образованности, информированности мудрость есть способность принимать и усваивать жизненный опыт предыдущих поколений, без чего невозможно развитие науки и культуры, а значит, и цивилизации. Однако опыт прошлого нельзя принимать как непреложный закон, его нужно творчески и критически переосмысливать. Существует еще одно принципиальное различие между знанием и мудростью. Первое интернационально по своей сути, одинаково для всех стран и народов. Вторая же, наоборот, глубоко национальна, ею проникнут фольклор, литература, культура, традиции, кроме того, она всегда имеет нравственную, этическую подоплеку, отра-

жающую гуманитарные ценности народа. Поэтому каждая нация вкладывает свой смысл в одни и те же понятия. В любом языке есть такие слова, как совесть, долг, честь, родина, истина, доброта, любовь и т.д. Однако как по-разному понимают эти категории люди в разных концах планеты! Дело в том, что мудрость – это прежде всего разговор о жизни, о ее смысле, а каждый народ живет по-своему. Имеют значение также особенности языка, на котором ведется ▶

наша «беседа мудрецов». Изучая интеллектуальное наследие, важно учитывать, с какой этнической общностью соотносит себя ученый, философ или художник, о ком он говорит «Мы» в отличие от «Они». Такое самоопределение выражает свойственные данному социуму обычаи, традиции, память, связь с предками и т.д. Дистанция между «Мы» и «Они» – это и есть различия между культурами.

Произойдет ли в процессе глобализации сближение культур и какое внутреннее наполнение получит тогда данное понятие? Обретут ли все народы мира одни и те же символы веры (в том числе и религиозной) и заговорят ли на одном языке (например, «новом эсперанто»)? Или какой-то одной культуре (допустим, англосаксонской) будет отведена ведущая роль, а остальные будут искусственно подавляться? Или под прессом глобализации произойдет такое смешение народов, наций и рас (и чисто биологическое, в частности), что все мы в конце концов станем одного цвета, роста и даже пола? Ответить на такие вопросы пока невозможно.

В обществе идет процесс накопления «опасного знания», источником которого является как наука, так и внеученая сфера. Постепенно такая негативная информация разными путями обретает легальные формы и становится общественной нормой. Отклонения, которые когда-то были единичными и локальными, становятся массовыми и всеохватывающими.

«опасного знания», источником которого является как наука, так и внеученая сфера. Постепенно такая негативная информация разными путями обретает легальные формы и становится общественной нормой. Отклонения, которые когда-то были единичными и локальными, становятся массовыми и всеохватывающими. Достаточно посмотреть, как развивается ситуация вокруг легализации наркотиков. В некоторых странах, например в Голландии, использование

В наступившем веке мы все чаще будем сталкиваться с запретами и ценностями морально-этического характера, которые нельзя создать или преодолеть технологическими средствами, сколь бы совершенными ни были последние. Именно такие ценности и определят в конечном счете выбор маршрутов цивилизационного развития. Возможно, человечество предпочтет доминирующую сегодня систему этических установок, основанную на потребительской концепции существования. Тогда нам предстоит дальнейший путь разрушения собственной физической и нравственной среды обитания, который в конце концов приведет к гибели человечества. Но, может быть, мы в один прекрасный день взглянем на себя со стороны и ужаснемся, и поймем, что для того, чтобы остаться людьми и просто остаться на своей планете, надо не разрушать, а созидать, не потреблять, а отдавать, не только удовлетворять все растущие физиологические потребности, но и развиваться духовно. И роль фундаментальной науки и научного сообщества в том, чтобы указать и обосновать именно это направление пути цивилизации. Удастся ли им такая миссия, во многом будет зависеть от профессионального и нравственного облика ученого будущего, от того, как изменятся в перспективе функции научной теории.

Наука не терпит раз и навсегда установленных запретов и ограничений.

Человечество на распутье

Сейчас много говорится о том, что эгоизм, ложь, разврат и т.п. приобрели вселенские масштабы. В далеком прошлом, дескать, столь плачевными нравственными недугами «болело» меньшинство, а теперь – большинство людей. Но если дела обстоят именно так, если то, что было пороком, стало этической нормой, не следует ли признать, что таковы сегодня эталоны социального бытия? Глобализация весьма способствует такому развитию событий. В обществе идет процесс накопления

так называемых «легких наркотиков» официально узаконено. За их разрешение в США выступает не кто иной, как Джордж Сорос. Другим примером укоренения противоестественных наклонностей в качестве нормы нарождающегося глобального общества может служить законодательное признание в ряде стран сексуальных отношений нетрадиционной ориентации. Таким образом, уже весьма рельефно проступают контуры «новой общечеловеческой культуры», основанной на наркотиках и моральной распушенности.

Наука третьего тысячелетия

Размышляя о судьбах науки, нельзя не заметить некоторую неравномерность ее развития. С одной стороны, она действительно вышла на рубежи, близкие к фантастике. Так, уже сейчас создается проект квантового компьютера; разработана технология амниоцентоза, которая позволит с точностью до 99% определять неблагоприятный исход родов у женщин и, соответственно, принимать необходимые меры.

Но с другой стороны, мир вокруг нас по-прежнему полон тайн,

разгадать которые ученые пока бес- сильны. Отчасти это объясняется тем, что наука все больше походит не столько на искательницу истины, сколько на коммерческое предприя- тие, работающее по заказу инвесто- ра. Понять причины можно, учиты- вая скудное финансирование науки, однако ни одно частное предприя- тие не будет вкладывать средства в фундаментальные исследования, поскольку от них нельзя требовать немедленной отдачи. Ни банки, ни бизнес не интересуют какие-ни- будь «длинные волны» или «циклы», периоды которых измеряются сот- нями, тысячами, а то и миллиона- ми лет; вряд ли их волнует и смысл бытия. Однако подлинная наука не может существовать в безвоздуш- ном пространстве потребительско- го отношения и равнодушия. Чтобы адекватно и квалифицированно от- вечать на экзистенциальные и при- кладные вопросы, ей необходимы не только лаборатории и новейшие приборы, но и высокий уровень об- разования молодых членов научно- го сообщества, достойные зарплаты и особенно востребованность со стороны общества.

Будущее науки и наука будущего определяется отношением к ней го- сударства и власти. И речь вовсе не о том, чтобы державой руководили исключительно ученые мужи. Но горе той стране, чье правительство полностью игнорирует науку, – у нее нет перспектив. Потому что будущее закладывается сегодня – в кабинетах правительства и лабораториях ученых, на промышленных предприя- тиях и в университетских аудито- риях, более того – в умах и сердцах людей. Однако если и в дальнейшем наука, вненаучное знание и политика останутся разобщенными, будущее человечества станет еще менее пред- сказуемым и окажется в зоне риска.

Хочется верить, что всем нам до- станет мудрости выбрать верный путь для нашей цивилизации. И тог- да мы «увидим новое небо и новую землю»... ■





Чтобы *Wi-Fi*-доступ в Интернет стал быстрее и надежнее, инженеры должны наделить беспроводные сети способностью приспосабливаться к изменчивой окружающей среде и справляться со все возрастающим количеством пользователей.

Алекс Хиллс

smart wi-fi

Беспроводной доступ в Интернет по протоколу *Wi-Fi* обеспечивает пользователей все более быстрой и надежной связью.

Люди все чаще пользуются технологией *Wi-Fi* для выхода в Интернет в кафе, залах аэропортов и дома. Беспроводное подключение кажется чем-то неопостижимым, поскольку делает Сеть доступной в любое время в любом месте. Пользователи получают быструю, надежную связь с той непринужденной легкостью, которая когда-то обеспечила сотовым телефонам бешеную популярность.

Специалисты компании *Pyramid Research*, занимающейся исследованиями в области телекоммуникаций, предсказывают, что общее количество пользователей *Wi-Fi* к 2008 г. может достичь 271 млн. человек. Маркетинговая компания *In-Stat* оценивает годовой оборот *Wi-Fi*-индустрии в \$3 млрд. Однако столь бурное развитие технологии и возрастающий спрос на нее сопряжены со множеством проблем. Увеличение нагрузки на *Wi-Fi*-сети приводит к снижению надежности и скорости связи.

Беспроводные радиоканалы принципиально уступают оптоволоконным, *Ethernet* и *ADSL* линиям по скорости и степени безопасности. Это было очевидно еще в 1993 г., когда я руководил исследовательской группой в Университете Карнеги-Меллона. Мы работали над проектом первой крупномасштабной

беспроводной локальной вычислительной сети (ЛВС) *Wireless Andrew*, которая стала предшественницей нынешних *Wi-Fi*-сетей. С 1999 г. она связывает все компьютеры университетского городка. Минуту чуть больше десятка лет с начала нашей работы, а в мире беспроводной связи произошли большие перемены. Рост популярности *Wi-Fi* привел к возникновению целого ряда сложных проблем, в решении которых был достигнут существенный прогресс.

Основы *Wi-Fi*

Wi-Fi-сети объединяют ноутбуки, КПК и телефонные аппараты, оснащенные специальными радиомодулями. Связь осуществляется через так называемые точки доступа, т.е. базовые станции (БС), подключенные к Интернету с помощью обычных проводов. Область действия каждой БС представляет собой сферу радиусом от 20 до 50 м и называется сотой (этот термин позаимствован из мобильной телефонной связи). Любое мобильное устройство в пределах соты получает доступ в Интернет (см. рис. на стр. 76).

Раньше не было единого стандарта на беспроводное сетевое оборудование, и устройства разных производителей не понимали друг друга. Но в 1997 г. Институт инженеров ▶

по электротехнике и электронике (IEEE) принял стандарт *IEEE 802.11*, которому сегодня соответствует большая часть оборудования для беспроводных ЛВС. В народе он получил название *Wi-Fi*. Этот стандарт определяет не все аспекты работы беспроводной сети, но гарантирует совместную работу различных типов устройств.

Проектировщики *Wi-Fi*-сетей должны обеспечить надежное соединение, высокую скорость приема и передачи данных, непрерывную зону покрытия, безопасность и конфиденциальность информации. Трудность заключается в том, что беспроводные ЛВС всецело полагаются на радиосвязь, которая сама по себе имеет определенные отрицательные стороны (см. врез на стр. 77). Качество сигнала, поступающего на базовую станцию или мобильное устройство клиента, ухудшается по следующим причинам:

- Радиосигнал ослабляется с расстоянием, даже если на пути его распространения нет физических преград.

- Радиоволны отражаются от стен, мебели и оборудования и идут от передатчика к приемнику сразу несколькими путями. В результате интерференции волн в точке приема могут возникать замирания сигнала.

- Сигнал искажается радиопомехами от микроволновых печей, стартеров автомобильных двигате-

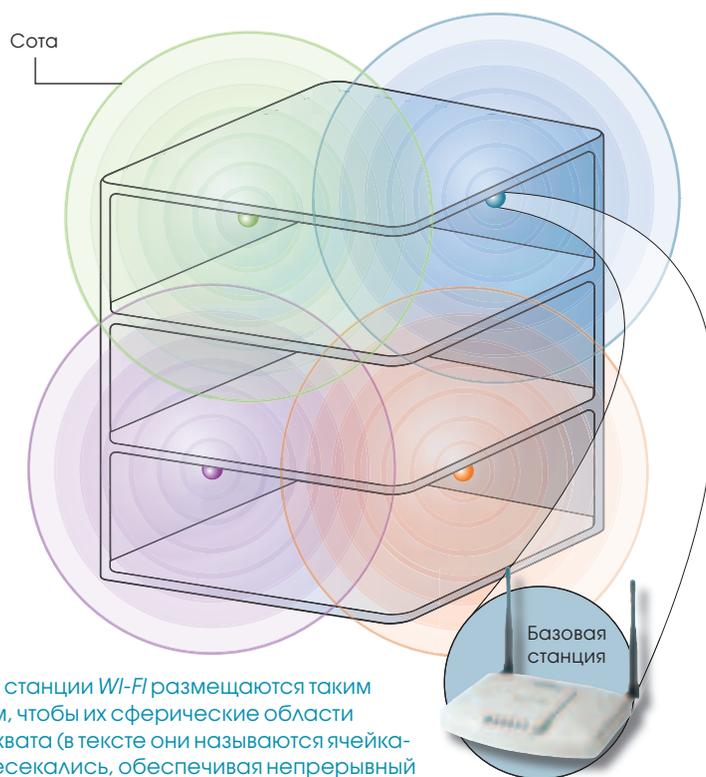
лей, ламп дневного света и другого электрооборудования.

Связистам хорошо знакомы эти проблемы, но, к сожалению, их решение связано со снижением скорости передачи данных. В обычных ЛВС скорость передачи данных лежит в пределах от 100 до 1000 Мб/с, а в соответствующих стандарту *IEEE 802.11b* беспроводных не превышает 11 Мб/с. Оборудование, в котором реализо-

ваны новые протоколы *IEEE 802.11a* и *IEEE 802.11g*, позволяет достигать скорости 54 Мб/с. Сейчас готовится новый стандарт *IEEE 802.11*, предусматривающий передачу данных со скоростью до 108 Мб/с.

Однако названные цифры отражают весьма оптимистичный взгляд на возможности *Wi-Fi*. На самом деле скорость приходится снижать, чтобы компенсировать затухание радиосигнала, интерференцию переотраженных волн и влияние радиопомех. Например, согласно протоколу *IEEE 802.11b*, скорость связи может падать до 1 Мб/с. Необходимость передачи контрольных битов для снижения вероятности ошибок приводит к дополнительному снижению скорости.

С момента появления технологии *Wi-Fi* мы с коллегами работаем над проблемой обеспечения надежности связи, повышения ее скорости и информационной безопасности. В ходе разработки технологии беспроводных ЛВС второго поколения



Базовые станции *Wi-Fi* размещаются таким образом, чтобы их сферические области радиохвата (в тексте они называются ячейками) пересекались, обеспечивая непрерывный беспроводный прием в пределах здания.

ОБЗОР: БЕСПРОВОДНЫЕ ЛВС

- *Wi-Fi*-доступ в Интернет становится все более популярным. Возрастание сетевого трафика отрицательно сказывается на производительности беспроводных ЛВС и приводит к досадным задержкам и перебоям в обслуживании. Беспроводная технология второго поколения *Smart Wi-Fi* поможет решить эти проблемы.

- *Wi-Fi*-сети должны обеспечивать надежную радиосвязь, высокую скорость передачи данных, непрерывную зону покрытия и необходимый уровень безопасности. Новое оборудование, соответствующее стандарту *Smart Wi-Fi*, будет без труда справляться с этой задачей даже при большом количестве пользователей.

(мы назвали ее *Smart Wi-Fi*) нам удалось успешно решить многие проблемы, повысив интеллектуальность *Wi-Fi*-систем.

Разгрузка сети

Smart Wi-Fi порадует пользователей Интернета качественной беспроводной связью, которая избавлена от недостатков, связанных с перегрузкой радиоканала, влиянием радиопомех и низкой информационной безопасностью.

Перегрузка сети возникает, когда к базовой станции обращается слишком много пользователей. В результате резко падает скорость связи, а соединение становится неустойчивым. Поскольку базовая станция и ее абоненты используют один радиоканал и не могут передавать информацию одновременно, в современных *Wi-Fi*-сетях конфликты между клиентами одной

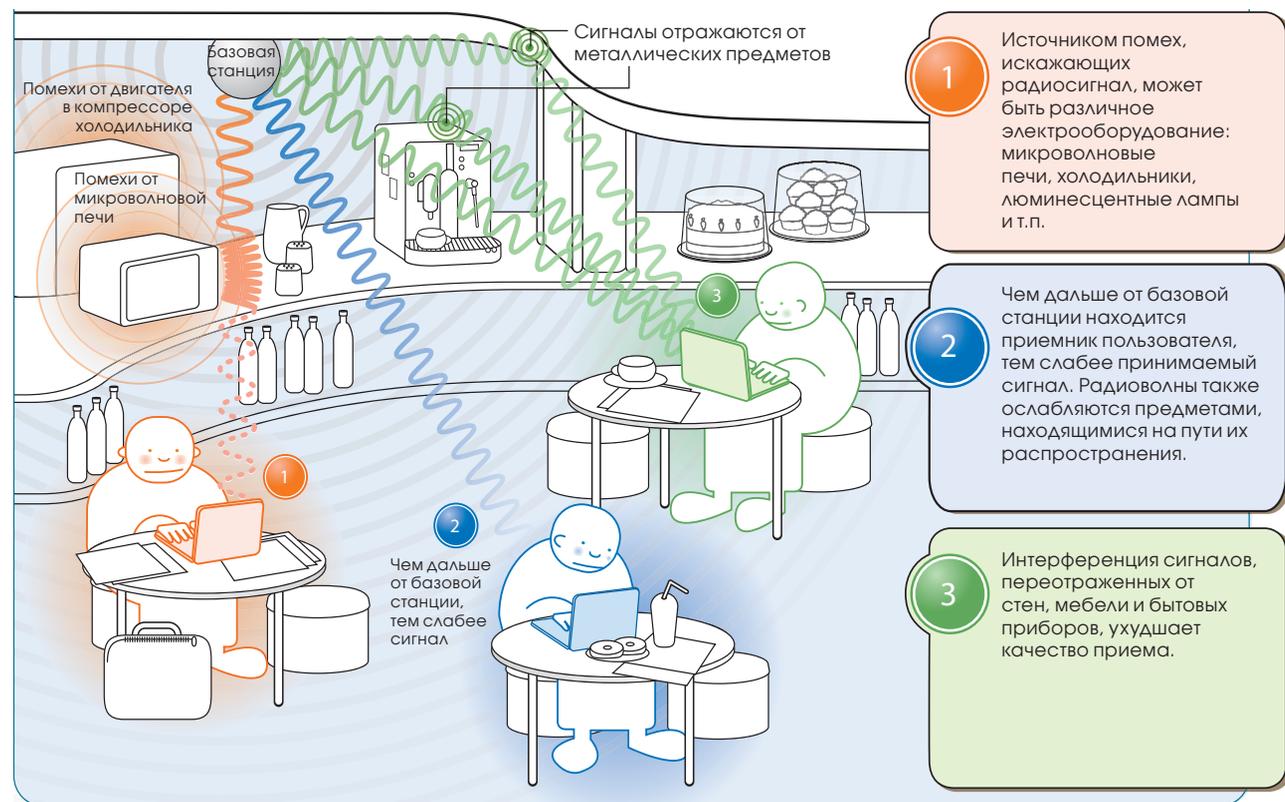
соты разрешаются по протоколу *CSMA/CA* (*carrier sense multiple access with collision avoidance*, множественный доступ с контролем несущей и предотвращением конфликтов). Любой участник сети, будь то клиент или базовая станция, перед посылкой сигнала слушает эфир. Если устройство слышит, что кто-то из его коллег посылает сигнал, оно ждет, пока канал не освободится. Если две станции попытаются послать сигнал одновременно, то не услышат друг друга: их передачи «столкнутся» (т.е. будут получены с ошибками) и потребуются повтор-

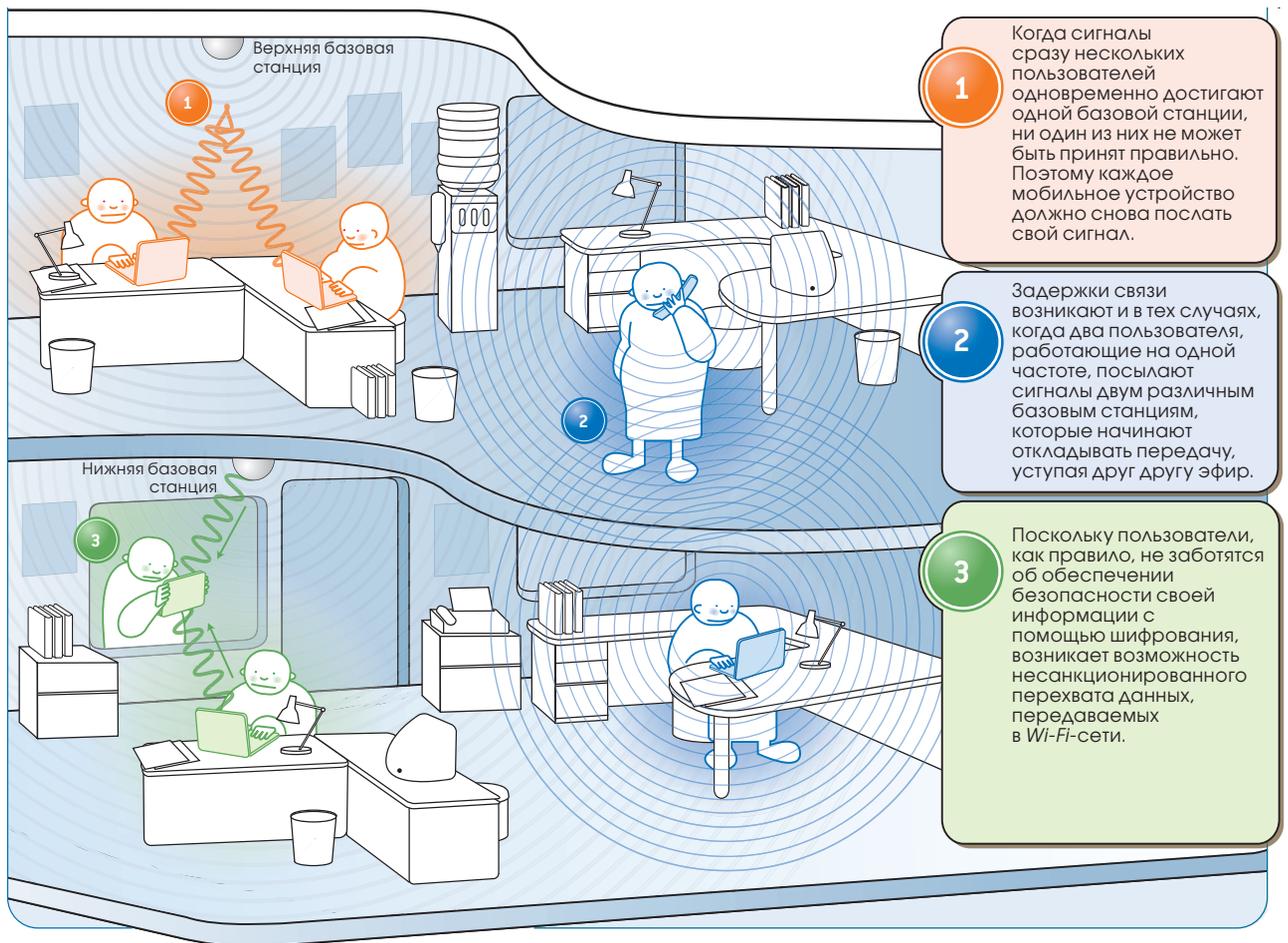
ный обмен сигналами. Когда к базовой станции обращается множество портативных компьютеров, подобные «столкновения» и повторные передачи происходят очень часто, в результате чего возникают задержки связи (см. врез на стр. 78).

В местах, где собирается множество пользователей, проблема перегрузки базовой станции может быть весьма серьезной. Впервые мы столкнулись с этой проблемой в больших лекционных аудиториях Университета Карнеги-Меллона. Сразу стало ясно, что нечего и мечтать о высокой ▶

В беспроводных ЛВС используются радиоканалы связи, у которых есть целый ряд принципиальных недостатков.

ИЗ-ЗА ЧЕГО *WI-FI* ДАЕТ СБОИ





производительности беспроводных сетей в местах, где собираются сотни пользователей переносных компьютеров.

Протокол CSMA/CA иногда не работает в тех случаях, когда две точки доступа используют один и тот же радиоканал. Если одна базовая станция «услышит» сигнал другой, она может принять его за сигнал своего клиента и отсрочить передачу. Подобное наложение каналов является еще одной причиной снижения производительности сети (см. *врез сверху*).

Предположим, что мобильные устройства Джейн и Джо используют один радиоканал, но находятся в различных частях здания и соединены с разными базовыми станциями. Всякий раз, когда устройство Джо будет «слышать» сигналы передатчика Джейн, оно будет от-

кладывать передачу данных. То же самое касается устройства Джейн. Качество связи ухудшается для обоих пользователей, что особенно заметно, когда Wi-Fi используется для телефонии.

Чтобы устранить эту проблему, нужно тщательно настроить каналы и задействовать так называемое выравнивание нагрузки. Дело в том, что клиент обычно находится в зоне действия нескольких базовых станций. Оборудование Smart Wi-Fi стремится равномерно распределить пользователей по базовым станциям, что существенно разгружает сеть. Получив от мобильного устройства запрос на соединение, базовая станция может принять или отклонить его. Хотя в стандарте IEEE 802.11 не описан алгоритм осуществления такого выбора, базовые станции второго

ОБ АВТОРЕ:

Алекс Хиллс (Alex Hills) – специалист по электронике и вычислительной технике, профессор Университета Карнеги-Меллона, где является заместителем ректора. Свою карьеру он посвятил беспроводным технологиям передачи данных. Хиллс спроектировал первую в мире беспроводную ЛВС *Wireless Andrew* и разработал инструмент для проектирования Wi-Fi-сетей, который получил название *Rollabout*.

поколения при принятии решения учитывают и собственную нагрузку, и нагрузку, своих ближайших коллег. Перегруженная базовая станция отказывает новому клиенту в новом соединении, если «узнает», что в радиусе его действия есть более свободная точка доступа. В результате производительность сети повышается (см. *врез внизу*). Таким образом, выравнивание нагрузки позволит будущим *Wi-Fi*-сетям успешно справляться со своей задачей даже в местах большого скопления пользователей мобильных устройств.

Адаптация к условиям среды

Проблем, связанных с ослаблением радиосигнала, его переотражением и интерференцией, а также с помехами, можно избежать при правильном проектировании бес-

Когда к базовой станции подключается множество компьютеров, их сигналы конфликтуют и связь становится неустойчивой.

проводной сети. Исходя из предполагаемого места размещения клиентов, инженер должен решить, где разместить базовые станции, чтобы обеспечить непрерывную зону покрытия и требуемую производительность сети. Кроме того, нужно грамотно распределить радиоканалы по точкам доступа. При этом следует учитывать характеристики радиоокружения и геометрию здания, в котором разворачивается беспроводная ЛВС.

Базовые станции должны располагаться как можно дальше друг

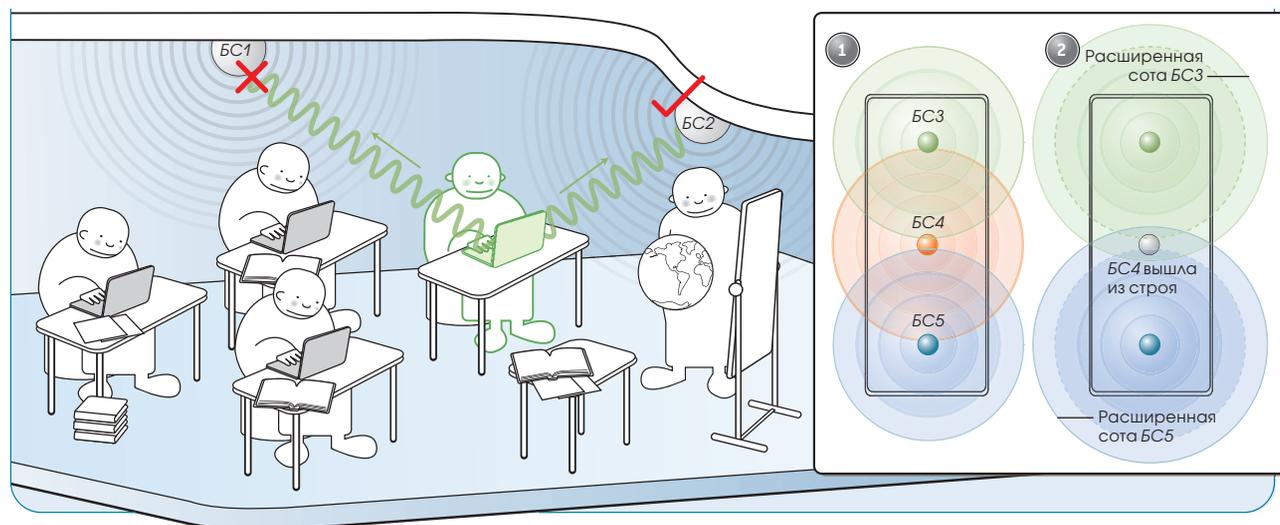
от друга, чтобы свести к минимуму расходы на оборудование и исключить наложение сот, использующих одинаковые радиоканалы, поскольку это снижает производительность сети. Распределение радиоканалов по станциям выполняется так, чтобы свести к минимуму взаимное влияние базовых станций, работающих на одном канале.

Изменяя мощность передатчика, базовая станция *Smart Wi-Fi* автоматически управляет размером своей соты и при необходимости увеличивает ее, чтобы ▶

АДАПТИВНОСТЬ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ *WI-FI*-СЕТЕЙ

Сеть *Smart Wi-Fi* может обслуживать множество пользователей, равномерно распределяя их по доступным базовым станциям. Загруженная точка доступа откажет пользователю в соединении (см. *снизу слева*), если в радиусе действия его *Wi-Fi*-устройства найдется более свободная станция, с которой он и будет связан. Такой алгоритм выравнивания нагрузки позволяет повысить общую производительность сети.

При изменении условий прохождения радиосигнала *Wi-Fi*-станция может уменьшить или увеличить свою соту. В приведенном примере (см. *снизу справа*) базовые станции 3, 4 и 5 обслуживают определенную территорию (1). Если станция 4 неожиданно выходит из строя, в зоне покрытия возникает брешь и соседние станции 3 и 5 расширяют свои соты, чтобы закрыть ее (2).

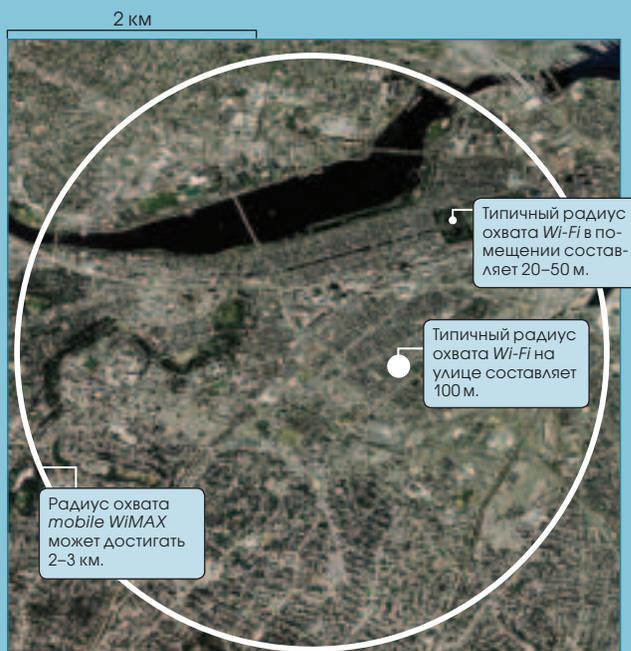


Возможно, многие уже слышали о новой технологии беспроводной связи *WiMAX*. В отличие от *Wi-Fi* она основана на стандарте *IEEE 802.16d*, который был принят в 2004 г. для скоростного беспроводного обмена данными со стационарными пользователями на расстояниях до 50 км. Следует отметить, что максимальный радиус охвата *Wi-Fi*-сетей не превышает нескольких сотен метров. Станции *WiMAX* передают сигналы большой мощности, которая зависит от используемого радиодиапазона. Скорость передачи данных в сетях *WiMAX* достигает 75 Мб/с, правда, эта полоса пропускания распределяется по множеству пользователей.

Несмотря на первоначальное назначение технологии, сейчас разрабатывается стандарт для мобильных устройств *IEEE 802.16e*, который известен как *mobile WiMAX*. Беспроводные сети, соответствующие этому стандарту, будут предоставлять интернет-доступ для ноутбуков и карманных компьютеров в радиусе нескольких километров.

Сейчас идет много разговоров о *mobile WiMAX*, однако этот стандарт еще не принят. Пока не ясно, найдет ли эта технология свое место на рынке. *WiMAX* и *Wi-Fi* вряд ли будут соперниками. *WiMAX* скорее всего будет конкурировать с системой сотовой связи третьего поколения (3G), которая будет обеспечивать мобильный доступ к Интернету сначала в городах, затем и в сельской местности. Как и *WiMAX*, 3G работает на более высоких уровнях мощности и обеспечивает большую зону охвата, чем *Wi-Fi*.

Возможно, *Wi-Fi*, *WiMAX* и 3G будут сосуществовать и займут разные рыночные ниши. Поскольку 3G и *WiMAX* работают на



более высоких уровнях мощности и используют не такую схему доступа, как в *Wi-Fi*, связанные с их использованием проблемы и их возможные решения не имеют ничего общего с описанными в этой статье. Вероятно, в будущем ноутбуки и КПК будут оснащены модулями, которые позволят им работать сразу в нескольких видах беспроводных сетей. Скажем, в помещениях ноутбук мог бы соединиться с *Wi-Fi*, а в других местах использовать *WiMAX* или 3G.

она частично пересекалась с соседними сотами. Использование этой технологии позволяет сети самостоятельно восстанавливаться при сбоях.

Время от времени условия прохождения радиосигнала меняются, так что при отсутствии интеллектуальных функций даже тщательно продуманная сеть может дать сбой. К тому же может измениться первоначальное размещение оборудования. Скажем, перемещение металлических станков и агрегатов на фабрике может привести к образованию брешей в зоне охвата. Соответствующее расширение или сжатие размеров сот позволяет исправить ситуацию. Адекватная реакция базовых станций на изменения окружающей среды обеспечивает

непрерывность зоны покрытия без избыточного наложения ячеек. (В настоящее время базовые станции могут менять только собственную мощность, но скоро должны появиться дополнения к стандарту *IEEE 802.11*, согласно которым мобильные устройства будут регулировать мощность своих передатчиков под управлением базовых станций.)

Автоматическое управление размером соты существенно облегчает проектирование беспроводных ЛВС: отпадает необходимость поиска оптимального расположения точек доступа. Кроме того, когда некоторые базовые станции выходят из строя, изменение размеров сот позволяет устранить брешы в зоне покрытия (см. врез на стр. 79).

Динамическое назначение радиоканала

В сетях *Smart Wi-Fi* базовые станции в процессе работы могут динамически выбирать радиоканалы. Обычно проектировщики жестко назначают каналы, чтобы свести к минимуму их наложение. Однако окружающая радиообстановка может измениться, так что нет никакой гарантии, что изначальная конфигурация останется эффективной.

Второе поколение ЛВС *Wi-Fi* регистрирует брешы в зоне покрытия, а затем динамически подбирает каналы. В результате отпадает необходимость назначать каналы на этапе проектирования. Например, если из офиса убрали часть мебели, то станция может автоматически увеличить область охвата. Если другая

станция вдруг расширила свою соту, то производительность сети может понизиться. В этом случае соседняя ячейка может переключиться на другой канал. Алгоритм выбора канала гарантирует, что наложение сот в целом по сети будет минимальным.

Системы *Smart Wi-Fi* периодически включают программу переключения каналов, чтобы базовые станции адаптировались к текущей радио-обстановке. Производительность беспроводной ЛВС при этом увеличивается еще и потому, что базовые станции могут выбрать каналы, на которых меньше радиопомех.

Информационная безопасность

Наибольшее внимание уделяется вопросу конфиденциальности в *Wi-Fi*-сетях. Вряд ли кто захочет, чтобы посторонние лица получили доступ к его электронным письмам или даже файлам на его мобильном устройстве (см. врез на стр. 78). Изначально стандарт *IEEE 802.11* предусматривал шифрование посылаемых данных по протоколу *WEP* (*Wired Equivalent Privacy*, сетевой

КОМПАНИЯ	АДРЕС	САЙТ
Aruba Networks	Саннивейл, Калифорния	www.arubanetworks.com
Cisco Systems/Airespace*	Сан-Хосе, Калифорния	www.airespace.com
Cisco Systems/Aironet*	Сан-Хосе, Калифорния	www.cisco.com
Colubris Networks	Уолтхем, Массачусетс	www.colubris.com
Extreme Networks	Санта-Клэр, Калифорния	www.extremenetworks.com
Symbol Technologies	Холтсвилл, Нью-Йорк	www.symbol.com
Trapeze Networks	Плизантон, Калифорния	www.trapezenetworks.com

* Cisco Systems недавно приобрела компанию Airespace, занимающуюся Smart Wi-Fi. Aironet – продукт компании Cisco Systems, наделенный функциями Smart Wi-Fi.

токолу *WEP*. Поэтому разработчики *Wi-Fi* серьезно занялись проблемой информационной безопасности.

Другая ахиллесова пята *Wi-Fi*-сетей – авторизация доступа. Клиенты идентифицируются при помощи имени и пароля. Но если злоумышленник может получить доступ к содержанию чужих сообщений, то ему не составит труда разведать идентификационные параметры пользователя и получить

В качестве примера можно привести систему обнаружения вторжений. Беспроводные ЛВС существенно отличаются от обычных тем, что злоумышленнику нужно находиться в зоне покрытия сети. Поэтому некоторые типы *Wi-Fi*-систем позволяют определить местоположение сетевого взломщика и заблокировать его сетевое устройство.

С внедрением *Smart Wi-Fi* беспроводные ЛВС практически перестанут отличаться от традиционных сетей. Сейчас разрабатывается возможность автоматического определения местоположения любых мобильных *Wi-Fi*-устройств. В недалеком будущем операторы сети смогут быстро определять местонахождение людей (скажем, врачей в больнице) или предметов (например, изделий на сборочной линии).

Сейчас идет бурное развитие *Wi-Fi* и других беспроводных телекоммуникационных технологий. Например, в Филадельфии создается *Wi-Fi*-сеть, охватывающая весь город. Все большую популярность завоевывает сотовая телефония третьего поколения (*3G*), а также новая технология беспроводной связи *WiMAX* (см. врез на стр. 80). С каждым годом мы все меньше зависим от проводов. ■

На радость пользователям *Wi-Fi*-сети становятся столь же быстрыми и надежными, как их проводные аналоги.

стандарт конфиденциальности). Информация преобразуется таким образом, чтобы обратное преобразование было возможно только при наличии ключа – специального шифра, который использовался при шифровании. Но большинству пользователей беспроводных ЛВС и в голову не приходит активировать в своем программном обеспечении функцию шифрования, поэтому сигнал посылается «открытым текстом» и без труда может быть перехвачен. Впрочем, компьютерным мошенникам неоднократно удавалось взломать защиту по про-

невторизованный доступ к сети. В 2004 г. появились стандарты *IEEE 802.11i*, *WPA* (*Wi-Fi Protected Access*, защищенный доступ к *Wi-Fi*) и *IEEE 802.1X*, регламентирующие усиленные методы шифрования и более надежные методы получения доступа к сети за счет применения шифровальных ключей. Таким образом, в сетях *Smart Wi-Fi* удастся достигнуть принципиально нового уровня информационной защищенности.

Некоторые изготовители *Wi-Fi*-оборудования принимают собственные меры безопасности.

ТОПЛИВО XXI века

Одной из актуальных задач современного общества является поиск альтернативных источников энергии. Наиболее перспективным в этом плане считается водород, многие ученые называют его «топливом XXI века», способным решить энергетические и экологические проблемы, связанные как с выбросом ядовитых веществ в атмосферу, так и с накоплением двуоксида углерода, приводящим к нарушению биоценоза.

Для преобразования химической энергии водорода в электричество наиболее эффективным считается использование топливных элементов, обладающих КПД не менее 50%. В результате работы водородных топливных элементов помимо электроэнергии производится

только тепло и вода (в малых количествах). Они не содержат движущихся деталей и абсолютно бесшумны. Наиболее привлекательны элементы с твердым полимерным электролитом (ТПЭ). Областями их использования является автомобильный транспорт (до 70% потенциального рынка), а также системы автономного энергоснабжения (включая элементы питания для портативной техники – мини-компьютеры, фото- и видеокамеры, мобильные телефоны и т.п.).

Уже сегодня большинство автомобильных компаний представили прототипы автомобилей на топливных элементах с ТПЭ и ведут интенсивные разработки в данной области. А в настоящее время запущена программа по опытной эксплуатации 40 автомобилей на водородных топливных элементах в разных городах США.

В США начиная с 2003 года выделяются средства в размере 1,2 млрд. долларов по президентской программе перехода к водородной энергетике.

Кроме транспорта областью применения топливных элементов может стать децентрализованное энергоснабжение. По оценкам, в Германии к 2010 г. доля топливных элементов в отоплении и электроснабжении составит 10–30%. Энергоустановки на их основе электрической мощностью 1,5 кВт и тепловой мощностью 2,9 кВт будут использоваться в коттеджах и многоквартирных домах.

Топливные элементы с ТПЭ находят свое применение и в более специализированных областях. Например, их использование в качестве энергоустановок может сделать подводные лодки бесшумными и свести к миниму-

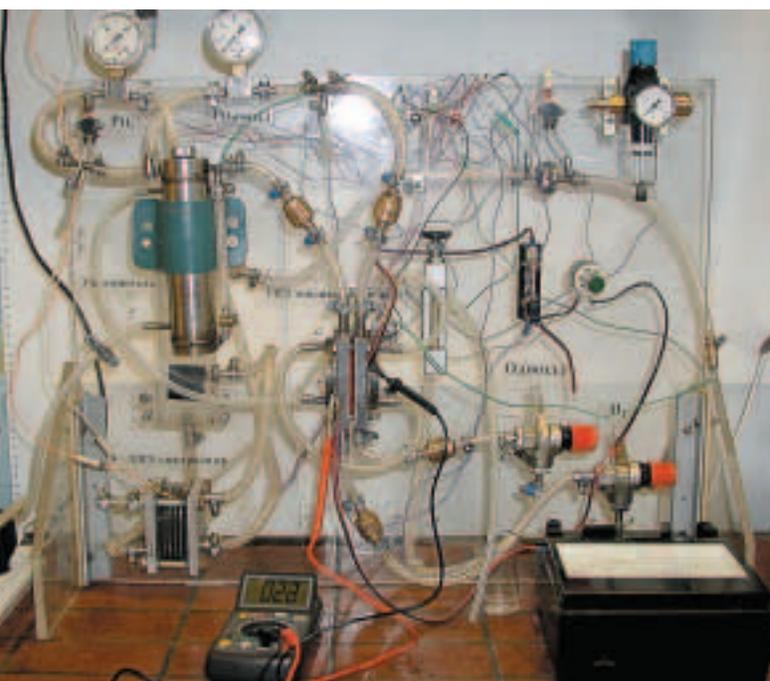


Схема действия водородного топливного элемента с ТПЭ.
Суммарная реакция
 $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$.

Электрохимическая ячейка для изучения водородной реакции. Химический факультет МГУ.



му тепловые выбросы. В космосе топливные элементы используют с 1960-х гг.

Для обеспечения потребителей водородом в ближайшие годы необходимо создать водородную инфраструктуру (сеть водородных заправочных станций для автомобилей на топливных элементах и т.п.). При реализации этой задачи незаменимы электролизеры воды с ТПЭ.

Основное препятствие для коммерциализации топливных элементов и электролизеров с ТПЭ заключается в использовании электрокатализатора на основе платины. Использование данного металла приводит к ряду значительных проблем, ограничивающих применение топливных элементов.

Во-первых, стоимость платины достаточно высока, и ее ресурсы недостаточны. Современные оценки стоимости компонентов топливных элементов дают значения от 200 до 2000 долл. США на кВт производимой энергии. При этом на каждый кВт необходимо до 2 г платины. Таким образом, двигатель среднего автомобиля мощностью 50 кВт будет стоить 10 000–100 000 долл. США и будет использовать до 100 г платины. Мировое

производство автомобилей достигло в 2004 году 64 млн. единиц. Для того чтобы оборудовать все автомобили топливными элементами, потребуется 6400 тонн платины. Даже если содержание платины будет снижено до теоретического предела, составляющего 0,1 г/кВт, платины потребуется намного больше ее годовой добычи (202 тонны в 2004 г.). А количество платины,

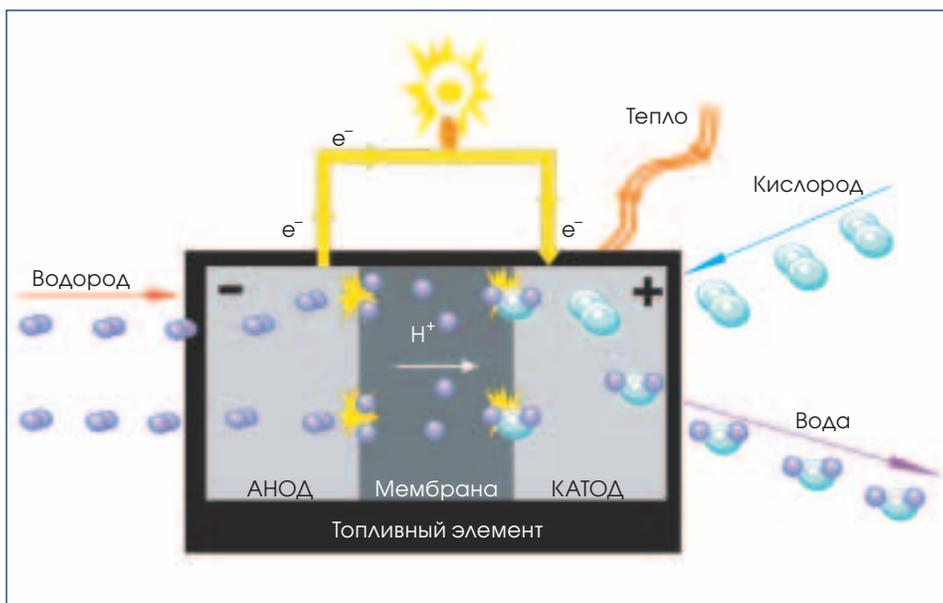
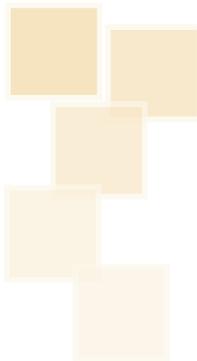
О ФЕДЕРАЛЬНОЙ ЦЕЛЕВОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ПРОГРАММЕ

«Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития науки и техники на 2002–2006 годы».

Из интервью заместителя начальника Управления инновационного развития и коммерциализации разработок и технологий Федерального агентства по науке и инновациям ТАТЬЯНЫ ГОРДИЕНКОВОЙ экспертному каналу Орес.ru

«По сути дела, ФЦНТП – это основной механизм и основной инструмент, который использует Федеральное агентство и государство в его лице для реализации проектов в любой сфере инновационной деятельности, будь то инновационная инфраструктура или реализация конкретных проектов, финансирование фундаментальных или прикладных исследований. Значение данных программ серьезнейшее, потому что сегодня это единственный источник финансирования со стороны государства, и это позволяет привлечь внебюджетные средства. Существование федеральных целевых научно-технических программ подтверждает заинтересованность государства в финансировании конкретных научных направлений, это выражается в тех результатах, которые мы имеем на конкурсной основе. Средства выделяются тем организациям и проектам, которые наиболее актуальны, их и поддерживает государство. Это катализатор для того, чтобы внебюджетные средства пришли в передовые научные направления, инновационные проекты, т.е. в то, что мы сейчас развиваем».

Лабораторный водородный топливный элемент. РНЦ «Курчатовский институт».



необходимое для замены всех ДВС на топливные элементы, сравнимо с ее мировым запасом (100 000 тонн). При этом также существует потребность в ТЭ для других видов транспорта и для домашних автономных источников электроэнергии.

Во-вторых, существенным недостатком платины является то, что она легко и необратимо отравляется окисью углерода (CO) и сероводородом (H₂S) – примесями, неизбежно присутствующими в дешевых топливах, таких как реформинг-газ (продукты конверсии органического топлива) и био-газ (биотехнологический H₂, полученный из отходов органического происхождения с помощью бактерий).

Поэтому топливные элементы, использующие платиновые катализаторы, не могут рассматриваться как единственная перспектива для широкого использования в энергетике будущего. Необходимо искать альтернативный катализатор.

При значительном повышении температуры можно отказаться от катализа платиной. Так, например, высокотемпературные топливные элементы и электролизеры на основе оксидов металлов и керамики не содержат благородных металлов. Но они, во-первых, являются недостаточно устойчивыми к различным воздействиям, в частности, механическим, поэтому рассматриваются только для стационарных установок. Во-вторых, их рабочая температура (~900 °С) слишком высока и не позволяет использовать обычные конструкционные материалы, например сталь. И наконец, данные элементы не приспособлены для работы в режиме частых запусков-остановок.

Одним из путей решения проблемы катализа в низкотемпературных топливных элементах является использование природных катализаторов – ферментов.

В проекте «Исследования и разработка неплатиновых электрокатализаторов для водородного электрода топливных элементов и электролизера на основе иммобилизованных ферментов», которым занимаются ученые химического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова совместно с Федеральным государственным учреждением Российской научный центр «Курчатовский институт» (ФГУ РНЦ «Курчатовский институт»), предлагается использовать ферменты в качестве альтернативных электрокатализаторов для водородных электродов.

Ферменты, ответственные в природе за окисление-образование H₂, получили название «гидрогеназы». Ферменты-гидрогеназы являются уникальными и единственными эффективными неплатиновыми катализаторами для водородной реакции. Других подобных неплатиновых катализаторов пока не найдено.

Ферменты, которые используют ученые, сегодня достаточно дороги. Гидрогеназы являются продуктами жизнедеятельности особых микроорганизмов, и для их производства используются современные методы генетической инженерии и биохимии. Однако они являются полностью возобновляемым биотехнологическим продуктом, поэтому при наращивании объема производства цена ферментов стремительно снижается. Например, сегодня производство ферментов для нужд легкой промышленности, используемых в стиральных порошках, стоит порядка нескольких долларов за 1 кг. Таким образом, можно ожидать, что и стоимость гидрогеназ существенно понизится в ближайшие годы. Активные работы в области биотехнологии гидрогеназ проводятся и в нашей стране, в Институте общих проблем биологии РАН (г. Пущино).

В отношении платины ситуация обратная – при увеличении ее потребления цена значительно вырастет.

Кроме того, в отличие от платины ферменты устойчивы к примесям CO и H₂S, содержащимся в дешевых топливах.

Не случайно эта проблема заинтересовала российских ученых химического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова. По словам научного руководителя проекта, доктора химических наук, профессора Аркадия Карякина, решение заняться данной разработкой пришло в 2004 году, после совещания в Министерстве науки и образования, посвященного сотрудничеству России и стран Европейского союза по водородной энергетике.

Такому шагу предшествовали долгие годы серьезных исследований. Идея самого проекта, а именно – использование ферментов в качестве катализаторов в топливных элементах, является абсолютно приоритетной разработкой российских ученых. Первые работы в этом направлении были выполнены в конце 1970-х – начале 1980-х гг. в МГУ при сотрудничестве с Институтом электрохимии им. А.Н. Фрумкина (в настоящее время это Институт физической химии и электрохимии). Первые статьи по водородной тематике были опубликованы российскими учеными в начале 1980-х гг.

В то время, как и сейчас, интерес к топливным элементам был связан с энергетическим кризисом, который не имел таких размеров, как современный, и закончился достаточно быстро. Внимание ученых было направлено на биоэлектрокатализ ферментами – ускорение химических реакций, протекающих на электродах в присутствии биологических компонентов.

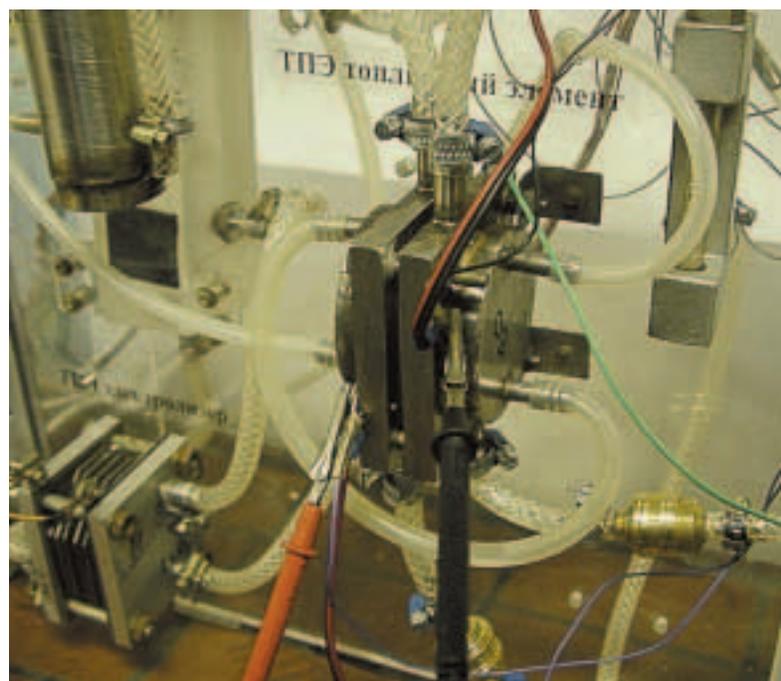
В конце 1990-х гг. интерес к топливным элементам возник снова. Совместная работа ученых химфака МГУ и биохимиков из Пущино была поддержана грантом в рамках Международной программы содействия фундаментальным исследованиям (ИНТАС). Таким образом, работа, связанная с топливным элементом, была возобновлена.

Современный энергетический кризис заставляет взглянуть на проблему по-новому, признав ее актуальность. По различным оценкам, запасов нефти хватит на 20–50 лет, а спад объемов добычи нефти ожидается в течение ближайших 10 лет.

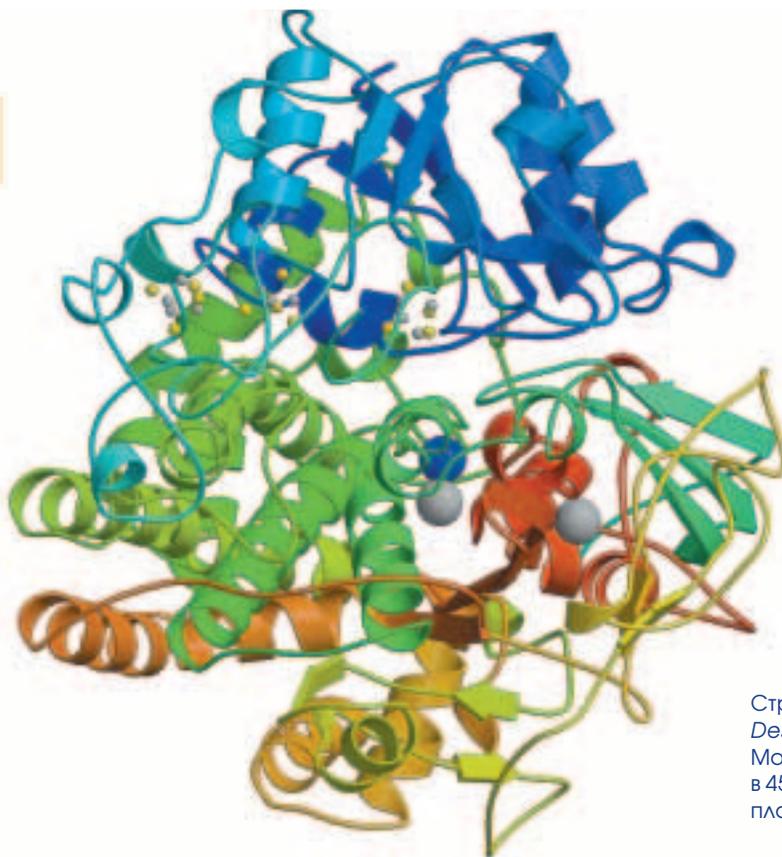
Реализацией проекта «Исследования и разработка неплатиновых электрокатализаторов для водородного электрода топливных элементов и электролизера на основе иммобилизованных ферментов» ученые химфака МГУ занимаются в сотрудничестве с ФГУ РНЦ «Курчатовский институт», а именно – с Институтом

водородной энергетике и плазменных технологий (ИВЭПТ), входящим в состав этого центра. На протяжении последних 20 лет в ИВЭПТ ведется разработка и оптимизация топливных элементов и электролизеров с ТПЭ. Так, например, разработаны высокоэффективные катализаторы на углеродном носителе для систем с ТПЭ с удельной поверхностью платины более 100 м²/г, оригинальные технологии изготовления мембранно-электродных блоков, обеспечивающие оптимизированную структуру электрокаталитического слоя при расходе платины порядка 0,1 мг/см². На сегодняшний день в топливном элементе с ТПЭ достигнуты рабочие плотности тока порядка 1,6 А/см² при напряжении 0,7 В. Характерное напряжение электролизера при плотности тока 1 А/см² составляет 1,63–1,64 В. Созданы топливные элементы мощностью 1 кВт и электролизеры производительностью до 2 м³/час водорода (рабочее давление до 30 атм). Масштабы, опыт и наличие стендов, специально созданных для экспериментов с топливными элементами и электролизерами, делают возможным проведение широкомасштабных испытаний новых неплатиновых электрокатализаторов. Кроме того, в Курчатовском институте разрабатываются каталитические композиции на основе ферментов и ионообменного полимера, а также методы их нанесения на ТПЭ-мембрану.

Важную роль в процессе реализации идеи сыграл выигранный конкурс по Федеральной целевой научно-технической программе «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития науки и техники» по приоритетному направлению «Энергетика и энергосбережение». По мнению Аркадия Карякина, при том состоянии науки, в котором она оказалась



Сборка топливного элемента мощностью 1 кВт. РНЦ «Курчатовский институт».



Структура гидрогеназы из *Desulfovibrio fructosovorans*. Масса фермента 90 кДа, что в 450 раз больше массы атома платины.

после перестройки, такое целевое финансирование является огромным подспорьем и катализатором для получения новых научных результатов: «Наше правительство начало финансировать перспективные работы, что принципиально важно. Это значительно ускоряет наши исследования».

Ранее проводилось преимущественно фундаментальное изучение биоэлектрокатализа гидрогеназами методами традиционной электрохимии. Сейчас ведутся исследования и оптимизация ферментных электродов для работы в реальных топливных элементах с ТПЭ.

Проводимые работы закрепили лидерство за российскими учеными в данной области. Участие в международных конференциях по водородным ферментам и водородной энергетике показывает беспорный приоритет российских разработок.

Активное сотрудничество с коллегами из Университета им. Ж. Фурье в г. Гренобле (Франция) позволяет наладить совместное использование полученных разработок по различным переносчикам электродов, создавать наиболее прогрессивные системы для электрохимического окисления водорода при помощи ферментов.

Использование неплатиновых катализаторов на основе ферментов – это задача коллектива ученых химфака МГУ и их приоритет. Никто не берет на себя смелость утверждать, что вся энергетика пойдет по данному

направлению, но это один из путей, по которому не пройти нельзя, иначе наше общество безнадежно отстанет. Это понимают все, как у нас в стране, так и за рубежом. Более того, водородные ферментные электроды могут найти применение и для переработки органических отходов с получением полезной электроэнергии.

В настоящее время в рамках проекта ФЦНТП проводится изучение стабильности водородных электродов. Перед учеными стоит задача добиться сохранения активности биокатализаторов при повышенных температурах (до 90°C), которые требуются для автомобильных топливных элементов. Следующим этапом станет испытание пилотного образца водородного электрода на стенде в ИВЭПТ РНЦ «Курчатовский институт».

В последнее время поток научных работ в области топливных ферментных электродов резко увеличивается. Научные исследования ферментов, связанных с водородом, финансируемые европейскими странами, всегда отличались масштабностью, таковыми они сохранились и на протяжении последних лет. Однако прогресс западных коллег лежит в плоскости изучения фундаментальных свойств ферментов и их метаболизма в микроорганизмах. В области же создания ферментных электродов, которыми занимаются российские ученые, наша страна является абсолютным лидером.

АРКАДИЙ КАРЯКИН, СЕРГЕЙ МОРОЗОВ

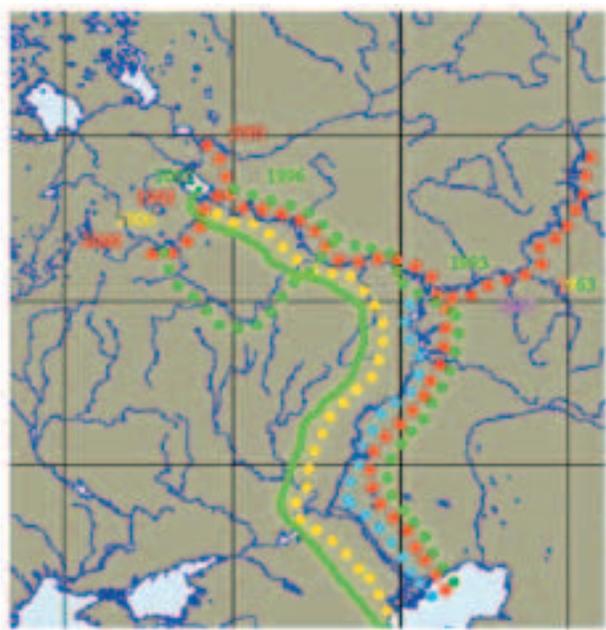
Опасность проникновения чужеродных видов

Во второй половине прошлого столетия человечество столкнулось с рядом глобальных экологических проблем, которые поставили под угрозу безопасность существования и устойчивого развития практически всех регионов земного шара. Одна из них – проникновение чужеродных видов в естественные и искусственные экосистемы, а также несанкционированный выпуск организмов, измененных человеком.

Проникновение видов живых организмов в аборигенные экосистемы (превращение их в «чужеродные виды») происходит по многим причинам: в результате естественных перемещений, связанных с флуктуациями численности и климатическими изменениями; интродукции и реинтродукции «полезных» организмов;

случайных заносов с балластными водами, импортной сельскохозяйственной продукцией, багажом и т.п.

Организмы, измененные человеком (именуемые генетически измененными (ГИО) или генетически модифицированными организмами (ГМО), обычно попадают в экосистемы случайно. Однако постоянный рост объемов производства и перевозок существенно увеличивает вероятность таких заносов. Создание и введение в культуру ГИО служит сегодня основным средством повышения производства биологической продукции во многих странах. По данным Всемирной организации здравоохранения, доля продукции генетически измененных организмов на мировых рынках колеблется от 25 до 60%. Посевы коммерциализованных ГМ-растений занимают на нашей планете более 80 млн. гектаров.



В бассейне Волги большого успеха в натурализации достигли случайные акклиматизанты: головешка-ротан, амурский чебачок, черноморская пухлощекая рыба-игла. Освоившись в мелких, преимущественно техногенных, водоемах бассейна, эти виды в последние годы активно осваивают акватории водохранилищ. Среди южных вселенцев, напротив, доминируют бентофилы – понтокаспийские бычки, малая южная колюшка. Пелагические виды представлены только черноморско-каспийской тюлькой и каспийской алозой.

Практически все используемые человеком виды растений и животных сегодня активно вовлечены в программы создания трансгенных форм. Дикие животные, растения и природные штаммы микроорганизмов все чаще используются для фармакологических и медицинских целей. Столь широкое использование и распространение трансгенных организмов, безусловно, создает опасность их проникновения в естественные экосистемы.

Источник экологической опасности

Опасность экологических последствий проникновения в экосистемы ГИО обусловлена рядом их специфических особенностей. Во-первых, встроенные в геном клонированные сегменты подчиняются менделевским законам наследования, что предполагает обязательную вертикальную (от родителей к потомству) утечку чужеродных генов. Во-вторых, в большинстве случаев исследователи не могут знать всех свойств промоторных элементов трансгенов, из чего следует, что можно ожидать любых неожиданностей на уровне экспрессии генов. В-третьих, большинство ген-модификаций направлено на канализированное повышение устойчивости к какому-либо фактору среды (например, к действию низких температур) или изменение какого-либо свойства модифицируемого организма (например, скорости роста), что дает ему преимущество при взаимодействии с немодифицированными организмами.

Ранее при традиционных подходах механизмы горизонтального переноса генов (кроме вирусного) практически не учитывались, в настоящее же время накоплен обширный фактический материал по широкой распространенности межвидовой гибридизации и несомненной фертильности большинства естественных межвидовых гибридов. Доказано, что межвидовая гибридизация служит эффективным механизмом интрогрессии генов и полиплоидизации (как тотальной, так и частичной, в том числе в виде появления некоторой доли жизнеспособных анеуплоидов) с последующими

экологическими и эволюционными эффектами. Следует подчеркнуть, что опасность не обязательно могут представлять гибриды с ГМО, нежелательными свойствами обладают и гибриды местных с естественными, но чужеродными видами.

Результаты последних исследований показали, что чужеродные организмы оказывают существенное воздействие на экосистемы. Особенно заметно оно стало за последние 50 лет, когда расширение ареалов и проникновение живых организмов в новые сообщества происходят на фоне общих климатических и антропогенных изменений. Во многих случаях чужеродные организмы, вступая в контакты с популяциями видов-аборигенов, существенно преобразуют структуру биоценозов. Их появление имеет глобальные экологические, экономические, а иногда, и социальные последствия. Роль чужеродных организмов во многих регионах стала столь значительной, что можно говорить об их влиянии на биосферу. Во всем мире за последние годы наблюдается интенсификация исследований в области чужеродных видов и ГИО. Работы по выявлению последствий, мониторинг и разработка мер по смягчению воздействий и предотвращению биологических инвазий обязательны сегодня для всех стран. К ним относится и Россия, подписавшая в 1992 г. в Рио-де-Жанейро Конвенцию о биологическом разнообразии.

В России фундаментальные и прикладные исследования чужеродных видов и генетически измененных организмов, как источников экологической опасности, начали проводиться сравнительно недавно. Однако для нашей страны проблема их проникновения имеет исключительно важное социально-экономическое значение. Число случаев возникновения крупных экологических катаклизмов, вызванных инвазиями чужеродных видов, постоянно растет. Достаточно вспомнить несколько примеров: сорняки амброзия и борщевик, колорадский жук, золотистая нематода, фомопсис подсолнечника, гребневик мнемнопсис, рачок церкопагис, рыба ротан. Например, одно только проникновение гребневика мнемнопсиса в Азовское и Черное моря в 80-е гг. прошлого столетия принесло рыбному промыслу России ущерб в объеме нескольких миллиардов долларов. Сельское и лесное хозяйство несет гигантские потери от насекомых-вредителей и сорняков, значительная часть которых является чужеродными видами-вселенцами. Некоторые виды таких растений, распространившихся на территории нашей страны, служат возбудителями болезней человека, например аллергии.

Не следует забывать и о политических аспектах. В условиях, когда правительства европейских стран все больше уделяют внимания вопросам завоза чужеродных видов с торговыми грузами, Россия, если не хочет остаться в торговой изоляции, должна всерьез задуматься о проблеме прогнозирования проникновения чужеродных видов и ГИО в отдельные биоценозы и био-



Гребневик мнемнопсис

сферу в целом. Нерешенность проблем, связанных с чужеродными видами, может стать препятствием к вступлению нашей страны в ВТО.

Национальные особенности

По мнению ученых Российской академии наук, разработчиков ряда проектов (под руководством академика Д.С. Павлова), поддержанных Российским фондом фундаментальных исследований и Министерством образования и науки, в России необходимость срочного проведения работ по созданию технологий прогнозирования воздействия на биосферу чужеродных видов и генетически измененных организмов определяется рядом особенностей нашей страны. Специфика заключается в следующем: во-первых, большая территория РФ при почти полном отсутствии внутреннего контроля способствует переносу организмов за пределы их естественного ареала. Во-вторых, из-за преднамеренного расселения (акклиматизации) организмов с целью повышения продуктивности экосистем (особенно водных) и получения из них новых продуктов во многие экосистемы заносятся чужеродные виды. В-третьих, высокая активность по строительству сооружений (дорог, каналов, мостов, тоннелей) способствует созданию путей для расселения организмов. Ученые также отмечают следующие факторы: высокий уровень торговых перевозок, включающих обмен сельскохозяйственной продукцией, древесиной, жидким топливом и т.д.; слабый контроль переноса вселенцев (включая генетически измененные организмы) через государственную границу; неразвитое законодательство в отношении проведения интродукций и заноса организмов, включая генетически модифицированных, из других стран.

Нельзя не отметить и такие проблемы: отсутствие государственной системы мониторинга инвазий чужеродных видов, слабое финансирование подобных исследований, почти полное отсутствие специализированных учреждений (институтов, лабораторий, исследовательских групп) по проблеме биологических инвазий, отсутствие технологий быстрого и эффективного выявления видов ГИО в «полевых» условиях. И, в конце концов, отсутствие национальной стратегии и плана действий по чужеродным видам, хотя все страны, подписавшие Конвенцию о биологическом разнообразии, обязаны их создать.

Прогнозирование и контроль

Перечисленные обстоятельства делают весьма актуальной разработку технологий прогнозирования и контроля распространения чужеродных видов и генетически модифицированных организмов на территории России.

В настоящее время российскими учеными уже определены основные транзитные пути распространения



видов-вселенцев на территории РФ. На одном из них – Волжско-Понто-Каспийском – создана сеть станций постоянного мониторинга. Проведены работы по оценке воздействия видов-вселенцев на аборигенные экосистемы. Созданы базы данных по чужеродным видам основных групп организмов: сосудистым растениям, водным беспозвоночным, наземным насекомым, рыбам и млекопитающим, а также пилотная версия базы данных по ГМО, представляющих опасность для территории нашей страны.

Разработана оригинальная система компонентов для проведения работ по оценке риска биологических инвазий чужеродных видов. Также создан метод сбора полевых образцов крови рыб для проведения широкомасштабного скрининга природных и естественных популяций. Выбранный способ выделения ДНК обеспечивает идентификацию ампликонов размером до 2 тыс. пар нуклеотидов.

Предложенный российскими специалистами метод выделения ДНК обеспечивает возможность автоматизации процесса с существенным повышением производительности по количеству получаемых препаратов ДНК без ущерба для их качества.

В сентябре 2005 г. в поселке Борок Ярославской области на базе Института биологии внутренних вод РАН проведен крупный международный симпозиум «Чужеродные виды в Голарктике», в котором приняло участие более 100 специалистов по биологическим инвазиям.

К сожалению, такая активность в значительной степени обусловлена лишь энтузиазмом российских ученых. Конкретных мероприятий по предотвращению вселений и смягчению воздействия на природные и искусственные биосистемы чужеродных видов и ГИО в нашей стране не проводится, хотя этого требуют и сложившаяся ситуация, и международные обязательства РФ.

МАРИНА МАРКОВА

«В мире науки» рекомендует

Гиндилис Л.М. SETI: ПОИСК ВНЕЗЕМНОГО РАЗУМА. – М.: Издательство физико-математической литературы, 2004. – 648 с.

Подробно рассказана история поиска внеземного разума. Рассматриваются астрономический, биологический, технический и философский аспекты этой увлекательной проблемы. Автор – радиоастроном, более 40 лет активно работает в этом направлении, поэтому рассказ представлен «из первых рук».

Язев С.А. МИФЫ МИНУВШЕГО ВЕКА. – Новосибирск: Издательство СО РАН, 2003. – 341 с.

Книга посвящена анализу наиболее распространенных заблуждений, так или иначе связанных с астрономией, а именно – астрологии, уфологии, ненаучной трактовке Тунгусского феномена, якобы обнаруженным на Марсе следам древних цивилизаций, версии фальсификации пилотируемых полетов на Луну и т.п. В увлекательной форме автор не только критикует лженаучные концепции, но и рассказывает много интересного о современной науке.

Брайан Грин. ЭЛЕГАНТНАЯ ВСЕЛЕННАЯ. СУПЕРСТРУНЫ, СКРЫТЫЕ РАЗМЕРНОСТИ И ПОИСКИ ОКОНЧАТЕЛЬНОЙ ТЕОРИИ. – М.: Едиториал УРСС, 2004. – 288 с.

Книга без формул, но с колоссальным количеством новых непростых идей в области квантовой механики, теории относительности и космологии. Обсуждаются смелые представления об одиннадцатимерной Вселенной, о возможности объединения всех физических взаимодействий в рамках единой теории со скрытыми пространственными измерениями, о сложной структуре «элементарных» частиц вещества.

Сажин М.В. СОВРЕМЕННАЯ КОСМОЛОГИЯ В ПОПУЛЯРНОМ ИЗЛОЖЕНИИ. – М.: Едиториал УРСС, 2002. – 240 с.

Обсуждаются основные наблюдательные факты, лежащие в основании современной космологии – науки о строении и эволюции Вселенной в целом. Рассматриваются стадии инфляции, барионного синтеза, формирование наблюдаемой структуры реликтового излучения и возможные причины современного ускоренного расширения Вселенной. Использована элементарная математика, доступная школьникам старших классов.

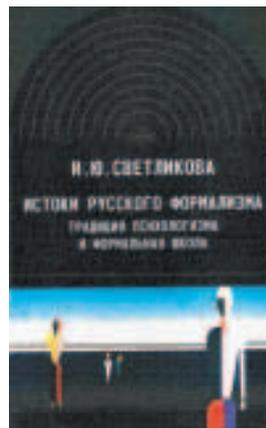
Ефремов Ю.Н. ЗВЕЗДНЫЕ ОСТРОВА. – Фрязино: Век-2, 2005. – 272 с.

Книга рассказывает о нашей и других галактиках, о населяющих их звездах и звездных скоплениях, о методах, которыми было достигнуто наше знание об этих фантастически далеких объектах. Обсуждаются и многие другие темы: связь между древней астрономией и современной хронологией исторических событий, место науки в эволюции человечества, проблемы внеземного разума. Автор – известный московский астроном и оригинальный мыслитель.

из жизни идей

Умы интеллектуалов начала XX в. всерьез занимала проблема образного мышления. Свою версию ее решения предложили формалисты. Их точка зрения, отрицавшая всякую связь с научной традицией (психологизмом) и контекстом, оказалась настолько необычной и нетрадиционной, что о ней впоследствии сочли за благо забыть. Основным направлением их научных поисков стало исследование явления как такового. Среди изобретенных ими понятий – звуковые повторы, отстранение, социальный заказ. Практически на глазах изумленной публики создавалась новая теория, оригинальные принципы анализа. Однако рождение новой филологии так и не состоялось, формалистов объявили вне закона. И долгие годы о них писали преимущественно западные исследователи, которые концентрировались на внутреннем содержании, но не интересовались истоками и причинами возникновения самого направления.

Монография О. Светликовой восполняет этот пробел. На основе архивных материалов, теорий и научных работ О. Брика, Ю. Тынянова, Р. Якобсона она воссоздает идеологический контекст, в котором развивалась русская формальная школа, и показывает ее взаимосвязь с психологией начала XX в.



Светликова О. Истоки русского формализма: Традиция психолингвистики и формальная школа. – М.: Новое литературное обозрение, 2005. – 168 с.

как денди лондонский одет

Образ денди глубоко запал в души современников и потомков. Кто только не писал о нем – не только А. Пушкин и О. Бальзак, Д. Байрон и Ш. Гюисманс, О. Уайльд и П. Вудхауз, но и историки и политики, исследователи моды и философы.

Сегодня вышла в свет книга О. Вайнштейн, которую открываешь, как дверь дома любимого друга, где бывал не раз и куда охотно возвращаешься. За долгие годы исследовательница собрала уникальный и разноплановый материал, сумев выстроить законченную концепцию дендизма, который представляется как особая культурная парадигма, развивающаяся по своим законам. Читатель знакомится с образом жизни, привычками, особенностями поведения, культурными запросами, досугом, манерой общения людей, которые возвели в искусство эстетизм поведения, изящество манер и культ собственного тела. Дендизм не был модой, скорее образом жизни и мышления, причем ему следовали не только мужчины, но и женщины, вкладывавшие в создание своего имиджа немало времени и труда. Сопровождая свои наблюдения примерами из разных областей искусства, моды, философии, литературы, автор прослеживает развитие явления на протяжении двух веков.

Книга богато иллюстрирована, содержит портреты выдающихся денди и людей из их окружения.



Вайнштейн О. Денди: мода, литература, стиль жизни. – М.: Новое литературное обозрение, 2005. – 640 с.



Чай

сегодня стал самым распространённым напитком в мире, и заслуга в этом принадлежит Китаю.

Как правильно выбирать и заваривать чай?

Какова классификация китайского чая?

Отвечает «ведущий чайного действа» чайного клуба «Ист» Сергей Андреев.

Какова классификация китайского чая?

В Китае произрастает несколько тысяч сортов чая, однако все они укладываются в шесть групп. Первая представлена изумительными по вкусу, аромату и энергетике не ферментированными зелеными чаями. Вторая – слабо ферментированными белыми. Они получили свое название из-за листьев, покрытых белым ворсом (бай хао), и почти бесцветного настоя. В третью входит желтый чай, который ферментируется длительным томлением. Т.к. процесс его производства очень трудоемкий и долгий, то он не может стоить дешево.

В четвертую группу входит семейство улунов, которые подразделяются на слабо, средне и сильно ферментированные чаи. Первые (баочжун) производятся на Тайване, а в Европе и Америке они известны как пушонг (английская транскрипция кантонского диалекта). Они менее выразительны чем тайваньский средне ферментированный улунам – «дундин» и «алишань», и знаменитый материковый сорт «Фудзяньский тегуанинь». Очень ароматный и сильный чай, выдерживающий огромное количество заварок, производят на материке в провинции Фудзянь, там же и в провинции Гуандун произрастают наиболее ферментированные улуны. Пятая группа – это ферментированные красные чаи, которые мы из-за цвета чаинок называем черными. К шестой группе относятся черные чаи. Цвет их настоя,

например, некоторых сортов пуэра, не отличишь от нефти. Каждый сорт каждой группы по-своему уникален и изыскан.

Как правильно выбирать чай?

Если вы хотите насладиться этим напитком, первым делом следует отказаться от пакетиков, набитых некондиционными чайными отходами (пылью, крошкой, высевами) и от быстрорастворимых или экстрагированных чаев.

Чай настолько деликатный продукт, что покупать его можно только у тех поставщиков, которые гарантируют стандарт качества. Увы, на российском рынке немало компаний, которые продают или некондиционный продукт, или чай, упаковка которого не может гарантировать качество. Например, действительно сортовой китайский чай, упакованный в прозрачные стеклянные бан-

ки, который позиционируется как элитный чай, необходимыми качествами не обладает. Дело в том, что свет, проникающий сквозь прозрачное стекло, уничтожает и вкусовые, и ароматические оттенки.

Прежде чем купить развесной чай, следует проверить его качество. Сделать это можно несколькими способами: а) посмотреть, присутствует ли характерный для свежего чая глянец; б) растереть чайную крошку между пальцев (если лист слишком влажный или пересушенный, а не упругий, значит, его неправильно хранили или чай несвежий); в) понюхать и пожевать (у старого или неправильно хранившегося чая во вкусе присутствует характерная горьковатая нотка, которую ни с чем не спутаешь). Если в чае присутствуют сломанные листики и большое количество крошки, это означает, что он очень низкого качества, т.к. в Китае исповедуют культ



Сервировка для традиционной чайной церемонии Гунфу ча.

целостности листа. Кстати, «старость» чая – едва ли не главный показатель кондиционности. Российский ГОСТ «свежести» – два года, в то время как согласно китайскому стандарту – год с момента сбора, который для большинства сортов начинается в марте и заканчивается в мае.

Как заваривать чай?

Приготовление чая – искусство. Следует взять чистый фарфоровый, фаянсовый чайник или чайник из иссинской глины (металлические чайники непригодны) и ополоснуть его кипятком, а затем вытереть насухо чистым полотенцем. Засыпается традиционная норма (ложка на чашку плюс еще одна на чайник), которая на треть заливается свежим, не перекипевшим, кипятком. В идеале закипающая вода должна напоминать молоко, но на худой конец можно выключить воду, когда появляются первые волны. Чайник закрывают льняной салфеткой, т.к. лен – единственный материал, не пропускающий эфирные масла, но дающей выйти лишней влаги. Через минуту-полторы следует долить воды, оставив четверть чайника свободным. Недолив объясняется соотношением площади поверхности и концентрации ароматических веществ на ней. Чем больше площадь, тем ароматнее будет чай. Если на поверхности жидкости появляется бурая пленка, то чай заварен верно и через пару минут напиток будет готов. Перестоявший чай, безусловно, крепче, но начинает горчить, и аромат становится чересчур резким, теряя оттенки и полутона.

Согласно традициям, налив первую чашку, ее переливают обратно. (Узбеки, называют эту процедуру «поженить чай», а монголы, калмыки и тибетцы – «гонять духов».) Если этого не сделать, эфирные масла, главные составные ароматического букета, сконцентрированные в пенке, окажутся только в первой чашке.

Если кто-то предпочитает чай по-английски, то заваривать сто-



Чаша для вдыхания аромата чая (справа) и чаша для знакомства с чаем (слева)

ит индийский или цейлонский, причем сначала налить в чашку теплого молока, а затем засыпать заварку. Это чай офицеров британских колониальных войск, которые резкий пряный вкус смягчали толикой молока. С китайским чаем (более изысканным, нежным, ароматным) принято поступать наоборот – молоко доливается в чай, но в обоих случаях кипятком не разбавляется.

Китайцы пьют зеленый и черный чай, нередко изменяя им с красным. Каждому виду они предназначают свой час. Во время еды – зеленый, а для особо почетных гостей заваривают желтый «императорский», с последним глотком которого исчезает всякое послевкусие. Красный и черный оставляют для вечернего отдыха. Жасминовый чай в северных провинциях Китая явление не повседневное, а ежечасное.

Существует и экзотический монгольский способ приготовления. В кастрюлю с кипящим молоком засыпается полная горсть грубого зеленого чая (в идеале – плиточного). Его проваривают минут пять, постоянно «гоняя духов», т.е. черпая половником и переливая обратно. Затем добавляют щепотку соли и столовую ложку сливочного масла, и напиток настаивается минут пять-семь. Получается непривычный, но весьма пикантный напиток.

Индийский и цейлонский чай с молоком предпочтительны для завтрака, японский «гье-куро» – после тяжелого обеда, а на вечер незаменим черный китайский чай. Например, мягкий юнаньский или чуть «прикопченный», пахнущий сушеными грушами «лобсанг суншонг». ■

Марина Инешина



Чайник из иссинской глины.

<p>Антропология Археология</p>	<p>МИГРАНТЫ ИЗ АФРИКИ, Нани Асланикашвили, Аслан Суладзе, №11. СУНГИРЦЫ: ПРЕДКИ ИЗ ВЕРХНЕГО ПАЛЕОЛИТА, Дмитрий Мисюров, №3. ДРЕВНИЕ СООРУЖЕНИЯ ВОСТОЧНОГО КРЫМА, Дмитрий Мисюров, №8. НА ЗАРЕ СОВРЕМЕННОГО РАЗУМА, Кейт Вонг, №9. МОДЕЛИРОВАНИЕ ДРЕВНИХ СООБЩЕСТВ, Тимоти Колер, Джордж Гаммерман, Роберт Рейнольдс, №10.</p>
<p>Астрономия</p>	<p>ДА БУДЕТ СВЕТИ!, Денис Журавлев, Лоран Хршановский, №10. ИЗ ЖИЗНИ СПИРАЛЬНЫХ ГАЛАКТИК, Алексей Фридман, №1. ДЕЛО О ПОТЕРЯННОЙ ПЛАНЕТЕ, Уильям Шихан, Николас Коллерстром, Крэг Вафф, №3.</p>
<p>Астрофизика</p>	<p>ВСЕЛЕННАЯ ДИСКОВ, Омер Блейс, №1. КОСМОС: КРИЗИС СРЕДНЕГО ВОЗРАСТА, Эми Баджер, №4. КАК ИСКОРЕНИТЬ БЕДНОСТЬ?, Джеффри Сакс, №12. ИЗОБРЕТАТЕЛЬ-ФАНТАЗЕР, Бернард Карлсон, №6.</p>
<p>Бедность Биография</p>	<p>ЖИЗНЬ В «ПОДВЕШЕННОМ» СОСТОЯНИИ, Марк Рот, Тод Нистал, №9.</p>
<p>Биомедицинские технологии Биоразнообразие Биотехнологии</p>	<p>ЗЕМЛЯ ТРЕВОГИ НАШЕЙ, Стюарт Пимм, Клинтон Дженкинс, №12. УДАСТЯ ЛИ СОЗДАТЬ ГЕНЕТИЧЕСКИЙ ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ?, Гэри Стикс, №1. КАК ВОССТАНОВИТЬ РАЗБИВШЕЕСЯ СЕРДЦЕ?, Смадар Коэн, Джонатан Лиор, №2. ВИРУС: СУЩЕСТВО ИЛИ ВЕЩЕСТВО?, Луис Виллареал, №3. РЕКОНСТРУКЦИЯ ВИРУСА-УБИЙЦЫ, Джеффри Таубенбергер, Энн Рид, Томас Фаннинг, №4. ПОД УГРОЗОЙ ИСЧЕЗНОВЕНИЯ, Мартин Блейзер, №5. АЛЬТЕРНАТИВНЫЙ ГЕНОМ, Гил Аст, №7. В ПОИСКАХ МОЛЕКУЛЯРНЫХ СОКРОВИЩ, Гэри Стикс, №8. НОВЫЕ ПОДХОДЫ К ЛЕЧЕНИЮ БОЛЕЗНИ ПАРКИНСОНА, Андрес Лосано, Сунейл Калиа, №10. ЗУБЫ ИЗ ПРОБИРКИ, Пол Шарп, Конан Янг, №11.</p>
<p>Введение Гордость науки</p>	<p>ГИБЕЛЬ ЦИВИЛИЗАЦИИ?, Джордж Массер, №12. 50 ЛУЧШИХ УЧЕНЫХ, ПРЕДПРИНИМАТЕЛЕЙ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ДЕЯТЕЛЕЙ, Редакционная коллегия <i>Scientific American</i>, №3.</p>
<p>Демография Здоровье Здравоохранение Здравоохранение и политика</p>	<p>ВЗРОСЛЕНИЕ ЧЕЛОВЕЧЕСТВА, Джоэл Коэн, №12. ОЖИРЕНИЕ: НЕПОМЕРНО РАЗДУТАЯ ПРОБЛЕМА?, Уэйт Гиббс, №9. ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ ЗЕМЛИ: ПЕРЕХОДНЫЙ ПЕРИОД, Барри Блум, №12. СОМНЕНИЕ – ИХ УДЕЛ, Дэвид Майклз, №9. ЖИВАЯ ВОДА, Пол Полак, №12.</p>
<p>Земледелие Зоология Иммунология</p>	<p>ПОСЛЕДНИЕ ДИКИЕ ЛОШАДИ, Патрисия Мельман, №6. ВРОЖДЕННЫЙ ИММУНИТЕТ: СИСТЕМА РАННЕГО ОПОВЕЩЕНИЯ, Люк О'Нилл, №4. МОЖНО ЛИ ПОБЕДИТЬ ВОЛЧАНКУ?, Монсеф Зуали, №6.</p>
<p>Инновации</p>	<p>ДВА В ОДНОМ, Уэйт Гиббс, №2. СОВЕРШЕННО СЕКРЕТНО, Гэри Стикс, №4. НАНОТРУБКИ В ЧИСТОЙ КОМНАТЕ, Гэри Стикс, №5. АВТОМОБИЛИ НА ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТАХ, Стивен Эшли, №6. ТОКСИН-АНАЛЬГЕТИК, Гэри Стикс, №7. НАНОТЕЛА, Уэйт Гиббс, №11.</p>
<p>Информатика Информационные технологии</p>	<p>КТО ИЩЕТ, ТОТ ВСЕГДА НАЙДЕТ, Джейвд Мустафа, №5. ИНТЕРНЕТ ДЛЯ ВЕЩЕЙ, Нил Гершенфельд, Раффи Крикориан, Дэнни Коэн, №1. ВЫЧИСЛЕНИЯ СО СКОРОСТЬЮ СВЕТА, Уэйт Гиббс, №2. ТАКТИЧНЫЕ КОМПЬЮТЕРЫ, Уэйт Гиббс, №4. ВИРТУАЛЬНАЯ АТАКА БИОТЕРРОРИСТОВ, Крис Баррет, Стивен Юбанк, Джеймс Смит, №6. ВСЕ НА БОРЬБУ СО СПАМОМ!, Джошуа Гудман, Дэвид Хекерман, Роберт Раунтвейт, №7. НЕЙРОМОРФНЫЕ МИКРОЧИПЫ, Квабена Боахен, №8. ГОВОРЯЩИЕ КОМПЬЮТЕРЫ, Энди Аарон, Элен Эйд, Джон Питрелли, №9. МИКРОЭЛЕКТРОННОЕ КРЕЩЕНИЕ ВОДОЙ, Гэри Стикс, №10. ПОЛИМОРФНАЯ АРХИТЕКТУРА ПРОЦЕССОРА, Райнхольд Кох, №11.</p>
<p>Климатология</p>	<p>КОГДА ЛЮДИ ВПЕРВЫЕ НАЧАЛИ ВЛИЯТЬ НА КЛИМАТ ЗЕМЛИ?, Уильям Раддиман, №6. ПОХОРОНЫ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛЕНИЯ, Роберт Соколов, №10.</p>
<p>Космология</p>	<p>ПАРАДОКСЫ БОЛЬШОГО ВЗРЫВА, Чарльз Линевивер, Тамара Дэвис, №6. НЕПОСТОЯННЫЕ ПОСТОЯННЫЕ, Джон Бэрроу, Джон Веб, №9. ХОРОШО ЛИ НАСТРОЕНА ВСЕЛЕННАЯ?, Гленн Старкман, Доминик Шварц, №11.</p>
<p>Кристаллография Материаловедение</p>	<p>СТРУКТУРНАЯ КРИСТАЛЛОГРАФИЯ, Валентин Симонов, Аркадий Мальцев, №9. НИЗКОТЕМПЕРАТУРНАЯ СВЕРХПРОВОДИМОСТЬ СТАНОВИТСЯ ТЕПЛЕЕ, Пауль Кенфилд, Сергей Будько, №7.</p>
<p>Медицина</p>	<p>КАК ОСТАНОВИТЬ ХЛАМИДИЮ?, Дэвид Оджиус, Тони Дарвилл, Патрик Баволи, №8. РАЗДЕЛЕНИЕ ИШИОПАГОВ, Карина Тиванова, №8. ПУЛЬС СМЕРТИ, Джон Элефтеридис, №11.</p>
<p>Метеорология</p>	<p>ПОВЕЛЕВАТЬ УРАГАНАМИ, Росс Хоффман, №1. ГРОМ СРЕДИ ЯСНОГО ДНЯ, Джозеф Двайер, №8.</p>
<p>Молекулярная биология Наука в искусстве Наука в картинках Науки о Земле Нейробиология</p>	<p>ТАЙНЫ ПРОГРАММИРОВАНИЯ СЛОЖНЫХ ОРГАНИЗМОВ, Джон Маттик, №1. ОПТИКА И РЕАЛИЗМ В ИСКУССТВЕ ВОЗРОЖДЕНИЯ, Дэвид Сторк, №3. ГЛАЗАМИ ОЧЕВИДЦА, Эмили Харрисон, №4. ИЗУЧЕНИЕ ГЕОДИНАМО, Гэри Глацмайер, Питер Олсон, №7. МУЗЫКА И МОЗГ, Норман Уэйнбергер, №2.</p>

Нейробиология	МАРИХУАНА МОЗГА, Роджер Найколл, Бредли Эджер, №3. КАК СОХРАНИТЬ ВОСПОМИНАНИЯ, Дуглас Филдз, №5. ЕГО МОЗГ, ЕЕ МОЗГ, Ларри Кэхилл, №8.
Оборона	БРЕШИ В СИСТЕМЕ ПРО, Ричард Гарвин, №2.
Океанология	ВСЕРАЗРУШАЮЩАЯ ВОЛНА, Леопольд Лобковский, №5.
Палеонтология	ДИНОЗАВРЫ АРКТИЧЕСКОЙ АЛЯСКИ, Энтони Фиорилло, №2. САМЫЙ МАЛЕНЬКИЙ ЧЕЛОВЕК, Кейт Вонг, №5. КАК СТАТЬ ГИГАНТОМ? ОПЫТ ДИНОЗАВРОВ, Джон Хорнер, Кевин Пэдиан, Арман де Рикле, №10.
Планетология	РАННЯЯ ЭВОЛЮЦИЯ ЖИВОТНЫХ, Дэвид Боттджер, №11. ЧТО РАЗОГРЕЛО АСТЕРОИДЫ?, Алан Рубин, №8. МНОГОЛИКИЙ МАРС, Филипп Христенсен, №10.
Поведение животных	ЗВЕРСКИЙ БИЗНЕС И АЛЬТРУИЗМ, Франс де Ваал, №7.
Политика	ЭЛЕКТРОННОЕ ГОЛОСОВАНИЕ, Тэд Селкер, №1. КАК РАССТАВИТЬ ПРИОРИТЕТЫ?, Уэйт Гиббс, №12.
Прикладная физика	АТОМНЫЕ МИКРОСХЕМЫ, Якоб Райхель, №5.
Психология	МИФОЛОГИЯ САМООЦЕНКИ, Рой Баумейстер, Дженифер Кемпбелл, Джоаким Крюгер, Кетлин Вос, №4. В МИРЕ СИМВОЛОВ, Джуди Делоахи, №11.
Стратегия принятия решений	ФОРМИРОВАНИЕ БУДУЩЕГО, Стивен Поппер, Роберт Лемперт, Стивен Банкс, №7.
Физика	СИНГУЛЯРНЫЙ КОМПЬЮТЕР, Сет Ллойд, Джек Энджи, №2. ОСТРОВА СТАБИЛЬНОСТИ, Юрий Оганесян, №3. КВАНТОВЫЕ ЧЕРНЫЕ ДЫРЫ, Бернард Карр, Стивен Гиддингс, №8. ПОЛУЧЕНИЕ ХОЛОДНОГО АНТИВЕЩЕСТВА, Грэхем Коллинз, №9. ЗАГАДКИ МАССЫ, Гордон Кейн, №10.
Физиология	КЛЕТКИ, НЕСУЩИЕ СВЕТ, Ральф Дам, №1.
Экология	НЕПРЕДСКАЗУЕМЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА, Ричард Элли, №2.
Экономика	БОГАЧ-БЕДНЯК, По материалам беседы с А.Ю. Шевяковым, №7. МИР ТЕСЕН!, Герман Дейли, №12.
Энергетика	МЕНЬШЕ УГЛЕГОДА, БОЛЬШЕ ПРИБЫЛИ, Эймори Ловинс, №12.
Очевидное-невероятное	ЭНЕРГИЯ БУДУЩЕГО, №1. ТРЕТЬЯ ЦИВИЛИЗАЦИЯ, №6. РОЖДЕНИЕ ВСЕЛЕННОЙ, №7. РУКОТВОРНЫЙ РАЗУМ, Дмитрий Константинов, №10. СОЗНАНИЕ И МОЗГ, Алексей Иваницкий, №11. РУДНИКИ БРОНЗОВОГО ВЕКА, Евгений Черных, №12.

ежемесячный научно-информационный журнал

В мире науки

scientific american

Открыта предварительная подписка по специальной цене 300 рублей

В начале 2006 года выходит в свет сборник материалов журнала «В мире науки», посвященный космосу.

www.sciam.ru

Оформить подписку можно по телефонам:
105-03-72 и 727-35-30

SCIENTIFIC AMERICAN
в мире науки

КОСМОС

АЛЬМАНАХ

Потерянная планета
Загадочный Марс
Теория струн
План Вселенной