ежемесячный научно-информационный журнал

SCIENTIFIC AMERICAN

В мире науки

№10 2009

ЭКОНОМИКА ПУЗЫРЕЙ И КРАХОВ

Мировой кризис с точки зрения бихевиоризма

КОНЕЦ ПОЭМЫ ГОРЫ

Где хранить радиоактивные отходы?

ЖЕЛЕЗНЫЙ КЛЮЧ

Открыть двери высокотемпературной сверхпроводимости

ТАЙНА НЕАНДЕРТАЛЬЦЕВ

Мы сосуществовали тысячи лет, прежде чем они пропали. Что произошло?

ISSN 0208-0621
09010
9 770208 062001 >

www.sciam.ru

SIPNET
формула новой связи

1) Почему SIPNET?
Потому что SIPNET — это бесплатное общение в любой точке мира, где есть Интернет...

2) Для кого?
Для всех пользователей, имеющих доступ в Интернет...

3) Как подключиться?
Зарегистрируйтесь на www.sipnet.ru и получите персональный сетевой номер...

Присоединяйтесь к SIPNET!

SIPNET - это сеть интернет-телефонии нового поколения, в которой реализованы последние достижения в области инфокоммуникаций, обеспечивающие эффективный обмен голосовой и мультимедийной информацией. SIPNET предоставляет пользователям широкий спектр персонализированных услуг с возможностью управления ими.

Все пользователи SIPNET получают возможность настраивать стоимость и качество соединений по любому направлению, заказывать от своего имени и за свой счет связь для двух абонентов в любых точках мира, переадресовывать входящие звонки с SIP ID на любое абонентское устройство, анализировать статистику совершенных соединений и управлять всеми сервисами SIPNET в режиме on-line.

Среди главных преимуществ SIPNET - альтернативная нумерация.
Каждый пользователь становится владельцем персонального сетевого номера - SIP ID, являющегося единым идентификатором пользователя в любой точке мира. SIP ID также является e-mail адресом абонента, с функцией голосовой почты.

Вы можете построить собственную виртуальную сеть общения, все разговоры внутри которой будут бесплатными.

www.sipnet.ru
Россия, г. Москва, 117997,
ул. Профсоюзная, д. 84/32, ИКИ РАН

содержание

ОКТЯБРЬ 2009

ГЛАВНЫЕ ТЕМЫ НОМЕРА:

ЭВОЛЮЦИЯ ЧЕЛОВЕКА

16 **ЗАКАТ НЕАНДЕРТАЛЬЦЕВ**

Кейт Вонг

О неандертальцах палеоантропологам известно больше, чем о любом другом вымершем виде человека, но их исчезновение по-прежнему остается загадкой

МЕДИЦИНА

24 **СЮРПРИЗЫ ЦЕЛИАКИИ**

Алессио Фазано

Изучение смертельно опасного заболевания, связанного с непереносимостью определенных пищевых продуктов, привело к открытию процессов, сопровождающих развитие множества других аутоиммунных болезней

ПСИХОЛИНГВИСТИКА

32 **ОБАЯНИЕ УМА**

Елена Леонова

Глава Межрегиональной ассоциации когнитивных исследований профессор Татьяна Черниговская обсуждает с нашим корреспондентом сложнейший вопрос: «Что есть сознание?»

ЭКОНОМИКА

38 **НАУКА О ПУЗЫРЯХ И КРАХАХ**

Гэри Стикс

Самый тяжелый экономический кризис со времен Великой депрессии вызвал переоценку представлений о том, как работают финансовые рынки и как люди принимают финансовые решения

ИННОВАЦИИ

46 **НОВЫЕ МИШЕНИ ДЛЯ ЛЕКАРСТВ**

Мелинда Уэннер

Новый класс лекарственных веществ связывается с необычными участками биологических молекул-мишеней

ЯДЕРНАЯ ПОЛИТИКА

52 **ЧТО ДЕЛАТЬ С ЯДЕРНЫМИ ОТХОДАМИ?**

Мэтью Уолд

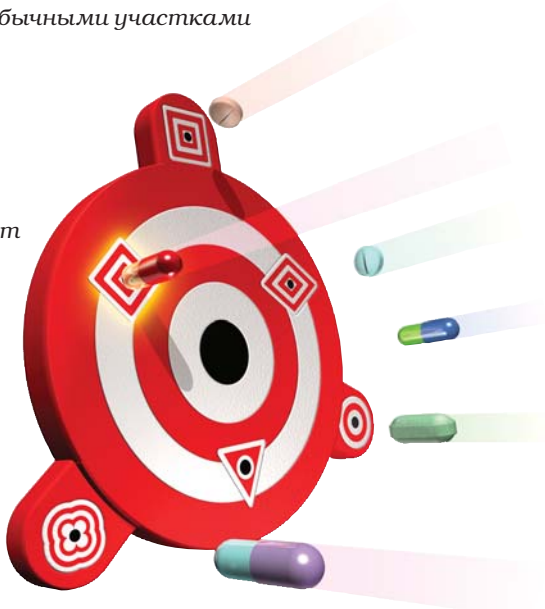
Ожидалось, что проблему утилизации ядерных отходов в США решит хранилище в Юкка-Маунтин, однако проект закрыт. Что предпринять теперь?

ЭЛЕКТРОНИКА

60 **ЖЕЛЕЗНЫЙ КЛЮЧ**

Грэм Коллинз

Пниктиды железа открыли перед физиками новые пути в поисках еще лучших высокотемпературных сверхпроводников, что позволит приподнять завесу двадцатилетней тайны



ежемесячный научно-информационный журнал

SCIENTIFIC AMERICAN **В мире науки**

Учредитель и издатель: ЗАО «В мире науки»

Главный редактор: С.П. Капица

Заместители главного редактора: А.Ю. Мостинская, О.И. Стрельцова

Зав. отделом естественных наук: В.Д. Ардаматская

Зав. отделом российских исследований: Ю.Г. Юшкявичюте

Выпускающий редактор: М.А. Янушкевич

Корреспонденты: Е.В. Кокурина, Д.А. Мисюров

Над номером работали: Н.Н. Алипов, А.В. Ващенко, А.Н. Воинов, А.А. Гендин, Е. Кондрашова, Т.Н. Лапшина, Д.А. Мисюров, Т.А. Митина, А.И. Прокопенко, И.П. Прошкина, И.Е. Сацевич, В.И. Сидорова, А.А. Сорокин, П.Ю. Худолей, Б.В. Чернышев, Н.Н. Шафрановская

Научные консультанты: профессор кафедры экономики и финансов ГУ-ВШЭ Д.В. Репин; доктор биологических наук, доктор филологических наук, профессор Т.В. Черниговская

Арт-директор: Л.П. Рочева

Корректура: Я.Т. Лебедева

Секретарь: И.И. Сорина

Генеральный директор ЗАО «В мире науки»: О.А. Василенко

PR-менеджер: П.П. Мостинский

Главный бухгалтер: Н.М. Воронина

Бухгалтер: Ю.Е. Полякова

Отдел распространения, подписка: Л.Р. Исмагилова, Л.В. Леонтьева

Веб-сайт: А.П. Цыганков

Адрес редакции и издателя:
105005, Москва, ул. Радио, д. 22, к. 409
Телефон: (495) 727-35-30, тел./факс: (495) 925-03-72
e-mail: info@sciam.ru; **www.sciam.ru**

Иллюстрации предоставлены *Scientific American, Inc.*
В верстке использованы шрифты *Helios* и *BookmanC*

Отпечатано:
ООО ИД «Медиа-Пресса», 127147, Москва, ул. Правды, д. 24.
Заказ № 91744

© В МИРЕ НАУКИ

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

ЗАО «В мире науки» входит в состав Гильдии издателей периодической печати

Тираж: 20 000 экземпляров
Цена договорная.

Перепечатка текстов и иллюстраций только с письменного согласия редакции. При цитировании ссылка на «В мире науки» обязательна. Редакция не всегда разделяет точку зрения авторов и 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, Peter Brown, Graham P. Collins, Mark Fichetti, Steve Mirsky, George Musser, Christine Soares

Chief news Editor: Philip M. Yam

Contributing editors: Marguerite Holloway, Michelle Press, Michael Shermer, Sarah Simpson, W. Wayt Gibbs

Chairman: Brian Napack

President: Steven Yee

Vice President and managing director, international: Kevin Hause

Vice President: Frances Newburg

Chairman emeritus: John J. Hanley

Art director: Edward Bell

Vice President and publisher: Bruce Brandfon

© 2007 by Scientific American, Inc.

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

РАЗДЕЛЫ:

ОТ РЕДАКЦИИ

3 **ЧТО ДЕЛАТЬ С ГЛОБАЛЬНЫМ ПОТЕПЛЕНИЕМ**

4 **50, 100, 150 ЛЕТ ТОМУ НАЗАД**

6 **СОБЫТИЯ, ФАКТЫ, КОММЕНТАРИИ**

- Секреты ездовых собак
- Аватар в действии
- Чуткая игла
- Элементарно, Ватсон!
- Микроб против микроба
- Новый бэби-бум?
- Выгнать червей
- Слабые связи

ЛАБОРАТОРИЯ ВКУСА

74 **В КАКОЙ КАПУСТЕ НАШЛИ ВАС? ЧТО НЕМЦУ И РУССКОМУ ЗДОРОВО**
Анатолий Гендин
Специалисты насчитывают около полутора сотен только культурных видов капусты, а уж конкретным сортам просто несть числа

ОБЗОРЫ:

68 **КНИЖНОЕ ОБОЗРЕНИЕ**

70 **ФОРУМЫ, ПРЕМИИ, ВЫСТАВКИ**

78 **СПРОСИТЕ ЭКСПЕРТОВ**
ЧТО ВЫЗЫВАЕТ АЛЬБИНИЗМ, И МОЖНО ЛИ ЕГО ВЫЛЕЧИТЬ?
ПОЧЕМУ ПРИ СМЕШИВАНИИ ДВУХ ПРОДУКТОВ, ВКУСНЫХ ПО ОТДЕЛЬНОСТИ, ИНОГДА ПОЛУЧАЕТСЯ НЕЧТО НЕСЪЕДОБНОЕ?

ВИД НА ЗАКАТ

НЕАНДЕРТАЛЬЦЫ,
наши самые близкие родственники,
жили в Европе и западной Азии в течение
приблизительно 200 тыс. лет

Это случилось в августе 1856 г., на три года раньше, чем Чарлз Дарвин опубликовал «Происхождение видов». Рабочие каменоломен в Неандерской долине вблизи Дюссельдорфа, Германия, обнаружили в маленьком гроте несколько древних на вид костей. Думая, что они могли принадлежать медведю, рабочие отнесли их местному учителю и натуралисту-любителю Иоганну Карлу Фульроту (Johann Carl Fuhlrott). Позже Фульрот совместно с анатомом из Бонна Германом Шаафгаузеном (Hermann Schaaffhausen) изучили останки и опубликовали результаты исследования, инициировав возникновение палеоантропологии. Так приобрели известность неандертальцы, угасшая ветвь нашего рода, вызывающая до сих пор не иссякший интерес. Со времени знакомства мы узнали о них очень многое. Сегодня неандертальцы — не только наиболее широко известный вид гоминидов, за исключением нашего собственного, но и самый загадочный. Конкурирующие теории определяют их или как тупиковую ветвь вида *Homo sapiens*, представители которой могли скрещиваться с представителями последней, или как отдельный вид.

Так или иначе, у нас много общего. Объем черепа неандертальцев в среднем даже больше, чем у современного человека. Они были прямоходящими, ростом ниже кроманьонцев, коренастыми, с сильными руками. Они тоже делали инструменты и символические объекты, включая украшения, хотя и не достигли таких же культурных высот. Прежде чем исчезнуть, они сосуществовали с нами в Европе на протяжении тысяч лет. Они выживали в неблагоприятных условиях окружающей среды, включая оледенение. Почему они вымерли? И можем ли мы, исследуя наших исчезнувших предков, понять, в чем уникальность современных людей?

Несмотря на то что ученый мир с нетерпением ожидает появления первых «черновых набросков» генома неандертальцев, которые должны появиться в конце года, исследователи продолжают искать ключ к разгадке и ответы на вопросы в палеонтологической летописи. В статье «Закат неандертальцев» ее автор Кейт Вонг плетет интригу из целого комплекса фактов и факторов — кандидатов на роль причин исчезновения этого загадочного вида. Быть может, в год 150-й годовщины появления фундаментального труда Чарлза Дарвина мы сумеем извлечь из опыта неандертальцев эволюционный урок: изменения климата, сделавшие неблагоприятной среду обитания, вероятно, и были последней каплей, спровоцировавшей их гибель. ■

■ НОВОСТИ ТРАНСПЛАНТАЦИИ ■ РАСТИТЕЛЬНАЯ ЭЛЕКТРИФИКАЦИЯ ■ СПАСЕНИЕ ЦИВИЛИЗАЦИИ ■

ОКТЯБРЬ 1959

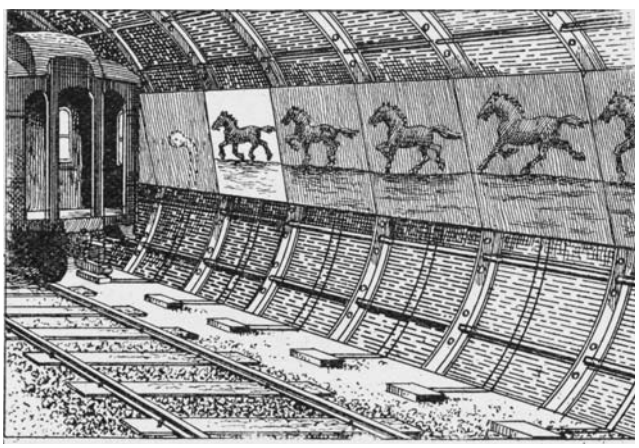
ПЕРЕСАДКА ПОЧКИ. «Операции, проведенные на однояйцевых близнецах, продемонстрировали, что при отсутствии иммунологического барьера можно успешно пересаживать почки для лечения почечных и сосудистых заболеваний, которые невозможно вылечить другим путем. Недавно мы провели трансплантацию органа здорового человека его брату, находившемуся в состоянии острой уремии. Хотя пациенты — не близнецы, мы понадеялись, что кровное родство все-таки обеспечит некоторую степень иммунологической совместимости. Реципиент подвергся тотальному рентгеновскому облучению тела в дозе достаточно большой для того, чтобы серьезно подавить активность ретикуло-эндотелиальной системы. И пока ее деятельность будет восстанавливаться после радиационного шока, возможно, она адаптируется к антигенам и пересаженной почке. Сейчас еще слишком рано оценивать результаты операции, но на текущей стадии все идет успешно». — Джон Меррилл (John P. Merrill).

ОКТЯБРЬ 1909

ЭЛЕКТРОКУЛЬТИВАЦИЯ. Быстрый рост растений в полярных областях до сих пор было принято объяснять непрерывным воздействием дневного света в течение двух-трех летних месяцев, но эту теорию необходимо пересмотреть. Профессор Карл Лемстрем (Karl Selim Lemstroem) из Университета Гельсингфорса полагает, что причина быстрого развития растений в Арктике — электрические токи между Землей и атмосферой, которые порождают феномен северного сияния. Иглы хвойных деревьев и ости колосьев облегчают передачу электричества сквозь растение, и эта их функция обусловливает сам смысл наличия подобных структурных элементов у местной флоры.

ПОДЗЕМНОЕ РАЗВЛЕЧЕНИЕ. Как известно, эффект движения в кинематографе достигается за счет того, что пленка с серией статичных кадров прокручивается перед проектором или фонарем, при помощи которого изображение последовательно подается на экран. Тот же результат можно получить, если картинки будут неподвижны, а публика — следовать мимо них. Остроумный изобретатель разработал подобный проект для того, чтобы оживить монотонность поездок в метро. Он предложил укрепить непрерывную ленту кадров на стене туннеля и подсветить их расположенными сзади лампами. На иллюстрации показано, как эту задумку можно воплотить в действительности.

(*В сентябре 1980 г. в метрополитене Нью-Йорка была установлена система под названием Masstransiscope, работающая по описанному принципу. Видео доступно на YouTube и в Google. — Прим. ред.*)



КИНО В МЕТРО: остроумный способ развеять скуку при перемещении под землей, 1909 г.

ОКТЯБРЬ 1859

АРКТИЧЕСКИЕ МЫТАРСТВА. Экспедиция, снаряженная два года назад для поисков сэра Джона Франклина (John Franklin) в Арктике, вернулась с точными и полными сведениями, подтверждающими печальную участь Франклина и его спутников. Капитан Фрэнсис Мак-Клинток (Francis McClintock) нашел записи и останки участников его похода в районе мыса Виктория. Судя по всему, Джон Франклин умер в июне 1847 г. Все остальные члены его команды тоже погибли в этих негостеприимных и безотрадных местах. Мы надеемся, что экспедиция Мак-Клинтока была последним путешествием в эту мрачную ледяную пустыню. Капитан Роберт Джон Мак-Клур (Robert Jonh McClure) открыл Северо-Западный проход, но зачем и какой ценой? Этот путь оказался совершенно непригодным для судоходства; соответственно, можно сделать вывод, что жизни и деньги, вложенные в арктические походы, потрачены напрасно.

ПРЕССА — ДВИГАТЕЛЬ ПРОГРЕССА. Мы знаем из древней истории, что многие народы — египтяне, ассирийцы, греки, римляне — в своем развитии создали величайшие произведения и могущественнейшие державы. Они проявляли большую умственную и физическую активность во время своего господства, но затем в их государствах наступал застой, а вскоре и упадок: почивая на лаврах, они быстро дряхлели. Мы полагаем, что подобного развития событий не нужно бояться в наш век прогресса. Печальный исход предотвратит печатная пресса: она представляет собой мощное средство, возбуждающее умы людей и препятствующее застойным явлениям. ■

КРАСНОЯРСКАЯ
ЯРМАРКА
КНИЖНОЙ КУЛЬТУРЫ

КРАСНОЯРСК, МВДЦ "СИБИРЬ"

4-8 ноября 2009

ВЫСТАВКА-ПРОДАЖА + КНИЖНЫЙ ФЕСТИВАЛЬ

КНИЖНЫЙ ФЕСТИВАЛЬ В РАМКАХ ЯРМАРКИ ВКЛЮЧАЕТ СЛЕДУЮЩИЕ НАПРАВЛЕНИЯ:

КНИГА КАК ПРОДУКТ:

цикл мероприятий для профессионального книжного сообщества

КНИГА КАК ИСКУССТВО:

выставки, музыкальные и видеопрограммы, инсталляции, перформансы, мастер-классы по книжному дизайну

КНИГА КАК СОЦИАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ:

дискуссии и круглые столы о состоянии современной литературы

ЦЕЛИ ПРОЕКТА:
ПРОПАГАНДА КНИГИ И ЧТЕНИЯ КАК КУЛЬТУРНОГО ДОСУГА;
ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ЛУЧШИХ РОССИЙСКИХ ИЗДАТЕЛЕЙ И СТИМУЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ КНИГИ В СИБИРИ;
ИНТЕГРАЦИЯ ФРАГМЕНТИРОВАННОГО КУЛЬТУРНОГО СООБЩЕСТВА СИБИРСКОГО И ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО РЕГИОНОВ;
РАСШИРЕНИЕ ЧИТАТЕЛЬСКОЙ АУДИТОРИИ И ПОВЫШЕНИЕ СТАТУСА ПИСЬМЕННОЙ КУЛЬТУРЫ.

официальная страница ярмарки:
www.prohorovfund.ru/projects/bookfair

КРАСНОЯРСКИЙ КРАЙ

Фонд Михаила Прохорова

СИБИРЬ международный выставочно-деловой центр имени Карена Мурадяна

КЯ

секреты ездовых собак

Особенности метаболизма собак, участвующих в гонках на длинные дистанции

Солнечным мартовским днем, высунув язык и бешено виляя хвостом, вожак упряжки Ларри пересек финишную черту в Номе, Аляска, после пробега в 1800 км, третий раз подряд выиграв гонки на собачьих упряжках «Идитарод». Для большинства простых смертных Ларри выглядит как радостная, но ничем не примечательная тощая дворняжка. С точки зрения гонщиков на собачьих упряжках он — маленькая легенда, которая не нуждается в представлении. Для ученых же Ларри может стать тем ключом, который приоткроет дверь к тайнам физиологии.

ЛЭНС МАКЕЙ празднует первую из трех побед в гонке «Идитарод» вместе со своей ездовой собакой Ларри (слева), хранящей секрет сжигания жира

Одна из особенностей организма ездовых собак — его способность при значительных нагрузках как бы «щелкать внутренним переключателем» и резко менять метаболизм мышечных клеток, переходя на сжигание жиров, что позволяет собакам бежать продолжительное время без явного ущерба для здоровья. Если исследователи смогут определить, как работает этот механизм, то, возможно, они сумеют помочь людям, больным диабетом, в их постоянной борьбе с ожирением.

Впервые исследователи обратили внимание на это «переключение» метаболизма в 2005 г. Группа ученых во главе с Майклом Дэвисом (Michael Davis) из государственного университета Оклахомы провела исследование в сотрудничестве с профессиональными ездовыми собачьими питомниками Аляски (Майкл Дэвис уже десять лет занимается изучением внутриклеточного метаболизма, физиологии желудочно-кишечного тракта, дыхательной и кровеносной систем ездовых собак).

В качестве тренировки гонщики заставляли собак ежедневно в течение четырех-пяти дней подряд пробегать дистанцию примерно в 160 км. После каждого забега исследователи брали крошечный образец мускульной ткани (около 60 мг, т.е. фрагмент размером со спичечную головку) из лапы участвовавших в исследовании собак, чтобы узнать концентрацию протеинов, активность ферментов и уровень содержания гликогена — крахмалоподобного вещества, которое служит у животных источником легко доступной энергии.

Результаты показали, что гликоген — это ключевой участник метаболического «переключения». В течение первых нескольких дней гонки ездовые собаки (как и люди) извлекают энергию из запасов гликогена внутри мышечных клеток. Но вместо ожидаемого постепенного истощения запасов гликогена и утомления мышц происходит совсем иное: животные внезапно «переключаются» на гликогенсберегающий метаболизм: потребление энергии, поступающей в клетки мускулатуры извне.

Дэвис предположил, что работающие с нагрузкой мышцы начинают направленно извлекать из крови молекулы жира и каким-то образом транспортировать этот жир через клеточные мембраны внутрь, где он сжигается как топливо. Во время гонок, скорее всего из-за высокой жирности используемых кормов, в крови ездовых собак содержится довольно большой процент жира. Каждая собака (которая весит в среднем 23 кг) потребляет около 12 тыс. килокалорий в день, причем 60% из них обычно приходится на жир, а 40% от общей энергетической ценности пищи составляют углеводы и белки.

По мнению Рэймонда Джиора (Raymond Geor), физиолога, специалиста по лечебной физкультуре из Мичиганского государственного университета, мышечные клетки ездовых собак хорошо приспособлены к использованию этого жира благодаря высокой плотности митохондрий, т.е. большому числу клеточных «энергетических станций». Загадка в том, как переносимый кровью жир оказывается в клетках. Постепенно накапливаются данные о том, что жир транспортируется в клетки способом, сходным с транспортировкой глюкозы, главную роль в котором, как говорит Дэвис, играет гормон инсулин. Для того чтобы проникнуть в суть этих механизмов, исследователи должны изучить чувствительность ездовых собак к инсулину.

На формирование этого метаболического «переключения» может оказывать сильное влияние целенаправленное разведение. Ларри происходит от древней линии ездовых собак. «История кровных линий моих собак насчитывает 100 лет, — говорит Лэнс Макей (Lance Mackey), владелец Ларри и легендарный гонщик, единственный человек, сумевший выиграть две гонки на длинные дистанции, «Идитарод» и «Юкон Квест», в один год и с одними и теми же собаками в упряжке. — Все мои псы не имеют родословной, формально они дворняжки, но все они выводились для гонок».

Тем не менее целенаправленное разведение может быть не единственной причиной их необычных способностей. Существует вероятность, что организм собак обучается при необходимости «переключаться» с одной метаболической стратегии на другую в результате интенсивных тренировок. Если все дело в упражнениях, то исследователи довольно легко смогут перенести этот принцип на людей, правильными нагрузками избавив диабетиков и других пациентов от ожирения. Если дело не в тренировках, эти поиски продлятся дольше, но в результате могут быть созданы методы полного излечения диабета или ожирения. Это произойдет, если, например, исследователи смогут выявить механизмы, повышающие чувствительность организма к инсулину или позволяющие утилизировать жиры, содержащиеся в мышечной ткани.

В этом году Макей выиграл «Идитарод», опередив своего ближайшего соперника на восемь часов, что стало одним из лучших результатов для этой трассы. Однако эта гонка — последнее соревнование для Ларри, который в течение восьми лет (из своих девяти) участвовал в подобных состязаниях. Несмотря на все еще отличное здоровье, в конце этого года он официально уйдет из спорта на заслуженный отдых.

Криста Уэст

ПРЕДЕЛ СОБАЧЬЕЙ ВЫНОСЛИВОСТИ

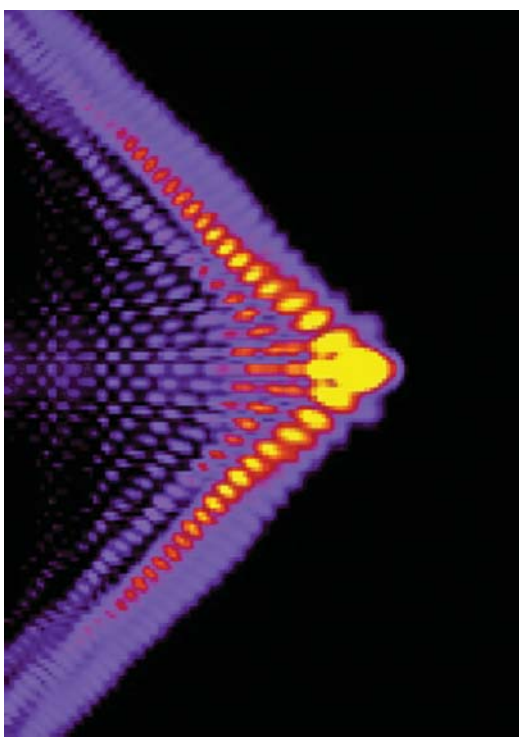
Суровость гонки ездовых собак «Идитарод» (в которой гонщики и упряжки из 12–16 собак преодолевают около 1 850 км в среднем за 16 дней) взимает свою плату, отражаясь на здоровье всех ее участников. Каждый год в процессе гонки гибнет в среднем по три собаки; в 2009 г. вдвое больше. Некоторые борцы за права животных осуждают мероприятие за его жестокость. Но это честная игра для настоящих мужчин. В век накачивающихся «химией» спортсменов «Идитарод» — зона, свободная от стероидов. На протяжении всей гонки ветеринары-добровольцы контролируют здоровье собак и осуществляют сканирование на предмет применения препаратов, улучшающих скоростные характеристики. Специальный самолет следует за собаками по трассе, и врач, находящийся в нем, может в любой момент без предупреждения взять мочу собак на анализ. Если в процессе соревнований собака заболела или получила травму, гонщик должен довезти ее до ближайшей стоянки, где животному будет оказана медицинская помощь, а упряжка продолжит путь уже без него. Участники гонки должны прийти к финишу хотя бы с шестью собаками в упряжке

ИЗГИБАЮЩИЕСЯ ЛАЗЕРНЫЕ ЛУЧИ

Два года назад физики показали, что лазерные лучи, проходящие через воздух, могут немного изгибаться в случае асимметрии некоторых компонентов, образуя так называемый луч Эйри. Сегодня ученые показали, что импульсные лучи Эйри большой интенсивности могут оставлять в воздухе криволинейные плазменные следы. Выглядящий подобно стопке монет, испускаемый импульсный луч диаметром 1 см и длительностью 35 фс (фемтосекунд) проходит через стеклянную пластину, которая преобразует его форму в треугольную, так что интенсивный пик оказывается по одну сторону от ряда более слабых. Самая яркая часть отклоняется в одну сторону, остальные — в противоположную. (При этом момент количества движения всего импульса в целом продолжает распространяться по прямой.)

Будучи очень интенсивными, яркие компоненты ионизуют воздух, оставляя за собой криволинейный плазменный след. Самоизгибающийся луч, описанный в выпуске журнала *Science* от 10 апреля, отклоняется не больше, чем на свой диаметр, но этого достаточно, чтобы помочь физикам исследовать структуру лазерных импульсов.

Ларри Гринмейер



ИЗГИБ: моделирование импульсного пучка Эйри, направленного к читателю; яркое пятно оставляет за собой криволинейный плазменный след

АВАТАР В ДЕЙСТВИИ

Какие законы применимы для разрешения конфликтов, когда вы в Матрице?

ЧАСТО БЫВАЕШЬ ЗДЕСЬ? Около 20 часов в неделю проводят члены виртуальных сообществ вроде «Второй жизни» в таких мирах. Происходящие в них конфликты могут поставить новые юридические вопросы

Какое юридическое значение в реальном мире должны иметь действия в мире виртуальном? Возможно, большинство людей сочтут, что никакого, но поскольку в сетевых сообществах осуществляются реальные финансовые транзакции, в которые вовлекается все больше участников, некоторые юристы полагают, что, возможно, пришло время распространить действие законодательства реального мира и на мир виртуальный.

По некоторым оценкам, в жизни сетевых сообществ принимают участие около 100 млн человек. Игра *Second Life* («Вторая жизнь»), творение компании *Linden Lab* из Сан-Франциско, позволяет миллиону своих активных пользователей получать новые впечатления в реальном времени. Их цифровые персонажи — так называемые аватары — бродят по замкам, необитаемым островам и другим фантастическим трехмерным пространствам. Посредством своих аватаров пользователи могут не только общаться с тысячами других игроков, но даже обниматься с ними и имитировать секс.

Такой «эффект присутствия» стал причиной нескольких сетевых конфликтов, имевших продолжение в реальном мире. В ноябре 2008 г. одна женщина подала на развод, так как обнаружила, что аватар ее мужа слишком увлечен кем-то другим. Обвиняемый возразил, что жена довела его до виртуальной измены своим пристрастием к игре *World of Warcraft* («Мир боевого мастерства»). В судебных делах о провинностях такое заявление будет вполне законным, говорит профессор права Университета Рутгерса Грег Ластовка (Greg Lastowka), который сегодня пишет книгу *Virtual Law* («Виртуальный закон»). Однако он ставит подобные претензии в один ряд с заявлениями наподобие: «Мой муж все время играет в гольф, и для меня у него нет времени» — за которыми, в сущности, стоит подозрение в неверности. Но поскольку игроки в среднем проводят в виртуальных мирах 20 часов в неделю, они часто придают происходящему там больше значения, чем законодатели. Когда китайский игрок Цю Ченвэй (Qiu Chengwei) купил в сетевой игре *Legend of Mir 3* («Легенда о Мире 3») виртуальный меч, а его друг украл этот меч и продал за $800, Цю обратился в полицию. Ему сказали, что закона о защите виртуальной собственности нет. Тогда он убил вора в реальном мире. «Если кому-то грозит смерть, а кто-то другой может провести оставшуюся жизнь в тюрьме, к этому стоит отнестись серьезно», — говорит Ластовка.

Что же касается деяний аватаров, которые бы считались преступными в реальном мире, то ясности тут еще меньше. Адвокат из Сан-Франциско Бенджамин Дюранске (Benjamin Duranske), основатель общества *Second Life Bar Association*, собирающегося во «Второй жизни» раз в месяц, рассказывал в своем блоге о деле о «виртуальном изнасиловании». В Брюсселе государственный обвинитель требовал расследования обвинения в изнасиловании в отношении бельгийского пользователя «Второй жизни». Впоследствии дело, похоже, было закрыто, поскольку, как предполагает Дюранске, «большинство законов запрещает насилие только в отношении реальных людей, а не компьютерных персонажей».

Это дело напоминает случай виртуального изнасилования, произошедшем десятилетием раньше, кото-

рый в 1993 г. описал Джулиан Диббл (Julian Dibble) в газете *Village Voice*. Этот случай произошел в текстовом виртуальном сообществе *LamdaMOO* и касался хакера, известного как *Mr. Bungle*, который манипулировал другими участниками, заставляя их подробно описывать на экране эпизоды жестокости. Реакцией на эту статью стала конференция, проведенная в 1994 г. в Нью-Йоркском университете, где участники обсуждали возможность самоуправления в Интернете, которое позволило бы виртуальному сообществу ограничивать или блокировать аккаунты пользователей. (Аккаунт *Mr. Bungle* и был в итоге ликвидирован.)

Членам сегодняшних виртуальных сообществ и в самом деле приходится соглашаться на предусмотренные контрактом «условия обслуживания», позволяющие компаниям разрешать конфликты, например, путем блокирования аккаунтов пользователей, нарушающих их. Однако не составляет труда открыть новый, создав другого зловредного персонажа. Как говорит Ластовка, «виртуальные миры не хотят охранять своих членов, они хотят только собирать доходы». (*Linden Lab* взимает налоги с пользователей, ведущих бизнес во «Второй жизни».) Ластовка отмечает, что в сетевых сообществах всегда будут «вредители» и «банды убийц», подкарауливающие новичков, чтобы «убить» или «изнасиловать» того, кто не научился нажимать кнопку «нет».

По мере поступления дел из виртуального мира суды могут создавать прецеденты. В частности, суды Южной Кореи несколько раз поступали так в отношении дел, касающихся виртуальной собственности. В отличие от них суды США устраняются от этой темы. Масштаб сетевого мира заставляет задуматся о необходимости, что законодательства для него. Годовой объем виртуальной торговли составляет около $1 млрд и будет расти дальше, по мере того как будут взрослеть ныне юные (в возрасте от 6 до 12 лет) участники игры *Club Penguin* («Клуб “Пингвин”») и ей подобных. Ластовка и Дюранске считают, что общество «идет к виртуальной жизни в Интернете», что, как говорит последний, «станет переворотом в способах нашего взаимодействия». Сможет ли законодательство поспевать за этими процессами, пока неясно.

Майкл Теннесен

ЧУТКАЯ ИГЛА

Каждый год у сотен тысяч людей после медицинских манипуляций проявляются осложнения, например повреждения нерва в результате инъекции, когда проникающая под кожу игла оказывается глубже, чем ей следовало бы. Новый шприц, разработанный исследователями из Гарвардской медицинской школы в сотрудничестве с рядом специалистов, может регулировать глубину проникновения и останавливается автоматически, не позволяя игле зайти слишком далеко. Когда вы начинаете делать укол с помощью этого устройства, то оказываете давление только на гибкую проволоку с закругленным концом, находящуюся внутри полости иглы. Когда проволока упирается в ткани, через которые проходит игла, она изгибается и цепляется за стенки иглы, тем самым передавая ей часть нажима и заставляя продвигаться вперед. Как только шприц проникает в какую-либо полость, например, в кровеносный сосуд, проволока распрямляется и перестает проталкивать иглу. В то же время выпрямленная проволока разблокирует отверстие, и лекарство начинает вытекать из шприца. Более подробное описание этого устройства было приведено в журнале «Труды Национальной академии наук США» от 7 апреля. По прогнозам инженеров, через три-пять лет это изобретение появится в клиниках.

Чарлз Чой

ИНЪЕКЦИИ: иногда игла оказывается слишком глубоко в нашем теле

ЭЛЕМЕНТАРНО, ВАТСОН!

Ватсон победит людей в телевикторине *Jeopardy* (аналог в России — «Своя игра»). По крайней мере, *IBM* надеется, что это действительно получится у суперкомпьютера, управляемого мощной программой семантического анализа под названием «Ватсон», которая имеет доступ к своей базе данных, но лишена подключения к Интернету. Ранее компьютер *Deep Blue* уже смог выиграть у человека в шахматы. Теперь *IBM* заявляет, что совершенствовала эту программу на протяжении почти двух лет и надеется провести серию турниров еще до окончательного поединка, намеченного на 2010 г.

Джон Метсон

МИКРОБ ПРОТИВ МИКРОБА

Укорачивающий жизнь микроб может победить болезни, вызываемые комарами

УКУС В СПИНУ: комар с укороченным бактерией периодом жизни не может распространить смертельную болезнь

Даже в многочисленном и разнообразном мире бактерий *Wolbachia* занимает особое место. Паразитируя на насекомых, она может влиять на соотношение полов, поражать ДНК, кладку яиц своего хозяина и передаваться по наследству. Способная заражать по крайней мере 1/5 всех видов насекомых, она может считаться самым распространенным паразитом на всем земном шаре. Но сегодня *Wolbachia* сама попала в западню, помогая человечеству одержать победу в длительной войне против болезней, вызываемых комарами.

Так, в частности, группа исследователей из Университета Квинсленда, Австралия, и Педагогического университета Центрального Китая в Ухане занялась изучением штамма *Wolbachia*, которая вдвое укорачивает жизнь плодовой мушки. Ученые успешно интродуцировали ее на совершенно новом хозяине *Aedes aegypti*, моските, который разносит вирус, вызывающий лихорадку Денге, сопровождающуюся симптомами сильной простуды и сыпью, и в наиболее опасной геморрагической форме в 5% случаев приводящую к летальному исходу.

Wolbachia, по всей вероятности, не тормозит репродуктивную способность *Aedes aegypti*. На самом деле, она дает преимущество инфицированным самкам, уничтожая яйца неинфицированных сородичей, оплодотворенных инфицированными самцами. Но эта бактерия, как поясняет Скотт О'Нил (Scott O'Neill), энтомолог из Университета Квинсленда, может стать защитой от вируса Денге, инкубационный период которого длится около двух недель, в течение которых ему надо поселиться в теле комара, самовоспроизвестись, проникнуть в слюнные железы и затем перейти к новому хозяину.

Комар, инфицированный укорачивающей его жизнь *Wolbachia*, не может предоставить достаточно времени своему пассажиру для инкубации и переселения. Учитывая, что только что появившиеся на свет самочки обычно выжидают несколько дней до своей первой кровяной трапезы и, соответственно, отодвигают возможное заселение вируса Денге, 21–27-дневный жизненный период комара — переносчика *Wolbachia* ограничивает время для инкубации и распространения вируса лихорадки Денге.

Исследователи также обнаружили другой интересный побочный эффект. Инфицированные москиты делали больше попыток укусить человека, но не смогли добраться до крови. При более близком рассмотрении было обнаружено, что их хоботки расщепились, и насекомые были не в состоянии прокусить кожу.

О'Нил отмечает, что, к нежданной радости, москиты, потерявшие способность кусать, не способны и передавать вирус Денге или какую-либо другую инфекцию. Затем он добавляет: «Мы говорим об укорочении жизненного цикла комаров на 50%, но, по сути, они уже мертвы, когда не могут вонзить свой стилет в чью-нибудь руку».

Данные исследования вызвали большой интерес, особенно на дальнем севере Квинсленда, где свирепствует вспышка лихорадки Денге. По словам Скотта Ричи (Scott Ritchie), медика-энтомолога из Управления здравоохранения штата и Университета Квинсленда, современные методы борьбы с вирусом заключаются в ликвидации излюбленных мест размножения москитов в водных резервуарах. Но это нелегкая задача. «Наши сотрудники должны ходить от дома к дому и обеззараживать резервуары, а ведь во многих районах в них хранится питьевая вода, в которой нуждаются люди», — говорит Ричи. Хотя подобные мероприятия все-таки довольно успешны в городах Австралии, они вряд ли были бы столь приемлемы и безопасны, например, в бразильских густозаселенных районах трущоб Рио-де-Жанейро. В этом случае биологический контроль с помощью естественно распространяющейся *Wolbachia* представляется заманчивым решением.

Wolbachia привлекает еще больше внимания с точки зрения борьбы с другими болезнями, вызываемыми насекомыми, в том числе малярией или сонной болезнью, передаваемой мухой цеце. Особенно важ-

но, что подобная практика может стать успешной в борьбе с филяриатозом, как считает Рамакришна Рао (Ramakrishna U. Rao), паразитолог из Медицинской школы Вашингтонского университета в Сент-Луисе, поскольку у гельминтов — переносчиков этого заболевания длинный инкубационный период. Тем не менее Рао отмечает, что лабораторные результаты еще не гарантируют успеха.

О'Нил и его коллеги проводят полевые испытания, поместив взятых из природы незараженных комаров вместе с инфицированными в один садок на улице, чтобы удостовериться, возьмет ли верх *Wolbachia* в естественных условиях. (К счастью, этот штамм не видоизменяется под воздействием других разновидностей, что могло бы уменьшить пригодность инфицированной популяции.) Исследователи надеются, что москиты — переносчики *Wolbachia* постепенно станут доминировать, что позволит избавиться от более вредных для человека насекомых.

Бьянка Ногради

сходный образ жизни

Как оказалось, в рекламных роликах фирмы *Geico*, где показан пещерный человек, живущий среди обычных людей, содержится крупица истины.

На апрельском заседании Палеонтологического общества в Чикаго обсуждались свидетельства, указывающие на то, что образ жизни и поведение неандертальцев не слишком отличались от таковых, принятых в то время в сообществах людей современного типа. Брюс Харди (Bruce Hardy) из Кеньон-колледжа изучал находки в Холе Фелс, местечке на юго-западе Германии. Там были обнаружены предметы, сделанные примерно 36–40 тыс. лет назад неандертальцами, и вещи, изготовленные 33–36 тыс. лет назад людьми современного типа. Обе группы гоминидов обитали на одной и той же территории, в сходных природных условиях, благодаря чему эти культуры идеальны для сравнения.

Харди сопоставил характер износа и следы на орудиях, в результате чего стало ясно, что у людей современного типа спектр используемых предметов был больше, однако манипуляции при их изготовлении и применении внутри обеих групп были сходными. Например, в обеих культурах для скрепления каменных частей орудий с древесными рукоятками использовалась древесная смола, а часть предметов выполнялась из костей и дерева. Исследователь предположил, что большую часть предметов, свойственных только людям современного типа, неандертальцы не изобрели просто потому, что для выживания было вполне достаточно того, что они уже имели и умели.

Кейт Вонг

новый бэби-бум?

В 2007 г. в США появилось на свет детей больше, чем в каком-либо другом году за всю историю страны. Согласно предварительным данным Национального центра статистики здоровья, по количеству рождений был превышен рекорд 1957 г. — разгара демографического взрыва.

В последние годы коэффициент рождаемости (среднее количество детей, рожденных одной женщиной в течение ее репродуктивного периода) медленно снижался по причинам, которые не полностью ясны. В 2007 г. он составил в среднем 2,1 — число, которое демографы называют абсолютным минимумом для поддержания популяционного уровня без иммиграции. В среднем в американских семьях сейчас гораздо меньше малышей, чем в 1950-х гг. (до того как стали доступны противозачаточные таблетки), когда на женщину приходилось примерно по четыре ребенка. Но население почти удвоилось, что и стало главной причиной превышения рекордного числа рождений.

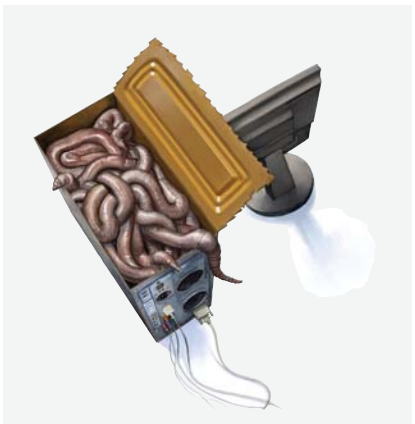
США в 1957 г.
Население: **171 млн**
Рождений: **4 308 000**
Рождений на 1 тыс. женщин репродуктивного возраста (15–44 года): **122**

США в 2007 г.
Население: **301 млн**
Рождений: **: 4 317 119**
Рождений на 1 тыс. женщин репродуктивного возраста (15–44 года): **69**

Выгнать червей

Червь Conficker вскрывает недостатки компьютеров, обнаруживая ошибки и бреши в программах

Можно понять пользователей, которые не включают свои машины 1 апреля. С момента своего появления в ноябре 2008 г. вредоносная программа-червь, известная как *Conficker*, стала одной из самых больших угроз, какие видел Интернет за многие годы. Она поразила более 10 млн компьютеров во всем мире. Проникнув в компьютеры с операционной системой *Windows* и скрытно дожидавшись «Дня дураков» — 1 апреля (выбор даты симптоматичен), программа должна была загрузиться и выполнить определенный набор команд. Никто не знал, что именно произойдет. Обычно червь использует бреши в системе защиты широко используемой программной оболочки — в данном случае *Microsoft Windows* — для распространения своих копий. Однако код червя *Conficker* на удивление совершенен: он нейтрализует антивирусное ПО и получает обновления, которые придают ему новые возможности. Его внезапная вылазка в Паутине возродила интерес к одной из самых противоречивых идей в области сетевой защиты: реализации «хорошего» червя. Такое ПО должно распространяться подобно своим вредоносным собратьям, но только вставать на защиту машин, в которые оно внедряется. Мысль эта не нова. В конце 2003 г. в *Windows*-компьютеры внедрился червь *Waledac*, используя те же слабые звенья, что и широко распространенный тогда червь *Blaster*. Но в отличие от последнего, который был запрограммирован на запуск атак против веб-сайтов *Microsoft*, *Waledac* оснащал инфицированные машины заплатами для системы защиты.



На первый взгляд, успех был налицо. Но, как и всякий червь, *Waledac* резко увеличивал сетевой трафик, забивал Интернет и перезагружал машины без согласия пользователей. (Общий упрек автоматическому обновлению систем защиты — и главная причина, почему многие люди его отключают, — в том, что установка заплаты на систему защиты требует перезапуска компьютера, часто в самый неподходящий момент.) Что еще важнее, червь — независимо от благородства цели — это незаконное вторжение.

После этого инцидента дискуссия по поводу «хороших» червей сошла на нет, отчасти потому, что исчезли сами черви. «В начале 2000-х гг. сильных бизнес-моделей для распределенного ПО еще не было», — говорит Филип Поррас (Philip Porras), директор по программам некоммерческой организации *SRI International*. Он объясняет, что хакеры «использовали червей, чтобы заявить о себе и добиться признания». Черви должны были связать компьютеры в ботсети — гигантские совокупности компьютеров-зомби, объединенные задачей закрывать законные веб-сайты. Захватывающе (если это в вашем вкусе), но не слишком прибыльно.

В последние пять лет вредоносные программы стали явно более доходными. «Фишеры» рассылают электронные сообщения, побуждающие людей раскрывать конфиденциальные данные. Преступники начали также загружать в законные сайты магазинов трудно обнаружимые разведывательные коды, которые тайно перехватывают сведения о кредитных карточках. Полученная информация затем продается на черном рынке Интернета. За имя пользователя и его пароль доступа к сайту банка можно получить от $10 до $1000; гораздо более распространенные номера кредитных карточек можно продать всего за 6 центов. Согласно данным компании *Symantec*, специализирующейся на безопасности Интернета, суммарный годовой объем продаж на черном рынке Интернета превышает сегодня $7 млрд.

Стоящие за этими аферами хорошо организованные преступные группы строят свой бизнес на вредоносных программах. Они покупают на черном рынке Интернета самые передовые коды, приспосабливают их к своим потребностям и затем продают или сдают в аренду бот-сети тем, кто дороже заплатит. Они продлевают, насколько возможно, срок существования червей, инвестируя в обновления. Этот преступный подход, напоминающий конвейер, эффективен: 65% всех вирусов, выявленных компанией *Symantec* за последние 20 лет, появились в течение последних 12 месяцев.

Через неделю после роковой даты 1 апреля стали ясно, что цель создателей вируса *Conficker* — получение прибыли. Червь запускал хорошо известный генератор спама. Кроме того, инфицированные им компьютеры начинали через каждые несколько минут выда-

вать на экран назойливое уведомление *Windows Security Alert*, извещавшее, что компьютер заражен, и это было истинной правдой. Однако фальшивый антивирус сообщал, что очистить компьютер можно только одним способом: загрузив предлагаемую программу ценой $50, — разумеется, с оплатой только кредитной карточкой.

По иронии судьбы, регулярные обновления могли предотвратить первоначальное распространение этого червя. *Conficker* начал действовать через целых четыре недели после того, как компания *Microsoft* выпустила экстренную заплату, защищавшую от него компьютеры. Очевидно, что миллионы пользователей не установили обновление. А миллионы, возможно, и до сих пор не защитили свои компьютеры должным образом — тревожная мысль, поскольку *Conficker* ожидает дальнейших команд.

Майкл Мойер

ЖИДКОСТЬ ТЕЧЕТ ВВЕРХ

Ученые из Рочестерского университета сумели заставить жидкость при комнатной температуре течь в направлении, противоположном направлению действия силы тяжести. С помощью лазерного луча высокой интенсивности они проделали микроскопические каналы в металлической пластине.

В результате совокупного действия испарения и капиллярных сил метанол стремился вверх по этим каналам со скоростью, которую исследователи оценили как небывалую, даже тогда, когда пластину держали вертикально. Такой пассивный перенос жидкости, описанный 2 июня 2009 г. в журнале *Applied Physics Letters*, может найти применение в устройствах, работа которых зависит от перемещения очень малых объемов жидкости.

Джон Метсон

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ

КАЛЕНДАРЬ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ НА НОЯБРЬ - ДЕКАБРЬ 2009 г.

10-11 ноября 2009 года (вт-ср)
Первая научно-практическая конференция с международным участием
«ТАРА И УПАКОВКА ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ. КОММУНИКАТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ»

18-19 ноября 2009 года (ср-чт)
VII международная научно-практическая конференция и выставка
«АНАЛИТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЙ И ПРИБОРЫ В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ. ЭКСПЕРТИЗА, ОЦЕНКА КАЧЕСТВА, ПОДЛИННОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ»
Презентация книги
«РУКОВОДСТВО ПО ПРИМЕНЕНИЮ АНАЛИТИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ»

10 декабря 2009 года (чт)
Первая всероссийская научно-практическая конференция
« РОЛЬ ВУЗОВ В СОЗДАНИИ КАДРОВОГО РЕЗЕРВА ИННОВАЦИОННОГО ОБЩЕСТВА РОССИИ»

Информационная поддержка:
В мире науки, Отраслевые ведомости, ЭКиП, Гищепромиздат

Официальная поддержка:
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ
АССОЦИАЦИЯ МОСКОВСКИХ ВУЗОВ

МГУПП

Аналитический информационный центр «МГУПП-Медиа»
125080, Россия, г. Москва, ул. Врубеля, д. 12, В-9-7
www.mgupp.ru
media@mgupp.ru (499) 158-70-22
mgupp-media@mail.ru (499) 158-72-35

Слабые связи

Скептический взгляд на ископаемые останки как потерянное звено в эволюции человека

Примат *Darwinius masillae* жил 47 млн лет назад. Специалисты, которые описали ископаемое существо и назвали его Идой, утверждают, что главные признаки, присущие ему, связывают его с такими приматами, как обезьяны, человекообразные и сам человек. Другие исследователи настаивают, что Ида стоит ближе к тому подотряду приматов, куда входят лемуры, галаго и лори

19 мая мир облетело сообщение о невероятной находке окаменелой тушки примата величиной с домашнего кота. 47 млн лет назад эта молодая особь женского пола обитала в дождевых лесах на территории современной Германии. Найденный примат представляет собой род и вид, доселе не известный науке — «существо Дарвина из Месселя» (Darwinius masillae), однако ученые, опубликовавшие информацию об этом открытии, по-свойски окрестили самку Идой. В тщательно разработанной кампании средств массовой информации, когда одновременно с выходом научной статьи в *PloS One* появились сайт в Интернете, книга и документальный фильм на канале *History Channel*, значение Иды было определено четко: вот оно — недостающее звено в родственных связях человека и приматов. В выпусках новостей ее называли «восьмым чудом света», «священным Граалем» и «Розеттским камнем».

Ида украшала первые страницы бесчисленных газет, появлялась в утренних и вечерних программах новостей, ее не обошел поток светской хроники, а поисковик *Google* на целый день поместил ее изображение на главной странице.

Однако ряд независимых экспертов выступили с критикой таких притязаний. Не потому, что Ида слишком стара, чтобы открыть нечто новое в эволюции человека (самым ранним предполагаемым прародителям всего лишь 7 млн лет), а потому, что она не может быть отнесена к антропоидной ветви приматов, включающей обезьян, человекообразных приматов и нас.

В результате разразились продолжительные дискуссии о происхождении антропоидов, называемых высшими приматами. Преобладала точка зрения, что группа долгопятовых, известных как омомииды (*Omomyidae*), дала начало антропоидам. Некоторые авторитетные исследователи, напротив, заявляли, что родоначальниками антропоидов следует считать вымерших приматов, относящихся к адапидам (*Adapidae*).

Что же с Идой? Палеонтолог из Университета Осло Йорн Хурум (Jorn H. Hurum) и его коллеги записали Иду в адапиды, хотя признавали, что она обладает рядом антропоидных черт: лопатовидные передние зубы, отсутствие так называемого «туалетного когтя» на втором пальце задней ноги, частично слившаяся нижняя челюсть. Они утверждали, что Ида может быть связующим звеном адапидов с антропоидами.

Критики соглашаются, что Ида — представитель адапидов, но выступают против приписываемых ей связей с антропоидами. Роберт Мартин (Robert Martin) из Музея естественной истории им. Филда в Чикаго предупреждает, что некоторые черты, по которым Иду ставят в один ряд с антропоидами, на самом деле не подтверждают такого родства. Например, слияние нижней челюсти не присутствует у ранних выявленных антропоидов и не считается наследственным признаком данной группы. Более того, эта особенность независимо возникала у нескольких родов млекопитающих, в том числе лемуров, в процессе параллельной эволюции. Далее Мартин отмечает, что у Иды отсутствует характерный признак антропоидов: костная перегородка сзади глазницы. Он говорит: «Я убежден, что *Darwinius masillae* никак не поможет нам прояснить происхождение высших приматов».

Адапидов относят к подотряду мокроносых обезьян, куда входят ныне живущие истинные лемуры, галаговые и лориевые из Африки и Азии, как поясняет палеонтолог Ричард Кей (Richard F. Kay) из Университета Дьюка. Он считает, что в случае Иды «решительно не прослеживается прямых связей с сегодняшними обезьянами, человекообразными приматами и самим человеком». Кей, как и другие специалисты, утверждает, что примитивный примат из Китая, названный *Eosimias*, скорее годится в прародители антропоидам.

Если критики правы, то не стоит обсуждать Иду в связи с антропоидами, а, следовательно, и с нашим происхождением. Это, однако, не означает, что находка не представляет никакой ценности. В отличие от *Eosimias*, от которого остались только окаменелые челюсти, Ида замечательно сохранилась: представлены целый скелет, следы ее последней пищи, очертание тела, остатки меха. Хурум со своей командой установил, что она хорошо бегала и прыгала по деревьям в ее родном дождевом лесу, росла довольно быстро, питалась листьями и фруктами и, вероятно, вела ночной образ жизни.

Дальнейший анализ ископаемых останков, без сомнения, позволит больше узнать о жизни древних приматов. Возможно, он также прояснит положение Иды в генеалогическом древе.

Кейт Вонг

www.PT21.ru www.PT21.ru www.PT21.ru www.PT21.ru www.PT21.ru

Перспективные технологии XXI века

III-я Международная выставка (виртуальная)

ноябрь 2009 - ноябрь 2010

www.PT21.ru www.PT21.ru www.PT21.ru www.PT21.ru www.PT21.ru

К участию в **III-ей Международной (виртуальной) выставке «Перспективные технологии XXI века»** приглашаются российские и зарубежные научные организации и промышленные предприятия, малые инновационные фирмы, изобретатели, инициаторы инновационных проектов, представители предпринимательских кругов, заинтересованные в получении взаимовыгодного коммерческого результата.

Организаторы:

- Министерство образования и науки Российской Федерации
- Федеральное агентство по науке и инновациям (Роснаука)
- Некоммерческое партнерство «Международный Центр информации, обучения и консалтинга в области энергоресурсосбережения» (НП «ИНКО)

Живые системы

Индустрия наносистем и материалы

Рациональное Природопользование

Информационно-телекоммуникационные системы

Энергетика и энергосбережение

Основные цели и задачи выставки:

- выявление наиболее высокоэффективных перспективных технологий в XXI веке и оборудования в реальном секторе экономики с последующим их внедрением и тиражированием российских и зарубежных организациях;
- повышение конкурентоспособности отечественной продукции на внутреннем и внешнем рынках и создание благоприятного инвестиционного климата для отечественных и иностранных инвесторов на основе достигнутых результатов в рамках ФЦНТП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007-2012гг.» по приоритетным направлениям;
- демонстрация научно-технических достижений и разработок научно-исследовательских организаций, промышленных предприятий в области развития перспективных технологий для реального сектора экономики.

В рамках виртуальной выставки пройдет Всероссийский конкурс «На лучшую научно-техническую разработку в области развития перспективных технологий для реального сектора экономики». Лауреаты конкурса будут отмечены дипломами и призами Федерального агентства по науке и инновациям (Роснауки).

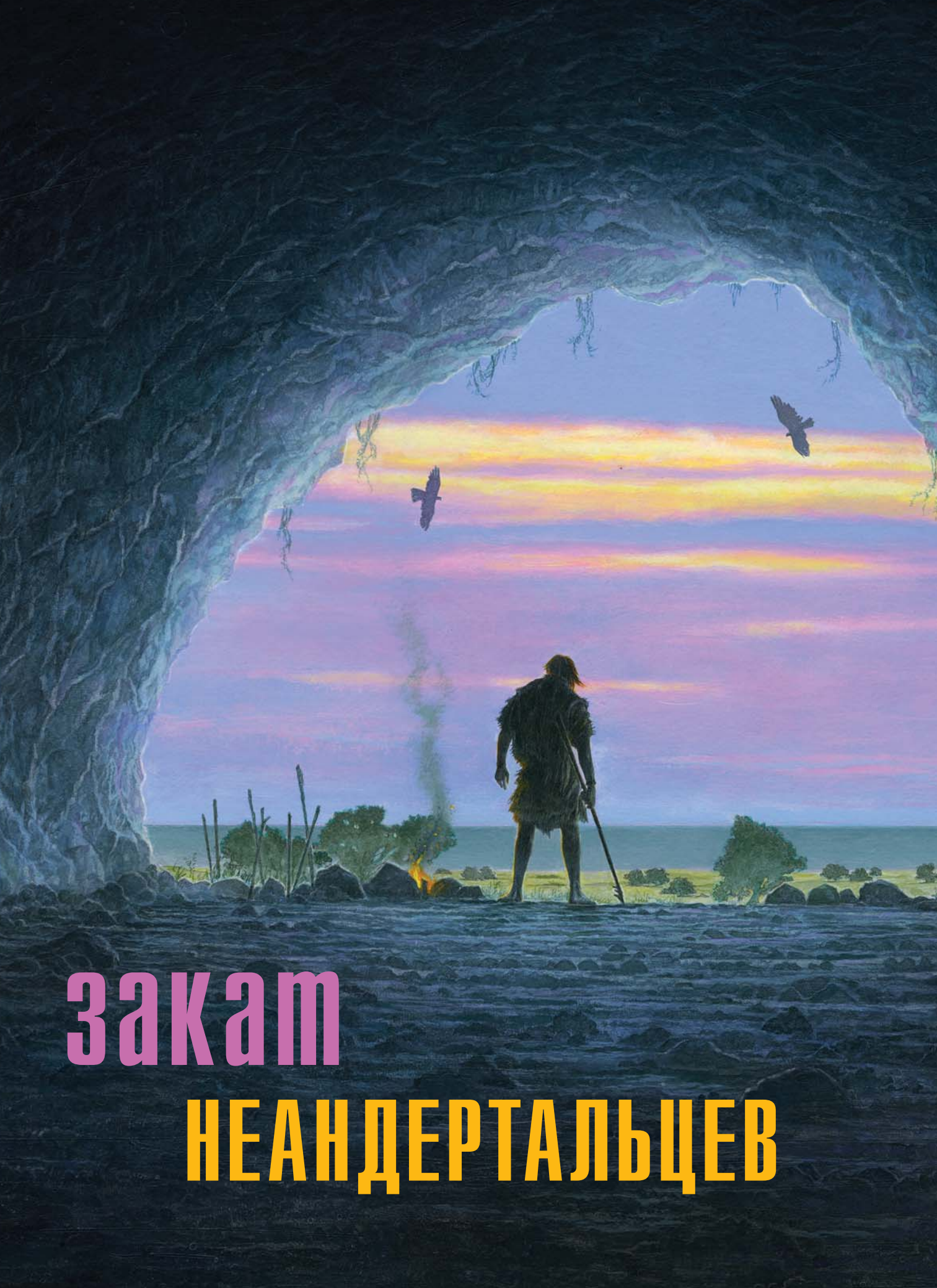
О виртуальной выставке

Участники Интернет - выставки смогут быстро и без лишних расходов, загрузив информацию, представить свою компанию, а посетители имеют возможность, выбрав определенный раздел из перечня участвующих в выставке, получить полную информацию об интересующем экспоненте непосредственно на рабочем месте, наглядно ознакомиться с инновационными разработками, получить иную дополнительную информацию, а также напрямую связаться с экспонентом и установить контакты.

По вопросам участия просим Вас обращаться в **НП «ИНКО»**:
117218, Москва, Нахимовский пр-т, д. 26
Тел./факс: +7(499) 128-87-50, e-mail: PT21@incot.ru

Информационная поддержка:

www.pt21.ru



закат неандертальцев

Кейт Вонг

О неандертальцах палеоантропологам известно больше, чем о любом другом вымершем виде человека. Но их исчезновение остается загадкой, которая со временем кажется все более интересной

Около 28 тыс. лет назад на территории современной английской части Гибралтара группа неандертальцев боролась за выживание на скалистом берегу Средиземного моря. Вероятно, они были последними представителями своего вида. На остальной территории Европы и Западной Азии после 200 тыс. лет господства неандертальцы исчезли еще тысячу лет назад. По-видимому, Пиренейский полуостров с его сравнительно мягким климатом и обилием животных и растений стал их последним оплотом. Тем не менее эти жители Гибралтара вскоре также вымерли, оставив нам лишь скудные остатки своих каменных орудий и обугленные кострища стоянок.

С самого момента открытия первых ископаемых останков неандертальцев в 1856 г. ученые спорили о месте этого вымершего вида в генеалогическом древе современного человека и о его таинственной судьбе. Долгое время были популярны две противоположные теории. Согласно первой, неандертальцы — это архаичная разновидность вида *Homo sapiens*, которая либо дала начало нашему виду, либо была ассимилирована более современной европейской популяцией. Согласно другой точке зрения, неандертальцы — отдельный вид, *H. neanderthalensis*, который был быстро вытеснен с древней территории гоминидов человеком разумным.

В недавнее время были совершены два открытия, которые расставили точки над *i* в научных дебатах вокруг вопроса, состояли неандертальцы и современные люди в отношениях любви или войны. Во-первых, в результате анализа ДНК неандертальцев не было обнаружено признаков скрещивания, которых можно было бы ожидать, если бы две группы значительно смешивались. Во-вторых, развитие более точных методов датирования показало, что неандертальцы существовали около 15 тыс. лет после прихода в Европу человека разумного, произошедшего более 40 тыс. лет назад. Эти данные ставят под сомнение теорию блицкрига, предполагавшую быстрое замещение одного вида другим.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

- Наши ближайшие родственники, неандертальцы, доминировали на территории Европы и Западной Азии на протяжении более 200 тыс. лет. Но внезапно около 28 тыс. лет назад они исчезли.
- Длительное время исследователи спорили о причинах их исчезновения. Последние теории указывают в качестве причин упадка неандертальцев изменения климата, а также тонкие биологические и поведенческие различия, которые, возможно, предоставили человеку разумному эволюционные преимущества.

СУДЬБУ НЕАНДЕРТАЛЬЦЕВ ПЕРЕВЕРНУЛ КЛИМАТ?

Около 55 тыс. лет назад на территории Евразии начались сильные колебания климата от холодного до умеренного и обратно в течение декад. Когда наступали морозы, ледниковые щиты продвигались на новые территории. Окружающая среда по всей площади, населяемой неандертальцами, ранее богатая деревьями, сменялась открытой тундрой. За климатическими изменениями следовала смена видов животных. Достаточно длительные промежутки времени между климатическими сдвигами позволяли сократившейся популяции неандертальцев приспособиться к новым условиям и восстановить численность. Но нарастающая в это время скорость сдвигов сделала восстановление популяции невозможным. И около 30 тыс. лет назад сохранилось лишь несколько групп неандертальцев, пытавшихся выжить в области Пиренейского полуострова с его относительно мягким климатом и богатыми ресурсами. Эти группы уже были слишком малы и фрагментированы, чтобы позаботиться о себе и в конечном итоге также исчезли. На карте ниже представлены климатические условия на момент последнего ледникового максимума, около 20 тыс. лет назад, которые предположительно положили конец эпохе неандертальцев на данной территории

Сделанные открытия заставили многих исследователей более осторожно отнестись к другим гипотетическим причинам вымирания неандертальцев. Сегодня точно можно сказать лишь одно: ответ на эту загадку включает сложную совокупность стрессогенных факторов.

Мир в движении

Новейший и наиболее информативный источник сведений о причинах вымирания неандертальцев — палеоклиматические данные. Длительное время считалось, что за время своего расцвета неандертальцы переживали как ледниковые периоды, так и перемежавшие их эпохи более мягкого климата. В последние годы анализ изотопов в пластах льда, океанических отложениях и пыльце на территории Гренландии, Венесуэлы и Италии позволил более детально восстановить картину климатических сдвигов, имевших место в период, известный как кислородно-изотопная стадия 3 (КИС-3). В начале КИС-3 65 тыс. лет назад климат был умеренным, а в ее конце 25 тыс. лет назад северную Европу накрыли ледовые щиты.

К моменту наступления КИС-3 неандертальцы были единственными гоминидами в Европе, к ее финалу на данной территории остался лишь человек разумный. С учетом этого ученым интересно выяснить, были ли изменения в климате, усложнившие добычу пищи и поиск тепла, причиной исчезновения неандертальцев. Несмотря на все доводы в пользу подобного сценария, в его рамках необъясним тот факт, что неандертальцы уже сталкивались с условиями оледенения и выжили.

Действительно, многие биологические особенности неандертальцев указывают на то, что они были отлично приспособлены к холоду. Бочкообразная грудная клетка и коренастое сложение способствовали сохранению тепла. Кроме того, чтобы спастись от холода, они могли использовать одежду из шкур животных. Их мускулистое телосложение отлично подходило для охоты на крупных млекопитающих, предположительно одиночных, таких как шерстистый носорог, которые в большом количестве разгуливали по Европе после похолодания. (Другие отличительные черты неандертальцев, например массивные надбровные дуги, могли не иметь адаптационного значения и были скорее результатом дрейфа генов, нежели отбора).

Данные изотопного анализа говорят о том, что в это время климат вместо постепенного изменения от умеренного к холодному становился все более нестабильным и достиг ледникового максимума внезапно и резко. За климатическим сдвигом последовали экологические изменения: леса уступили место тундростепи, северный олень вытеснил некоторые виды носорогов. Подобные колебания происходили настолько быстро, что на протяжении одной жизни все животные и растения, к которым привык человек, могли исчезнуть, а на их место прийти неизвестная флора и фауна. А затем,

LAURIE GRACE; SOURCE FOR MAP: "RAPID ECOLOGICAL TURNOVER AND ITS IMPACT ON NEANDERTAL AND OTHER HUMAN POPULATIONS," BY CLIVE FINLAYSON AND JOSE S. CARRION, IN TRENDS IN ECOLOGY AND EVOLUTION, VOL. 22, NO. 4; 2007

так же быстро, как и прежде, климат снова менялся.

Эволюционный эколог из Музея Гибралтара Клив Финлейсон (Clive Finlayson), занимающийся раскопками в пещерах Гибралтара, предлагает новый сценарий исчезновения неандертальцев. Согласно его гипотезе, именно подобные колебания климатических условий, а не обычный холод, могли подвести популяцию неандертальцев к роковой черте невозвращения. Климатические изменения требовали от них быстрых перестроек образа жизни в очень сжатые сроки. Например, смена лесов на тундростепи привела к тому, что не осталось деревьев, за которыми охотники могли устроить засаду. Чтобы выжить, неандертальцам нужно было изменить способ охоты.

Некоторым неандертальцам удавалось приспособиться к меняющемуся миру, что отразилось в смене их орудий труда и жертв, на которых они охотились. Но, вероятно, за время климатических флуктуаций многие уже погибли, разредив и без того фрагментированную популяцию. При нормальных обстоятельствах древние люди должны были восстановить численность, как это уже случалось прежде, за время, когда климатические флуктуации были не столь стремительны. Но скорость изменений окружающей среды не предоставила им достаточного времени для восстановления. В итоге, как считает Финлейсон, повторяющиеся климатические удары настолько проредили популяцию, что неандертальцы больше не могли им противостоять.

Финлейсон говорит, что предположение о фрагментированности популяции неандертальцев подтверждается результатами генетического исследования Вирджинии Фабр (Virginie Fabre) и ее коллег из Университета Средиземноморья в Марселе, опубликованными в апрельском выпуске *PloS ONE*. Анализ митохондриальной ДНК показывает, что неандертальцы, вероятно, были разделены на три подгруппы: одна в Западной Европе, другая в южной Европе и третья — в западной Азии. При этом численность популяции колебалась и постепенно сокращалась.

Экспансивные виды

Совпадение во времени исчезновения неандертальцев и прихода в Европу человека разумного наталкивает исследователей на мысль, что современные люди приложили руку к уничтожению предшественников, даже если они не убивали в прямом смысле предыдущих обитателей этих мест. Сторонники этой гипотезы предполагают, что неандертальцы проиграли в соревновании за пищу с пришедшими людьми и постепенно уступали территорию. Что именно дало человеку разумному такое преимущество, остается поводом для споров.

Одно из возможных объяснений состоит в том, что современный человек был менее разборчив в пище. На основании химического анализ костей неандертальцев Эрве Бушерен (Herve Bocherens) из Университета Тюбингена в Германии предположила, что некоторые из этих гоминидов специализировались на крупных млекопитающих, таких как шерстистый носорог, которые встречались относительно редко. Ранний человек разумный, напротив, ел все доступные виды животных и растения. Таким образом, когда современные люди пришли на территорию неандертальцев и стали активно истреблять некоторых крупных животных, сокращая их популяцию, коренные жители попали в трудное положение, в то время как человек разумный мог совмещать охоту на крупных млекопитающих с питанием более мелкими видами и растительной пищей.

«Неандертальцы обладали особым неандертальским стилем поведения. И это было здорово, пока им не пришлось вступить в соревнование с современным человеком», — утверждает Кертис Мейрин (Curtis W. Marean), археолог из Государственного университета Аризоны. Новые люди, напротив, покинув африканские тропики, вошли в совершенно

VIKTOR DEAK

ВОСКРЕШЕНИЕ НЕАНДЕРТАЛЬЦА

К концу этого года группа исследователей под руководством Сванте Пяабо (Svante Paabo) из Института эволюционной антропологии Макса Планка в Лейпциге, Германия, собирается опубликовать черновой вариант расшифровки генома неандертальца. Их работа привела к появлению ряда слухов о том, что на основании полученных данных ученые смогут вернуть к жизни вымерший вид. Если бы это было возможно, подобный эксперимент поставил бы ряд этических вопросов. Какие права имеет неандерталец? Где он должен жить: в лаборатории, зоопарке или собственном доме? И, если отбросить вопросы морали, какие данные могут получить специалисты на основании изучения воскрешенного неандертальца? Ответ таков: меньше, чем хотелось бы. Неандерталец, выращенный в современном мире, будет психологически отличаться от своих собратьев из ледникового периода. Он не будет уметь делать мустьерские каменные орудия или охотиться на шерстистого носорога. Он не сможет ничего рассказать о культуре своего народа. Вероятно, изучение биологии и когнитивных функций этого индивида поможет ученым понять различия между древними гоминидами и человеком разумным и выявить те, что дали нам преимущество в борьбе за выживание

ЧЕЛОВЕК РАЗУМНЫЙ ПЕРЕХИТРИЛ НЕАНДЕРТАЛЬЦА?

Существовавшая длительное время теория вымирания неандертальцев утверждает, что человек разумный победил в борьбе за выживание благодаря выдающимся интеллектуальным способностям. Но современные данные указывают, что неандертальцам были доступны не менее сложные виды деятельности, чем современным людям. Исследования показывают, что как минимум некоторые неандертальцы были способны к символическому мышлению и, вероятно, как следствие, к развитию языка, а также что они обладали орудиями и знаниями для добычи чрезвычайно разнообразной пищи. Тем не менее, вероятно, все эти достижения были лучше закреплены в культуре человека разумного, что и привело его к победе

Подвеска из зуба

Костяное шило

Челюсть тюленя

Нож

ДОКАЗАТЕЛЬСТВА СУЩЕСТВОВАНИЯ АНАЛОГОВ ПОВЕДЕНИЯ ЧЕЛОВЕКА РАЗУМНОГО У НЕАНДЕРТАЛЬЦЕВ

ФОРМЫ ПОВЕДЕНИЯ	ЧАСТО	ИНОГДА	НИКОГДА	НЕ ВЫЯСНЕНО
Искусство				✓
Использование красителей	✓			
Создание и использование украшений		✓		
Символическое захоронение мертвых				✓
Обмен на больших расстояниях				✓
Микропластинки		✓		
Наконечники с колючками			✓	
Костяные орудия		✓		
Лезвия		✓		
Иглы			✓	
Употребление морепродуктов		✓		
Охота на птиц		✓		
Разделение труда			✓	

незнакомую им среду и быстро осваивались, используя творческие способы для разрешения новых ситуаций, с которыми они сталкивались. «Ключевым отличием было то, что неандертальцы не обладали настолько развитыми когнитивными функциями, как современный человек», — утверждает Мейрин.

Мейрин — не единственный, кто считает неандертальцев актерами одной роли. Сохраняется убеждение, что человек разумный превосходил неандертальцев не только способами изготовления орудий и тактикой выживания, но также даром речи, который, по-видимому, помогал новым людям образовывать более сильные социальные сети. С этой точки зрения простаки-неандертальцы не имели ни единого шанса против переселенцев.

Сегодня появляется все больше указаний на то, что неандертальцы были сообразительнее, чем принято считать. Действительно, они развивали многие формы поведения, которые ранее считались прерогативой исключительно человека разумного. Палеонтолог из Лондонского музея естественной истории Кристофер Стрингер (Christopher B. Stringer) утверждает, что граница между неандертальцами и человеком разумным все больше размывается.

Находки Гибралтара предоставляют все больше данных, свидетельствующих об этом. В сентябре 2008 г. Стрингер с соавторами опубликовал доказательства того, что неандертальцы, обитавшие в пещере Горэма и соседней с ней пещере Вангард, охотились на дельфинов и тюленей, а также собирали моллюсков. Существуют неопубликованные работы, в которых показано, что неандертальцы употребляли в пищу также птиц и кроликов. Открытия на Гибралтаре и в некоторых других областях противоречат представлениям о том, что лишь человек разумный исследовал морские ресурсы и потреблял в пищу мелкую дичь.

Еще один факт, стирающий грань между двумя видами человека, был зафиксирован в Холе Фелс в юго-западной Германии. Палеоантрополог Брюс Харди (Bruce Hardy) из Кеньон-колледжа сравнил артефакты, изготовленные неандертальцами, проживавшими на данной территории в период между 36 тыс. и 40 тыс. лет назад, с артефактами современных людей, населявших ту же пещеру около 33 тыс. или 36 тыс. лет назад. При этом климатические и другие условия окружающей среды были очень схожи. Во время своей презентации для Палеоантропологического общества в Чикаго, проходившей в апреле прошлого года, Харди доложил о результатах анализа особенностей изнашива-

ния орудий и оставшихся на их поверхности веществ, приходивших с ними контакт. Они указывают, что, несмотря на большее разнообразие орудий, созданных человеком разумным, группа неандертальцев участвовала в тех же видах деятельности, что и люди Холе Фелс. Они включали такие сложные действия, как применение смолы, чтобы прикрепить каменный наконечник к деревянной рукояти, использование каменных наконечников в качестве метательного или колющего оружия, изготовление изделий из кости и дерева. Тот факт, что неандертальцы Холе Фелс делали менее разнообразные орудия, указывает лишь на то, что они могли достичь результата без их помощи. «Нет необходимости в ложке для грейпфрута, чтобы есть грейпфрут», — говорит Харди.

В свете последних открытий утверждение, что неандертальцы не имели языковых способностей, тоже выглядит сомнительным. Сегодня известно, что как минимум некоторые из них украшали свое тело подвесками, ожерельями и, вероятно, рисунками. При реконструкции поведения на основании археологических данных подобные символические действия часто рассматриваются в качестве предпосылки к развитию языка. В 2007 г. исследователи под руководством Йоханнеса Краузе (Johannes Krause) из Института эволюционной антропологии Макса Планка в Лейпциге, Германия, сообщили, что при анализе ДНК неандертальцев у них был обнаружен ген предрасположенности к речи той же модификации *FOXP2*, что и у современного человека.

Разрешение конфликта

Пока поведенческая пропасть между неандертальцем и *Homo sapiens* сужается, многие исследователи ищут тонкие различия в культуре и биологии, которые могли бы объяснить, почему неандертальцы проиграли. «Ухудшающиеся и крайне непостоянные климатические условия могли сделать соревнование человеческих групп чрезвычайно интенсивным, — предполагает Катерина Харвати (Katerina Harvati), также работающая в Институте Планка. — В подобной ситуации даже небольшое преимущество оказывается чрезвычайно важным и может сместить чашу весов в сторону выживания или смерти».

Стрингер со своей стороны предположил, что человек разумный обладал более широкими возможностями культурной адаптации, которые создали небольшой буфер, позволивший пережить тяжелые времена. Например, после современных людей остались швейные иглы, на основании чего можно предположить, что они шили одежду или навесы, чтобы не мерзнуть. Неандертальцы не оставили после себя никаких признаков того, что они умели шить. Значит, их одежды и жилища были сделаны более грубо и, следовательно, давали меньше защиты.

Неандертальцы и современные люди также предположительно отличались по тому, каким образом распределялся труд между членами группы. Стивен Кун (Steven L. Kuhn) и Мери Стайнер (Mary C. Stiner) из Университета Аризоны в своей статье, опубликованной в *Current*

Группа прибрежных пещер на территории современной английской части Гибралтара, вероятно, стала последним бастионом неандертальцев, живших там 28 тыс. лет назад. По сравнению с большей частью Европы, скованной оледенением, на Пиренейском полуострове были достаточно мягкий климат и обильные пищевые ресурсы

Anthropology в 2006 г., высказали предположение, что разнообразная диета раннего современного европейца стимулировала разделение труда, при котором мужчины охотились на более крупных животных, а женщины собирали и готовили орехи, семена и ягоды. Неандертальцы, наоборот, концентрировались на крупном звере, а это означает, что их женщины и дети могли участвовать в труде, лишь помогая приманить животное к ожидающему его охотнику. Таким образом, более надежная кормовая база и безопасные условия для подрастающих детей в результате разделения труда позволили популяции человека разумного расшириться за счет владений неандертальцев.

Несмотря на больший объем добываемой пищи, неандертальцы в ней сильнее нуждались. «Неандертальцы — это своего рода внедорожники в мире гоминидов», — утверждает палеоантрополог Лесли Айелло (Leslie Aiello) из Фонда Веннера-Грена в Нью-Йорке. Многочисленные исследования по оценке уровня метаболизма неандертальцев указывают на то, что для выживания им требовалось значительно больше калорий, чем современному человеку, пришедшему на их территории. Карен Штейдель-Намберс (Karen Steudel-Numbers) из Висконсинского университета в Мадисоне определила, что энергетические затраты на передвижение у неандертальцев были на 32% выше, чем у современного человека. Это связано с его плотным телосложением и укороченной бедренной костью, сокращавшей шаг. Если говорить о повседневных потребностях, то при помощи модели Эндрю Фрейля (Andrew W. Froehle) из Калифорнийского Университета в Сан-Диего и Стивена Черчилля (Steven E. Churchill) из Университета Дьюка было рассчитано, что неандертальцу ежедневно требовалось в среднем на 100–350 килокалорий больше, чем человеку разумному, проживавшему в том же климате. Преимущества в эффективности энергопотребления ему оказалось достаточно, чтобы обойти неандертальцев: он расходовал меньше ресурсов для выполнения основных функций, а, следовательно, мог себе позволить уделить больше сил репродукции и сохранению потомства.

Необходимо упомянуть еще одно важное отличие неандертальцев от современных людей, которое могло значимо облегчить выживание последних. Рэйчел Каспари (Rachel Caspari) из Центрального университета Мичигана в своем исследовании показала, что около 30 тыс. лет назад начался стремительный рост численности современных людей, доживающих до возраста, достаточного, чтобы стать дедушками и бабушками. До сих пор неизвестно, что именно привело к такому увеличению продолжительности жизни, но явление повлекло за собою два важных следствия. Во-первых, стал длиннее репродуктивный период, повысив потенциал размножения. Во-вторых, у людей появилось больше времени на получение специальных знаний (например, где найти питьевую воду время засухи) и передачу их следующим поколениям. «Увеличившаяся продолжительность жизни создает условия для укрупнения социальных сетей и поддержания багажа знаний», — отмечает Стрингер. У короткоживущих неандертальцев, согласно его предположениям, знания часто терялись.

Дополнительным источником информации о причинах исчезновения неандертальцев может стать их геном, полная последовательность которого должна быть восстановлена в этом году. Но ответы не спешат всплывать на поверхность. Нам до сих пор неизвестны функции многих генов современного человека, не говоря о неандертальце. Возможно, в будущем изучение генов поможет выделить критичные различия когнитивных функций и метаболизма этих групп людей. Так, вероятно, мы получим более точный ответ на вопрос, скрещивались ли неандерталец и человек разумный.

Загадка каменного века далека от разрешения. Но специалисты едины в одном: вне зависимости от того, привели неандертальцев к вымиранию климатические сдвиги, или соперничество с человеком разумным, или комбинация этих факторов, причины вымирания конкретной популяции древних гоминидов от группы к группе варьировались. Некоторые могли погибнуть в результате болезни, другие — раствориться в другом виде в результате смешения. «Каждая территория может рассказать свою собственную историю», — отмечает Клив Финлейсон. Что же касается последних известных неандертальцев, населявших пещеры на берегу Гибралтара около 28 тыс. лет назад, Финлейсон уверен, что они не вступали в соревнование с человеком разумным. Современные люди поселились на этой территории тысячи лет спустя после исчезновения последнего неандертальца. Остальное до сих пор неизвестно. ■

Перевод: Т.Н. Лапшина

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

- Older Age Becomes Common Late in Human Evolution. Rachel Caspari and Sang-Hee Lee in Proceedings of the National Academy of Sciences USA, Vol. 101, No. 30, pages 10895–10900; July 27, 2004.
- Rapid Ecological Turnover and Its Impact on Neanderthal and Other Human Populations. Clive Finlayson and Jose S. Carrion in Trends in Ecology and Evolution, Vol. 22, No. 4, pages 213–222; 2007.
- Heading North: An Africanist Perspective on the Replacement of Neanderthals by Modern Humans. Curtis W. Marean in Rethinking the Human Revolution. Edited by Paul Mellars et al. McDonald Institute for Archaeological Research, Cambridge, 2007.
- Neanderthal Exploitation of Marine Mammals in Gibraltar. C.B. Stringer et al. in Proceedings of the National Academy of Sciences USA, Vol. 105, No. 38, pages 14319–14324; September 23, 2008.

18-21 НОЯБРЯ
МОСКВА, КРОКУС ЭКСПО

INNOTECHEXPO
INNOVATIONTECHNOLOGYEXHIBITION

Международный форум - выставка
ИННОВАЦИИ И ТЕХНОЛОГИИ

ЗАСТАВЬ СВОЮ ИДЕЮ ЗАРАБОТАТЬ

У Вас есть инновационная идея, проект или изобретение?
Примите участие в Инвестиционном конкурсе «ОТКРЫТЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ»!

Мы предлагаем Вам уникальную возможность для привлечения внимания к своим проектам и разработкам, общения с коллегами и специалистами по инвестициям, получению финансирования и реализации инновационных идей!

КАК ЗАКЛЮЧИТЬ КОНТРАКТ С ИНВЕСТОРОМ:

1 ЭТАП – пришлите электронную заявку
Заполните анкету участника на сайте www.innotechexpo.ru до **15 октября.**
Экспертный Совет конкурса проанализирует полученные анкеты проектов и сформирует список участников следующего этапа.

2 ЭТАП – опишите свою бизнес-идею
Представьте Экспертному Совету бизнес-план своего проекта.
Шаблон бизнес-плана высылается по электронной почте всем участникам второго этапа.
Стоимость участия составляет 1000 рублей*
Описания **всех проектов**, прошедших во второй этап, будут бесплатно опубликованы в "Альманахе инновационых проектов" и на сайте конкурса.
Авторы **40 лучших работ** получат возможность бесплатного участия в семинаре "Привлечение инвестиций в инновационные проекты" (пройдёт в рамках выставки "Инновации и технологии - 2009").
Экспертный Совет определит **20 победителей**, которые пройдут в заключительный этап и получат возможность представить проекты потенциальным инвесторам.

3 ЭТАП – представьте свой проект Совету Инвесторов
Проведите личную презентацию проекта перед Советом Инвесторов, в состав которого войдут представители банков, инвестиционных и венчурных компаний (ВТБ, РОСНАНО, Российская Венчурная Компания, Тройка Диалог и другие). Участникам будет предоставлено оборудование для проведения успешного выступления, а также возможность дистанционной презентации.
20 финалистов получат возможность заключить договор с потенциальными инвесторами!
10 победителей конкурса получат почётные награды от Экспертного Совета конкурса!

ОТКРЫТЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ДЛЯ ВАС!

Инвестиционный конкурс проводится в рамках международного форума-выставки «Инновации и технологии 2009» 18-21 ноября 2009, г. Москва. Поддержка РОСНАНО, НИС, РКК «Энергия», Российско-Германская Внешнеторговая палата, ОПОРА РОССИИ.
* Плата за рассмотрение бизнес-плана Экспертным Советом (не возвращается).

innotechexpo.ru
+7 (495) 544 66 71
+7 (495) 741 45 56

Алессио Фазано

СЮРПРИЗЫ целиакии

У БОЛЬНЫХ ЦЕЛИАКИЕЙ употребление продуктов из пшеницы, ржи и ячменя запускает аутоиммунную (направленную против тканей организма) реакцию. В результате повреждается слизистая кишечника и нарушается способность к всасыванию питательных веществ. Кроме того, постоянное употребление таких продуктов может привести к развитию рака и других заболеваний

Изучение смертельно опасного заболевания, связанного с непереносимостью определенных пищевых продуктов, привело к открытию процессов, способных участвовать в развитии множества других аутоиммунных болезней

На мой взгляд, главная научная революция всех времен произошла 10 тыс. лет тому назад на Ближнем Востоке, когда люди обнаружили, что из упавших в почву семян вырастают новые растения. До этого открытия, давшего начало растениеводству, человеку приходилось питаться плодами, орехами, кореньями и другой случайной пищей. Необходимо было постоянно перемещаться туда, где пищу можно было найти, подчиняясь воле случая и ведя исключительно кочевой образ жизни.

Раскрыв тайну семян, люди быстро научились возделывать полезные растения, а затем и скрещивать их. Так были выведены пшеница, рожь, ячмень и другие культуры. Они оказались богаты питательными веществами, позволяли изготовлять разнообразные продукты, легко хранились и стали предметом торговли. Человек смог перейти к оседлому образу жизни и построить первые города. Области с развитым растениеводством стали одновременно и первыми очагами цивилизации.

Однако важнейшее достижение принесло и новую опасность — болезнь, называемую целиакией, которую вызывают содержащийся в пшенице белок глютена или аналогичные белки ржи и ячменя. До появления растениеводства данных белков в рационе человека не было. Зерновые культуры, способствовавшие развитию устойчивых общественных формирований, одновременно стали смертельным ядом для людей с непереносимостью глютена, особенно часто вызывая гибель детей. Повторное употребление в пищу злаков в конечном счете приводило к нарушению всасывания питательных веществ — развивались частые боли в животе, понос и характерный истощенный вид с увеличенным животом. Резкое нарушение пищеварения и другие осложнения делали жизнь больных мучительной и короткой.

Несмотря на то что целиакия известна давно, ее причина до последнего времени оставалась загадкой. Лишь в последние 20 лет удалось воссоздать единую картину этого расстройства. Оказалось, что оно представляет собой аутоиммунное заболевание, т.е. обусловлено атакой защитных сил организма против собственных тканей. Сегодня признано, что целиакия возникает не только под воздействием глютена, но и при сочетании ряда других факторов, в том числе наличия генов предрасположенности и нарушений структуры тонкой кишки.

Целиакия стала ярким примером того, как указанная триада условий — действие внешнего фактора, генетический дефект и структурные нарушения — могут вызвать многие аутоиммунные поражения. Изучение болезни привело к появлению новых способов лечения не только ее самой, но и ряда других аутоиммунных состояний, например сахарного диабета типа I, рассеянного склероза и ревматоидного артрита.

Первые данные

Лишь через несколько тысяч лет после появления растениеводства люди стали отмечать случаи истощения у детей с явно достаточным питанием. В первом веке нашей эры греческий врач Аретей Каппадокийский дал первое научное описание данного расстройства и назвал его *koiliakos* — от греческого слова *koilia* («живот»). Основоположником же современного этапа в изучении целиакии считается английский врач Сэмюел Ги (Samuel Gee). В 1887 г. он прочитал лекцию, в которой описал «разновидность хронического несварения, поражающего людей всех возрастов, но особенно детей от одного до пяти лет». Он высказал совершенно справедливое предположение о том, что «причиной страдания могут быть погрешности в диете». Однако даже для этого проницательного специалиста истинная природа заболевания осталась неясной, о чем свидетельствуют его рекомендации давать больным детям тонкие поджаренные с обеих сторон ломтики хлеба.

Ведущая роль глютена была установлена лишь после Второй мировой войны. Голландский педиатр Виллем-Карел Дике (Willem-Karel Dicke) отметил, что связанная с трудностями военного времени нехватка хлеба в Нидерландах сопровождалась резким падением смертности от целиакии — от 35% почти до нуля. Когда же снабжение хлебом было восстановлено, смертность вернулась к прежнему уровню. Наблюдения привели к изучению различных компонентов пшеницы, и вскоре было показано, что причина целиакии — глютен.

При исследовании эффектов глютена было выяснено, что его регулярный прием больными целиакией приводит к воспалению и повреждению ворсин — пальцевидных выростов кишечника. В результате ворсины утрачивают способность расщеплять и всасывать (переносить из просвета кишечника в кровь для последующего транспорта к тканям) питательные вещества. К счастью, при своевременной диагностике и назначении безглютеновой диеты структура кишечника почти всегда восстанавливается, а симптоматика исчезает.

У предрасположенных лиц глютен вызывает нарушения путем активации клеток иммунной системы. В результате клетки атакуют здоровые ткани, принимая их за возбудителей инфекций.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

- Целиакия — это аутоиммуное заболевание, запускаемое употреблением одного из основных белков пшеницы глютена или сходных белков других злаков.
- Изучение причин целиакии показало, что заболевание развивается при сочетании употребления глютена, генетической предрасположенности и повышенной проницаемости стенки кишечника.
- Показано, что та же триада — действие внешнего фактора, генетическая предрасположенность и повышенная проницаемость стенки кишечника — может лежать в основе других аутоиммунных заболеваний. Этот удивительный факт дает основания предположить, что новые методы лечения целиакии позволят бороться со многими такими заболеваниями.

Новый метод диагностики

Подробности механизмов влияния глютена на иммунную систему еще исследуются, однако один факт оказался особенно важным для клиники: характерный признак аномальной иммунной реакции на глютен — выработка антител к ферменту, называемому тканевой трансглутаминазой. Данный фермент выделяется из поврежденных клеток кишечника в области воспаления и участвует в реакциях заживления.

Когда выяснилось, что антитела часто появляются при целиакии, врачи получили новый метод диагностики, а некоторые исследователи, и в частности наш коллектив, использовали выявление данных антител в крови для определения распространенности болезни. Применяемые ранее методы были неспецифическими, и диагноз основывался прежде всего на внимательном изучении жалоб, выявлении воспаления при биопсии кишечника и уменьшении симптоматики при безглютеновой диете. Определение антител к глютену не могло быть основанием для окончательного диагноза, т.к. они встречаются и у нормальных людей.

В течение многих лет считалось, что за пределами Европы целиакия встречается редко. В Северной Америке, например, распространенность ее типичной формы составляла менее чем 1:10000. В 2003 г. мы опубликовали результаты самого крупного исследования распространенности целиакии в Северной Америке, включавшего более 13 тыс. человек. Болезнь была выявлена в 1 случае из 133 — иными словами, ее распространенность оказалась почти в 100 раз выше, чем принято было считать. В исследованиях, проведенных в других странах на разных континентах, были получены сходные цифры.

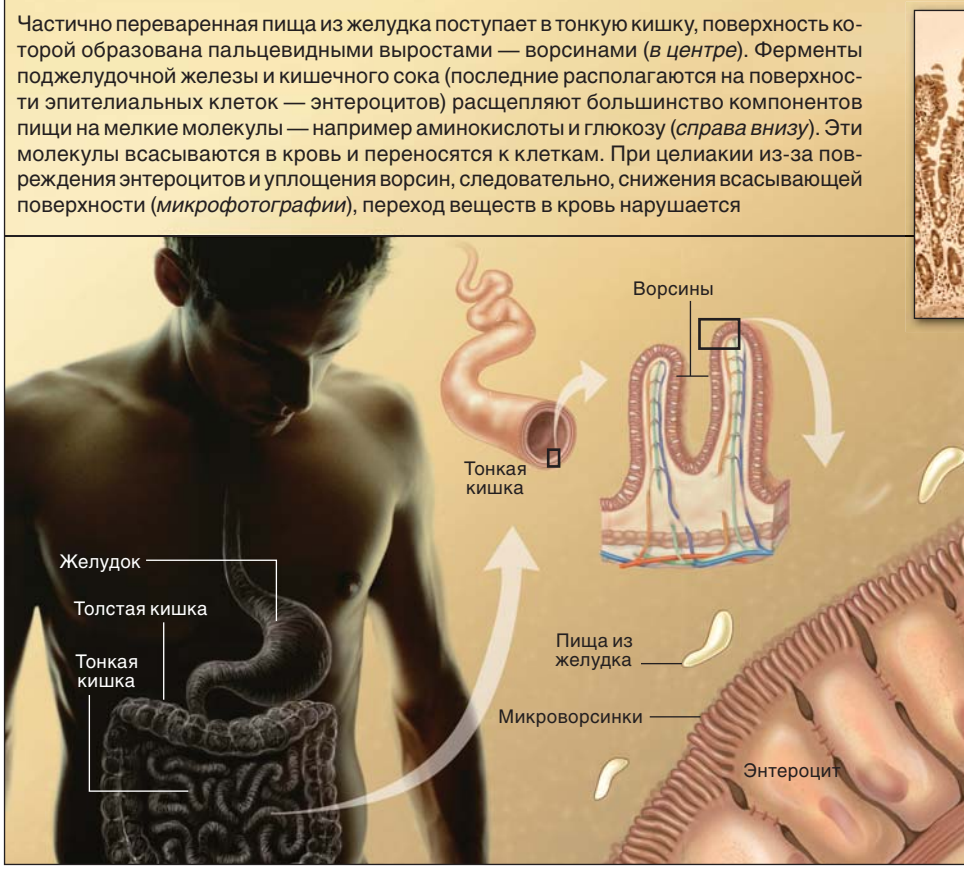
Почему же в 99% случаев болезнь оставалась невыявленной? Дело в том, что ее типичные проявления — постоянное несварение и понос — появляются лишь при поражении обширных участков кишечника. Если же область воспаления и нарушенной функции невелика, то и симптомы оказываются невыраженными или атипичными.

Были обнаружены также необычные, ранее не описанные проявления целиакии, обусловленные нарушениями всасывания отдельных компонентов пищи. Так, нарушения всасывания железа ведут к анемии, а фолиевой кислоты — к неврологическим расстройствам. Дефицит различных веществ может приводить к остеопорозу, болям в суставах, хронической усталости, низкорослости, поражениям кожи, эпилепсии, деменции и шизофрении.

Поскольку целиакия часто протекает атипично, многие случаи данного заболевания остаются нераспознанными. В связи с этим чрезвычайно важны новые методы диагностики, позволяющие выявлять ее на ранних стадиях и назначать безглютеновую диету до развития тяжелых осложнений.

НОРМАЛЬНОЕ ПИЩЕВАРЕНИЕ

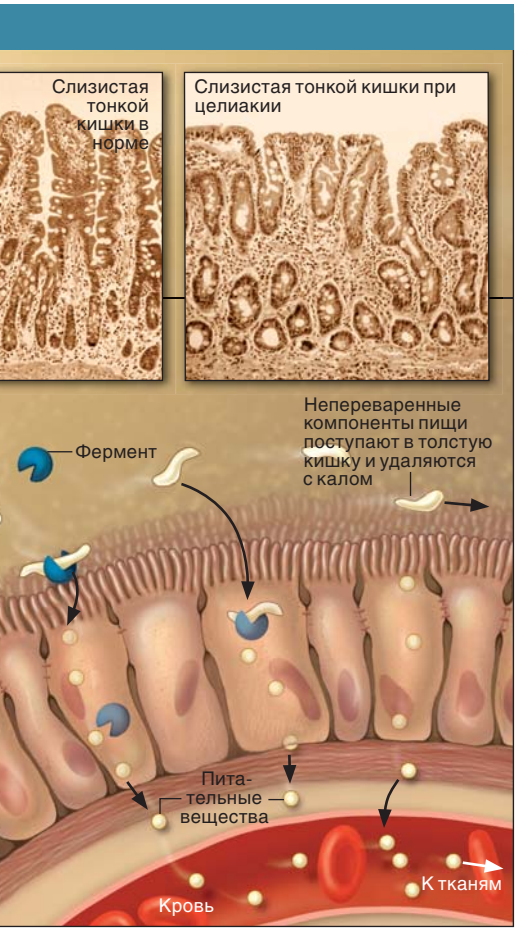
Частично переваренная пища из желудка поступает в тонкую кишку, поверхность которой образована пальцевидными выростами — ворсинами (*в центре*). Ферменты поджелудочной железы и кишечного сока (последние располагаются на поверхности эпителиальных клеток — энтероцитов) расщепляют большинство компонентов пищи на мелкие молекулы — например аминокислоты и глюкозу (*справа внизу*). Эти молекулы всасываются в кровь и переносятся к клеткам. При целиакии из-за повреждения энтероцитов и уплощения ворсин, следовательно, снижения всасывающей поверхности (*микрофотографии*), переход веществ в кровь нарушается



От глютена к иммунным нарушениям

Целиакия — ценнейшая модель для исследования аутоиммунных заболеваний, т.к. это единственная болезнь, при которой добавление или удаление внешнего фактора (глютена) может соответственно запускать или прекращать патологические нарушения. Предполагают, что и в развитии других аутоиммунных расстройств играют роль внешние факторы, однако окончательно это не доказано.

Для того чтобы понять механизм повреждающего действия глютена, рассмотрим сначала, почему он не вызывает иммунной реакции у нормальных людей. Обычно реакция развивается, когда в организм попадает достаточно большое количество чужеродных белков. Поскольку их наличие может быть признаком внедрения болезнетворных микробов (например, бактерий или виру-



сов), организм отвечает на них мощной иммунной атакой.

Основная масса чужеродных белков и других веществ поступает в организм с пищей. Под слоем энтероцитов (эпителиальных клеток, выстилающих кишечник) располагаются иммунные клетки, готовые атаковать чужеродные вещества и призывать на помощь другие клетки. Одна из причин того, что ежедневно употребляемые нами белки не вызывают иммунного ответа, заключается в том, что в норме они расщепляются в желудочно-кишечном тракте на аминокислоты до того как достигнут иммунных клеток.

Глютен обладает особой структурой: он богат аминокислотами глутамином и пролином. Из-за этого он устойчив к действию пищеварительных ферментов и расщепляется не до аминокислот, а до небольших фрагментов белков — пептидов. Однако у здоровых людей они остаются в просвете кишечника и выводятся с калом, не достигая иммунных клеток, а того небольшого количества глютена, которое все-таки проходит через слой энтероцитов, недостаточно для вызывания иммунного ответа.

У больных целиакией имеются несколько генов, обусловливающих повышенную иммунную чувствительность к глютену. К ним относятся гены, кодирующие определенные белки системы *HLA* (от англ. *human leukocyte antigens* — «антигены лейкоцитов человека»). У 95% больных целиакией обнаруживаются гены, кодирующие либо *HLA-DQ2*, либо *HLA-DQ8*, тогда как среди населения в целом они встречаются с частотой 30–40%. Эти и другие данные свидетельствуют о том, что указанные гены необходимы для развития целиакии, хотя и не выступают как единственная причина иммунной гиперреактивности. Особая роль данных генов объясняется функцией кодируемых ими белков.

Белки *HLA-DQ2* и *HLA-DQ8* синтезируются антигенпредставляющими клетками. Эти «сторожевые» клетки иммунной системы захватывают чужеродные микроорганизмы и белки, расщепляют их, соединяют фрагменты белков с соответствующими по конформации участками белков *HLA* и фиксируют полученные комплексы на наружной стороне мембраны, представляя их особым иммунным клеткам — *T*-хелперам. Последние распознают данные комплексы, связываются с ними и посылают сигналы, привлекающие другие иммунные клетки.

При целиакии тканевая трансглутаминаза, выделяемая энтероцитами, связывается с непереваренным глютеном и модифицирует его таким образом, что он образует чрезвычайно устойчивое соединение с белками *HLA-DQ2* и *HLA-DQ8*. Когда антигенпредставляющие клетки, залегающие под слоем энтероцитов, захватывают комплексы глютена с тканевой трансглутаминазой, глютен соединяется с белками *HLA*, выводится на поверхность клеток и активирует *T*-лимфоциты, в том числе выделяющие цитокины — вещества, усиливающие иммунный ответ. Данные механизмы вполне уместны при внедрении болезнетворных микроорганизмов, но при реакции на глютен они не только не нужны, но, напротив, вредны, т.к. повреждают стенку кишечника, нарушая всасывание питательных веществ.

Есть и другие факторы генетической предрасположенности, например тенденция к чрезмерной продукции иммуностимулятора интерлейкина-15 и к привлечению гиперреактивных иммунных клеток, вызывающих иммунную атаку против кишечника в ответ на действие глютена.

Соучастники

Однако остается не до конца ясным, какую роль в патологической реакции на глютен играет тканевая трансглутаминаза. Полагают, что *B*-лимфоциты иммунной системы поглощают выделяемую энтероцитами трансглутаминазу — либо саму по себе, либо в комплексе с глютеном. Затем эти клетки выделяют антитела к трансглутаминазе. Возможно, когда антитела связываются с трансглутаминазой на поверхности или рядом с энтероцитами, они могут вызвать прямое или опосредованное повреждение данных клеток, хотя наличие такого повреждения пока не доказано.

За последние девять лет мы с моими коллегами обнаружили, что

ОБ АВТОРЕ

Алессио Фазано (Alessio Fasano) — профессор педиатрии, медицины и физиологии, директор Исследовательского центра биологии слизистых и Центра изучения целиакии в Медицинской школе Мэрилендского университета. Значительная часть его клинических и научных исследований посвящена роли нарушений проницаемости кишечной стенки в развитии целиакии и других аутоиммунных заболеваний.

ТРИАДА ПРИЧИН

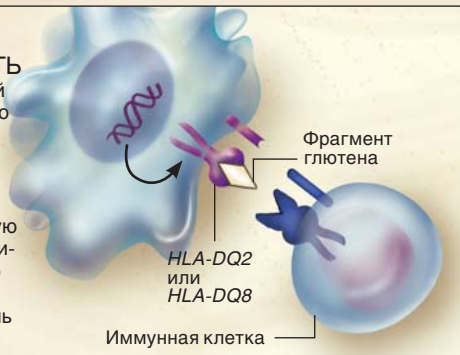
В основе развития целиакии лежат три причины: действие внешнего фактора, генетическая предрасположенность и, в соответствии с данными автора, повышенная проницаемость стенки кишки (*внизу*). Автор считает, что та же триада обусловливает и другие аутоиммунные расстройства, хотя внешние и генетические факторы при них иные

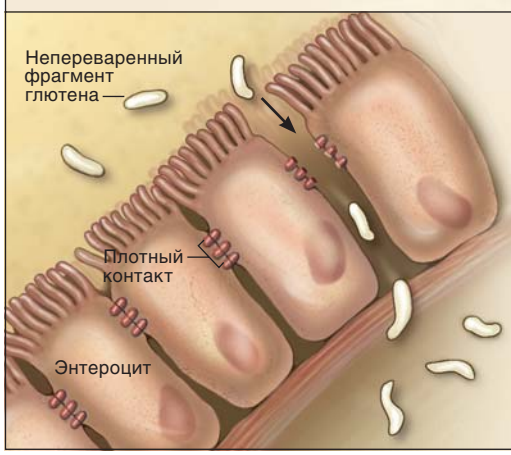
ВНЕШНИЙ ФАКТОР

Глютен — белок, в большом количестве содержащийся в эндосперме зерен пшеницы, — запускает аномальную иммунную реакцию. Такое же действие оказывают и сходные с глютеном белки ячменя и ржи (хордеин и секалин)

ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ПРЕДРАСПОЛОЖЕННОСТЬ

Почти у всех больных целиакией имеются гены, кодирующие либо белок *HLA-DQ2*, либо белок *HLA-DQ8*, либо оба этих белка. Эти белки представляют фрагменты глютена иммунным клеткам, что запускает иммунную атаку против слизистой кишечника. Возможно, имеются и другие гены предрасположенности, но они играют дополнительную роль и у разных людей различаются





ПОВЫШЕННАЯ ПРОНИЦАЕМОСТЬ КИШЕЧНОЙ СТЕНКИ

Клетки кишечника — энтероциты — соединены друг с другом с помощью плотных контактов. У больных целиакией проницаемость этих контактов повышена, из-за чего большое количество непереваренных фрагментов глютена проходит через слой энтероцитов и действует на иммунные клетки. Нормализация проницаемости кишки могла бы способствовать лечению не только целиакии, но и других аутоиммунных расстройств, сопровождающихся аномальной проницаемостью кишечной стенки

в развитии целиакии и других аутоиммунных расстройств может играть роль повышенная проницаемость кишечника. В последнее время все больше фактов свидетельствуют о том, что в основе большинства аутоиммунных заболеваний лежит одна и та же триада: действие экзогенного (внешнего) вещества, генетическая предрасположенность к чрезмерной иммунной реакции на него и аномальная проницаемость стенки кишки.

В поисках утечки

Гипотеза, согласно которой в развитии целиакии и других аутоиммунных расстройств участвует повышенная проницаемость кишечника, вначале была встречена с большим недоверием. Это объяснялось, в частности, распространенными ранее представлениями о строении стенки кишки. В 1970-х гг., когда я был студентом, тонкая кишка рассматривалась как трубка, образованная одним слоем клеток, соединенных между собой наподобие кафельной плитки «цементирующим раствором» — плотными контактами. Считалось, что последние пропускают лишь мелкие молекулы, предотвращая доступ чужеродных белков к нижележащим иммунным клеткам. Такие упрощенные представления о плотных контактах как неизменных малопроницаемых фильтрах не привлекали толпы желающих их изучать, и я не был исключением.

Я обратился к исследованию плотных контактов в результате неожиданного поворота судьбы, более того — одного из самых тяжелых разочарований в моей научной карьере. В конце 1980-х гг. я пытался получить вакцину против холеры. В те времена единственной причиной характерного для данного заболевания тяжелейшего поноса считался холерный токсин. Основываясь на этих представлениях, мы удаляли у возбудителя — холерного вибриона — ген холерного токсина. Естественно было предположить, что таким образом можно получить идеальную вакцину: оставшиеся белки живых вибрионов должны были вызвать мощную иммунную реакцию.

Каково же было мое разочарование, когда введение таких вибрионов добровольцам вызвало достаточно выраженный понос для того, чтобы о применении вакцины не могло быть и речи. Долгие годы тяжелого труда в буквальном и переносном смысле были спущены в канализацию. Перед нами встал выбор из одинаково безрадостных альтернатив: либо полностью сменить тему научной работы, либо все-таки постараться выяснить, в чем причина неудачи. Интуиция подсказывала нам, что за полученными неудовлетворительными результатами

KIM MOSS Electronic Publishing Services, Inc.

скрываются какие-то неизведанные эффекты, и мы выбрали второй путь. Это привело нас к открытию нового токсина, вызывавшего понос путем неизвестного ранее механизма. Под действием токсина повышалась проницаемость стенки кишки за счет разъединения считавшихся неизменными плотных контактов, и жидкость просачивалась из тканей в просвет кишечника. «Цементирующий раствор» оказался совсем не таким простым.

Примерно в это же время было показано, что плотные контакты образованы сложным переплетением белковых молекул, однако не было никаких данных о том, могут ли какие-то факторы влиять на проницаемость структур. Открытый нами новый токсин, названный *Zot* (*zonula occludens toxin* — «токсин плотных контактов»), стал ценным средством для изучения такого рода влияний. Оказалось, что некое конкретное вещество — в данном случае *Zot* — может разрыхлять структуру плотных контактов. Мы были уверены также в том, что регуляция их проницаемости слишком сложна для того, чтобы служить единственной цели нанести вред организму. По нашему мнению, холерный вибрион использует естественные факторы такой регуляции.

Через пять лет после высказывания этой гипотезы мы обнаружили зонулин — белок, повышающий у человека и высших животных проницаемость кишечника по тому же механизму, что и *Zot*. Пути использования зонулина в организме пока неясны. Возможно, этот белок, вырабатываемый энтероцитами и клетками других органов (плотные контакты играют важную роль во многих тканях), выполняет несколько функций — в частности регулирует переход жидкости, крупных молекул и иммунных клеток из одних пространств организма в другие.

Открытие зонулина заставило нас провести тщательный поиск данных о повышенной проницаемости кишечника при других аутоиммунных заболеваниях. В результате мы, к нашему собственному удивлению, обнаружили, что для многих из них, в частности сахарного диабета типа I, рассеянного склероза, ревматоидного артрита и хронических воспалительных заболеваний кишечника, характерна аномальная проницаемость кишечной стенки. Во многих случаях она была обусловлена повышенным содержанием зонулина. В настоящее время ясно, что и при целиакии глютен вызывает усиленную секрецию зонулина, возможно в связи с генетическими особенностями больных.

В результате мы предположили, что при целиакии глютен вследствие повышенной проницаемости кишечника проникает сквозь слой энтероцитов к генетически сенсибилизированным иммунным клеткам. По-видимому, устранения хотя бы одного фактора из трех (экзогенного вещества, повышенной иммунной реактивности и аномальной проницаемости кишечной стенки) достаточно для остановки патологического процесса.

Три патологических звена — три способа лечения

Как уже говорилось, устранение глютена из рациона приводит к восстановлению структуры и функции кишечника. К сожалению, придерживаться всю жизнь безглютеновой диеты нелегко. Глютен — распространенный компонент пищи, и во многих странах его присутствие в продуктах никак не обозначается. Безглютеновые продукты не всегда легко достать, и они дороже обычных. Наконец, постоянно соблюдать диету по медицинским показаниям могут не все. По всем этим причинам диетотерапия не может считаться оптимальным методом лечения целиакии.

В настоящее время испытываются альтернативные способы лечения, направленные на одно из трех указанных патологических звеньев. Фирма *Alvine Pharmaceuticals* (Сан-Карлос, штат Филадельфия) разработала препараты ферментов, полностью расщепляющих глютен, для внутреннего применения. Один из них сейчас проходит клинические испытания. Исследуются средства, ингибирующие тканевую трансглутаминазу и тем самым препятствующие превращению непереваренных фрагментов глютена в форму с высокой степенью связывания с белками *HLA DQ2* и *HLA DQ8*.

Способов изменять гены подверженности к целиакии, допустимых с точки зрения безопасности и этических соображений, пока нет. В то же время ведутся исследования способов подавления действия генетических факторов, отвечающих за иммунную гиперреактивность. В частности, австралийская фир-

ТАЙНА ПОЗДНЕГО НАЧАЛА

Предрасположенность к целиакии имеет врожденный характер. Так почему же иногда это заболевание развивается лишь в зрелом возрасте? Раньше я бы сказал, что на самом деле патологический процесс начинается уже в детстве, но до определенного возраста симптомы не выражены. Теперь же представляется более правильным другое объяснение, в основе которого лежат особенности микрофлоры кишечника.

Микрофлорой кишечника называется совокупность заселяющих его микробов. Она различна у разных людей, представителей разных групп населения и даже у одного человека в разные возрастные периоды. Возможно, микрофлора влияет на активность генов, и тогда у человека, в течение многих лет вполне переносящего глютен, изменение микрофлоры может привести к активации дремлющих генов предрасположенности и иммунной атаке. Если это так, то целиакию теоретически можно будет предупредить или излечить путем приема культур «полезных» микробов

Мы обнаружили, что целиакия встречается почти в 100 раз чаще, чем считалось ранее

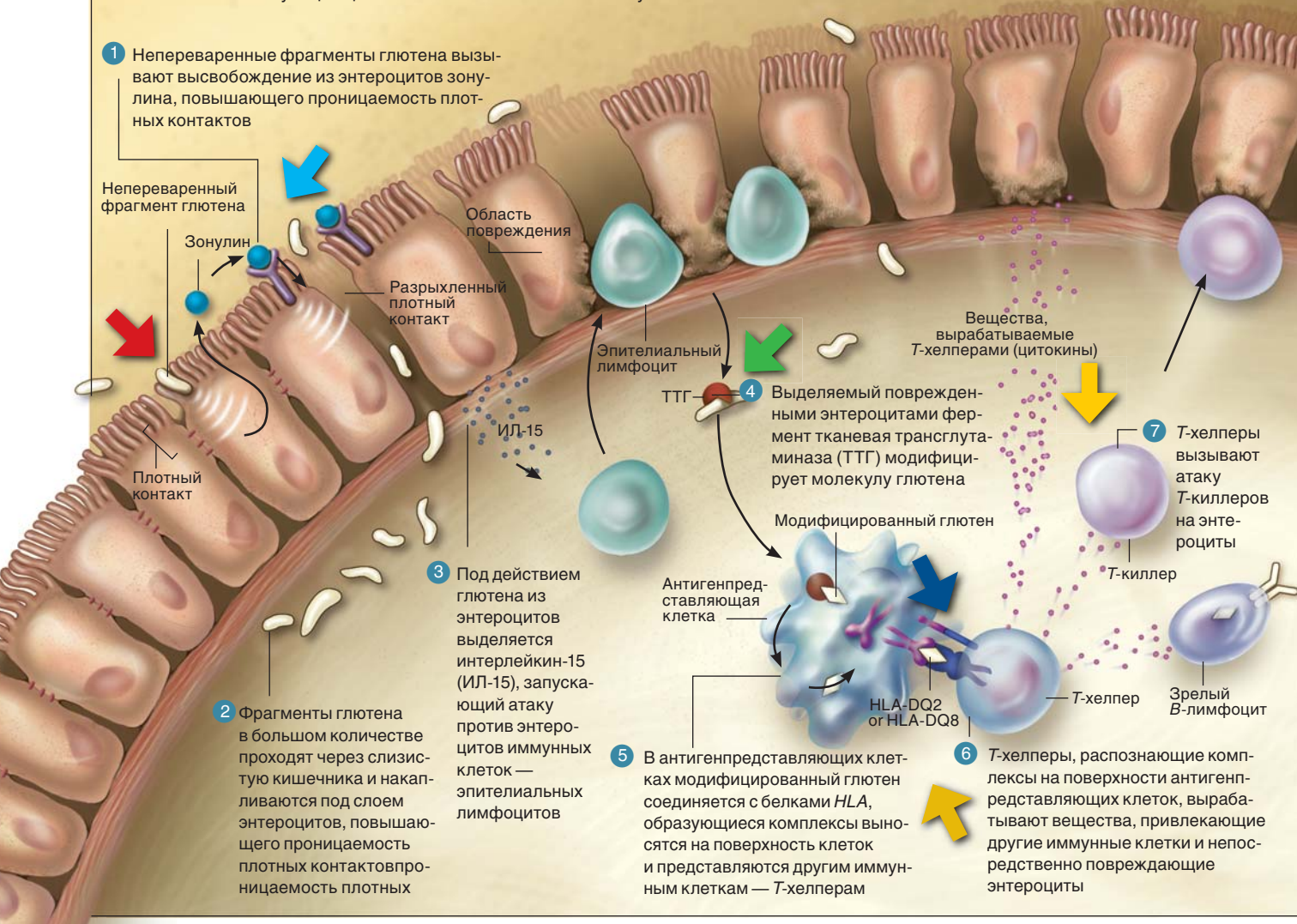
ма *Nexpep* работает над вакциной, содержащей небольшие количества высоко иммуногенного глютена: предполагается, что повторный контакт с малыми дозами этого антигена может в конечном счете привести к иммунологической толерантности к нему.

Еще одним способом борьбы с целиакией могло бы быть устранение дефекта кишечной стенки. Для того, чтобы испытать такой способ, я принял участие в основании фирмы *Alba Theurapeutics*, разработавшей ингибитор зонулина лазаротид (в настоящее время я являюсь акционером и научном консультантом этой фирмы, но не участвую в принятии коммерческих решений). В двух клинических испытаниях исследовали безопасность, переносимость и эффективность лазаротида у больных с целиакией, употребляющих содержащие глютен продукты. Испытания были проведены по общепринятой схеме двойного слепого метода — ни больные, ни врачи до окончания исследования не знали, кто получает лазаротид, а кто — плацебо.

Было показано, что процент побочных эффектов у принимающих плацебо и лазаротид одинаков. Более того, в первом из упомянутых испытаний (включавшем меньшее число больных) мы обнаружили, что под действием лазаротида уменьшались вызываемые глютеном нарушения кишечного барьера, подавлялась выработка факторов воспаления и стихали желудочно-кишечные симптомы. Во втором, более крупном испытании мы выявили, что у получавших лазаротид, в отличие от получавших плацебо, не вырабатывались антитела к тканевой трансглутаминазе. Насколько мне известно, это первый случай

ПУТИ РАЗВИТИЯ ЗАБОЛЕВАНИЯ

Мы не знаем до мельчайших подробностей механизмы иммунного поражения слизистой кишечника при целиакии, но нам уже известны некоторые вероятные факторы. Они указаны цветными стрелками, а в правой стороне рисунка прямоугольниками соответствующих цветов обозначены возможные пути лечения



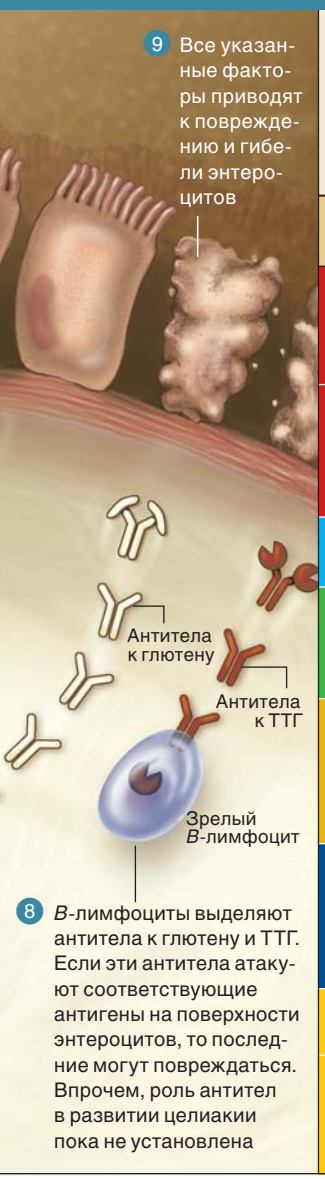
подавления аутоиммунного процесса препаратом, специфически блокирующим иммунную реакцию против определенного вырабатываемого в организме вещества: все остальные иммунодепрессанты действуют неспецифично. Недавно *Alba Theurapeutics* получила разрешение от Управления по контролю качества пищевых продуктов и лекарственных средств США на испытания лазаротида при других аутоиммунных заболеваниях, включая сахарный диабет типа I и болезнь Крона.

Появление новых методов лечения не означает, что диета при целиакии уже не нужна. Более того, возможны новые способы ее использования. В частности, мы с моими коллегами из Мэрилендского университета, работая под руководством Карло Катасси (Carlo Catassi), приступили к долговременному клиническому испытанию полностью безглютеновой диеты, назначаемой детям из группы высокого риска (с наличием целиакии у ближайших родственников и генов предрасположенности) в течение первого года жизни. Предполагается, что такая диета может замедлить развитие целиакии или даже предупредить заболевание. Дело в том, что, с одной стороны, основное развитие иммунной системы происходит в течение первых 12 месяцев жизни, с другой — есть данные о том, что устранение на это время глютена из рациона предрасположенных грудных детей может в дальнейшем привести к иммунологической толерантности к нему, а не к иммунной гиперреактивности. В нашем испытании пока участвуют более 700 детей с генетической предрасположенностью, и предварительные данные свидетельствуют о том, что безглютеновая диета на первом году жизни в четыре раза снижает вероятность развития целиакии. Разумеется, для окончательного подтверждения эффективности данного метода нужны десятилетия.

Поскольку, согласно общепринятым представлениям, в основе всех аутоиммунных расстройств лежат общие механизмы, предположение об эффективности некоторых методов лечения целиакии при других таких расстройствах, пока что трудноизлечимых, чрезвычайно заманчиво. Учитывая же, что наступление на целиакию успешно развивается по многим направлениям, хочется верить, что болезнь, преследовавшая человечество от первых дней существования цивилизации, доживает свой последний век на Земле. ■

Перевод: Н.Н. Алипов

ПУТИ ЛЕЧЕНИЯ



Сегодня есть только один способ лечения целиакии — безглютеновая диета. Однако соблюдать такую диету трудно, и поэтому идет поиск других методов борьбы с заболеванием. Некоторые варианты приведены ниже. Пока это лишь начало — ни один из перечисленных в этой таблице препаратов не прошел окончательные испытания, необходимые для его утверждения для массового производства

СПОСОБ ЛЕЧЕНИЯ	ПРЕПАРАТ (ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ, СТАДИЯ ВНЕДРЕНИЯ)
Безглютеновая диета у детей в течение первого года жизни	Немедикаментозный способ (Мэрилендский университет и, независимо, Политехнический университет области Марке, Италия, клинические испытания)
Расщепление неперевариваемых фрагментов глютена до остатков, не способных вызвать иммунную реакцию	*ALV002* (*Alvine Pharmaceuti-cals*, клинические испытания), *AN-PEP* (Медицинский центр Амстердамского свободного университета, Нидерланды, клинические испытания)
Блокада действия зонулина, повышающего проницаемость кишечной стенки	Лазаротид (*Alba Theurapeutics*, клинические испытания)
Предотвращение модифицирующего действия тканевой трансглутаминазы на фрагменты глютена, т.е. их превращения в форму, вызывающую сильную иммунную реакцию	Препарат пока не разработан (*Numerate Inc.* и Стэнфордский университет, лабораторные исследования)
Предотвращение связывания *HLA-DQ2* с глютеном и его представления *Т*-хелперам	Аналоги глютена (Лейденский университет, Нидерланды и, независимо, Стэнфордский университет, лабораторные исследования)
Вакцинирование фрагментами глютена с целью добиться иммунологической толерантности, при которой подавляется реакция *Т*-хелперов на глютен, представляемый в комплексе с белком *HLA-DQ2*	*Nexvax2* (*Nexpep*, Австралия, клинические испытания)
Подавление перехода *Т*-киллеров в слизистую кишечника	*CCX282-B* (*Chemocentryx*, клинические испытания)
Заражение анкилостомидами (присутствие гельминтов подавляет иммунную реакцию в слизистой кишечника)	Анкилостомиды (больница Принцессы Александры, Австралия, в сотрудничестве с другими коллективами, клинические испытания)

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

- Mechanisms of Disease: The Role of Intestinal Barrier Function in the Pathogenesis of Gastrointestinal Autoimmune Diseases. Alessio Fasano and Terez Shea-Donohue in Nature Clinical Practice Gastroenterology&Hepatology, Vol. 2, No. 9, pages 416-422; September 2005.
- Diagnosis and Treatment of Celiac Disease. L.M. Sollid and K.E. Lundin in Mucosal Immunology, Vol. 2, No. 1, pages 3-7; January 2009.

ОБАЯНИЕ УМА

По правилам науки те, у кого по-особому устроены передние конечности и кто имеет сложный артикуляционный аппарат, должны обладать сознанием и языком. Звучит банально, но это так. Возникает вопрос: сознание и язык есть только у нас? И что считать языком и сознанием? Однозначно пока ответить невозможно. Доктор биологических и филологических наук, профессор, специалист в области психолингвистики, глава Межрегиональной ассоциации когнитивных исследований, автор многочисленных трудов **Татьяна Владимировна Черниговская** тоже не уверена, что может дать окончательные ответы на эти вопросы, но согласилась их подробным образом прокомментировать

Любопытно, что Т.В. Черниговская считает: обсуждать вопросы сознания и пытаться давать различные определения уму — самоубийственное занятие. Говорить о языке еще вполне допустимо. Но если речь заходит о сознании, мы можем сразу поднимать белый флаг.

«В 1980-х гг., — рассказывает исследовательница, — при РАН существовал Совет по проблемам сознания. В него входили довольно серьезные люди. Я там оказалась просто по ошибке. На одном из собраний ведущий сказал, что хочет, чтобы на следующий день все участники дискуссий написали ему по записке, начинавшейся словами: “Сознание — это...” Однако он не получил ни одной, потому что такое определение дать чрезвычайно трудно».

Существуют оппозиционные точки зрения на то, где начинается сознание. Многие ученые считают, что его истоки — чуть ли не в клетке. Возникает вопрос: что же именно мы считаем сознанием? Никто не способен назвать нечто, доказывающее его наличие. От определения сознания как обычного сложного рефлекса мы можем отказаться сразу, поскольку память или, например, внимание не могут быть обусловлены столь просто. А может, сознание — это то, что противоположно его отсутствию (например, при наркозе)? Или это антагонист бессознательного? Или способность к рефлексии, пониманию? Серьезные проблемы, связанные с термином «сознание», возникают уже тогда, когда его переводят с русского на английский как *mind*, а затем снова на русский как «мозг», что, в общем-то, совершенно недопустимо.

Почему исследования языка и сознания так важны?

Немецкий биолог и зоопсихолог Якоб фон Икскюль (Jakob von Uexkull) в 1920-х гг. ввел термин *Umwelt* (в буквальном переводе с немецкого — «окружающая среда»), который определяется как функциями различных существ, так и средой, в которой они живут. Мир для людей таков, каким они способны его воспринять и описать, а описать — значит воспользоваться языком. В связи с этим можно вспомнить утверждение британского физика и математика, профессора математики Оксфордского университета Роджера Пенроуза (Roger Penrose), что осознание и понимание — это основа человеческого интеллекта. И снова возникает масса вопросов. Что такое понимание? Можно ли сказать, что сложноустроенная машина способна что-либо понять? Очевидно, что основу понимания составляют нейрофизиологические процессы, но, как отмечает Р. Пенроуз, их невозможно смоделировать или описать с помощью физических, математических или иных естественнонаучных терминов. Мы можем лишь говорить, что когда происходили такие-то процессы, мозг реагировал на них каким-либо определенным образом. Теоретик сознания Томас Нагель (Thomas Nagel) в свое время писал, что сознание — это концептуально не сводимый ни к чему аспект реальности. Попытка свести его описания к нейрофизиологическим механизмам приводит к провалу. Наконец, здесь можно еще вспомнить статью философа Дэвида Чалмерса (David Chalmers) «Почему информационные процессы не идут в темноте?» (т.е. без внешней среды) в его монографии *The Conscious Mind: In Search of a Fundamental Theory* («Сознающий разум: в поисках фундаментальной теории»). Ученый отмечает, что непонятно, почему восприятие и мышление всегда сопровождаются субъективным опытом. То, что мы воспринимаем какие-то волны, частоты, явления — это факт. Однако мы их ощущаем, как нечто, например, звонкое, кислое или ароматное, — и это субъективный опыт. Похоже, что у животных такого нет. Но откуда нам это известно? У нас нет никакого способа узнать, есть ли у них субъективная реальность.

150 лет назад, в романтический период истории науки, когда еще казалось, что мозг можно описать, многие ученые предполагали, что в нем есть отделы, отвечающие за дружбу, привязанность и т.д. Известно огромное количество примеров, когда у человека было удалено левое полушарие головного мозга, т.е. фи-

ФРИДА КАЛО. «АВТОПОРТРЕТ С ДИЕГО НА ГРУДИ»

ФРИДА КАЛО. «МОЕ ПЛАТЬЕ ТАМ, ИЛИ НЬЮ ЙОРК»

зически у него не было ни одной речевой зоны, но речепорождение при этом оказывалось возможным. Как это происходит? В мозге все локализовано — и в то же время нет. Информация об объектах, которые мы помним, хранится одновременно в нескольких местах.

Итак, мы владеем описанием нейрофизиологических процессов и ментальных состояний, которые то ли ими вызываются, то ли сопутствуют им. Но это описание никоим образом не помогает ответить на вопрос, как именно поведение нейронной сети порождает субъективные состояния. Из всего, что Т.В. Черниговская читала и обсуждала в последнее время, она делает вывод, что без серьезной смены парадигмы подобный провал в объяснении преодолен не будет. Количество удивительных фактов, которые мы получаем благодаря все более усложняющейся технике, растет сегодня лавинообразно.

Профессор Черниговская обычно приводит студентам следующий пример. Если мы ставим карандашом точку на листе, то на первый взгляд это просто точка. Если мы смотрим на точку через лупу, то видим уже, что она стала какой-то шершавой. Если же мы возьмем электронный микроскоп, то даже непонятно, что мы вообще там вместо нее увидим. Еще полшага — и нам удастся описать мозг с точностью до нейрона. Однако описывать их все не нужно. Даже более того — это бесполезно. Должен появиться гений, который сможет посмотреть на эту проблему совершенно иначе. Если признать, что сознание — это в первую очередь осознание, то очевиден огромный разрыв между относительно неплохо изученными психофизиологическими процессами и фактически неизученными осознанием и пониманием. Мы даже не можем сказать, что это такое.

Некоторые специалисты говорят, что на этом пути нам могла бы помочь интроспекция, т.е. взгляд «внутрь себя». Однако лауреат Нобелевской премии Фрэнсис Крик (Francis Crick), открывший двойную спираль ДНК и в последние годы серьезно занимавшийся проблемами сознания, отмечает, что интроспекция обманывает нас на каждом шагу. Поэтому и она в конечном счете тоже не может принципиально помочь нам в поисках.

Может ли мозг нас подчинить?

Мозг самодостаточен. Совершенно справедливым будет утверждение, что он делает, что хочет. Похоже, ему не очень-то и нужен внешний мир. Возникает вопрос: кто кому подчиняется? Мы мозгу, или мозг нам? Из лекций Т.В. Черниговской следует, что нейронная сеть обладает собственной свободой воли. Если фиксировать функциональные процессы, происходящие в мозгу, когда человек должен принимать простое решение, то можно увидеть, что мозг принимает его за несколько секунд до того, как человек об этом узнает. К тому же мозг еще и дает субъекту сигнал о том, что он, человек, якобы принял решение самостоятельно. Судя по всему, глобальные решения, например, о женитьбе, в корне отличаются от мелких, которые связаны с так называемой «самостью». Последняя же определяется как транспарентность тела, или духовного и телесного в человеке. Это восходит к Аристотелю и Фоме Аквинскому, которые писали, что душа есть форма тела. Но в разных культурах отношение к этому отличается: от полного отрицания такой самости, например, в махаяне, до трактовки ее, скажем, у Мартина Лютера, как результата личного опыта. Самость — функция, которая не всегда включается. Говорят, что характеристикой развитого сознания является рефлексия. Однако заметим, что далеко не все представители нашего биологического вида обладают этим качеством. Множество взрослых людей не способны к рефлексии, нет ее и у маленьких

Мартин Хайдеггер считал, что язык — это средство борьбы со смертью

детей. Из этого можно сделать вывод, что существует некий разрыв между происходящим, нашим осознанием этого и оценкой.

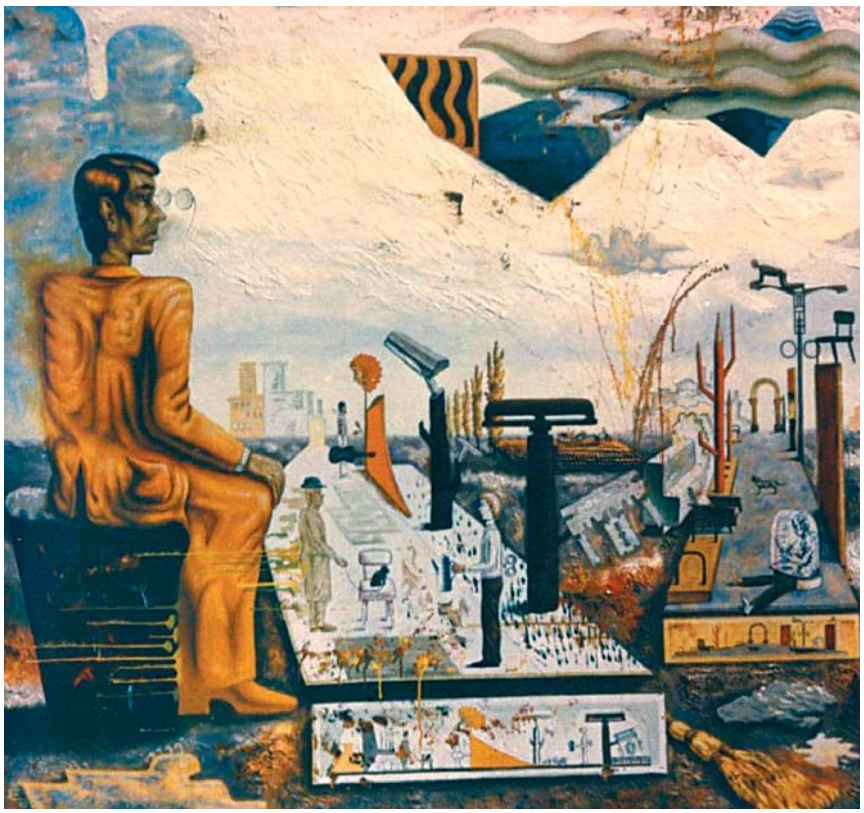
Американский исследователь Дэвид Примак (David Premack), который, в частности, занимался поведением высших приматов, писал: «Возникновение языка не вяжется с эволюцией». А Мартин Хайдеггер считал, что язык — это средство борьбы со смертью. Многие ученые говорят, что язык — это движение в сторону от природы. Язык помогает нам передать то, чему мы научились в течение жизни, другим людям. То, чего человек достиг, продолжает существовать и после его смерти. Природе же, по сути, человеческий язык не нужен. Отметим, что принять за язык любую знаковую систему нельзя. Системы знаков есть у всех живых существ. Функции же человеческого языка не исчерпываются только коммуникацией: она возможна и без него, о чем свидетельствует опыт миллионов других существ, живущих на нашей планете.

Поиски «гена мышления»

Споры о природе человеческого языка, его специфике ведутся специалистами бесконечно. И у каждой из сторон есть масса аргументов. В итоге эти дебаты сводятся к разговорам об огромном биологическом разрыве между высшими приматами и человеком. В 2005–2006 гг. были опубликованы работы Консорциума 2005 г. по исследованию и определению генетической структуры шимпанзе «Изначальная последовательность генома шимпанзе и его сравнение с человеческим геномом» (*Nature 437:69–87*). В рамках этих работ сопоставлялись геномы человека и шимпанзе. Ученые пытались найти участки ДНК, в которых за 5 млн лет произошли настолько сильные модификации, что они смогли отдалить нас от обезьян. Было обнаружено 49 таких участков, в которых темпы изменения были существенно выше, чем в среднем по геному, причем в одних участках они происходили в 70 раз быстрее, чем в других. Специалисты пока не способны ответить, почему и зачем произошло такое ускорение.

Существует множество спекуляций на эту тему, правда, вне генетики. В частности, американский лингвист, профессор Института лингвистики Массачусетсского технологического института Аврам Ноам Хомский (Avram Noam Chomsky) считает, что произошла макромутация, т.е. взрыв, который привел к возникновению языка. Канадско-американский ученый, специализирующийся на экспериментальной психологии и когнитивных науках, Стивен Пинкер (Steven Pinker) занимает более эволюционистскую позицию, говоря, что была серия микромутаций, приведших к возникновению языка. Участки этих изменений разбросаны по всему геному. Желая узнать, какие именно функции выполняют эти участки, выделили ген, претерпевший наиболее значительную трансформацию, *HAR1*, входящий в группу *HAR1F* (*Human Accelerated Region 1 Forward*). Он кодирует маленькую РНК, однако между человеком и шимпанзе в нем обнаруживается 118 различий (к сведению: между шимпанзе и птицами всего два различия). Это значит, что произошел какой-то взрывной процесс. Калифорнийские ученые доказали, что *HAR1F* влияет на развитие нейронов новой коры между седьмой и девятнадцатой неделями жизни плода. Это критичный период для миграции нейронов и специализации

ФРИДА КАЛО. «ЧТО МНЕ ДАЛА ВОДА»



их в коре. Сообщение стало сенсацией, и сразу было объявлено, что ген мышления найден.

Однако, это лишь один из десяти генов, которые претендуют на то, чтобы принадлежать исключительно человеку. Подобный ген искали уже очень давно. Но история длинная, и мы находимся в самом ее начале. В геноме человека больше 80% всех генов работает именно на мозг, что говорит о векторе эволюционного процесса. Мозг взрослого человека потребляет 20% всей энергии организма, а мозг младенца — 50%. Это результат накопления гигантских усилий генома в эволюционном процессе создания мозга.

За столом переговоров с приматом

Человечество ждало и новое потрясение — «говорящие» обезьяны. Представитель Американской антропологической ассоциации, специалист по орудийной деятельности животных Кэтлин Гибсон (Kathleen Gibson) еще в 1990 г. заявила: «В момент, когда обнаруживается, что есть только у людей, внезапно оказывается, что и у других приматов оно тоже имеется». Безусловно, приматы «говорят» без помощи артикуляции, ведь это совершенно невозможно с физиологической точки зрения. Один англичанин, пытаясь заставить обезьяну произнести слово *cup* и желая помочь ей сделать это, все время засовывал животному в рот шпатель. В конце концов обезьяна сказала это слово, но вскоре погибла. Обезьяны, овладевшие языком жестов, проявляют семантичность — они способны присвоить значение определенному объекту или же действию. Они демонстрируют признаки владения синтаксисом, у них есть понимание ролей, продуктивность. Это как раз то, что «запрещено» всем, кроме нас. У них есть так называемая «перемещаемость» — умение именовать объект, находящийся вне поля зрения. Они могут говорить о прошедших и будущих событиях. Адекватно употребляют термины «сейчас», «потом», «я», «ты», «твой», «мой». Более того, обезьяны способны обучать других. Был случай, когда одна обезьяна начала преподавать сотруднику зоопарка язык жестов — и преуспела. Они учат также своих детей, исправляют ошибки. Скептики говорят, что это виртуозная дрессура, ведь с высшими приматами работали лучшие психологи, лингвисты. Вся экономическая мощь США была брошена на то, чтобы научить животных языку.

После того как «говорящие» обезьяны «вышли на пенсию», им выделили особый государственный грант. Сегодня эти приматы рассматривают журналы с картинками и «обсуждают» их: «Смотри, какая тут сумочка». У них действительно есть рассудочное поведение. Они могут предвидеть, выделять конечные и промежуточные цели, могут реконструировать намерения других. Для обозначения этого в русскоязычной науке пока нет соответствующего термина, мы используем английское обозначение *theory of mind*, т.е. способность строить модель сознания другого. Такой способностью обладают только взрослые люди. И, похоже, никакие другие биологические виды ее не имеют.

Известно, что *theory of mind* нарушена у людей с аутизмом и шизофренией. Это свойство высокого порядка — одно из самых специфических, свойственных человеку. У приматов, однако, есть способность к метафорическому переносу. Кроме того, обезьяны употребляют в качестве руга-

Функции человеческого языка не исчерпываются коммуникацией: она возможна и без него, о чем свидетельствует опыт миллионов других существ, живущих на планете

ВЛАДИМИР МАРЧЕНКО. «СФИНКС»

тельств слова, которым были научены в прямом их значении.

Был также поставлен следующий эксперимент. Перед обезьяной раскладывали фотографии людей и обезьян, в том числе и изображения ее «родственников», и ее самой. Что сделало испытуемое животное? Фотографии людей оно отложило в отдельную стопку, и к ней же присовокупило свое собственное изображение. К тому же обезьяна прокомментировала это действие, сообщив: «Я говорю». При этом фото своего отца она положила в другую группу, заметив, что он «грязная тварь».

У приматов также есть способность к диалогу, а простейшим синтаксисом они способны овладеть на уровне двухлетнего ребенка. Понятно, что дети, взрослея, смогут научиться и многому другому. Обезьяна же, по идее, не должна этого суметь вообще. Что удивительно, высшие приматы воспринимают также устную речь. Они декодируют сообщения наподобие: «Пойди в соседнюю комнату, залезь в холодильник и достань оттуда кроссовки» и ведут себя согласно им. Они различают субъект и объект и т.д. Как у них происходит фонемный анализ, понять невозможно.

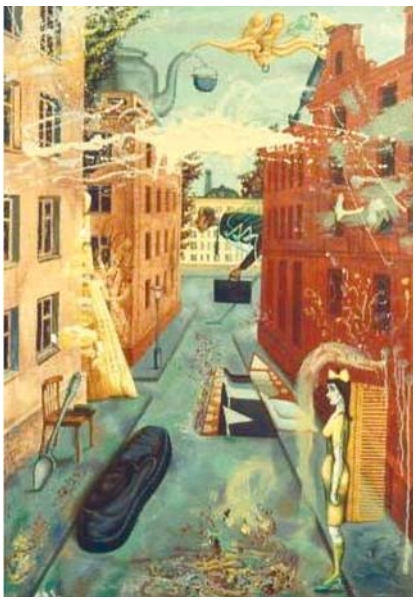
Мозг не подвластен компьютерной программе

Т.В. Черниговская раньше думала, что у эволюции, у самих людей есть некий определенный вектор движения. Оказывается, такого вектора не существует. Эволюция все время будто импровизирует, пробует разные инструменты, многие из которых могут сосуществовать. Успешность коммуникации достигается не исключительно за счет удачных языковых алгоритмов. Их может вообще не быть: ведь не всякое общение вербально. Не стоит также забывать, что язык обслуживает не только коммуникацию, но и мышление.

Почему наш мозг не может быть описан с помощью компьютерной метафоры? Ведь говорят об искусственном интеллекте, который может быть подобным мозгу человека. Однако этого все-таки никогда не произойдет, потому что мы должны будем вложить в компьютер весь мир, а это невозможно. По скорости обработки информации компьютеры давно нас обогнали, но это не приближает их функционирование к работе человеческого мозга. Они не способны анализировать множество трактовок событий; им всегда нужен «адрес» объекта, мозгу — нет. У нас есть возможность поиска сразу нескольких путей для решения какой-либо проблемы. Мы также используем различные алгоритмы в разное время без очевидных на то причин: сегодня я делаю это так, завтра — по-другому. А ведь чем менее прогнозируемо поведение, тем оно нам ценнее: эта дорога ведет к открытиям и творческим прорывам. Эффективности поиска не снижают даже размытость и неточность описаний. Компьютеру же нужен точный путь. Замечательный специалист по искусственному интеллекту, признанный основоположник этой науки в России, профессор филологии МГУ Д.А. Поспелов говорил, что яркий пример этого феномена — кулинарные рецепты. «Немножко поварить, соли по вкусу», — что это за алгоритм? То, что просто для человека, сложно для компьютера.

Аристотелевский способ мышления, «свойственный» компьютеру, — не единственный путь из доступных человеку. Это мышление, которому надо учиться. Мы отнюдь не рождаемся с умением определять и использовать причинно-следственные связи. Есть и еще несколько видов мышления: обыденное, научное, религиозное, также обсуждается категория игрового мышления.

Кроме того, не стоит забывать о других функциях языка, например поэтической и магической. В отличие от других, даже высших приматов, люди способны создавать искусство. И.А. Бродский писал: «Поэзия — это не развлечение и даже не форма искусства, но, скорее, наша видовая цель. Если то, что отделяет нас от остального животного царства, — это речь, то поэзия — это высшая форма речи. Отказываясь от нее, мы обрекаем себя на низшие формы общения. Это колоссальный ускоритель сознания как для пишущего, так и для читающего. Вы обнаруживаете связи и зависимости, о существовании которых и не подозревали. Это уникальный инструмент познания». ■



ВЛАДИМИР МАРЧЕНКО. «ПОЛДЕНЬ»

Материал подготовила
Елена Леонова

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

- Бунак В.В. Род *Homo*, его возникновение и последующая эволюция. М., 1980.
- Дубровский Д.И. Зачем субъективная реальность, или «Почему информационные процессы не идут в темноте?» (ответ Д. Чалмерсу) // Вопросы философии. 2007. № 3.
- Черниговская Т.В. Зеркальный мозг, концепты и язык: цена антропогенеза // Искусственный интеллект: междисциплинарный подход. М.: Интелл, 2006.
- Нагель Э., Ньюмен Д.Р. Теорема Геделя. М., 1970.
- Поршнев Б.Ф. О начале человеческой истории: проблемы палеопсихологии. СПб.: Алетейя, 2007.
- Chalmers D.J. The Conscious Mind. In Search of a Fundamental Theory. New York: Oxford Univ. Press, 1996.
- Penrose R. Shadows of the Mind: A Search for the Missing Science of Consciousness. Oxford University Press, 1994.

наука о пузырях и крахах

Гэри Стикс

Самый тяжелый экономический кризис со времен Великой депрессии вызвал переоценку представлений о том, как работают финансовые рынки и как люди принимают финансовые решения

Сцена из классического боевика: бандит приставляет пистолет ко лбу жертвы, и экран гаснет раньше, чем раздается громкий звук выстрела. Судебный эксперт, который проследит траекторию пули, увидит, что она прошла через лобную область коры головного мозга — зону, вовлеченную в процесс принятия решений и играющую в нем центральную роль. После столь фатального повреждения данной области мозга личность выжившего радикально меняется. В неврологии известен случай Финеаса Гейджа (Fineas Gage), железнодорожного рабочего XIX в., лобную область которого пробил железный прут. Гейдж выжил, но уже не смог принимать осмысленных решений. Подобное нарушение может вызвать и пристрастие к кокаину. Возникающая дисфункция способна в любой момент вызвать острую потребность в наркотике: например, звучание мелодии в стиле техно напоминает аддиктам о том, как они были под воздействием стимулятора. Но и те, кто никогда не баловался наркотиками и не получал пулю в лоб, должны помнить, что некоторые решения, выработанные лобными долями их мозга, могут быть ошибочными. И в причастности к возникновению недавнего колоссального экономического коллапса, поразившего весь мир, подозревают конкретный участок лобной коры, называемый вентромедиальной префронтальной корой головного мозга (*ventromedial prefrontal cortex, VMPFC*).

Оказалось, что именно *VMPFC* — тот центр, где возникает явление, которое экономисты называют иллюзией денег. Оно проявляется в том, что люди пренебрегают очевидной информацией об искажающем влиянии инфляции на покупки и в иррациональном порыве заключают, что вещь стоит гораздо больше, чем на самом деле. Иллюзия денег может убедить потенциального покупателя, что недвижимость всегда будет прекрасным объектом капиталовложений, поскольку, согласно его заблуждениям, цены на жилье неуклонно растут. Профессор экономики Йельского университета Роберт Шиллер (Robert J. Shiller) настаивает на том, что в возникновение бума спроса на жилье внесла вклад ошибочная логика иллюзии денег: «Поскольку люди обычно знают только о том, сколько они заплатили за свой дом много лет назад, но почти не помнят других цен того времени, у них создается ошибочное впечатление, будто цены на дома выросли гораздо больше всех других, создающее преувеличенное представление о потенциале вложений в недвижимость».

Экономисты уже в течение десятилетий спорят о том, не является ли иллюзией само представление о влиянии иллюзии денег или иррациональности вообще на экономические транзакции. Теоретик монетаризма Милтон Фридман (Milton Friedman) утверждает, что потребители и работодатели не поддаются иллюзиям и как существа рациональные учитывают инфляцию

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

- Всемирный обвал финансового рынка побудил специалистов к новым исследованиям причин того, почему рынки иногда перегреваются, а затем обрушиваются.
- Лопнувший пузырь интернет-компаний и последовавшие за этим кризис недвижимости и финансовый кризис показали, как в ходе принятия решений о вложении средств психологические причуды иногда превалируют над рациональными соображениями. Понимание этих типов поведения проливает свет на происхождение таких явлений, как бум и спад.
- Новые модели финансовых рынков пытаются предложить более адекватное описание поведения рынков, чтобы предотвратить финансовые крахи. В то же время более тонкое регулирование рынков убережет покупателей жилья или инвесторов, копящих себе на пенсию, от неверных решений.

при покупках и выплате зарплаты. Иными словами, они здраво судят о реальной стоимости товаров.

Однако сегодня идеи поведенческих экономистов, которые изучают роль психологии при принятии экономических решений, привлекают все большее внимание, поскольку специалисты разных направлений пытаются понять, в чем причина столь стремительного и разрушительного обвала экономики. Идеи этих экономистов подкрепляются данными специалистов по исследованию мозга, которые в реальном времени сканируют *VMPFC* и другие участки мозга. В частности, опубликованные в мартовском номере «Трудов Национальной академии наук США» за этот год результаты эксперимента, проведенного исследователями из Боннского университета в Германии и Калифорнийского технологического института, обнаружили признаки иллюзии денег на сканах, отражающих активность головного мозга в отделах, ответственных за процесс принятия решений. У людей, имеющих дело с более значительными денежными суммами, часть *VMPFC* светится ярче, даже если из-за роста цен покупательная способность этих сумм не изменилась.

Свечение пятна за лобной костью, ответственного за ошибочные представления о ценности денег, — это лишь один из примеров усложнения линии исследований, которые уже выявили мозговые центры, участвующие в более примитивных мотивациях инвесторов, обусловленных страхом (миндалевидное тело) и жадностью (центры удовольствия, выступающие, возможно, также и как центры сексуального желания, что не удивляет). Высокотехнологичное сочетание нейротомографии с психологией и поведенческой экономикой начинает давать подсказки о том, как отдельные люди и экономика в целом могут сбиться с пути. Эти дисциплины пытаются совместно выяснить, поче-

ПОНИМАЕТЕ ЛИ ВЫ РЕАЛЬНУЮ ЦЕННОСТЬ ДЕНЕГ?

Одной из причин вздутия пузыря на рынке жилья, на основе чего разразился нынешний глобальный экономический кризис, могло стать психологическое явление, называемое иллюзией денег, т.е. путаница, которая возникает, когда люди оказываются неспособными учесть влияние инфляции на реальную стоимость денег. Например, увеличение стоимости вашего дома или повышение зарплаты могут быть чисто иллюзорными, поскольку они просто корректируются с учетом инфляции.

Недавние эксперименты, проведенные в Боннском университете, Германия, и Калифорнийском технологическом институте, показали влияние иллюзии денег на центр принятия решений в мозге. Когда испытуемому предъявляли иллюзорный выигрыш, вентромедиальная префронтальная кора активизировалась

ПОЛУЧЕНИЕ ДЕНЕГ
Испытуемый в томографе получает деньги на покупку товаров

ИЛЛЮЗОРНЫЕ ВЫИГРЫШИ
Позднее испытуемый получил доход на 50% больше, но и цены выросли на 50%

MATT COLLINS

му экономическая система, выстроенная с номинальной самозащитой от коллапса, может обрушиться почти катастрофически. Некоторые из этих исследований уже приняты к руководству администрацией Барака Обамы, которая пытается стабилизировать банковский и жилищный секторы.

Иллюзия рациональности

Идеи бихевиоризма, привлекающие сегодня все больше внимания, отвергают некоторые ключевые положения современной экономической теории, включая представление, будто каждый покупатель и продавец — экземпляр *Homo oeconomicus*, т.е. исключительно рациональное существо, движимое личной выгодой. «В классической экономике человек — это при всех условиях автомат, способный рассуждать объективно», — пишет историк финансов Питер Бернстейн (Peter Berstein).

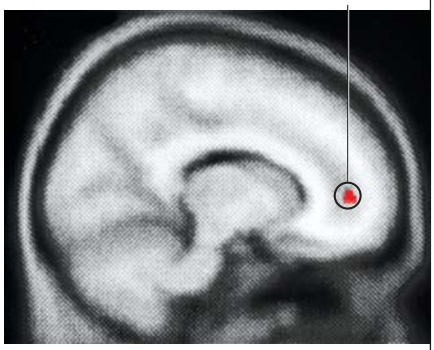
Другой ключевой догмат рационалистического кредо (гипотеза эффективного рынка) утверждает, что в цене товара отражается вся прошлая и текущая информация о товаре, и что рынок достигает равновесия между покупателями и продавцами как раз при «правильной» цене. Нарушить этот баланс может только внешний толчок, например неожиданное установление цены нефтяным картелем. Таким образом, динамика финансовой системы сохраняет равновесие. Классическая теория утверждает, что внутренняя динамика рынка не может создать цикл обратной связи, в котором одна цена порождает другую, вызывая образование пузыря и последующее обращение цикла, которое ведет к разрушительной дестабилизации экономики.

Строгая интерпретация гипотезы эффективного рынка подразумевает, что риски возникновения экономического пузыря отражаются в текущих рыночных ценах — ценах домов и рискованных (субстандартных) закладных, собранных в пакет, называемый токсичными активами. Но если это верно и рынки так эффективны, как могли цены упасть столь резко? Удивление по поводу краха общепринятой теории выразил даже бывший председатель совета управляющих Федеральной резервной системы Алан Гринспен (Alan Greenspan), постоянный приверженец теории эффективного рынка: на заседании комитета Конгресса в октябре 2008 г. он сказал: «Те из нас, кто рассчитывал, что личная выгода кредитных организаций защитит капитал акционеров, в том числе и я, страшно разуверились в этом».

Животные инстинкты

Поведенческие экономисты, которые хотят определить психофизиологические факторы, ведущие к образованию пузырей и больших потрясений рынка, — интеллектуальные наследники психологов Амоса Тверски (Amos Tversky) и Дэниела Канемана (Daniel Kahneman), которые начали в 1970-х гг. исследования, поставившие под сомнение представление об участниках финансовых операций как о рациональных роботах. В 2002 г. Канеману за эту работу была присуждена Нобелевская премия по экономике. Ее, несомненно, получил бы и Тверски, если бы был к тому времени еще жив. Их новаторская работа касалась иллюзии денег и других психологических слабостей, например свойства людей сильнее огорчаться из-за потери, скажем, $1 тыс., чем радоваться приобретению той же суммы.

Активизировавшийся участок вентромедиальной префронтальной коры



МОЗГ РЕАГИРУЕТ
У людей, которые иррационально воспринимали увеличение дохода как выигрыш, хотя его реальная покупательная способность не возрастала, активизация вентромедиальной префронтальной коры – участка мозга, задействованного в принятии решений, – была сильнее

Поведенческих экономистов объединяет интерес к теме часто иррациональных психологических импульсов, которые лежат в основе финансовых пузырей и следующих за ними сокрушительных спадов. В качестве объяснения Роберт Шиллер, лидер в этой области, цитирует выражение «животные инстинкты», которое впервые употребил экономист Джон Мейнард Кейнз (John Maynard Keynes). Деловой цикл, нормальные спады и пики экономической активности зависят от чувства доверия, на котором основано взаимодействие бизнеса и потребителей в повседневных экономических операциях. Однако базой этого доверия не всегда становятся рациональные оценки. Во времена бума животные инстинкты — внутреннее ощущение, что сейчас самое время приобрести дом или купить забытые инвесторами акции, — побуждает людей к чрезмерному доверию и подталкивает к опрометчивым решениям. Если возникает беспокойство, или же рынок поворачивает в другую сторону, то это ощущение может быстро перейти в панику. Решения, основанные на эмоциях, вызывают дополнительные когнитивные особенности поведения, которые ведут к ошибочной логике инвестиций: например, иллюзия денег неспособна учитывать инфляцию.

О важности и эмоций, и когнитивных особенностей в деле объяснения всемирного кризиса может свидетельствовать последовательность событий, которые в последние десять лет заставляли финансовую систему раскачиваться. Во времена бума интернет-компаний животные инстинкты подняли акции Интернета на немыслимые высоты, а всего через несколько лет опустили их до земли. Эти инстинкты действовали и тогда, когда опрометчивые кредиторы пользовались низкими кредитными ставками, чтобы предлагать рискованным заемщикам субстандартные ипотечные кредиты с плавающей ставкой. Опять сработало явление, подобное иллюзии денег: получатели этих ипотечных кредитов не могли рассчитать, что произойдет, если процентные ставки вырастут. А именно это и случилось в середине десятилетия, вызвав массовые вынужденные продажи заложенного имущества и дефолты. Секьюритизованные ипотечные бумаги, долги сотен и тысяч домовладельцев, превращенные банками в пакеты акций и затем проданные другим, потеряли основную часть своей стоимости. Банки увидели, что их кредитный капитал обесценивается. Кредитование, жизненный источник капитализма, перестало работать, вызвав глобальный кризис.

Интуитивные правила

Поведенческая (бихевиористская) экономика и поведенческие финансы (ее подраздел, более тесно связанный с инвестициями) начали более детально выявлять также то, как психологические причуды в отношении денег могут помочь объяснить недавний кризис. Иллюзия денег — лишь один пример процессов иррационального мышления, изучаемых экономистами. Эвристика, или интуитивные правила, необходимые

ЭФФЕКТИВНЫЕ РЫНКИ И ПУЗЫРЕНОМИКА

Классическая экономика не принимает во внимание то, что иррациональность людей может влиять на их финансовые решения. Согласно гипотезе эффективного рынка, краеугольному камню финансовой ортодоксальности, большинство людей покупают дома тогда, когда их цена занижена, и воздерживаются от трат, если вещь становится слишком дорогой (*левая сторона графика*). Но согласно классической теории очень трудно объяснить экономические пузыри, когда цены поднимаются гораздо выше реальной стоимости актива, будь то дом или акции. В отличие от этого поведенческие экономические теории, которые ставят во главу угла психологию финансов, предсказывают, что иногда превалируют иррациональное мышление и эмоции, побуждающие людей делать все больше вложений, вместо того чтобы понять, что они переплачивают лишь затем, чтобы впоследствии в панике бежать с рынка, обрушивая его (*справа*)

MELISSA THOMAS (graph and brain illustration); "THE MEDIAL PREFRONTAL CORTEX EXHIBITS MONEY ILLUSION," BY BERND WEBER, ANTONIO RANGEL B, MATTHIAS WIBRALC AND ARMIN FALKC, IN PNAS, VOL. 106, NO. 13, MARCH 31, 2009 (brain scan)

НАШИ ПОВЕДЕНЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ

Для суждения о деньгах и принятия множества других решений наш мозг имеет две системы, которые позволяют нам ориентироваться в повседневной жизни: интуитивную и рациональную. Интуитивная система иногда порождает неверное мышление — когнитивные особенности, которые приводят к неприятным последствиям, когда дело касается финансовых решений. Ниже приведено несколько типичных ошибок при использовании денег, описанных поведенческими экономистами.

Какая прекрасная сделка! Через пять лет этот дом будет стоить целое состояние!

ЧРЕЗМЕРНАЯ УВЕРЕННОСТЬ. Мы систематически переоцениваем свои способности в любом деле, от вождения автомобиля до вложения денег в недвижимость или ценные бумаги

Cisco — лучшая сетевая компания. Нужно покупать ее акции

СТАДНЫЙ ИНСТИНКТ. Склонность идти за толпой заставляет множество инвесторов разделять одну и ту же точку зрения на ценность финансовых активов, что ведет к повышению или спаду цен на них

нам для быстрого реагирования в условиях кризиса, — это, вероятно, сохранившееся наследие наших палеолитических предков. При встрече с мамонтом неспешным раздумьям не было места. Но когда мы не сталкиваемся с диким зверем, эвристика может порой привести к когнитивным искажениям.

Поведенческие экономисты выделили ряд особенностей, часть которых имеет прямое отношение к экономике пузырей. Эффект подтверждения проявляется в том, что люди переоценивают сведения, подтверждающие их точку зрения. Свидетельство тому — массовое повышение цен на жилье, когда люди предполагают, что ставка на рост стоимости домов будет верной. Вызванный этим стадный инстинкт заставляет массы людей разделять эту веру. Эффект доступности, который может подталкивать к решениям на основе самой свежей информации, — одна из причин того, что осенью 2008 г. редакторы некоторых газет избегали слова «кризис» в попытке предотвратить всеобщую панику. Эффект знания «задним числом», когда возникает ощущение, что все было известно с самого начала, можно обнаружить после краха: инвесторы, домовладельцы и экономисты признают, что признаки пузыря были очевидными, но это не мешало им активно содействовать росту цен на жилье.

Нейроэкономика, близкая родственница бихевиористской экономики, изучает данные, получаемые методом магнитно-резонансной томографии или иными методами сканирования мозга, чтобы выяснить, реально существуют эти характерные особенности в сознании человека, или это плоды воображения ученых. Такие данные уже подтвердили существование иллюзии денег. Но специалисты исследуют и другие вопросы, например, действительно ли разговоры о деньгах, их вид или просто мысли о них активизируют центры удовольствия или огорчения внутри нашего черепа.

На ежегодном съезде Общества когнитивной неврологии в Сан-Франциско в марте этого года Джули Холл (Julie L. Hall), аспирантка Ричарда Гонсалеса (Richard Gonzalez) из Мичиганского университета в Анн-Арборе, представила результаты исследования, показывающие, что наша готовность рисковать деньгами меняется под влиянием даже незначительных эмоциональных сигналов, что служит еще одним опровержением мифа о твердом и холодном инвесторе. В экспериментах участвовали 24 человека: 12 женщин и 12 мужчин. Им показывали фотографии радостных, рассерженных и нейтральных по выражению лиц. При виде радостных лиц у подопытных «инвесторов» центры удовольствия активизировались сильнее, и они систематически вкладывали деньги в более рискованные портфели вместо того, чтобы сравнивать степень относительной надежности ценных бумаг.

В период бума недвижимости в начале нынешнего десятилетия «радостные лица» мелькали постоянно. Улыбающаяся физиономия вечернего телерекламщика недвижимости Карлтона Шитса (Carleton H. Sheets) сулила удачу тем, кому

MATT COLLINS

Продавать! Продавать! Продавать!

ЭФФЕКТ ДОСТУПНОСТИ. Воспоминания о недавних событиях и другие мысли, с готовностью всплывающие в мозге, могут превратиться в увлеченность, заставляющую инвестора сосредоточиться на ближайших результатах — и иногда начать спешно продавать, если рынок идет вниз

не хватало денег, кредитов или опыта владения годной к продаже недвижимостью. Сегодня слоган, столь же радостно озвучиваемый Шитсом, — «Реальные доходы от вынужденных ликвидаций».

Поведенческая экономика не только пытается объяснить, почему инвесторы ведут себя так, как они ведут себя. Она предлагает основу для стратегии инвестирования и выработки политики, которая помогла бы людям избегать плохо продуманных вложений средств под влиянием эмоций.

Приход администрации Обамы свидетельствует о растущем признании поведенческой экономики. Группа ведущих бихевиористов разработала указания о способах мотивации избирателей и спонсоров президентской избирательной кампании. На пост главы Управления информации и регламентации был назначен ученый Касс Санстейн (Cass Sunstein); поведенческие экономисты или ярые сторонники этой науки занимают и другие посты в Белом доме.

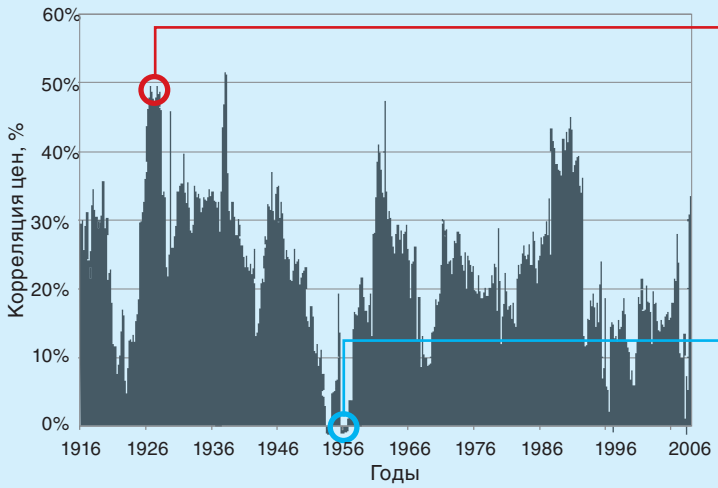
Санстейн и его соавтор Ричард Талер (Richard Thaler), один из основателей бихевиористской экономики, ввели термин «либертарианский патернализм» для способа, которым правительственное регулирование может отклонять людей от неправильных решений. Он основывается на эвристическом подходе, называемом эффектом якоря, — предложении начать думать о чем-либо в надежде, что размышление перейдет в поведение. Например, людей можно подтолкнуть к тому, чтобы они откладывали на старость, если с самого начала автоматически включать их в пенсионный план, а не только предлагать им его. «Если люди не проявляют никакой инициативы, их просто включают в этот план, но они могут отказаться, — замечает Талер. — Это гарантирует, что беспечность не приведет их в старости к нищете». Эта идея отражена в плане администрации Обамы автоматически включать работников в пенсионный план по месту работы.

Принять решение может быть труднее, чем поддаться толчку в определенном направлении. В этих обстоятельствах для помощи человеку в выборе между несколькими вариантами требуется «архитектура выбора». Например, при покупке дома человеку нужны более четкие сведения об иллюзии денег и подобных вещах. «Когда вся ипотека была с рассрочкой на 30 лет и с фиксированной процентной ставкой, выбор лучшего предложения был простым — наименьшая ставка, — говорит Талер. — Сегодня, с переменными ставками, низкими в начале, большими последними платежами, штрафами за досрочное погашение кредита и т.д., выбор наилучшего варианта предполагает, что человек должен иметь по крайней мере степень доктора наук в области финансов». Архитектура выбора требует, чтобы кредитор четко очерчивал заемщику весь набор вариантов, максимально упростив предоставление информации, сведя все к двум столбцам: в одном должны быть перечислены все платежи, а в другом — выплаты процентов. В таком виде их можно будет загрузить в удаленный компьютер и сравнить с предложениями других кредиторов.

Подобным образом Шиллер из Йельского университета излагает сложную стратегию, разработанную для предотвращения эксцессов экономики пузырей путем осведомления людей об ошибках «экономического мышления». Шиллер предлагает принять единицы измерения, подобные «единице расчетов» (*unidad de fomento, UF*), введенной правительством Чили в 1967 г. и перенятой другими странами Латинской Америки. *UF* — это защита от иллюзии денег, позволяющая покупателю или продавцу знать, выросли цены реально или это лишь инфляционный мираж. *UF* представляет собой цену рыночной корзины товаров и используется так широко, что чилийцы часто называют цены в этих единицах. «Чили имеет самую эффективную в мире систему инфляционной индексации, — говорит Шиллер. — Цены домов, ипотека, некоторые виды аренды, алименты и варианты стимулов для

НОВЫЙ ПУТЬ ПРЕДСКАЗАНИЯ ПУЗЫРЕМАНИЙ

В попытке улучшить прогнозирование случаев, когда активность покупки и продажи может привести к высокой волатильности, и того, какие инвесторы в результате выживут, исследователи из Массачусетсского технологического института объединили несколько описаний работы рынка и позаимствовали положения эволюционной теории. Эта концепция получила название гипотезы адаптивного рынка



КОРРЕЛЯЦИЯ: ОДНА ЦЕНА ВЕДЕТ К ДРУГОЙ

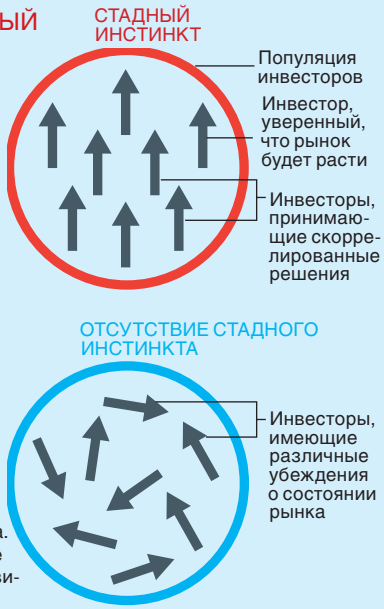
Вычислительный анализ на основе гипотезы адаптивного рынка позволяет проследить степень, в которой изменение цены в некий день влияет на изменение цен на следующий день, т.е. насколько скоррелированы цены

ИРРАЦИОНАЛЬНЫЙ РЫНОК

Рост цен и высокая степень корреляции влекут за собой стадное устремление инвесторов на рынок, что чревато надуванием пузыря. Питать эту тенденцию может иррациональная вера в то, что цены будут расти всегда

РАЦИОНАЛЬНЫЙ РЫНОК

Когда пузырь лопается и стадная активность спадает, рынок возвращается в более «эффективное», состояние, которое моделирует классическая экономика. На эффективном рынке инвесторы имеют независимые стратегии



руководителей часто выражаются в этих инфляционных единицах».

Шиллер остается горячим сторонником новой финансовой технологии, которая могла бы стать оружием против финансовых пузырей. Сегодня регулирующие органы тщательно изучают сложные финансовые инструменты, предложенные для защиты от дефолта ценных бумаг на основе ипотечных бумаг, которые питали жилищный бум. Однако Шиллер считает, что производные (класс финансовых инструментов, предназначенных для защиты от рисков, неправильное использование которых для игры на бирже послужило одной из причин кризиса в области кредита) могут гарантировать наличие достаточного количества покупателей и продавцов на рынке жилья. Производные — это финансовые контракты, построенные на основе таких базовых активов, как акции, биржевые индексы и даже ипотечные бумаги.

Несмотря на риск злоупотреблений, Шиллер считает производные бумаги разумной защитой от мрачных экономических сценариев. На рынке жилья домовладельцы и кредиторы могут использовать эти финансовые инструменты для страховки на случай падения цен, обеспечивая этим достаточную ликвидность для прохождения сделок.

Может ли нам помочь биология?

Выход из нынешнего кризиса в конце концов должен быть найден на основе новых представлений о том, как действуют инвесторы. Один особенно перспективный подход должен устранить недостатки существующих экономических теорий путем соединения старого с новым. Эндрю Ло (Andrew Lo), профессор финансов Массачусетсского технологического института и работник хедж-фонда, разработал теорию, которая отдает должное и теории равновесия, и гипотезе эффективного рынка, но при этом признает, что классическая экономика не отражает работы рынков во всех случаях. Эта теория представляет собой попытку великого синтеза эволюционной теории, классической и поведенческой экономик. Иными словами, подход Ло основан на мысли, что введение идеи дарвиновского естественного отбора в модели экономического поведения позволит получить полезные представления о том, как работают рынки, и давать более точные прогнозы того, как поведут себя участники рынка, будь то отдельные люди или организации.

Подобные идеи приходили в головы экономистам и раньше. Так экономист Торстейн Веблен (Thorstein Veblen) еще в 1898 г. полагал, что экономика должна быть эволюционистской наукой. А Томас Роберт Мальтус своими размышлениями о «борьбе за существование» оказал огромное влияние собственно на Дарвина.

Как теория естественного отбора постулирует, что некоторые организмы наиболее способны к выживанию в определенной экологической нише, так гипотеза адаптивных

MELISSA THOMAS

ВЫЖИВАНИЕ НАИБОЛЕЕ ПРИСПОСОБЛЕННЫХ

Гипотеза адаптивного рынка сочетает эволюционную теорию с информацией о корреляциях и данными, относящимися к финансовому здоровью индивидуальных и институциональных инвесторов. Этот синтез дает возможность предсказать, кто сможет приспособиться к изменениям условий на рынке, а кто может быть вытеснен с него

рынков рассматривает различных игроков на рынке, от банков до паевых инвестиционных фондов, как «виды», конкурирующие за финансовый успех. При этом она предполагает, что при вложении денег («конкуренции») игроки иногда используют интуитивные эвристические стратегии, описанные поведенческими экономистами, например идя на более высокие риски после череды проигрышей.

«Экономисты страдают глубоким психологическим заблуждением, которое я называю “завистью к физике”, — говорит Ло. — Мы хотим, чтобы 99% экономического поведения могло быть объяснено тремя простыми законами природы. На самом же деле экономисты имеют 99 законов, которые охватывают три процента поведения. Экономика относится к области человеческих отношений, и как таковую ее можно понять только в более широком контексте конкуренции, мутаций и естественного отбора — иными словами, эволюции».

Наличие эволюционной модели может позволить инвесторам приспосабливаться к изменяющимся рискам различных стратегий инвестирования. Но самым важным достоинством моделей Ло может оказаться способность выявлять ситуации, когда экономика не находится в состоянии устойчивого равновесия, что послужит сигналом для регулирующих органов и инвесторов о назревающем пузыре.

Модель адаптивного рынка может включать в себя информацию о том, как изменяются цены на рынке, — подобно тому как люди приспосабливаются к конкретной экологической нише. Здесь можно пойти и дальше, к выводам о том, влияют ли цены одного дня на цены следующего, что служит признаком увлеченности инвесторов стадным чувством, которое описывают поведенческие экономисты и которое может говорить о надвигающемся пузыре. На основе такого моделирования регулирующие организации смогут сами адаптироваться при изменениях рынка и этим противодействовать тому типу системных рисков, от которых обычные модели риска рынки не защищают. Ло ратовал за учреждение Палаты безопасности рынков капитала, подобной организациям, которые расследуют авиационные происшествия, чтобы собирать данные о прошлых и будущих рисках, способных угрожать крупной финансовой системе, что могло бы служить основой для адаптивного моделирования рынка.

Поскольку наука о мозге выявляет глубинные корни поведения инвесторов, она вполне может обнаружить новые свидетельства фундаментальной порочности концепции *Homo oeconomicus*. Рационального инвестора не должно заботить, имел ли он $10 млн и потерял $8 или не имел ничего и получил $2 млн. Результат в обоих случаях один и тот же.

Однако эксперименты поведенческих экономистов систематически показывают, что люди (и другие приматы) больше боятся потерь, чем желают выигрыша. Это объясняется эволюционным наследием, которое побуждает организмы заготавливать запасы пищи или тщательно взвешивать ситуацию перед рискованными встречами с хищниками. Одна из групп, которая одинаково воспринимает потери и выигрыши, — это люди, страдающие аутизмом, нарушением, ведущим к трудностям во взаимодействиях в социуме. При выборе баланса между потерями и выигрышами в ходе тестов аутичные респонденты часто демонстрировали строгую логику, но эта кажущаяся рациональность сама по себе выступает как признак аномального поведения. «Приверженность рациональным логическим принципам идеального экономического выбора может быть биологически неестественной», — говорит профессор поведенческой экономики Калифорнийского технологического института Колин Камерер (Colin F. Camerer). Более глубокое понимание психологии человека сулит навсегда изменить наши фундаментальные предположения о функционировании всей экономики в целом и наше понимание мотивации отдельных участников рынка, которые покупают дома или акции и которым трудно судить, стоит ли доллар сегодня столько же, сколько вчера. ■

Перевод: И.Е. Сацевич
Консультация: Д.В. Репин

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

- Your Money and Your Brain: How the New Science of Neuroeconomics Can Help Make You Rich. Jason Zweig. Simon & Schuster, 2007.
- The Mind of the Market. Michael Shermer. Times Books/ Henry Holt, 2008.
- The Subprime Solution: How Today’s Global Financial Crisis Happened and What to Do about It. Robert J. Shiller. Princeton University Press, 2008.
- Animal Spirits: How Human Psychology Drives the Economy and Why It Matters for Global Capitalism. George A. Akerlof and Robert J. Shiller. Princeton University Press, 2009.
- Nudge: Improving Decisions about Health, Wealth and Happiness. Richard H. Thaler and Cass R. Sunstein. Penguin Books, 2009.

ЛЕКАРСТВЕННЫЕ ВЕЩЕСТВА, называемые аллостерическими модуляторами, нацелены на другие мишени, нежели традиционные препараты или эндогенные вещества, и действуют высокоизбирательно

НОВЫЕ МИШЕНИ для лекарств

Мелинда Уэннер

Новый класс лекарственных веществ связывается с необычными участками биологических молекул-мишеней

Обилие лекарственных препаратов на аптечных полках — разных как по назначению, так и по стоимости — невольно наводит на мысль: не слишком ли их много? Однако фармацевтические компании, хорошо знающие реальное положение дел, придерживаются противоположного мнения. Времена, когда новые лекарства сыпались, как из рога изобилия, давно прошли, а методы, которыми их получали, исчерпали свои возможности. Фармацевтам приходится изыскивать другие, более изощренные подходы к поиску эффективных лекарственных средств. Один из них основан на использовании такого свойства некоторых веществ, как аллостеризм. По мнению многих, он произведет настоящую революцию в фармакологии и поможет искоренить заболевания, считающиеся сегодня неизлечимыми.

В основе традиционного подхода к созданию лекарственных средств лежит поиск веществ, имитирующих поведение сигнальных молекул организма, например гормонов и нейромедиаторов. Эти фармакологические двойники связываются именно с теми клеточными рецепторами, на которые нацелены эндогенные вещества. Если какой-либо двойник аккуратно укладывается в связывающий «карман» рецептора (его активный центр), то запускается каскад биохимических реакций в клетке. Но если он имеет слегка другую конформацию — например не умещается в «кармане» — то каскада не возникает. Большинство лекарственных препаратов на сегодняшнем рынке — противоаллергические средства, бета-блокаторы, нейролептики и т.д. — действуют одним из таких способов.

Однако, проблема в том, что они работают по принципу «все или ничего», активируя или подавляя физиологические процессы и не оставляя никакого простора для нормальных флуктуаций активности. А поскольку организм часто использует одно и то же вещество в разных целях, то эндогенная молекула обычно связывается с целым спектром подтипов данного рецептора, каждый из которых выполняет свою задачу. В отличие от этого лекарственное вещество, имитирующее действие нейромедиатора строго определенного типа, может проигнорировать рецепторы многих других типов, отчего возникают побочные эффекты и становится невозможным создание безопасных терапевтических средств.

Благодаря замечательным открытиям, сделанным с помощью новейших технологий, фармацевтические компании сегодня вышли далеко за рамки поисков только лекарственных средств-двойников. Теперь их задача — создание веществ, связывающихся с рецепторами в других сайтах, нежели эндогенные молекулы. Такие агенты, названные аллостерическими, взаимодействуют с уникальными доменами рецепторов и, влияя только на те немногие рецепторы, которые этим доменом обладают, уменьшают число и интенсивность побочных эффектов. Кроме того, они не представляют собой простые переключатели, а могут совершать более тонкую работу, стимулируя или подавляя активность сигнальных путей до заданного уровня.

Лидер в этой области исследований — швейцарская биотехнологическая компания *Addex*. Совместно с фармацевтами она проводит тестирование своих продуктов в клинике. Созданием аллостерических препаратов занимаются также компании *Pfizer* и *Amden*. Недавно они получили разрешение *FDA* США на апробирование своих продуктов на больных СПИДом и пациентах с хронической почечной недостаточностью.

Порядок из хаоса

Концепция аллостеризма не нова. Биохимики, изучавшие белковые катализаторы, были хорошо знакомы с ней еще в начале XX в. Им было известно, что некоторые низкомолекулярные вещества связываются с различными участками молекул ферментов, изменяя их конформацию и функции. Но только в начале 1990-х гг. эффект аллостеризма стал применяться в фармацевтике — и результат превзошел все ожидания разработчиков новых препаратов.

Долгое время фармацевтические компании занимались в основном исследованием одного из типов поверхностных рецепторов — тех, что сопряжены с так называемым *G*-белком (*GPCR*, от *G-protein coupled receptor*). Данный белок семь раз пересекает клеточную мембрану и опосредует ответ клетки на события, происходящие вне нее. Когда лиганд-молекула, специфически связывающаяся с данным рецептором, присоединяется к активному центру *GPCR*, экспонированному наружу, рецептор изменяет конформацию и активирует *G*-белок, который в свою очередь инициирует каскад биохимических реакций в клетке. В нашем организме присутствует более 800 типов *GPCR*, и примерно 100 типов находятся на поверхности любой клетки. Но имеющиеся на рынке лекарственные препараты нацелены только на восьмую часть всех наших *GPCR*. «Мы коснулись лишь верхушки *GPCR*-айсберга», — говорит Артур Христопулос (Arthur Christopoulus), фармаколог из Австралийского международного университета Монаш в Мельбурне.

В 1980-х — начале 1990-х гг. фармакологи в поисках новых лекарственных веществ, связывающихся с *GPCR*, использовали радиоактивно меченные лиганды. Они идентифицировали нужный рецептор и присоединяли к нему какой-нибудь известный радиоактивный

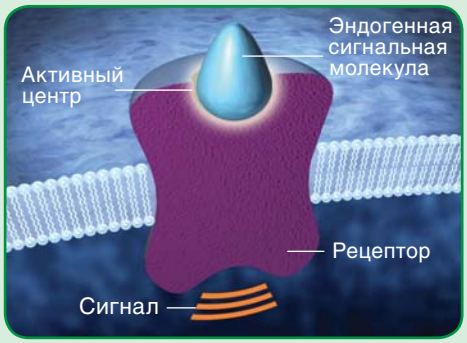
ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

- Один из новых подходов в фармакологии основан на явлении аллостеризма.
- Аллостерические вещества не просто «включают» или «выключают» молекулу-мишень. Они действуют более тонко, плавно повышая или понижая ее активность, что в ряде случаев позволяет избежать появления побочных эффектов.
- Возможно, подобные агенты смогут победить заболевания, с которыми не справляются современные лекарственные вещества.

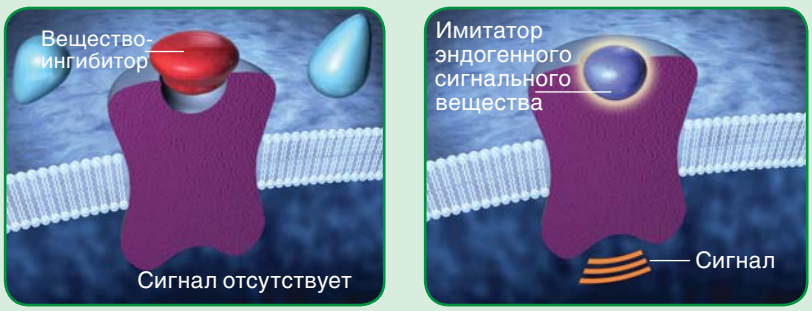
В ЧЕМ РАЗНИЦА?

Когда какое-либо эндогенное соединение, например нейромедиатор, связывается с активным центром рецептора на клеточной поверхности, запускается целый каскад внутриклеточных сигнальных процессов, что в конце концов приводит к изменению активности клетки. Многие лекарственные вещества просто «включают» или «выключают» эти процессы

КЛЕТОЧНАЯ АКТИВНОСТЬ В НОРМЕ

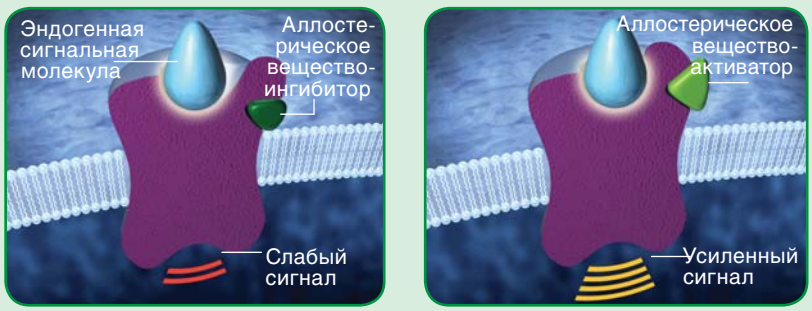


ДЕЙСТВИЕ ОБЫЧНЫХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ВЕЩЕСТВ



Типичные лекарственные вещества связываются с тем же активным центром, что и эндогенные сигнальные молекулы, и либо блокируют сигнал, посылаемый клетке, либо имитируют действие эндогенных молекул

ДЕЙСТВИЕ АЛЛОСТЕРИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ



Аллостерические вещества связываются не с активным центром рецептора, а с другой его частью, изменяя конформацию рецептора таким образом, что сигнал либо ослабляется, либо усиливается. Например, аллостерические модуляторы могут «заставить» активный центр рецептора захватывать нейромедиаторы с меньшей или большей эффективностью, чем обычно

лиганд. Затем воздействовали на нагруженные рецепторы веществами — кандидатами на роль лекарственных агентов и наблюдали, какие из них вытесняли лиганды. Чем больше лигандов «нокаутировал» претендент, тем лучше.

Такая схема предназначалась для поиска лекарственных веществ, которые связываются с активным центром рецептора, называемым ортостерическим сайтом. Фармакологи не искали вещества, обладающие аллостерическими свойствами, которые выводили бы из строя рецептор другими способами. В то время они были вне сферы их интересов. К сожалению, по причинам, до конца не выясненным, этот подход не оправдал ожиданий.

В результате в середине 1990-х гг. компании переключились на освоение другого, более изощренного метода. Они использовали «функциональный» анализ, который заключался в отслеживании влияния кандидатов на поведение интактных клеток, несущих целевые рецепторы, а не на поведение рецепторов как таковых. «Вот тут и начались чудеса», — говорит Христопулос. В одних случаях выбранная молекула стимулировала работу рецептора, в других — подавляла. Ортостерические вещества вели себя в этом отношении единообразно. Некоторые сочли, что за вариабельность эффекта отвечает аллостеризм, но большинство усмотрели в нем не стимул к новым поискам, а еще одно осложняющее обстоятельство.

В 1999 г. специалисты из небольшой биотехнологической компании *SIBIA Neurosciences*, расположенной в Калифорнии, сообщили об открытии одного из первых селективных аллостерических модуляторов. Он снижал активность рецептора 5 метаботропного глутамата (*mGlu5*), одного из 30 подтипов рецепторов данного семейства. *SIBIA* занималась поисками селективного модулятора *mGlu5*-рецептора, поскольку он принимал активное участие в развитии неврологических заболеваний, в частности эпилепсии. «Это был первый случай, когда подобную молекулу обнаружила фирма-производитель», — вспоминает Джеффри Конн (P. Jeffrey Conn), фармаколог из Университета Вандербилта. Однако несмотря на это большинство компаний по-прежнему относились к аллостерическим молекулам с осторожностью, помня об их далеко не всегда предсказуемом поведении. «Возможно, ересь — слишком сильное слово в данной ситуации — продолжает Конн, — но “*GPCR*-сообщество” воспринимало идею аллостеризма применительно к фармакологии примерно в таком духе».

mGlu5 компании *SIBIA* не считался лекарственным средством в прямом смысле этого слова, но так думали не все. Один из инакомыслящих — Винсент Мютел (Vincent

Новые агенты — это не просто двухпозиционные переключатели, они действуют более тонко, ослабляя или, наоборот, усиливая сигнал, посылаемый клетке

Mutel), работавший ранее в компании *Roche*, а сейчас — в фирме *Addex*. В 2001 г. он и его коллеги случайно обнаружили аллостерическое соединение, которое повышало активность рецептора 1 метаботропного глутамата, *mGlu1*. Этот рецептор не был причастен к развитию какого-либо заболевания, но сделанное Мютелом открытие показало, что аллостерические соединения способны не только снижать, но и повышать активность рецепторов, и что могут существовать аллостерические регуляторы других рецепторов. Так, известно, что некоторые рецепторы подобного типа имеют отношение к развитию симптомов, характерных для шизофрении, и возникновению немотивированной тревоги.

Мютел был настолько увлечен своей новой идеей, что в конце 2001 г. ушел из компании *Roche* и вместе с коллегами из *GlaxoSmithKline*, *Roche* и *PricewaterhouseCoopers* основал фирму *Addex*, чтобы полностью сосредоточиться на аллостерических модуляторах.

В нужном месте, в нужное время, малыми усилиями

Аллостерические молекулы имеют преимущество перед традиционными ортостерическими не только потому, что они способны делать нечто особенное, но и потому, что чего-то не делают. Когда аллостерическая молекула связывается с рецептором, она слегка изменяет его конформацию таким образом, что облегчается связывание эндогенного лиганда с активным центром. Это означает, что обычно модуляторы никак себя не проявляют — но так происходит только в отсутствие лиганда. «Если вы просто присоедините модулятор к рецептору, ничего не произойдет», — объясняет Мютел. Предположим, что какое-то заболевание возникает потому, что вырабатываемое в достаточном количестве вещество связывается с рецептором ненадлежащим образом. Идеальный лекарственный препарат должен исправить ситуацию — но лишь в присутствии нужного лиганда. На это способно только аллостерическое вещество; ортостерическое начнет активировать рецептор, как только окажется в организме, в диссонансе с естественными его потребностями.

Способность оказывать нужное действие только в нужной ситуации обусловливает и большую безопасность аллостерических препаратов. Когда был создан валиум (седуксен), никто не знал, как он работает. Позже выяснилось, что он — аллостерический модулятор, повышающий активность рецептора гамма-аминомасляной кислоты (ГАМК), одного из основных ингибиторных нейромедиаторов. Другие нейросупрессанты, например фенобарбитал, при передозировке приводят к летальному исходу, а валиум просто «сидит» на рецепторе, и ничего не происходит, пока из нервных клеток не высвободится ГАМК. «Когда последняя свяжется с рецептором, действие препарата усилится в 5–10 раз», — поясняет Христопулос. Обычно человек, принявший больше валиума, чем необходимо (но до определенного предела), просто крепко засыпает.

Аллостерические молекулы способны связываться с рецепторами вне активных центров и взаимодействовать со специфическими подтипами рецепторов. «У многих рецепторов в ходе эволюции выработалась такая особенность: они реагируют на одни и те же ортостерические лиганды», — поясняет Даррил Шепп (Darryle Schoepp), первый вице-президент фирмы *Merck & Co*. Один нейромедиатор может воздействовать на десяток подтипов рецепторов, каждый из которых отвечает за запуск своего каскада биохимических реакций. При этом организму вовсе не нужно, чтобы другие части рецепторов были идентичными. Соответственно, аллостерический модулятор мог бы связываться с другим участком рецептора *mGlu2*, чем ортостерический, но не связываться вообще с подтипом *mGlu3* или другими подтипами. Это позволяет избежать ненужной активации разных рецепторных вариантов, что уменьшает частоту побочных эффектов.

Действие подобных препаратов будет также более тонким, поскольку они могут изменять форму рецептора разными путями. Их применение сходно с заменой обычных двухпозиционных электрических выключателей на многоконтактные, меняющие освещенность в широком диапазоне; под их воздействием рецептор может становиться слабоактивным, умеренно активным или высокоактивным. «Поскольку множество заболеваний обусловливаются едва заметными изменениями биохимических процессов, — отмечает Терри Кенакин (Terry Kenakin), ведущий научный сотрудник фирмы *GlaxoSmithKline*, — было бы крайне полезно найти средства, способные возвращать организм в нормальное состояние».

ОБ АВТОРЕ

Мелинда Уэннер (Melinda Wenner) — автор многочисленных научно-популярных статей. Тема ее предыдущего материала, опубликованного в нашем журнале, — усилители вкуса (*ВМН, № 11, 2008*).

ОДИН ИЗ СПОСОБОВ УМЕНЬШИТЬ ВЕРОЯТНОСТЬ ПОБОЧНЫХ ЭФФЕКТОВ

Если рецептор представлен множеством конформаций, то классическое лекарственное вещество, нацеленное на активный центр рецептора одного типа, скорее всего будет связываться с его «родственниками», поскольку активные центры данного семейства рецепторов сходны. Ингибитор, предназначенный для подавления определенного подтипа (*левый рисунок в верхнем ряду*), может блокировать сходные подтипы (*рисунки в центре и справа в верхнем ряду*), в чем нет никакой необходимости, и вызвать побочные эффекты. В отличие от этого аллостерические лекарственные вещества связываются с активным центром, специфичным для данного подтипа (*левый рисунок в нижнем ряду*), не затрагивая другие (*рисунки в центре и справа в нижнем ряду*), и потому побочные эффекты не возникают

ОБЫЧНЫЕ ЛЕКАРСТВЕННЫЕ ВЕЩЕСТВА ВЛИЯЮТ НА НЕСКОЛЬКО РЕЦЕПТОРОВ

АЛЛОСТЕРИЧЕСКИЕ ЛЕКАРСТВЕННЫЕ ВЕЩЕСТВА СВЯЗЫВАЮТСЯ С РЕЦЕПТОРАМИ ТОЛЬКО ОДНОГО ТИПА

От теории к практике

Обладая столь неоспоримыми достоинствами, аллостеризм вскоре стал наиболее часто обсуждаемой темой в среде фармакологов. «Круг рассматриваемых вопросов многократно расширился», — говорит Конн.

В библиотеке фирмы *Addex* содержится 60 тыс. потенциальных аллостерических модуляторов. Сейчас идет проверка их способности влиять на целый ряд *GPCR*, а также на другие рецепторы и ионные каналы. Один из продуктов фирмы, вещество *ADX10059*, уменьшающее способность *mGlu5*-рецептора связывать глутамат, в настоящее время проходит клинические испытания на эффективность как средство против мигреней и изжоги при желудочно-пищевом рефлюксе. Еще один препарат, предназначенный для смягчения симптомов болезни Паркинсона, недавно прошел клинические испытания на безопасность. В сотрудничестве с компаниями *Merck* и *Johnson & Johnson* *Addex* занимается созданием аллостерических модуляторов для лечения больных шизофренией, а также людей с симптомом немотивированной тревоги.

В 2004 г. на рынке появился препарат цинакалцет (в США он продается под названием сенсипар) фирмы *Amgen*, активатор кальциевых рецепторов; он предназначен для лечения больных, страдающих хронической почечной недостаточностью. А в 2007 г. получил разрешение на применение в клинике препарат маравирок фирмы *Pfizer*. Последний связывается с рецептором *CCR5*, который обычно присоединяет один из компонентов иммунной системы,

Аллостерические молекулы имеют преимущество перед традиционными ортостерическими не только потому, что они способны делать нечто особенное, но и потому, что они чего-то не делают

KENNETH EWARD

УЖЕ В ПРОДАЖЕ ИЛИ СКОРО ПОЯВЯТСЯ

В последние годы на рынке появились два новых аллостерических препарата, еще несколько проходят клинические или доклинические испытания. Ниже представлены лишь некоторые их них. Мишень всех агентов, проходящих испытания в фазе I или II (ранние фазы), — рецепторы нейромедиаторов

ЗАБОЛЕВАНИЕ	АГЕНТ (ИЗГОТОВИТЕЛЬ)	ДЕЙСТВИЕ	СТАТУС
Хроническая почечная недостаточность	Цинакалцет *(Amgen)*	Повышает активность кальциевых рецепторов	Имеется на рынке
Когнитивные расстройства при болезни Альцгеймера	*XY4083 (Xytis)*	Повышает активность альфа7-подтипа рецептора никотин-ацетилхолинового рецептора	В этом году ожидается проведение первых клинических испытаний
Когнитивные расстройства при шизофрении	*GSK729327 (GlaxoSmithKline)*	Повышает активность ионотропных рецепторов глутамата *AMPA*-типа	Ранние фазы клинических испытаний
Желудочно-пищеводный рефлюкс	*ADX10059 (Addex); AZD2066 (AstraZeneca); AFQ056 (Novartis)*	Снижает активность метаботропного рецептора 5 глутамата	Ранние фазы клинических испытаний
СПИД	Маравирок (*Pfizer*)	Связывается с *CCR5*-рецептором и мешает проникновению вирусных частиц в клетку	Имеется на рынке
Боль	*Xen2174 (Xenome)*	Подавляет активность переносчика норадреналина	Ранние фазы клинических испытаний
Болезнь Паркинсона	*ADX48621 (Addex); AFQ056 (Novartis)*	Подавляет активность метаботропного рецептора 5 глутамата	Ранние фазы клинических испытаний

вещество хемокин, но также и частицы ВИЧ, обеспечивая их проникновение в клетку. Маравирок изменяет конформацию *CCR5* таким образом, что вирусные частицы с ним не связываются. К сожалению, препарат блокирует и присоединение хемокина, помогающего клетке бороться с инфекцией.

Аллостерические агенты по-прежнему доставляют исследователям немало хлопот. То, что с самого начала настраивало фармакологов против них — непредсказуемая вариабельность действия — остается главной проблемой. *GPCR*-рецепторами снабжены клетки всех типов, *G*-белки, с которыми они сопряжены, представлены множеством вариантов. Далее, у одного *GPCR* часто бывает несколько лигандов, он может быть связан с разными биохимическими путями в зависимости от того, в каких тканях находится. Перед фармакологами стоит трудная задача: им нужно подвергнуть кандидата на роль аллостерического лекарственного вещества многостороннему исследованию на разных тканях для того, чтобы быть уверенным, что он окажет нужное действие в нужном месте.

И в конце концов, как напоминает Мютел, «химия есть химия, и она всегда в той или иной степени яд». Аллостерические препараты в этом отношении безопаснее ортостерических — хотя бы потому, что их применяют в меньших концентрациях; кроме того, они влияют на рецептор только при наличии его природных лигандов. Однако безвредными могут оказаться не все они: некоторые оказывают побочное действие, связываясь с «посторонними» рецепторами.

Несмотря на все это, фармакологи сходятся во мнении, что аллостеризм таит в себе огромные возможности в том, что касается создания новых лекарственных препаратов. «Мы постоянно слышим о том, как мало новых продуктов появляется на фармакологическом рынке и как далеки они от совершенства», — говорит Шепп, первый вице-президент фирмы *Merck*. Аллостеризм внесет свежую струю в эту область науки. «Сегодня нам доступно многое, о чем раньше приходилось только мечтать, — замечает Шепп. — Такой подход сможет переломить ситуацию в фармакологии». ■

Перевод: Н.Н. Шафрановская

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

- New Bull's-Eyes for Drugs. Terry Kenakin in Scientific American, Vol. 293, No. 4, pages 32-39; October 2005.
- Allosteric Modulation of G Protein-Coupled Receptors. L. T. May, K. Leach, P. M. Sexton and A. Christopoulos in Annual Review of Pharmacology and Toxicology, Vol. 47, pages 1–51; 2007.
- Allosteric Modulators of GPCRs: A Novel Approach for the Treatment of CNS Disorders. P. Jeffrey Conn, Arthur Christopoulos and Craig W. Lindsley in Nature Reviews Drug Discovery, Vol. 8, No. 1, pages 41–54; January 2009.
- Promise of mGluR2/3 Activators in Psychiatry. P. Jeffrey Conn and Carrie K. Jones in Neuropsychopharmacology, Vol. 34, No. 1, pages 248–249; January 2009.

Мэтью Уолд

ЧТО ДЕЛАТЬ С ЯДЕРНЫМИ ОТХОДАМИ?

ЕМКОСТИ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ. Ядерные отходы накапливаются в сухих хранилищах в Национальной лаборатории в Айдахо. Более 60 тыс. метрических тонн отработанного топлива находятся на временном хранении в 131 пункте страны

Ожидалось, что проблему утилизации ядерных отходов в США решит хранилище в Юкка-Маунтин, однако через 22 года с начала строительства проект, на который было затрачено $9 млрд, закрыт. Теперь многие считают, что наилучшее решение — в ближайшем будущем ничего не предпринимать

Через две недели после того как президент Барак Обама закрыл проект строительства хранилища радиоактивных отходов, который федеральное правительство пыталось осуществить в течение 22 лет в районе Юкка-Маунтин вблизи Лас-Вегаса, в Вашингтон прибыл геохимик Джеймс Конка (James L. Conca) и изложил новую идею. Властями штата Нью-Мексико ему было поручено обследовать состояние окружающей среды возле другой федеральной ядерной свалки, где складировались отходы производства оружейного плутония. В результате там, где другие видели только проблемы, Конка увидел новые возможности.

Длительные баталии вокруг проблемы ядерных отходов стали причиной проведения многочисленных исследований и возникновения нескончаемых споров среди юристов, а также спровоцировали распространение популярного сувенира: пластикового пакетика с надписью «Каменная соль пермского периода», содержащего осколок кристалла, добытого на глубине 650 м в пустыне Чиуауа в районе г. Карлсбада, штат Нью-Мексико, где расположен опытный завод по переработке отходов. Конка — директор Исследовательского центра по мониторингу окружающей среды при Университете штата Нью-Мексико в Карлсбаде. Он с удовольствием раздает эти сувениры и советует рассматривать содержащиеся в них полупрозрачные кристаллы против света (как куриные яйца в овоскопе). Внутри них видны маленькие пузырьки воды, которые геологи называют инклюзиями. Эти капельки, остатки давно исчезнувшего моря, были захвачены 225 млн лет назад. Инклюзии позволяют определить скорость, с которой вода, накапливающая в себе радиоактивность, может мигрировать сквозь толщу скальных пород. По словам Конки, соль естественным путем стремится заполнить любые трещины, и вода оказывается в ловушке. «Проницаемость породы оказывается не просто очень низкой, а практически нулевой», — говорит он. По его мнению, для захоронения чего-то, что будет представлять опасность в течение миллионов лет, например отходов, которые предполагалось направлять в Юкка-Маунтин, ничего лучше придумать нельзя.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

- Администрация Обамы по существу отменила план складирования ядерных отходов в Юкка-Маунтин.
- В обозримом будущем отработанное топливо будет храниться на площадках ядерных реакторов в 131 пункте на территории США.
- Конец проекта Юкка означает, что снова будут рассмотрены все возможности утилизации отходов, включая вторичную переработку, использование усовершенствованных реакторов и захоронение в других местах.

Позицию Конки не разделяют избранные власти Нью-Мексико, иначе все споры уже были бы забыты. Это означает, что пока проблема утилизации отходов остается на повестке дня, найдется целый ряд разумных вариантов ее решения. Некоторые подобны Карлсбаду и Юкке (выбери спокойное местечко и зарывай свой мусор). Другие варианты основаны на сложных схемах переработки отходов. Так что пока власти не разработают какой-то альтернативный план, а это, по опыту проекта Юкка, может занять десятилетия, отходы будут лежать в 131 хранилище по всей стране (*врезка на стр. 32*).

Коллапс

Ничего угрожающего в такой задержке нет. Во всяком случае, отходы, временно хранящиеся на площадках атомных электростанций, тщательно учитываются, и над ними осуществляется постоянный контроль. Они не могут вылиться из бассейнов-отстойников, как миллионы кубометров токсичных продуктов сжигания угля на электростанции компании *Tennessee Valley Authority* на востоке штата Теннеси в декабре 2008 г. Они не могут также рассеяться в атмосфере подобно двуокиси углерода, вызывающей тревогу климатологов, и повлиять на количество белых кровяных телец у людей. Ядерные отходы накапливаются и хранятся зачастую дольше, чем работал произведший их реактор. Дебаты об их судьбе продолжаются столько времени, что на сегодняшний день образовалось десять «осиротевших» площадок, радиоактивных мавзолеев возле давно остановившихся электростанций.

НАДЕЖНОЕ МЕСТО. Геохимик Джеймс Конка утверждает, что наилучшее место для захоронения отходов — это глубокие отложения соли в пустыне в штате Нью-Мексико. Соль стремится заполнить все трещины в горной породе, поэтому все, что туда помещено, будет замуровано

«Отходы» — это не вполне корректное название; более правильный термин для всей массы материала, подлежащего захоронению, — «отработанное ядерное топливо». В начале цикла работы коммерческой атомной станции появляется топливная сборка, состоящая из тонкостенных металлических трубок, заполненных керамическими таблетками из окиси урана размером с карандашный ластик. Технический персонал станции работает со свежим топливом в белых перчатках, которые предназначены для защиты топливных элементов, а не рук работников.

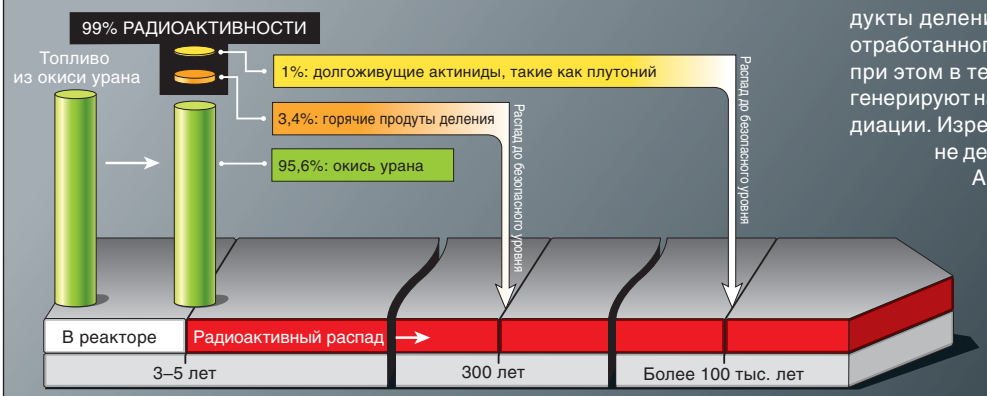
После доставки топлива на станцию сборки погружают во внешнюю часть объема цилиндрического корпуса реактора. После загрузки реактор запускается и работает в течение двух или трех лет. После этого реактор останавливают, и самые старые внутренние сборки извлекаются, а более свежие перемещаются к центру. Обычно каждая топливная сборка остается в реакторе в течение трех циклов, т.е. от трех до шести лет.

Содержащиеся в извлеченных сборках радиоактивные продукты деления урана, в основном стронций-90 и цезий-137, генерируют десятки киловатт тепла. Если бы сборки охлаждались только воздухом, то их металлические оболочки расплавились бы или даже сгорели. Поэтому их погружают в выложенный сталью бетонный бассейн, заполненный водой столь чистой, что ее загрязнила бы одна капля водопроводной воды. Эти продукты деления остывают сравнительно быстро. Их период полураспада, т.е. время, за которое половина их превратится в более стабильные элементы, измеряется годами. Выделение тепла сокращается на 99% за первый год. За следующие пять лет оно уменьшается еще в пять раз, и к десяти годам еще на 40%.

Через несколько лет стержни уже не требуется держать в воде. Их помещают в стальные гильзы, высу-

PETER ESSICK Getty Images (preceding pages); SCIENTIFIC AMERICAN (this page)

КОМПОНЕНТЫ ЯДЕРНЫХ ОТХОДОВ



Уран в топливных элементах в реакторе поглощает нейтроны и расщепляется на более легкие элементы. Эти легкие продукты деления составляют 3,4% от веса отработанного топлива, т.е. «отходов», но при этом в течение нескольких столетий генерируют наибольшую часть тепла и радиации. Изредка уран, поглотив нейтрон, не делится, а образует актиниды. Актиниды составляют всего 1% от всего отработанного топлива, но остаются радиоактивными в течение сотен тысяч лет

шивают, гильзы заполняют инертным газом и герметизируют. Затем их загружают в гигантские бетонные контейнеры, которые размещаются на площадке вблизи реактора. Внутри таких контейнеров из бетона и стали топливо выделяет столь мало тепла, что его охлаждение осуществляется за счет естественной циркуляции воздуха.

Более долговременную опасность представляют актиниды — элементы, образующиеся, когда ядро урана, поглотившее нейтрон, не делится, а претерпевает другое превращение (бета-распад). Эти элементы имеют периоды полураспада порядка сотен тысяч лет. Первоначально Министерство энергетики заявило, что могильник в Юкка-Маунтин будет безопасным в течение 10 тыс. лет, признав, правда, что максимальное выделение радиации произойдет примерно через 300 тыс. лет. Оппоненты ухватились за несоответствие сроков, и в 2004 г. Окружной апелляционный суд США постановил, что Министерство энергетики должно доказать, что безопасное хранение отходов может быть обеспечено в течение миллиона лет.

С научной точки зрения площадка Юкка-Маунтин, представляющая собой вулканическую структуру, никогда не рассматривалась как главный кандидат. Она стала таковым, когда в 1987 г. ее выбрали лучшие геологи сената США. До того как вопросом занялись политики, стремясь ускорить процесс и гарантировать, что отходы не останутся без надзора, Юкка была в списке кандидатов наряду со штатами Техас и Вашингтон. Этот список был представлен Министерством энергетики исходя из научных рекомендаций, а также из соображений удобства, т.к. в случае Юкка-Маунтин участок земли под предполагаемое хранилище находился в собственности федерального правительства и был расположен поблизости от испытательного ядерного полигона.

Юкка выбыла из соревнования по той же самой причине — из-за политики. Джим Райт (Jim Wright), спикер палаты представителей в 1987 г., был из Техаса, так же как и его заместитель Джордж Буш (George H.W. Bush). Том Фоули (Tom Foley), лидер большинства палаты, представлял штат Вашингтон, а Гарри Рейд (Harry Reid) был сенатором первого срока от Невады. Штаты Вашингтон и Техас выбыли из списка, и председатель получил четыре дополнительных голоса в пользу Невады — отчасти благодаря обещанию пересмотреть проблему ядерных отходов. Геологическая политика изменилась.

Наилучший выбор можно было бы сделать при чисто научном подходе к оценке геологических характеристик предполагаемых площадок. «В известном смысле соль неплоха», — говорит геохимик Аллисон Макфарлейн (Allison M. Macfarlane), доцент Университета Джорджа Мейсона, специалист по науке и политике в области охраны окружающей среды. Ее также часто упоминают как кандидата на вакантное место в Комиссии по ядерному регулированию. Но когда соль нагревается, указывает она, водяные инклюзии становятся подвижными и движутся по направлению к источнику тепла. Поэтому перед захоронением следует выждать, пока горячее отработанное топливо достаточно остынет, — приблизительно до середины нынешнего столетия.

Макфарлейн помогла организовать в июле 2007 г. конференцию

ОБ АВТОРЕ

Мэтью Уолд (Matthew Wald) — репортер газеты *New York Times*, где с 1979 г. освещает проблемы энергетики. Предыдущая его статья в журнале — «Сила в возобновлении» (*ВМН, № 6, 2009*).

под названием «Движение к плану *B* захоронения высокоактивных ядерных отходов в США», причем это событие продемонстрировало, что никакого плана B не существует. Хотя, по ее мнению, США могли бы найти другое решение, если бы процесс выбора мест захоронения был более открытым, иными словами, если бы от выбора были отстранены политики.

План B

Однако никто не предполагал, что такое может произойти. Акт о политике в области ядерных отходов от 1982 г. постановляет, что генерирующие компании должны платить управляемому государством Трастовому фонду по ядерным отходам одну десятую цента с каждого киловатт-часа энергии, вырабатываемой их реакторами. Государство со своей стороны согласилось найти место для захоронения отходов. Министерство энергетики принудило компании подписать контракты и обещало начать прием платежей в январе 1998 г.

До того как Обама представил свой бюджет на 2010 г., сократив финансирование Юкка-Маунтин до ничтожных $197 млн, официальная дата открытия хранилища планировалась на 2017 г. По оценкам Министерства, к этому моменту затраты компаний достигнут $7 млрд, что составит самый большой в мире продленный штраф. Каждый год отсрочки увеличивает цену на $500 млн. Если бы наука и техника шли рука об руку, можно было бы сэкономить громадные суммы.

Другое возможное решение основано на предложении, выдвинутом более 30 лет назад. Почти 95,6% объема отработанного топлива, выгружаемого из реактора, — это та же окись урана, что содержалась в свежем топливе. Остальную часть составляют высокоактивные продукты деления (3,4%) и долгоживущие актиниды, такие как плутоний (1%). В начале ядерного века существовал план вторичной переработки топлива с выделением урана и плутония и удалением в отбросы только короткоживущих продуктов деления. Теоретически это позволило бы уменьшить объем отходов на 90%. Однако президент Джеральд Форд в 1976 г. запретил такую переработку, а следующий президент Джимми Картер, бывший офицер на ядерном флоте, подтвердил это решение. В качестве причины запрета был озвучен риск распространения. Поскольку плутоний может быть использован также и для создания бомбы, технология переработки, попав в страны третьего мира, представляла опасность. (С экономической точки зрения процесс также был невыгоден).

После решения Форда в США был утвержден «открытый» топливный цикл, когда топливо совершало путь в одном направлении — от колыбели до могилы, в противоположность «закрытому» циклу, когда большая часть топлива проходит через реактор дважды или трижды. Это привело также к тому, что проблема отходов стала постоянной темой обсуждений. В течение целого ряда лет высказывались самые различные предложения. Предлагалось, например, отправлять отходы в космос, или устраивать захоронения на границах геологических плит, позволяя им исчезнуть навечно в земной мантии.

КОНЕЦ ЭПОХИ. Политика породила Юкку, политика же способствовала ее кончине. В процессе вторичной переработки отработанного ядерного топлива выделяется плутоний, который может быть использован для производства оружия. Из опасения, что плутоний может быть похищен злоумышленниками, президент Джеральд Форд **(1)** запретил переработку в 1976 г. В итоге остался единственный выход — захоронение. Были выявлены три подходящих площадки в трех штатах — Техасе, Вашингтоне и Неваде (Юкка-Маунтин). Техас был родным штатом вице-президента Джорджа Буша-старшего **(2)** и спикера палаты представителей Джима Райта **(3)**. Лидер большинства в палате Том Фоули **(4)** был из Вашингтона. Политически слабой Неваде навязали выделение площадки под могильник несмотря на горячие возражения сенатора первого срока Гарри Рейда **(5).** Теперь Рейд — лидер большинства в сенате, и в прошлом ноябре Невада проголосовала за предложение Барака Обамы. В начале года Стивен Чу **(6)**, секретарь по вопросам энергетики в администрации Обамы, объявил, что отныне в отношении Юкки **(7)** вопрос закрыт

DIRCK HALSTEAD Getty Images (Ford); JENNIFER LAW Getty Images (Bush); DIANA WALKER Getty Images (Wright); ROB LEWINE Getty Images (Foley)

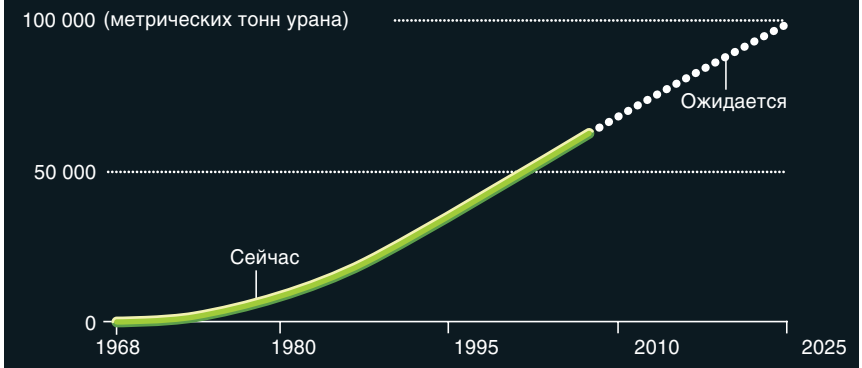
На деле же отработанное топливо переносят в бассейны-охладители, а затем в сухие хранилища — выложенные сталью бетонные башни. Хотя складирование в такие хранилища может показаться ненадежным и временным, есть много доводов в пользу этого метода. Если исключить такое событие, как падение при загрузке гильзы с топливными элементами на топливную сборку, то в остальном оно практически безопасно. Даже атака террористов будет неэффективной — если в сухом хранилище образуется пробоина, то находящееся в твердом состоянии его содержимое не сможет далеко распространиться. Террористическая группа, вооруженная новейшими реактивными снарядами и умеющая с ними обращаться, скорее всего найдет цель, нападение на которую произведет гораздо более разрушительный эффект.

Проблема выбора места захоронения — не самая насущная. «На существующих атомных станциях имеется достаточно емкостей, чтобы обеспечить хранение отходов если не до конца столетия, то большую его часть», — говорит Ривис Джеймс (Revis James), директор Центра экономического анализа энергетических технологий при Институте электроэнергетических исследований, консорциуме компаний, расположенном в Пало-Алто, штат Калифорния. Более того, по его словам, речь идет об объемах отходов, которые в масштабах общей проблемы весьма невелики. (Согласно информации Международного агентства по атомной энергии, реактор с тепловой мощностью 1000 МВт производит около 33 т отработанного топлива в год, что соответствует загрузке одного большого самосвала). Перед лицом угрозы глобального потепления, по его мнению, было бы ошибкой пренебрегать атомной энергетикой только из-за проблемы отходов.

Кроме того, отходы — это непрерывно изменяющийся материал. Чем дольше он содержится во временных хранилищах, тем большее его количество распадается и тем проще с ним обращаться. Согласно существующему федеральному закону, емкость могильника Юкка-Маунтин устанавливается в тоннах, но в действительности ограничения накладываются выделяющимся теплом. Если отработанное топливо достаточно горячее и плотно упаковано, то это может стать причиной закипания грунтовых вод, и образовавшийся пар вызовет растрескивание скального грунта, что, в свою очередь, создаст условия для утечки радиоактивности. Поэтому чем старше топливо, тем меньше не-

КУДА МЫ ВСЕ ЭТО СПРЯЧЕМ?

Отработанное топливо с атомных электростанций США продолжает накапливаться



ЯДЕРНЫЕ ДОЛГИ. Согласно проекту, могильник в Юкке должен был вместить 70 тыс. метрических тонн отработанного топлива. Такое его количество ожидалось к 2012 г. Новые подходы к проблеме отходов должны учитывать продолжающееся десятилетиями их накопление

SCOTT J. FERRELL Getty Images (Reid and Chu); JOE CAVARETTA AP Photo (Yucca Mountain); JEN CHRISTIANSEN (illustration); SOURCE: ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION

обходимый объем могильника (или меньше количество могильников, так как к 2017 г. в США накопится гораздо больше отходов, чем Юкка официально может вместить.)

В результате сухие хранилища стали рассматриваться не как временная мера, а как вполне разумное решение. Существующие реакторы работают в соответствии с доктриной, что даже если хранилищ для отработанного топлива пока нет, то существует «разумная уверенность» в том, что они появятся к 2025 г. Поскольку это условие не может быть выполнено, руководство Комиссии по ядерному регулированию выработало новую формулировку: отходы могут храниться в сухих хранилищах в течение десятилетий вблизи реактора, пока не готовы места захоронения. Это изменение упрощает строительство реакторов даже в отсутствие долговременных планов относительно судьбы отходов.

Однако не все разделяют такой подход. В начале нынешнего года Арджун Махиджани (Arjun Makhijani), председатель антиядерной группы Института исследований в области энергетики и окружающей среды, разработал возражения на указания Комиссии. Он считает безответственным допущение, что в один прекрасный день появятся подходящие сооружения-могильники. По его мнению, «научное объяснение термина “разумная уверенность” требует, чтобы имелось либо физическое подтверждение того, что такое сооружение для долговременного хранения может существовать», либо неоспоримые доказательства, что оно может быть построено с использованием существующих технологий. Однако пока обоснованной модели подобного сооружения, способного с большой долей вероятности изолировать отходы в течение сотен тысяч лет, так и не создано.

Многие возражают против длительного хранения отходов на поверхности Земли. Конечно, для владельцев атомных станций наилучшим выходом было бы, чтобы государство произвело подземное захоронение отходов — подальше от глаз и внимания общественности. Оставить их наверху означает передать проблему будущим поколениям. «Я думаю, — говорит Аллисон Макфарлейн — что мы должны работать над решением проблемы». Хранение на поверхности предполагает постоянный контроль государства, а, по ее словам, «мы не можем знать, что станет с государством через 100 лет, и будет ли оно вообще».

Ускоренный развал

Имеется и иная альтернатива: ускорение распада цепочки долгоживущих актинидов. Этих элементов в отработанном топливе около дюжины, и среди них плутоний, извлечение которого за счет вторичной переработки топлива было запрещено в 1970-х гг. Однако есть и более кардинальное решение: преобразование этих элементов в промышленном масштабе с использованием для расщепления актинидов реактора нового типа (*см.: Ханнум У.,*

ЯДЕРНОЕ ЧИСТИЛИЩЕ. Ядерные отходы продолжают скапливаться во временных хранилищах на 66 гражданских и 55 военных площадках (на трех из последних содержится основная доля незахороненных отходов). Кроме того, топливо размещено на 10 «сиротских» площадках, представляющих собой кладбища из сухих хранилищ из стали и бетона около остановленных реакторов, безопасность которых подлежит постоянному мониторингу

JEN CHRISTIANSEN; SOURCES: NUCLEAR ENERGY INSTITUTE AND NUCLEAR REGULATORY COMMISSION

ЧТО ЖЕ ДЕЛАТЬ С ОТХОДАМИ?

Секретарь по энергетике Стивен Чу назначил комиссию для изучения вариантов хранения ядерных отходов. Имеются три основные возможности, у каждой из которых есть сторонники и противники. На самом деле, это не взаимоисключающие варианты, и политики США, вероятно, выберут комбинированный путь

	УГРОЗА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ	РИСК РАСПРОСТРАНЕНИЯ	СТОИМОСТЬ	ВЫВОД
ЗАХОРОНЕНИЕ. Подземные хранилища, подобные Юкке, места которых не определены	☢☢☢	☢	$$	Деньги есть, но наука и политика пока не пришли к согласию
ХРАНЕНИЕ НА ПОВЕРХНОСТИ. Сухие хранилища из стали и бетона на площадках реакторов	☢	☢	$	Временное решение, но через 100 лет отходы будет легче захоронить
ПЕРЕРАБОТКА В РЕАКТОРАХ. Позволяет получить больше энергии, но большой ценой	☢☢	☢☢☢☢	$$$$	Представляет риск загрязнения и требует постройки большого числа реакторов нового типа

Марш Д., Стэнфорд Д. Как использовать ядерные отходы // ВМН, № 3, 2006).

General Electric продвигает проект реактора на быстрых нейтронах, в котором актиниды будут расщепляться нейтронами высокой энергии, теми же субатомными частицами, которые поддерживают цепную реакцию в существующих реакторах, только движущимися с гораздо большими скоростями. По словам Лайзы Прайс (Lisa Price), вице-президента *GE Hitachi Global*, это уменьшит объем отходов примерно на 90%, и период полураспада сократится до 1 тыс. лет и менее вместо сотен тысяч лет. Это, в свою очередь, потребует кардинального пересмотра характеристик проектируемых долговременных хранилищ. (В расчетах учитывалось вторичное использование урана, что очень трудно осуществить в обычных реакторах.)

Однако для воплощения данного проекта требуется построить один новый реактор на быстрых нейтронах на каждые три или четыре обычных, что ставит промышленность, испытывающую трудности в постройке реакторов старого типа, разработанных еще 30 лет назад, перед лицом еще более сложных проблем. Одним из основных аргументов против конструирования таких реакторов стала цена: в отличие от обычных, реактор на быстрых нейтронах охлаждается не водой, а жидким натрием. Разработка и возведение такого реактора будет стоить на $1–2 млрд больше, чем обычного реактора такого же размера (*см.: Хиппел Ф. Утилизация ядерного топлива // ВМН, № 8, 2008*). В конце срока администрации Буша демократы в Конгрессе заблокировали финансирование строительства быстрых реакторов, не благоволит им и Обама.

В конце концов, Юкка может вернуться. «В 39 штатах хранятся высокоактивные отходы — отработанное топливо с гражданских, военно-морских реакторов и с других оборонных объектов, — говорит Эдвард Спроут (Edward F. Sproat), который при администрации Буша в течение двух с половиной лет был чиновником Министерства энергетики, ответственным за проект Юкка-Маунтин. — Путь всех отходов лежит в Юкку, альтернативы нет». Он и многие другие считают, что президент Обама и сенатор Рейд обладают политической властью, чтобы заблокировать финансирование проекта, но не могут отменить поправку 1987 г. к Акту о политике в отношении ядерных отходов, в которой проект Юкка-Маунтин утвержден как единственный. И если Конгресс постановит изменить место захоронения, то это произойдет не по их настоянию. ■

Перевод: А.А. Сорокин

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

- Nuclear Energy: Principles, Practices, and Prospects. David Bodansky. American Institute of Physics, 2004.
- Department of Energy Office of Civilian Radioactive Waste Management, Yucca Mountain Repository: www.ocrwm.doe.gov/repository
- Safety and Security of Commercial Spent Nuclear Fuel Storage: Public Report. Committee on the Safety and Security of Commercial Spent Nuclear Fuel Storage. National Research Council, 2006: www.nap.edu/catalog/11263.html

Грэм Коллинз

ЖЕЛЕЗНЫЙ КЛЮЧ

Пниктиды железа открыли перед физиками новые пути в поисках еще лучших высокотемпературных сверхпроводников, что позволит приподнять завесу двадцатилетней тайны

В 2006 г. группа Хидео Хосоно (Hideo Hosono) из Токийского технологического института работала над созданием прозрачного полупроводника для плоских дисплеев. Но когда исследовали определили электронные характеристики нового материала — сочетания лантана, кислорода, железа и фосфора, — они обнаружили, что при температурах ниже 4 К (–269° С) он теряет сопротивление электрическому току, т.е. становится сверхпроводником.

Казалось бы, ничего выдающегося. Сегодня в лабораторных условиях достигнут гораздо более впечатляющий температурный рекорд в 138 К (не говоря уже о том, что недостижимой пока мечтой остается создание сверхпроводников, способных работать при «комнатной» температуре в 300 К). Но этот новый материал стал для экспериментаторов чем-то вроде яхты новой конструкции для яхтсмена. Моряков интересует скорость, которой они смогут достичь, а физиков — температурный предел сверхпроводимости каждого варианта материала. Сверхпроводники, применяемые сегодня в технике и промышленности, имеют существенный недостаток: для них требуются дорогие, сложные и громоздкие системы глубокого охлаждения. Даже незначительное повышение рабочей температуры позволяет ослабить этот недостаток, сделав технически осуществимыми и экономически оправданным применение сверхпроводников в новых областях. Инженеры рассматривают, в частности, возможность создания кабелей, способных нести большие токи, компактных сверхсильных электромагнитов для ЯМР-томографии, поездов на магнитной подушке, ускорителей частиц и т.д., — и все без чрезмерных затрат и сложностей, связанных с системами охлаждения жидким гелием, которые требуются «обычным» сверхпроводникам первого рода.

Поэтому японская группа предприняла попытку повысить температуру перехода полученного материала в сверхпроводящее состояние легированием — введением малых количеств атомов других элементов. Замена части атомов кислорода фтором подняла эту температуру до 7 К, а замещение фосфора мышьяком — до 26 К, температуры достаточно высокой, чтобы привлечь внимание физиков всего мира и породить шквал исследований, когда статья о новом материале появилась в печати в конце февраля 2008 г. К концу марта китайская группа создала аналогичный материал, становящийся сверхпроводником при 40 К, а месяцем позже подняла температурный предел до 56 К.

Несмотря на то что полученные результаты были далеки от посягательств на рекорд, установленный два десятилетия назад сверхпроводниками на основе оксида меди, или купратов, они вдохновили физиков. Тому было несколько причин. Во-первых, было неизвестно, где закончится повышение температурного предела сверхпроводимости. Во-вторых, исследователи полагали, что соединения железа можно легче довести до области практического применения, чем хрупкие купраты, изготавливать длинные провода из которых (например, для кабелей или электромагнитов) очень сложно.

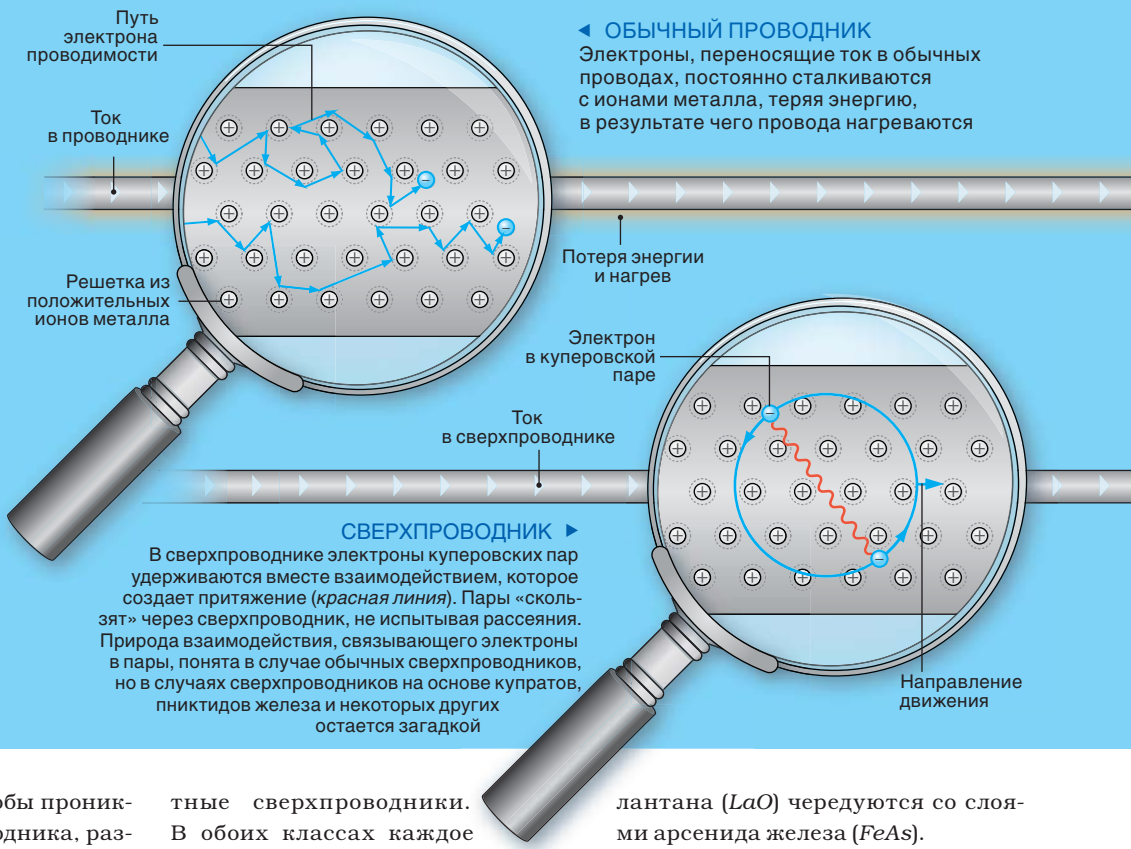
Наконец, присутствие железа в сверхпроводниках было необычным, поскольку его атомы обладают магнитными свойствами, а магнетизм обычно подавляет сверхпроводимость. Ведь отличительное свойство сверхпроводника, кроме идеальной проводимости, — то, что он выталкивает из себя магнитное поле, а поле, достаточ-

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

- Сверхпроводники первого рода («обычные») проводят ток без потери энергии, но только при температурах, близких к абсолютному нулю. В конце 1980-х гг. сверхпроводники на основе оксида меди, или купраты, разрушили долго державшийся температурный барьер, но применить их в технике оказалось непросто.
- Купраты были единственными «высокотемпературными» сверхпроводниками до 2008 г., когда физики обнаружили соединения, получившие название пниктидов, также обладающие сверхпроводимостью при сравнительно высоких температурах.
- Изучение пниктидов может помочь ученым понять, наконец, как работают купраты и, возможно, создать материалы, обладающие сверхпроводимостью при комнатной температуре.

ЧТО ДЕЛАЕТ ПРОВОДНИК СВЕРХПРОВОДНИКОМ

Обычный проводник отбирает энергию у электрического тока, т.к. переносящие ток электроны сталкиваются с положительными ионами проводника (*верхний рисунок*). В сверхпроводнике электроны образуют куперовские пары (*нижний рисунок*), имеющие одно и то же квантовое состояние с наименьшей энергией. Процесс называется конденсацией Бозе-Эйнштейна. Вся масса куперовских пар движется как единое целое. Чтобы вывести куперовскую пару из этого потока, необходимо перевести ее на квантовый уровень с более высокой энергией, для чего недостаточно энергии ее столкновений с ионами металла. Поэтому ток проходит без потери энергии



но сильное для того, чтобы проникнуть в объем сверхпроводника, разрушает сверхпроводимость. Почему же магнетизм атомов железа внутри сверхпроводника не портит дело? На этот вопрос ответа пока нет.

Но интереснее всего, пожалуй, то, что новые соединения железа сбросили купраты с пьедестала уникального, как казалось, класса высокотемпературных сверхпроводников. Попытки ученых создать теорию, объясняющую все свойства купратов, особенно высокую температуру их перехода в сверхпроводящее состояние, больше 20 лет не приносили успеха. Сегодня наличие двух классов материалов, которые можно сравнивать и противопоставлять, может, наконец, дать теоретикам подсказки для раскрытия тайны высокотемпературной сверхпроводимости.

Слоистые структуры

Сверхпроводники на основе железа и купратов имеют много общего. Оба эти класса остаются сверхпроводящими при более высоких температурах, чем все другие известные сверхпроводники. В обоих классах каждое соединение характеризуется своей оптимальной степенью легирования, которой соответствует наиболее высокая температура перехода в сверхпроводящее состояние (критическая температура). Критические температуры для «недолегированных» и «перелегированных» образцов ниже, чем для оптимальной степени легирования, и падают до абсолютного нуля при достаточном удалении от оптимума. Иными словами, образцы, легированные слишком слабо или слишком сильно, вообще не проявляют сверхпроводящих свойств (*врезка на стр. 65*).

Однако самая заметная общая черта обоих соединений — то, что и купраты, и пниктиды железа состоят из чередующихся слоев атомов. Там, где в купратах находятся слои оксида меди (CuO_2), в новых материалах располагаются слои пниктида железа — соединения железа с элементами группы азота: фосфором, мышьяком или сурьмой. Так, в материале Хосоно с критической температурой 26 К слои оксида лантана (*LaO*) чередуются со слоями арсенида железа (*FeAs*).

Слои оксида меди и пниктида железа — «мясо» в этих кристаллических сэндвичах. Физики считают, что именно они обусловливают сверхпроводимость, а слои «хлеба» лишь поставляют в «мясо» дополнительные электроны или отбирают их у него. Так, в легированном фтором соединении *LaOFeAs* каждый атом фтора, заменяющий атом кислорода, добавляет один лишний электрон, и они переходят в слои *FeAs*, изменяя их электрические свойства.

При взгляде сверху атомы в слоях *FeAs* представляются расположенными в шахматном порядке: по одному атому железа на каждой черной клетке наномасштабной шахматной доски и по одному атому мышьяка на каждой белой. Слои CuO_2 в купратах имеют подобную структуру с тем отличием, что атомами меди занята лишь половина черных клеток. Если в слоях CuO_2 все атомы лежат практически в одной плоскости, то в слоях *FeAs* атомы мышьяка располагаются выше

PHOTOGRAPH BY JAMIE CHUNG AND STYLING BY BRIAN BRYN (preceding page);

или ниже уровня атомов железа, причем четыре атома мышьяка, окружающие каждый атом железа, располагаются в вершинах тетраэдра. Как и в отношении любого свойства материалов, определить, что здесь важнее — сходство или различие, еще только предстоит.

Слоистая структура оказывает большое влияние на свойства купратных сверхпроводников: они поразному ведут себя в зависимости от того, параллельно или перпендикулярно слоям течет ток сверхпроводимости (сверхток). Сверхток, параллельный слоям, способен противостоять намного более сильным магнитным полям, чем ток, перпендикулярный им. Это свойство имеет очень большое значение, поскольку многие области применения сверхпроводимости связаны с созданием сильных магнитных полей. Подобные эффекты могут послужить также подсказками к раскрытию природы сверхпроводимости купратов.

Теоретики принимают эти подсказки очень близко к сердцу и уже 20 лет пытаются найти объяснение, как может возникнуть сверхпроводимость в отдельном слое купрата, полагая, что ключевое свойство — именно двумерность. С теоретической точки зрения такая идея представляется разумной, поскольку существует множество примеров математических и физических систем, проявляющих необычные свойства в двумерном случае и не проявляющих эти свойства или демонстрирующих их гораздо более сложно в трех измерениях. А в конкретном случае купратов результаты многих экспериментов показывают, что одиночная плоскость CuO_2 весьма специфична.

Первые исследования пниктидов, казалось бы, говорили о том же, но в конце июля 2008 г. группы Ван Нанлиня (Wang Nan-Lin) из Академии наук КНР и Пола Кэнфилда (Paul C. Canfield) из Университета штата Айова, сотрудничающие с Лос-Аламосской национальной лабораторией, независимо установили, что определенный сверхпроводник на основе пниктида железа реагирует на сильные магнитные поля разных направлений почти одинаково. Это значит, что данный материал, состоящий из чередующихся слоев легированного калием бария и *FeAs* и сохраняющий сверхпроводимость при температурах до 38 К, обладает трехмерной сверхпроводимостью.

По мнению Яна Занена (Jan Zaanen) физика-теоретика из Лейденского университета, Нидерланды, если секрет высокотемпературной сверхпроводимости купратов и пниктидов железа один и тот же, то эти эксперименты показывают, что «двумерность с самого начала была ложным следом, заставившим ученых смотреть не в ту сторону».

Кванты звука

Секрет высокотемпературной сверхпроводимости, который Занен и другие физики хотят раскрыть, исследуя купраты и пниктиды, — это абсолютно конкретная информация о том, что делает данные материалы сверхпроводящими. В частности, они хотят понять, какие взаимодействия между электронами приводят к состоянию сверхпроводимости. Электрический ток в обычных металлах переносится так называемыми электронами проводимости, которые могут свободно перемещаться в веществе. Однако электроны постоянно сталкиваются с положительными ионами металла, которые отбирают у них энергию, что вызывает нагрев металла. Этим эффектом и определяется электрическое сопротивление металлов.

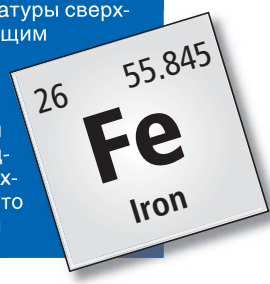
Сверхпроводимость возникает, когда электроны проводимости связываются в пары, называемые куперовскими. В процессе конденсации Бозе-Эйнштейна множество таких пар приобретают одно и то же квантовое состояние. Совокупность этих пар способна двигаться в веществе «в ногу», не теряя энергии на соударения с ионами металла. Это значит, что электрическое сопротивление отсутствует. Измерения показали, что носители сверхпроводящего тока в сверхпроводниках на основе и купратов, и пниктидов железа имеют заряд, равный удвоенному заряду электрона, т.е. являются куперовскими парами. Но теория должна объяснить и механизм образования этих пар. Согласно классическому объяснению сверхпроводимости — теории, разработанной в 1957 г. Джоном Бардином (John Bardeen), Леоном Купером (Leon N. Cooper) и Джоном Робертом Шриффером (J. Robert Schrieffer) (теория БКШ), — ключевую роль здесь играет весьма прозаическая вещь — звук.

ЖЕЛЕЗО – ДРУГИЕ ЗАБОТЫ

Переполох среди физиков, вызванный открытием высокотемпературной сверхпроводимости купратов в 1986 г., стал легендой. Посвященное купратам заседание на конференции Американского физического общества в начале 1987 г. назвали «Вудстоком физиков», так как зал был переполнен, а выступления продолжались до утра.

Однако продолжением феерического начала стала кропотливая изнуряющая работа, которая принесла немало разочарований. За два десятилетия экспериментов был создан надежный арсенал методов исследования свойств материалов, включая методики, основанные на рассеянии нейтронов, электронную спектроскопию и микроскопию с использованием растровых сверхпроводящих устройств на основе квантовой интерференции. Однако тайну физического механизма, обусловливающего высокотемпературную сверхпроводимость купратов, раскрыть пока не удалось.

Поэтому, когда на сцене появились пниктиды железа, температуры сверхпроводящего перехода которых уступают только соответствующим температурам для купратов, и обладающие сходной структурой, старые волнения вспыхнули с новой силой. Физики лихорадочно переосмысливают результаты двадцатилетних исследований купратов применительно к пниктидам железа, надеясь найти в сходстве и различиях этих двух типов соединений важные подсказки. Разгадка тайны может открыть дорогу к созданию сверхпроводников, способных работать при комнатной температуре, что привело бы к появлению абсолютно новых технических решений



ИСТОРИЯ СВЕРХПРОВОДНИКОВ

За 98 лет изучения сверхпроводимости ученые открыли широкий круг сверхпроводящих материалов

1911 г. Ртуть 4,2 K
Первый сверхпроводник открыл Хейке Каммерлинг-Оннес, когда использовал жидкий гелий для охлаждения ртути до температуры ниже ее порога сверхпроводящего перехода, равного 4,2 K

1941 г. Сплавы ниобия 16...23 K
Промышленное применение сверхпроводников началось только после 1961 г., когда ученые обнаружили, что соединение *Nb3Sn*, которое становится сверхпроводником при 18,3 K, способно нести большие токи и сохранять сверхпроводимость в сильных магнитных полях

1971 г. Nb_3Ge 23 K
Этот материал держал рекорд критической температуры до 1986 г.

1979 г. Тяжелые фермионы 0,5...1.0 K
Сверхпроводники на основе тяжелых фермионов, например *UPt3*, примечательны тем, что эффективная масса электронов в них в сотни раз превышает их естественную массу. Обычная теория неспособна объяснить природу их сверхпроводимости

1986 г. Купраты 35...138 K
Эти керамические материалы стали первыми сверхпроводниками, способными работать при охлаждении жидким азотом, который кипит при 77 K

1991 г. Фуллерены 18...33 K
Твердые кристаллы, состоящие из фуллеренов (углеродных молекул вида C60), становятся сверхпроводниками, если их легировать атомами щелочных металлов — калия, рубидия или цезия

1995 г. $HgBa_2Ca_2Cu_3O_8$ 138 K
Этот купрат, легированный таллием, имеет самую высокую критическую температуру при атмосферном давлении. При высоком давлении он сохраняет сверхпроводимость до 164 K

2001 г. Диборид магния 39 K
Необычайно высокая критическая температура диборида магния делает его исключением среди сверхпроводников первого рода

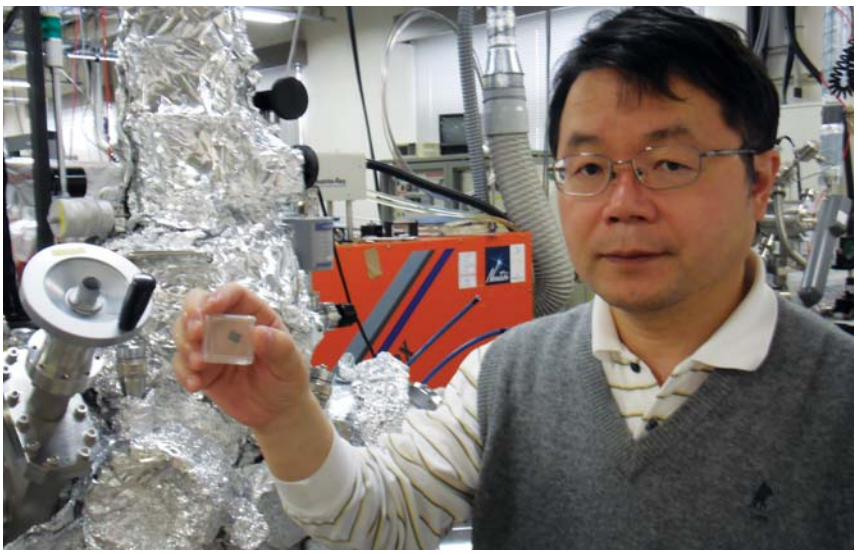
2006 г. Пниктиды железа 4...56 K
Первое из этих соединений, представляющих собой лишь второй класс высокотемпературных сверхпроводников, открыл Хидео Хосоно (*на фото справа*)

Звук — это колебания. Квант звуковых колебаний называется фононом по аналогии с фотоном — квантом света (или, если хотите, квантом электромагнитных колебаний). Взаимодействие двух электронов проводимости посредством фонона можно наглядно представить следующим образом: когда первый электрон пролетает мимо положительно заряженных ионов металла, его электрическое поле притягивает их, в результате чего позади него образуется след — временно искаженный участок кристаллической решетки, служащий источником фононов. На второй электрон действует небольшая сила притяжения, обусловленная повышенной концентрацией положительного заряда в таком следе. Эта слабая и непрямая сила притяжения достаточна для образования куперовских пар и сверхпроводимости, если температура не настолько высока, чтобы тепловые колебания перекрывали этот эффект. Теория БКШ переводит эту упрощенную эвристическую картину на прочную математическую основу, позволяющую рассчитывать значения температуры перехода в сверхпроводящее состояние, исходя из других свойств материала.

Одним из классических подтверждений теории БКШ стало приблизительное согласие различия критических температур для двух изотопов сверхпроводящего элемента с расчетным. Так, ртуть-198 становится сверхпроводящей при 4,18 K, а ртуть-202 — только при охлаждении до 4,14 K. Чуть более тяжелые атомы ртути-202 колеблются слабее и с несколько более низкой частотой, поэтому в ртути-202 электронно-фононная связь слабее, т.е. куперовские пары менее прочны, и для разрушения сверхпроводимости требуется меньшая энергия.

Однако исследование купратов не выявило сколько-нибудь существенного изотопного эффекта, а значит, фононы в них не могут быть основой связи куперовских пар. Это не вызвало особого удивления, поскольку купраты остаются сверхпроводящими при температурах намного выше 30 K, а расчеты теоретиков давно показали, что электронно-фононное взаимодействие, описываемое моделью БКШ, слишком слабо, чтобы удерживать куперовские пары при таких высоких температурах в каком-либо мыслимом материале.

В 2002 г. обнаружилось исключение из этого «правила 30 K», которым стал диборид магния (MgB_2), сохраняющий сверхпроводимость до 39 K (*см.: Кенфилд П., Будько С. Низкотемпературная сверхпроводимость становится теплее // ВМН, № 7, 2005*). В нем был обнаружен изотопный эффект, и было признано, что MgB_2 подчиняется теории БКШ, хотя и странен для дан-



COURTESY OF HIDEO HOSONO

ного типа сверхпроводников. Его необычно высокая критическая температура объясняется исключительно большой энергией связи некоторых электронов с колебаниями решетки и существованием в нем двух популяций электронов, образующих раздельные конденсаты куперовских пар.

Как же обстоят дела с новыми сверхпроводниками на основе железа? Всего через несколько недель после публикации во Всемирной паутине сообщения Хосоно об открытии сверхпроводимости у легированного фтором *LaOFeAs* при 26 К теоретики издали препринт с расчетами, показывающими, что в данном материале электронно-фононное взаимодействие, действующее в соответствии с теорией БКШ, не может связывать куперовские пары. Согласно расчетам группы Лилии Бери (Lilia Boeri) из Института физики твердого тела им. Макса Планка в Штутгарте, Германия, критическая температура для этого материала в случае фононного механизма образования куперовских пар должна быть ниже 1 К.

Примечательно, однако, что исследователи обнаружили в материалах на основе железа изотопный эффект, предсказываемый теорией БКШ. В мае 2009 г. группа Чэнь Сянхуэя (Xian Hui Chen) из Китайского научно-технического университета сообщила о наблюдении значительного различия критических температур сверхпроводников на основе *FeAs*, изготовленных из двух разных изотопов железа. Это значит, что электронно-фононная связь, по-видимому, играет определенную роль, но должно иметь место и какое-то иное взаимодействие, не предусмотренное ни теорией БКШ, ни расчетами группы Бери. Возможно, такое же взаимодействие лежит в основе образования куперовских пар и в купратах, т.е. является тем самым общим секретом высокотемпературной сверхпроводимости.

Конкурирующие процессы

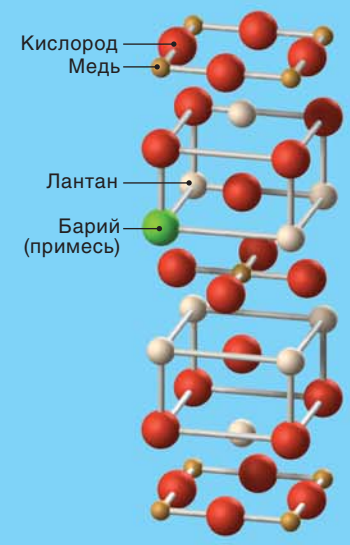
Изучение зависимости критической температуры от степени ле-

АНАТОМИЯ ДВУХ МАТЕРИАЛОВ

Сверхпроводники на основе купратов и пниктидов железа во многом схожи, но в некоторых отношениях различны. Физики еще только подходят к ответу на вопрос о том, какие их характеристики важнее всего для возникновения сверхпроводимости. Материалы обоих этих классов состоят из чередующихся слоев атомов, как показано здесь на примерах купрата La_2CuO_4 (*справа вверху*) и пниктида железа *LaOFeAs* (*справа внизу*). Свойства материалов обоих типов зависят от степени легирования, т.е. добавления примесных атомов — бария, заменяющего некоторые атомы лантана, в случае купрата, а также фтора, замещающего отдельные атомы кислорода в пниктидах железа. Зависимость свойств материалов от степени легирования физики представляют в виде фазовых диаграмм, подобных диаграммам, на которых представляются фазовые состояния воды (пар, жидкость, разные виды льда), в функции температуры и давления

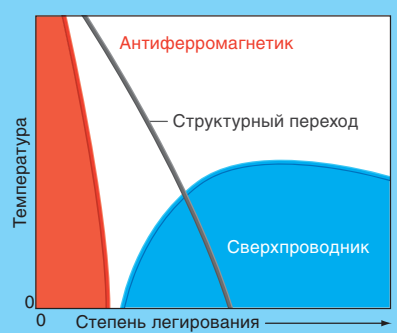
КУПРАТЫ ▶

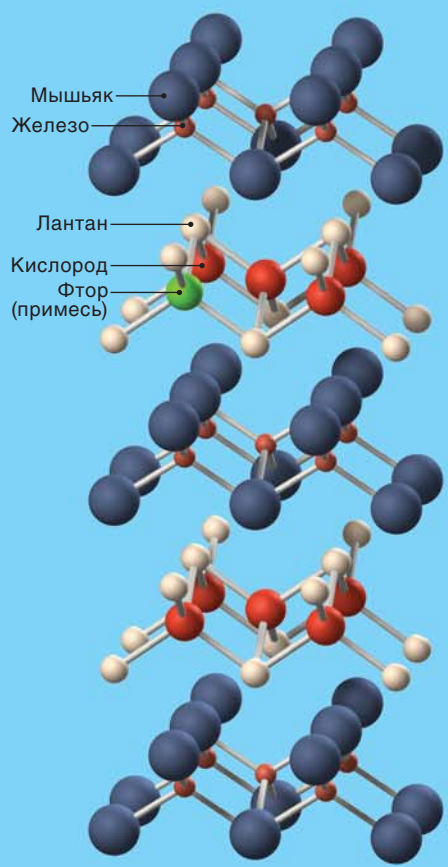
При очень низких степенях легирования купраты становятся диэлектриками (изоляторами) и антиферромагнетиками (*красная область на фазовой диаграмме внизу*): в каждом слое оксида меди атомы, подобные микроскопическим стрелкам компаса, ориентируются в направлении, противоположном направлению ориентации ближайших соседних атомов. С повышением степени легирования антиферромагнетизм исчезает, и материал становится проводником (*белая область*). При температурах ниже критической, значение которой зависит от степени легирования, купраты становятся сверхпроводниками (*голубая область*). В области нормальной проводимости существует также множество не показанных на диаграмме экзотических фаз, природу которых также еще предстоит понять, как и природу механизма сверхпроводимости



ПНИКТИДЫ ЖЕЛЕЗА ▶

При низких степенях легирования пниктиды также становятся антиферромагнетиками (*красная область*), но не диэлектриками, а проводниками, хоть и плохими. Как и в случае купратов, при низких температурах и в определенном диапазоне степеней легирования пниктиды становятся сверхпроводниками (*голубая область*). Кроме того, эти материалы обычно испытывают структурный переход от симметричного расположения атомов железа при низких температурах и степенях легирования к растянутому расположению при более высоких степенях легирования и температурах *(серая линия)*. Результаты некоторых экспериментов позволяют предположить, что поведение пниктидов определяется именно этим структурным переходом, а не степенью легирования как таковой





гирования для каждого пниктида железа и свойств этих материалов в нормальном (несверхпроводящем) состоянии может дать подсказки в отношении дополнительных физических процессов, важных для высокотемпературной сверхпроводимости. Физики фиксируют соответствующую информацию на так называемых фазовых диаграммах, похожих на те, что показывают зависимость фазового состояния веществ, например воды, от температуры и давления (*врезка на предыдущей стр.*).

На диаграмме, где горизонтальная ось представляет степень легирования, а вертикальная — абсолютную температуру, область сверхпроводимости как купратов, так и пниктидов железа представляет собой почти полукруглый участок в нижней части диаграммы. Границы этой области показывают, что в случае слишком слабого и слишком сильного легирования материал не обладает сверхпроводимостью даже при абсолютном нуле. Высшая точка области сверхпроводимости характеризует максимум критической температуры, соответствующий оптимальной степени легирования.

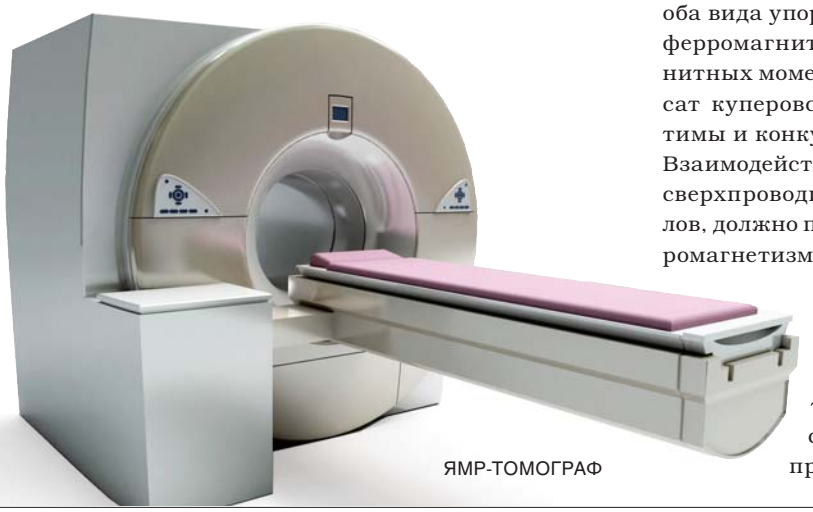
Большим сходством характеризуются и некоторые другие свойства пниктидов железа и купратов при определенных температурах и степенях легирования. При степенях легирования, слишком низких для обеспечения сверхпроводимости, и те, и другие материалы становятся антиферромагнетиками. Ферромагнетик — это кусок обычного намагниченного железа: магнитный момент каждого атома (его миниатюрная «стрелка компаса») стремится принять то же направление, что и у соседних атомов. Совокупность всех этих моментов и создает общее магнитное поле магнита в целом. В антиферромагнетиках магнитные моменты соседних атомов стремятся принять противоположные направления, в результате чего материал в целом не создает магнитного поля.

Нелегированные купраты, как правило, остаются антиферромагнетиками вплоть до температур, существенно превышающих температуру сверхпроводящего перехода легированного материала. Но с повышением степени легирования антиферромагнетизм спадает до нуля раньше, чем возникает сверхпроводимость. Физики видят в этом знак того, что оба вида упорядоченности — антиферромагнитная ориентация магнитных моментов атомов и конденсат куперовских пар — несовместимы и конкурируют между собой. Взаимодействие, обусловливающее сверхпроводимость этих материалов, должно преодолевать антиферромагнетизм.

Подобным образом ведут себя и пниктиды: нелегированный материал проявляет антиферромагнетизм, отсутствующий в сверхпроводящем состоянии.

RHIC

GRAVITY PROBE B



ЯМР-ТОМОГРАФ

▲ ОБЫЧНЫЕ сверхпроводники нашли применение во многих областях — от ускорителей заряженных частиц вроде Релятивистского коллайдера адронных ионов (*RHIC*) и Большого адронного коллайдера до сверхпроводящих гироскопов и датчиков магнитного поля на спутнике *Gravity Probe B*, а также ЯМР-томографов

RUSS UNDERWOOD Lockheed Martin Corporation; SOURCE; NASA (Gravity Probe B); SCIENCE SOURCE Photo Researchers, Inc. (RHIC); MEDICALRF.COM Corbis (MRI)

В декабре сотрудничество исследователей из нескольких лабораторий в США и в Китае позволило установить, что антиферромагнетизм пниктида — легированного фтором *CeOFeAs* — с повышением степени легирования быстро исчезает, почти так же, как у купратов.

Группа интересовалась также тем, какое структурное изменение при этом происходит. В слоях *FeAs* каждый атом железа окружен четырьмя атомами мышьяка, расположенными в вершинах тетраэдра. При низких степенях легирования и низких температурах эти тетраэдры искажены. При степени легирования, соответствующей максимуму критической температуры, это искажение полностью исчезает. Это позволяет думать, что правильная тетрагональная структура важна для сверхпроводимости пниктидов. В купратах тетрагональная структура слоев CuO_2, которые лишь незначительно отличаются от идеальных плоскостей, не играет роли.

В антиферромагнитном состоянии купраты становятся электрическими изоляторами, а пниктиды проводят ток, хотя и хуже, чем типичные металлы. Что важнее для понимания этих двух типов материалов — сходство антиферромагнетизма или различие проводимости в данном состоянии? Как и в отношении многих других свойств, окончательного ответа на этот вопрос пока нет.

Поиск волн

Другой вопрос, имеющий очень большое значение для выяснения причины высокотемпературной сверхпроводимости, — это вид симметрии куперовских пар. В БКШ-материалах они имеют так называемую сферическую симметрию, т.е., подобно сфере, выглядят одинаково со всех сторон. Эта симметрия, называемая также симметрией *s*-волн, подобна идеально сферической форме атома водорода в его основном состоянии. (Оба вида симметрии характеризуются наличием двух взаимосвязанных фермионов: двух электронов в случае куперовской пары и протона и электрона в случае атома водорода.)

Вид симметрии куперовских пар в купратах долго оставался предметом споров, и лишь недавно, после многолетних экспериментов, было установлено, что он представляет собой *d*-волну с некоторой примесью *s*-волны. Симметрию типа *d*-волны можно уподобить четырехпластинчатому листу клевера с двумя чередующимися «цветами» пластинок («положительными» и «отрицательными»), расположенных вокруг черешка.

Первые эксперименты с пниктидами указывали на симметрию *s*-волны, что оставляло возможность думать, будто эти материалы в действительности ведут себя в какой-то мере подобно БКШ-сверхпроводникам. Однако данные, опубликованные в декабре и январе, показывают, что в пниктидах *s*-волна имеет необычное свойство: сфера не имеет единого знака, ее противоположные области имеют противоположные знаки. То есть пниктиды и купраты опять оказываются схожими, но различными.

Исследования пниктидов железа продолжаются бешеными темпами — за 20 лет исследований купратов ученые создали надежный арсенал средств, пригодных для изучения новых материалов. Но картина, сложившаяся сегодня в результате экспериментов, не менее загадочна, чем для купратов. Насколько связаны обе головоломки и как эта общность может помочь привести к возникновению идей, полезных для получения сверхпроводимости при комнатной температуре, может выясниться не так скоро.

Тем временем пионер в области сверхпроводимости пниктидов Хосоно задал новую задачку. В марте он сообщил, что арсенид стронция-железа ($SrFe_2As_2$) обладает сверхпроводимостью не только будучи легированным кобальтом, но и без легирования, в среде водяного пара. Более того, различия свойств этих двух материалов привели исследователя к заключению, что в каждом из них действуют разные механизмы сверхпроводимости.

Если история изучения купратов может служить хоть каким-то уроком, следует ожидать, что ученые в ближайшие годы будут формулировать больше новых вопросов, чем находить ответов. ■

Перевод: И.Е. Сацевич

ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ УСТАНОВКА

ПЕРСПЕКТИВЫ

По мере совершенствования процессов изготовления проводов из купратов ограниченная до последнего времени область их применения расширяется. Компании разрабатывают такие крупные системы, как генераторы для ветроэнергетических установок и ходовые двигатели судов, получая в обоих случаях выигрыш в мощности при меньшем объеме. Физики надеются, что исследования пниктидов железа откроют дорогу к созданию новых материалов с более высокими критическими температурами или лучшими механическими свойствами, чем у купратов

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

- Iron-Based Layered Superconductor La[O1-xFx]FeAs (x = 0,05-0,12) with Tc = 26 K. Yoichi Kamihara, Takumi Watanabe, Masahiro Hirano and Hideo Hosono in Journal of the American Chemical Society, Vol. 130, No. 11, pages 3296–3297; March 19, 2008.
- Condensed Matter Physics: The Pnictide Code. Jan Zaanen in Nature, Vol. 457, pages 546–547; January 29, 2009.

Мюррей К., Дермотт С.
Динамика Солнечной системы.
М.: Физматлит, 2009.

Динамика Солнечной системы

Книга известных специалистов в области небесной механики К. Мюррея (Великобритания) и С. Дермотта (США) посвящена важнейшему ее разделу — динамике тел Солнечной системы. Сегодня эта наука преобразилась благодаря исследованиям Солнечной системы с помощью космических аппаратов, невероятному развитию наземных и космических средств наблюдательной астрономии, прогрессу вычислительной техники и программных средств, скачку в развитии теории. Издание представляет собой современную научную монографию, весьма полно описывающую различные аспекты проблем динамики тел Солнечной системы: от законов Кеплера и всемирного тяготения Ньютона до последних достижений в этой области. По полноте и современному уровню изложения предмета она не имеет аналогов на русском языке.

Монография предназначена для научных работников, специализирующихся в области небесной механики и динамики тел Солнечной системы, теоретической механики, нелинейной динамики и теории динамического хаоса, а также для студентов и аспирантов университетов.

Экстремальные состояния вещества

Книга посвящена физическим свойствам вещества при экстремально высоких давлениях и температурах, которые удается получить в лабораторных условиях. Рассмотрены технические приложения физики высоких плотностей энергии, в частности лазерный термоядерный синтез. Описаны также экстремальные процессы в космосе, происходящие под действием гравитации и термоядерного энерговыделения.

В основу книги положены лекции, прочитанные автором в Московском физико-техническом институте, а также обзорные и приглашенные доклады на научных конференциях и симпозиумах.

Издание рекомендовано в качестве учебного пособия студентам, получающим знания в области прикладной математики и физики, а также будет полезно широкому кругу исследователей.

Фортов В.Е.
Экстремальные состояния вещества.
М.: Физматлит, 2009.

Всемирная история

Данное учебное пособие основано на лекциях, читаемых автором на втором курсе гуманитарного факультета Российского государственного социального университета для студентов специальностей «Теология» и «Политология».

Цель пособия — выработка у студентов единого представления о закономерностях исторического развития стран Запада и Востока с древнейших времен до наших дней.

Книга предназначена для студентов и всех, кто интересуется всемирной историей.

Красняк О.А. Всемирная история.
Изд. 3-е. М.: Книжный дом
«ЛИБРОКОМ», 2009.

Вычислительная теплопередача

Книга посвящена исследованию проблем теплопередачи современными численными методами. Описаны основные подходы к анализу математических моделей теплопередачи традиционными средствами прикладной математики. Рассматриваются численные методы приближенного решения стационарных и нестационарных многомерных задач теплопроводности. Большое внимание уделяется задачам с фазовыми превращениями, задачам термоупругости и теплообмена излучением, процессам тепло- и массопереноса. Обсуждаются проблемы управления и оптимизации тепловых процессов. Рассмотрены вопросы численного решения обратных задач теплообмена. Приведены примеры решения различных двумерных задач теплопередачи с программами для ЭВМ.

Издание рассчитано на студентов и аспирантов факультетов прикладной математики вузов, специалистов по прикладному математическому моделированию.

Самарский А.А., Вабищевич П.Н. Вычислительная теплопередача. Изд. 2-е. М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2009.

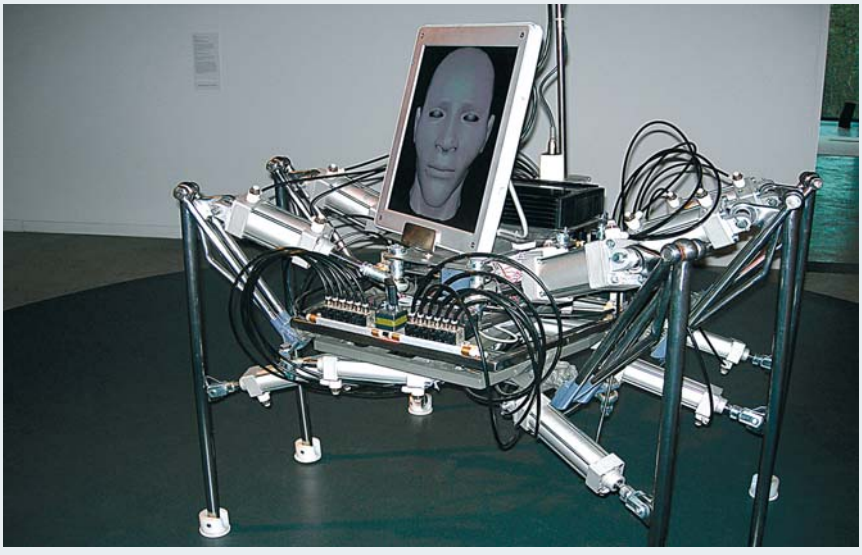
ЭЛЕКТРОНИКА
КОМПОНЕНТЫ • ОБОРУДОВАНИЕ • ТЕХНОЛОГИИ
ChipEXPO-2009
ОКТЯБРЬ 21-23
7-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА
РОССИЯ • МОСКВА • ЭКСПОЦЕНТР
ПРИ ПОДДЕРЖКЕ:
Министерство промышленности и торговли Российской Федерации
Департамент науки и промышленной политики города Москвы
Московская торгово-промышленная палата
Российская Инженерная Академия
ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА
CHIP NEWS
eFind.ru
ЭЛЕКТРОНИКА
КОМПОНЕНТЫ И ТЕХНОЛОГИИ
ПРОИЗВОДСТВО ЭЛЕКТРОНИКИ
ЭК
КОНФЕРЕНЦИИ:
• Контрактное производство электроники
• Технологии печатных плат и монтажа компонентов (совместно с IPC)
• Дистрибуция электронных компонентов в России
ТЕМАТИЧЕСКАЯ ЭКСПОЗИЦИЯ:
• Производство электроники в России
www.chipexpo.ru

Лаборатория, где синтезируются наука и искусство

400-летие создания телескопа Галилео Галилеем ознаменовано в Москве проектом «Небесная арфа» канадского художника, архитектора и физика Николаса Ривза (Nicolas Reeves), который представил установку, «переводящую поэзию неба в музыкальную гармонию», считывая с помощью лазера физические особенности облаков (конфигурацию, плотность, скорость, состав, и т.д.) и превращая процесс в музыкальные звуки. Мероприятие проводится при поддержке Министерства культуры РФ, Государственного центра Современного искусства (ГЦСИ), *Laboratoria Art&Science Space*, Посольства Канады в России и НИФХИ им. Л.Я. Карпова.

Николас Ривз (Канада). «Небесная арфа», 2004

Laboratoria Art&Science Space начала свою деятельность с междисциплинарных выставок «*Laboratoria.* Опыт 1», первая из которых состоялась в 2008 г., затем были «Сказки Братьев-Юнг» (2008–2009), «Установка должна быть красивой...» (2009), «Рентгенограмма» (2009). Проводились также междисциплинарные встречи, круглые столы «Мастерская 1», «Мастерская 2», «Актуальное искусство и актуальная наука», «Ночь в *Laboratoria*», «Катализ творчества» с участием художников, ученых, журналистов, и всех неравнодушных к процессам синтеза науки и искусства, к творческому развитию.



Стеларк (Австралия). «Ходячая голова», 2007

Кен Голдберг (США). «Телесад», 2004

Новый вернисаж — «Эволюция от кутюр: искусство и наука в эпоху постбиологии» — собирает коллекцию документальных фильмов о произведениях искусства из десятков стран мира на темы: «Искусственное, но подлинное» (искусственная жизнь), «Границы моделирования» (эволюционный дизайн), «Больше чем копия, меньше, чем ничто» (биоинженерия) и другие. Художественный подход к научным проблемам развивается, давая на практике ответы на вопросы о соотношении искусства и рациональной научной истины. Искусство для науки и наука для искусства могут оказаться «телескопами», помогающими открывать новые миры. ■

Дмитрий Мисюров

Нанотехнологический форум

Открытие II Международного форума по нанотехнологиям состоится 6 октября в выставочном комплексе «Экспоцентр». Его основными задачами станут демонстрация возможностей развития нанотехнологий и запуск инновационных процессов в экономике страны. В фокусе внимания участников форума — поиск эффективных решений для трансфера передовых технологий и продвижение российской нанотехнологической продукции на новые рынки.

Официальная программа форума включает деловую и научно-технологическую части. На площадках мероприятия состоится более 40 дискуссий по вопросам развития инновационного сегмента экономики России, актуальных проблем и перспектив формирования отечественной наноиндустрии.

По традиции пройдет выставка нанотехнологической продукции, где будет представлено свыше 300 проектов российских и иностранных компаний.

В рамках форума — 2009 впервые состоится торжественная церемония награждения Международной премией в области нанотехнологий *Rusnanoprize*, присуждаемой за научно-технологические разработки, изобретения и их внедрение в массовое производство. Ее первыми лауреатами стали академик Л.В. Келдыш (Россия) и профессор Альфред Чо (Alfred Y. Cho, США), стоявшие у истоков разработки технологии молекулярно-лучевой эпитаксии, широко применяемой в современной электронике. Кроме того, наградной символ премии получит компания *Riber* (Франция) за создание оборудования для молекулярно-лучевой эпитаксии.

РОСНАНО
Российская корпорация нанотехнологий

Участникам и гостям форума будут представлены проекты молодых российских ученых в области нанотехнологий. Впервые будет вручена молодежная премия в области наноиндустрии за разработку и внедрение новой нанотехнологической продукции или освоение ее производства.

Подробная информация о мероприятиях II Международного форума по нанотехнологиям размещена на официальном сайте: http://www.rusnanoforum.ru/. ■

Преодоление кризисных явлений

8 сентября в ГУ-ВШЭ в рамках визита лорд-мэра лондонского Сити Иэна Людера (Ian Luder) в Россию прошел круглый стол на тему «Государственно-частное партнерство (ГЧП) — механизм преодоления кризисных явлений и структурных проблем экономики», организованный кафедрой экономики и финансов ГУ-ВШЭ совместно с ЗАО *Grant Thornton*. В мероприятии приняли участие свыше 100 человек, в том числе директор департамента инвестиционной политики и развития ГЧП Минэкономразвития России С.Ю. Беляков, заместитель директора Центра ГЧП Внешэкономбанка В.А. Сидоров, представители Газпромбанка, Евразийского банка развития, Европейского банка реконструкции и развития, *Siemens*, УК «Лидер», «Дентон Уайлд Сапт», «Вегас-Лекс» и многие другие.

Срочное восстановление и развитие всех видов инфраструктуры становится сейчас для России приоритетной задачей. Однако государство не всегда способно самостоятельно эффективно осуществлять инфраструктурные проекты. А для частного бизнеса крупные вложения экономически неприемлемы с точки зрения сроков возвратности инвестиций и рисков. Поэтому ГЧП сегодня — наиболее эффективный механизм осуществления инфраструктурных проектов. «С одной стороны, механизм ГЧП позволяет сделать инфраструктуру экономически выгодным объектом вложений для частного капитала, с другой — государство имеет возможность обеспечить соблюдение своих интересов и общества при реализации таких проектов», — заявил глава департамента по корпоративным финансам *Grant Thornton* в России Иван Сапронов. Он напомнил, что во времена экономических кризисов одним из наиболее действенных способов преодоления спада в экономике всегда было развитие инфраструктуры: строительство авто- и железных дорог, телекоммуникаций, развитие промышленности и технологий. «Это не только позволяло эффективно осуществлять вливания государственных средств в экономику, стимулировать деловую активность и повышать занятость населения, но и создавало прочную базу для дальнейшего экономического развития к моменту выхода из кризиса», — отметил он.

Неразвитая инфраструктура становится тормозом экономического развития. «В России плохое состояние дорог, перегрузка транспортных магистралей, устаревающие энергетические мощности, слабо развитые аэропорты, зачастую аварийное состояние ЖКХ приносят экономике каждый день новые убытки. Большие затраты, большие сроки, низкая эффективность — все это влечет крупные потери для бизнеса и населения. Между тем требуются уже новые подходы к вопросам переработки отходов, к использованию возобновляемых источников энергии, к развитию высоких технологий. Не решая этих вопросов сегодня, мы создаем новые проблемы для будущих поколений», — заявил Сапронов по итогам круглого стола. ■

Павел Мостинский

День города — 2009

5 сентября 2009 г. Москва очередной раз отмечала день своего основания. В этом году знаком праздника стала бабочка (символ души, возрождения, радости любви и красоты), изображения которой украсили центральные городские площади, улицы и бульвары.

День города задумывался как спортивно-развлекательное мероприятие, поэтому центральным событием праздника стал XIV Международный фестиваль рекордсменов «Книги рекордов Гиннеса» и «Книги рекордов планеты», где выступили как обладатели рекордов, так и представители молодых спортивных семей, стремящиеся покорить спортивные вершины. Праздник ознаменовался даже новыми рекордами, которые спортсмены посвятили столице.

Кроме того, москвичей порадовали выступления многочисленных танцевальных, хореографических коллективов и юных спортсменов.

Состоялся также традиционный осенний парад старинных автомобилей и мотоциклов «Ретромотор». Раритетные «Победы», «Москвичи», «Запорожцы», «Волги» проследовали по улицам города. Продолжила автомобильную тематику официальная церемония награждения Гран при журнала «Автомобили» — «Спортивный автомобиль года — 2009».

На праздник приехали ведущие футболисты ФК «Москва», продемонстрировали свое мастерство начинающие спортсмены из Центра подготовки юного футболиста. (ООО «Футбольный клуб “Москва”» был также генеральным партнером праздника.)

Не были забыты и маленькие москвичи и гости города: для них телекомпания «Радость моя» провела конкурс рисунка «Моя Москва». Победителям вручили призы и памятные подарки. Москвичи и гости столицы приняли активное участие в викторинах, конкурсах, розыгрышах, которые проводили официальные спонсоры и партнеры праздника — ОО «Мясной дом Бородина», Компания *Segwey.Ru*, ЗАО МПБК «Очаково», ООО «Маревен Фуд Сэнтрал».

В акватории Москвы-реки прошли две гребные гонки: «Гонка чемпионов» и «Золотая ладья — 2009». Экипажи из английских университетов Оксфорда и Кембриджа, американского Йеля, лучшие студенческие команды из Италии и российская команда РГУФК соревновались за право стать лучшими в этих состязаниях.

862-й день рождения столицы стал действительно самым молодежным. Такого количества мероприятий для студентов и школьников в Москве еще не было. В традиционном параде московского студенчества приняли участие более 30 тыс. человек из 120 вузов. ■

Время — московское

Выставка-путешествие по старинным московским улицам и бульварам

Есть выставки, на которые лучше ходить вдвоем, чтобы было с кем разделить то приятное и столь редкое для горожанина чувство спокойного умиротворения, которое возникает при созерцании дореволюционных фотографий, хранящих и передающих нам, зрителям, дух старины и аромат эпохи.

Выставка «Московское время», прошедшая в сентябре в Доме русского зарубежья имени А.И. Солженицына, — из их числа. Действительно, только оценив по достоинству прелесть прошлого, можно понять все достоинства и, возможно, недостатки настоящего. А чтобы понять, надо знать, как жила и развивалась столица, какими архитектурными особенностями отличался и славился облик Москвы. Фотографии, представленные на суд современных зрителей, были сделаны Э.В. Готье-Дюфайе с 1913 по 1914 гг. по решению Археологического общества о фотографической регистрации начавшего быстро меняться облика Москвы. Трудно представить критерии, по которым отбирались объекты съемки. Возможно, самым правдоподобным представляется желание автора отобразить и зафиксировать все, что могло открыться взгляду путешественника, бродящего по московским улицам и переулкам в пределах Садового кольца. Работа, к сожалению, была прервана Первой мировой войной и последующими трагическими событиями в России.

Виды старого города взяты из альбомов Готье-Дюфайе и сопоставлены с современными снимками мегаполиса, сделанными с тех же точек и с совмещением перспективы. Пары фотографий (1913–1914 и 2003–2004 гг.) сопровождаются литературными текстами, ассоциативно связанными с изображениями, и созвучны настроению, возникающему при взгляде на уголки города, запечатленные с почти вековым разрывом. На выставке также представлены экспонаты коллекции фотографий москвичей, принадлежащих к различным профессиям и сословиям конца XIX — начала XX столетий, которые сопоставлены со снимками персонажей, характерных для улиц современной Москвы. Фотографии в основном дошли до нас в виде открыток, изданных фирмой «Шерер, Набгольц и К⁰» (фотограф А. Мей), акционерным обществом «Гранберг» в Стокгольме и фирмой «П. Фон-Гиргенсон».

Проект «Московское время» был запущен в 2003 г., и его старт превзошел ожидания организаторов: первая выставка продемонстрировала хорошую посещаемость, вызвала многочисленные публикации в средствах массовой информации и широкий общественный резонанс.

С не меньшим успехом прошли и последующие выставки: в выставочном зале музея Пушкина (2004 г.), в Фотоцентре на Гоголевском бульваре (2005 г.), в Московской городской Думе (2007 г.). Выставкой «Московское время» открылся фестиваль «Русская зима» в Лондоне в 2005 г. Интерес публики к изданиям (альбом, каталог, книга «О, незабвенные прогулки...» и компакт-диски) столь же значителен. Деятельность Фонда «Московское время» направлена на развитие этого многогранного проекта, возрождение московских традиций, знакомство широкой общественности в России и за рубежом с прошлым и современным обликами Москвы и ее жителей.

Проект динамично развивается. В ближайших планах — расширение коллекции с охватом все новых временных отрезков и новых сторон городской действительности. А зритель ждет приглашения к новому путешествию по старинным московским переулкам, бульварам и улицам, которое так приятно осуществить вдвоем. ■

Анна Мостовая

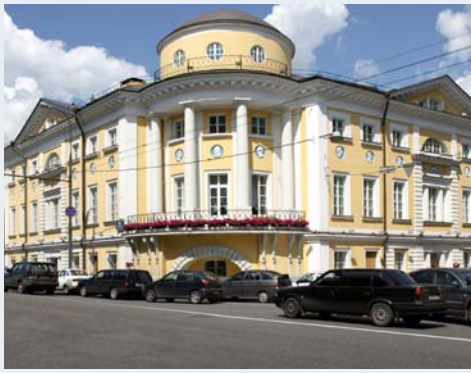
Справка

Фонд «Московское время» основан осенью 2004 г. почетным президентом компании «Вымпелком» Д.Б. Зиминым. Фонд — некоммерческая организация, осуществляющая программы и мероприятия в области культуры, науки и образования. Культурно-просветительская деятельность фонда в основном направлена на знакомство широкой общественности с историей города, московскими культурными традициями, изменениями облика Москвы. Начало деятельности фонда связано с реализацией проекта «Московское время», в основе которого лежит коллекция-сопоставление видов Москвы начала XX и XXI вв.

«Лучше всего, что я видел в этом мире, все-таки Москва... В голове одна Москва и Москва. Даже стыдно, что так по-чеховски»

Сергей Есенин

Воздвиженка, дом Шереметева



Анатолий Гендин

В какой капусте нашли вас?

Что немцу и русскому здорово

Специалисты насчитывают около полутора сотен только культурных видов капусты (Brassica oleracea), а уж конкретным сортам просто несть числа, к тому же неутомимые энтузиасты-селекционеры выводят все новые и новые. В некоторых районах Средиземноморья можно найти и дикую капусту, но опознать ее сложно — никакого кочана у нее нет

По одной из версий, славянское слово «капуста» восходит к кельтскому корню «кап», означавшему «голова». Созвучно и латинское *caput* с тем же значением. Именно наличие кочана, напоминающего очертаниями человеческую голову, является для нас верным признаком капусты. Между тем не только древние египтяне довольствовались бескочанной капустой, но и более близкие нам хронологически древние греки ее очень уважали и даже возводили ее происхождение непосредственно к Зевсу. А вот Плиний Старший в начале нашей эры уже уверенно описывал кочанную капусту невиданных размеров. В эпоху глобального переселения овощей и фруктов, естественным образом совпавшую с эпохой Великих географических открытий, капуста вошла в список европейских подарков Северной Америке; похоже, ее привезли за океан немецкие переселенцы, давнишние фанаты этого продукта.

Сейчас у любезной нашему сердцу белокочанной капусты по всему миру найдется несколько десятков ботанических родственников, иногда вовсе на нее не похожих. До недавних пор не очень у нас известная савойская капуста (рыхлый кочан, рифленые листья) считается у европейских кулинаров, пожалуй, наиболее удачной для кулинарной обработки. Краснокочанная капуста на самом деле скорее фиолетовая или лиловая, она хороша маринованной (но не квашеной!) или тушеной с мясом, но сохранить ее красивый цвет не так-то просто, для этого ей нужно обеспечить кислую среду — при помощи уксуса, вина, лимонного сока или хотя бы кислых сортов яблок. Кочанчики брюссельской капусты размером с крупную сливу вырастают на толстом стебле и очень хороши как гарнир к мясу или рыбе, для этого их достаточно бланшировать минуту-другую в кипящей подсоленной воде. Чуть сладковатую на вкус брюссельскую капусту можно часто увидеть в среднеевропейском супе; она считается также отличным диетическим продуктом. Несмотря на прямую, казалось бы, отсылку к происхождению этого овоща в его названии, сами брюссельцы скромно полагают, что его завезли в их края еще римские легионеры. А вот цветная капуста попала в Европу через Ближний Восток из Китая. У нее действительно есть сорта самого разного цвета — желтые, зеленые и даже фиолетовые; наиболее известны ее светло-салатные соцветия, их чаще всего отваривают или тушат. В этом смысле она близка капусте брокколи (темно-зеленые плотные пучки), иногда их и совмещают в одном блюде — например, в запеканках или комбинированных гарнирах. Капуста кольраби бывает белой и красноватой и выглядит как солидный корнеплод, ее очень удобно фаршировать — овощной смесью или, допустим, курятиной. Молодую очищенную кольраби можно есть в сыром виде, как яблоко — вкусно и полезно.

Не будем забывать, что любая капуста — ярко выраженный терруарный продукт. Этот красивый термин галантные французы применяют чаще к винам, чьи вкус и аромат очень зависят не только от сорта самой ягоды, но и от конкретного виноградника со всеми особенностями его микроклимата. Точно так же вкусовые достоинства отдельно взятого вида капусты во многом обусловлены природно-климатическими обстоятельствами того места, где она выросла. Хрестоматийными стали кулинарные проблемы наших бывших соотечественниц, которым во Франции никак не удается настоящий борщ — капуста не та.

Многое зависит и от кулинарных технологий, принятых в той или иной региональной или этнической кухне. Квашеную капусту в нашем понимании (она получается в ре-

© ФОТО: АГЕНТСТВО «ЛОКАТОР»

зультате процесса брожения) в Центральной и Западной Европе вы вряд ли найдете. Зато в немецкоязычных странах есть свой капустный специалитет; он хоть и называется *Sauerkraut*, буквально «кислая капуста», но готовится совсем не так, как наша квашеная — ее сначала немного маринуют, а потом тушат, обычно с сухим белым вином. Получается тоже вкусно, но функциональная роль немецкой «кислой» капусты иная: она используется преимущественно как гарнир к горячим блюдам и готовится непосредственно перед едой, а вот наша квашеная — идеальная закуска к крепкому алкоголю, и готовят ее заранее. Попробуйте при случае закусить русскую водку немецкой *Sauerkraut*, почувствуете разницу. Еще о различиях: отечественную квашеную капусту нередко заправляют растительным маслом и репчатым луком, к немецкой «кислой» что-либо добавлять — только портить. А вот вам и изюминка: оба национальных хита делают из одной и той же капусты — белокочанной.

У корейцев собственная капустная гордость. Острую закуску кимчи они в огромных количествах заготавливают осенью из так называемой пекинской или китайской капусты (у нас этот удлиненный рыхловатый кочан обычно называют салатом — видимо, потому, что съедаем мы его сырым, без кулинарной обработки). Это очень трудоемкий процесс: измельченным острым красным перцем нужно переложить листья каждого кочана. Необходимы также соль или соленый рыбный соус, имбирь, некоторые другие пряности. Строго говоря, кимчи — это не блюдо, а технология; таким же манером корейцы готовят огурцы, редьку и некоторые другие овощи (за исключением, между прочим, морковки: так называемая «морковь по-корейски», популярная на бескрайних просторах бывшего Советского Союза, в самой Корее не встречается).

Из общеизвестных национальных капустных специалитетов следует упомянуть также польский бигос и эльзасский шукрут. Оба блюда готовят с белокочанной капустой и самыми разными мясопродуктами: там и свиные ножки, и копченый бекон, и сосиски с ветчиной, и пернатая дичь, если найдется в доме… Все это долго тушится на гусином жире с луком, чесноком и пряностями — представили себе всю мощь этих вкусов и ароматов? О калориях временно забудьте; не та это еда, чтобы отвлекаться на всякие мелочи.

Поразительны своеобразные переклички гастрономических традиций разных народов. В российской деревенской глубинке издавна готовили

ОБ АВТОРЕ

Анатолий Александрович Гендин — кандидат исторических наук, гастрономический журналист, писатель, автор серии гастрономических путеводителей «АТЛАС ГУРМАНА», директор информационного агентства «Локатор».

кислые щи с запасом и выставляли их на мороз, по мере надобности откалывая затем куски и разогревая их. Точно так же поступают поляки со своим любимым бигосом, уверяя (и не без оснований!), что замораживание и разогревание идут ему только на пользу.

Многие национальные кухни практикуют блюда, похожие на наши голубцы: листья белой или красной капусты сначала бланшируют, а потом аккуратно пакуют в них начинку по вкусу — овощную смесь, мясной фарш с яйцом и т.д. Попробуйте, кстати, сделать голубцы с листьями савойской капусты; они получаются оригинальными на вид за счет пузырчато-ребристой поверхности самих листьев. Иногда в савойскую капусту заворачивают комбинированный фарш, куда входят не только грибы

с луком-пореем и сладким перцем, но и мелко нарезанная белая капуста. С другой стороны, сладкие перцы фаршируют начинкой, где найдется место и припущенной савойской капусте, и квашеной белокочанной.

Вообще этот простецкий на первый взгляд овощ открывает бескрайние возможности для творческих экспериментов на кухне. Свежей капустой с несладкими яблоками фаршируют большой кусок свиной грудинки; то же самое можно проделать с квашеной капустой и мочеными яблоками, и это будет совсем другое блюдо. Или возьмите те же щи: они ведь бывают не только мясные или грибные, но и рыбные; когда-то весьма популярны были щи с осетриной. Пироги с квашеной капустой и сушеными грибами не только вкусны — это еще и классический пример сезонной, зимней стряпни с заранее заготовленными припасами.

Практически все виды капусты содержат приличное количество витамина *C*, а также калий, кальций, фосфор, железо и полезны для профилактики и лечения заболеваний сердечно-сосудистой и пищеварительной систем. Капустный лист годится и наружно: его прикладывают к больным суставам, а также при ожогах, ушибах и головной боли. Народное поверье насчет завидной полногрудости, которую якобы обеспечивает девушкам обильное потребление капусты, серьезными исследованиями вроде бы не подтверждается, а вот косметический эффект от всяческих кремов и масок с капустным соком — научный факт. Не забудьте также капустный рассол как безотказное средство от похмелья.

Традиционный народный календарь увязывает именно с капустой многие фенологические наблюдения и приметы. Скажем, по погоде «на Сергея Капустника» (8 октября, преставление св. Сергия Радонежского) на Руси судили о том, когда установится зима. И популярная родительская версия, объясняющая детям их появление на свет («В капусте нашли!»), встречается в самых разных странах. Вот только представление о типичной капустной грядке у каждого народа свое. ■

Что вызывает альбинизм, и можно ли его вылечить?

Объясняет Рэймонд Бойсси (Raymond Boissy), дерматолог, профессор, сотрудник медицинского колледжа при Университете Цинциннати

Альбинизм — это генетическое заболевание, обусловленное частичным или полным отсутствием пигмента, т. е. окраски, в коже, глазах и волосах. Причина возникновения альбинизма — дисфункция особых клеток, называемых меланоцитами. Эти клетки производят меланин, который обеспечивает окрашенность вышеперечисленных участков тела. У индивидов с альбинизмом в генотипе присутствуют мутации, влияющие на функционирование меланоцитов, а именно, на продуцирование пигмента или на способность передавать меланин кератиноцитам (основному типу клеток наружного слоя кожи).

Наиболее обычные формы альбинизма — окулокутальный альбинизм типа 1 (*OCA1*) и типа 2 (*OCA2*). Слово «окулокутальный» состоит из двух частей и обозначает заболевание, затрагивающее как глаза (от лат. *oculus* — «глаз»), так и кожу (от лат. *cutaneus* — «кожный»). У носителей *OCA1* мутация поражает ген, называемый *TYR*. Он отвечает за выработку фермента тирозиназы, обеспечивающего превращение аминокислоты тирозина в пигмент. *OCA2* (форма альбинизма, наиболее распространенная в Африке) связана с мутацией *OCA2*-гена, который кодирует *P*-протеин — белок, функции которого до конца не изучены. Это, возможно, старейшая мутация из тех, что вызывают альбинизм, и появилась она предположительно в то время, когда человечество еще не вышло за пределы Африки.

Большинство людей с *OCA1* имеют белую кожу, белые волосы и депигментированную радужную оболочку глаза. Радужка (окрашенная часть глаза), окружающая зрачок, у таких людей бесцветная, тогда как сам зрачок может быть красным. В норме зрачки выглядят черными, т.к. молекулы пигмента в сетчатке поглощают свет и не позволяют ему отражаться обратно. У альбиносов пигмент в сетчатке отсутствует, а красный цвет зрачка обусловлен отражением света от кровеносных сосудов сетчатки (светочувствительного слоя тканей, лежащих в задней части глазного яблока). У людей с *OCA2* небольшое количество пигмента может присутствовать, благодаря чему видимые симптомы альбинизма у них могут быть выражены менее явно.

Альбиносы часто бывают слепыми. Из-за отсутствия синтеза меланина на эмбриональной стадии развития их нейронные пути, проводящие сигналы от глаза к зрительной коре головного мозга, развиваются ненормально, что чревато различными нарушениями зрения. Помимо этого, отсутствие пигмента в сетчатке приводит к гиперстимуляции ее фоторецепторов, из-за чего те посылают в мозг некорректные сигналы, а это зачастую приводит к нистагму (или быстрому движению зрачков вперед-назад).

Дефицит пигмента в эпителии вызывает у альбиносов предрасположенность к немеланомным видам рака кожи, таким как сквамозно-клеточная и базально-клеточная карцинома. При нормальном функционировании меланоцитов производимый ими пигмент попадает в кератиноциты и защищает ядро (и ДНК внутри него) от солнечного ультрафиолета. Преждевременное старение кожи — еще одно осложнение, связанное с альбинизмом. Меланин блокирует действие солнечной радиации, благодаря чему предотвращает появление морщин и потерю эластичности кожи. В его отсутствие кожа увядает быстрее.

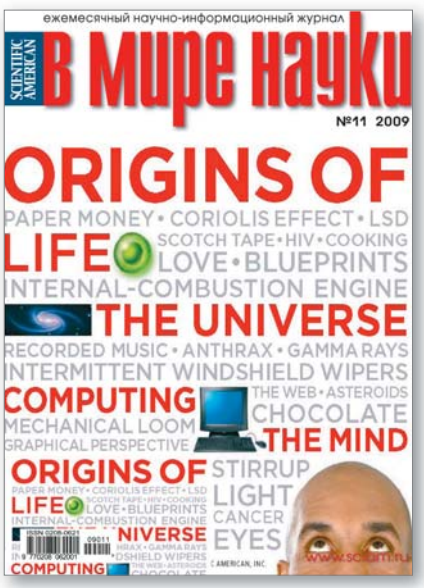
Ряд известных исследователей, например генетик Ричард Кинг (Richard King) из Университета штата Миннесота и клеточный биолог Виталий Алексеев (Vitali Alexeev) из Университета Томаса Джефферсона работают над созданием метода генетического или медикаментозного лечения, которое могло бы устранить вызывающие альбинизм мутации. Ученые уже добились успеха в устранении очагов депигментации кожи и волос у мышей, но пока они далеки от применения своего метода к человеку. ■

Почему при смешивании двух продуктов, вкусных по отдельности, иногда получается нечто несъедобное?

Отвечает доктор биологических наук, профессор Тим Джейкоб (Tim Jacob), изучающий в Университете Кардиффа в Уэльсе восприятие запахов и вкусов

Три из пяти существующих вкусов — соленый, сладкий и умами (насыщенный, мясной) — вызывают аппетит, делая привлекательными основные питательные продукты, тогда как горький и кислый обладают противоположным, аверсивным (или внушающим неприязнь) действием, предупреждая нас о потенциальной небезопасности пищи. Смешение продуктов со вкусами противоположного действия приводит к поступлению в мозг конфликтующей информации, а путаница — это то, чего наши органы чувств всегда пытаются избежать, т.к. они призваны снабжать нас жизненно важной информацией. Поэтому такие смешанные сигналы приводят к тому, что вы выплевываете пищу, которую уже положили в рот. Вы не хотите есть микс из «хорошего» и «плохого» (например, попробуйте представить себе чашку подсоленного какао).

Тем не менее до сих пор в ходу фраза «подсластить пилюлю». Лекарственные вещества обычно в больших дозах ядовиты, соответственно, они обладают горьким вкусом, но могут стать терпимыми, если закамуфлировать их вкус сладким покрытием. Аналогичным образом кофе для людей, чувствительных к горечи, может стать привлекательным, если смягчить его сахаром или сливками. Будучи взрослыми, мы можем игнорировать эти предупреждающие сигналы и получать удовольствие, смакуя горький кофе, оливки или терпкий сыр. Также и при смешении аверсивного и возбуждающего аппетит типов вкусов наши ощущения становятся неоднозначными, что может вызывать своеобразное удовольствие от сочетания несочетаемого. Именно такое соединение сладкого и соленого популярно в китайской кухне. ■



Читайте в следующем выпуске журнала

В НАЧАЛЕ БЫЛО... ЧТО?

Спецвыпуск

ПРОИСХОЖДЕНИЕ МИРА

Космологи продолжают продвигаться к окончательному постижению процессов, сотворивших и сформировавших Вселенную

ЗАРОЖДЕНИЕ ЖИЗНИ

Результаты последних исследований дают новые ключи к разгадке тайны появления первых живых организмов из мертвой материи

ВОЗНИКНОВЕНИЕ СОЗНАНИЯ

Чтобы узнать, что есть человеческое сознание, сначала нужно определить, чем оно отличается от ментальных процессов других существ

СОЗДАНИЕ КОМПЬЮТЕРОВ

Началом информационного века стало понимание того, что машины могут состязаться с человеком в силе разума

ПРИЧИНЫ ВСЕХ ВЕЩЕЙ

Откуда берется радуга? Зачем человеку уши? Что было раньше — курица или яйцо? Кто придумал скрепку? Эти «детские» вопросы не менее интересны, чем глобальные проблемы происхождения мира и жизни

КАК ОФОРМИТЬ ПОДПИСКУ/ЗАКАЗ НА ЖУРНАЛ «В МИРЕ НАУКИ» ЧЕРЕЗ РЕДАКЦИЮ

1. Указать в бланке заказа/подписки те номера журналов, которые вы хотите получить, а также ваш полный почтовый адрес. Подписка оформляется со следующего номера журнала.
2. Оплатить заказ/подписку в отделении любого банка (для удобства оплаты используйте квитанцию, опубликованную ниже). Оплату можно произвести также при помощи любой другой платежной системы по указанным в этой квитанции реквизитам.
3. Выслать заполненный бланк заказа/подписки вместе с копией квитанции об оплате:

- по адресу 105005, г. Москва, ул. Радио, д. 22, редакция журнала «**В мире науки**»;
- по электронной почте podpiska@sciam.ru, info@sciam.ru;
- по факсу: +7(495) 925-03-72, 727-35-30, 727-35-39

Стоимость подписки на второе полугодие 2009 г. составит:

Для физических лиц: **1110 руб. 00 коп.** — доставка заказной бандеролью*.

Для юридических лиц: **1470 руб. 00 коп.**

Стоимость одного номера журнала: за 2003–2004 гг. — **40 руб. 00 коп.**, за 2005–2006 гг. — **80 руб. 00 коп.**, за 2007 г. — **90 руб. 00 коп.**, за 2008 г. — **100 руб. 00 коп.**; за 2009 г. — **115 руб. 00 коп. (без учета доставки)**; стоимость почтовой доставки по России — **70 руб**.

Бланк подписки на журнал размещен на сайте **www.sciam.ru**.

Уважаемые подписчики! После подтверждения платежа вы будете получать журнал ежемесячно с доставкой на отделение почтовой связи.

* Если ваша заявка о подписке получена до 10 числа месяца, то, начиная со следующего месяца, с почты вам начнут приходить уведомления о заказной бандероли. Такая система доставки журналов гарантирует 100%-ное получение. За доставку простой бандеролью редакция ответственности не несет.

БЛАНК ЗАКАЗА НОМЕРОВ ЖУРНАЛА

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

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2009 г.												
2008 г.												
2007 г.	■											
2006 г.		■										
2005 г.												
2004 г.							■					
2003 г.	■	■		■						■	■	■

* Выделенные черным цветом номера отсутствуют

Ф.И.О. _____

Индекс _____

Область _____

Город _____

Улица _____

Дом _____ Корп._____ Кв._____

Телефон _____

E-mail:_____

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

_____

_____

Фамилия, И.О., адрес плательщика

Вид платежа	Дата	Сумма
Подписка на журнал «В мире науки» № _____ год		

Плательщик

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

_____

_____

Фамилия, И.О., адрес плательщика

Вид платежа	Дата	Сумма
Подписка на журнал «В мире науки» № _____ год		

Плательщик

ПОМИМО ЭТОГО ОФОРМИТЬ ПОДПИСКУ НА ЖУРНАЛ «В МИРЕ НАУКИ» ВОЗМОЖНО:

- **в интернет-магазинах www.subscribe.ru, www.russische-presse.de.**
- **в книжных магазинах научного центра «ФИЗМАТКНИГА», тел.: 409-93-28.**
- **по каталогам: «Пресса России», подписной индекс 45724 – для физ. лиц; 39869 – для юр. лиц;**

  «Роспечать», подписной индекс 81736 – для физ. лиц; 19559 – для юр. лиц;

  «Почта России», подписной индекс 16575 – для физ.лиц.; 11406 – для юр. лиц.
- **Подписка на Украине по каталогу подписных изданий агентства KSS, подписной индекс 69970.**
- **Подписка для жителей Республики Беларусь для индивидуальных пользователей – индекс 81736, для предприятий и организаций – индекс 19559.**