

ежемесячный научно-информационный журнал

SCIENTIFIC  
AMERICAN

# В мире науки

№06 2010

## КАК НАМ ОБУСТРОИТЬ ЗЕМЛЮ СПАСЕНИЕ ЦИВИЛИЗАЦИИ ОТ САМОЙ СЕБЯ

ВОСЕМЬ ЧУДЕС  
СОЛНЕЧНОЙ  
СИСТЕМЫ

ТАЙНАЯ ЖИЗНЬ  
ТРЮФЕЛЕЙ



БЕСПРОВОДНЫЕ СЕТИ:  
ПОВСЕМЕСТНАЯ СВЯЗЬ



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

# содержание

ИЮНЬ 2010

## ГЛАВНЫЕ ТЕМЫ НОМЕРА:



- 20 АСТРОНОМИЯ**  
**ВОСЕМЬ ЧУДЕС СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ**  
**Эдвард Белл**  
**Иллюстрации Рона Миллера**  
*Художник Рон Миллер приглашает нас в путешествие, в результате которого перед отважными исследователями Солнечной системы откроются восемь самых захватывающих ее картин*
- 28 СПЕЦИАЛЬНЫЙ РЕПОРТАЖ**  
**ЖИЗНЬ НА НОВОЙ ЗЕМЛЕ**  
*Человечество радикально изменило планету. Однако новое мышление и эффективные действия могут предотвратить наше самоуничтожение*
- 29 ГРАНИЦЫ ЗДОРОВЬЯ ПЛАНЕТЫ**  
**Джонатан Фоли**  
*Ученые установили пределы для развития ключевых процессов в окружающей среде, переход которых может угрожать жизни на Земле. К несчастью, три из них уже превышены*
- 34 КАК ПРОТИВОСТОЯТЬ ЭКОЛОГИЧЕСКИМ УГРОЗАМ**  
*Специалисты рассказывают, какие действия могут удерживать важнейшие экологические процессы в безопасных рамках*
- 38 ЭКСКЛЮЗИВНАЯ ВЫБОРКА**  
**ОТКАЗАТЬСЯ ОТ РОСТА**  
**Билл Маккиббен**  
*Человечество может гарантировать себе будущее, только осуществив переход от безрассудного ускорения темпов экономического роста к разумному регулированию благосостояния и ресурсов*
- 44 НЕЙРОНАУКИ**  
**ДЕФЕКТНЫЕ КОНТУРЫ**  
**Томас Инсел**  
*Нейрофизиологи обнаруживают новые нарушения нервных контуров, лежащие в основе психических расстройств*
- 52 МЕДИЦИНА**  
**БИОННЫЕ УШИ ПОМОГУТ ОБРЕСТИ РАВНОВЕСИЕ**  
**Чарлз делла Сантина**  
*Недалек тот день, когда больные, утратившие чувство равновесия, вернутся к полноценной жизни. И помогут им в этом импланты во внутреннем ухе*
- 56 БИОЛОГИЯ**  
**ТАЙНАЯ ЖИЗНЬ ТРЮФЕЛЕЙ**  
**Эндрю Клэридж и Джеймс Трапп**  
*Трюфели интересуют не только гурманов — они нужны для благополучия экосистем*
- 62 ПОВЕДЕНИЕ ЖИВОТНЫХ**  
**ЗАКЛИНАТЕЛИ ЧЕРВЕЙ**  
**Кеннет Катанья**  
*Почему земляные черви выползают на поверхность?*

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. Юшквичюте

Зав. отделом фундаментальных исследований: Е.В. Кокурина

Выпускающий редактор: М.А. Янушкевич

Корреспондент: Д.А. Мисюров

Над номером работали:

Н.Н. Алипов, Д.А. Борисяк, А.В. Ващенко,  
А.А. Гендин, Т.А. Митина, В.В. Покровский,  
И.Е. Сацевич, В.И. Сидорова, В.Г. Сурдин,  
М.Б. Чернышева, Н.Н. Шафрановская

Научные консультанты:

директор Всероссийской государственной библиотеки  
иностранной литературы им. М.И. Рудомино, кандидат  
филологических наук Е.Ю. Гениева; доктор физико-  
математических наук, профессор, заведующий  
лабораторией отдела теоретической физики В.А. Ильин

Арт-директор: Л.П. Рочева

Корректурa: Я.Т. Лебедева

Секретарь: И.И. Сорина

Генеральный директор

ЗАО «В мире науки»: О.А. Василенко

Главный бухгалтер: Н.М. Воронина

Отдел распространения, подписка: Л.Р. Исмагилова  
Ю.С. Федорова

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:

ЗАО «ПК "Экстра М"».

Заказ № 10-05-00266

© 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: 12 500 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

Acting editor in chief: Mariette DiChristina

Editors: Davide Castelvecchi,

Graham P. Collins, Mark Fichetti, Steve Mirsky,

Michael Moyer, George Musser, Christine Soares, Kate Wong

Chief news editor: Philip M. Yam

Senior writer: Gary Stix

Contributing editors: Mark Alpert, Steven Ashley,

Stuart F. Brown, W. Wayt Gibbs, Marguerite Holloway,

Christie Nicholson, Michelle Press, John Rennie,

Michael Shermer, Sarah Simpson

Art director: Edward Bell

President: Steven Inchcoombe

Vice president, operations

and administration: Frances Newburg

Vice president, finance

and business development: Michael Florek

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.

## 68 НАУКА И ОБЩЕСТВО ЭТЮДЫ ПО СРАВНИТЕЛЬНОЙ БИОЛОГИИ РОССИИ И АМЕРИКИ

Константин Северинов

*Плюсы и минусы систем организации и финансирования  
науки в РФ и США*

## 76 ТЕХНОЛОГИИ САМООРГАНИЗУЮЩИЕСЯ БЕСПРОВОДНЫЕ СЕТИ

Андреа Голдсмит, Мюриэл Медар и Мишель Эффрос

*Беспроводные сети, не требующие наземной  
инфраструктуры, обеспечат связь в любых условиях*

## РАЗДЕЛЫ:

### ОТ РЕДАКЦИИ

#### 3 МИР ТЕСЕН

#### 4 50, 100, 150 ЛЕТ ТОМУ НАЗАД

#### 6 СОБЫТИЯ, ФАКТЫ, КОММЕНТАРИИ

- Необычный проект Центрального музея Вооруженных сил России
- Борьба с климатическими изменениями
- Темная сторона черных дыр
- «Марс-500» — новый этап
- Канцерогены из третьих рук
- Аромат звуков
- Наука с детского сада

### МНЕНИЕ

#### 16 БИБЛИОТЕКА ДЛЯ НАУКИ, ОБРАЗОВАНИЯ И КУЛЬТУРЫ

*О комплексном развитии библиотек рассуждает  
директор Всероссийской государственной библиотеки  
иностранной литературы им. М.И. Рудомино  
Екатерина Гениева*

### ИНТЕРВЬЮ

#### 82 СЕТКА С ОБЛАКАМИ ДЛЯ ИНТЕРНЕТА

*Новые компьютерные технологии могут серьезно  
изменить Всемирную паутину*

### ЛАБОРАТОРИЯ ВКУСА

#### 90 КИСЛЫЙ, СЛАДКИЙ И ВКУСНЫЙ: УКСУС

Анатолий Гендин

*Натуральный уксус эффективен как кулинарный  
ингредиент и полезен как продукт питания*

## ОБЗОРЫ:

#### 86 КНИЖНОЕ ОБОЗРЕНИЕ

#### 88 ФОРУМЫ, ПРЕМИИ, ВЫСТАВКИ

# МИР тесен

Снегопады, прошедшие этой зимой по всей стране, вновь вернули американскую общественность к вопросам изменения климата

О каком потеплении здесь может идти речь, спрашивают скептики, как будто погодные условия во всем мире определяются по одному сезону. Признаками изменения климата могут быть крайности погоды или повышение ее изменчивости, но несколько сильных снежных бурь не могут быть ни тем, ни другим. Во всяком случае, январь в США был теплее обычного.

Другая буря разразилась вокруг «климатгейта». В ноябре 2009 г. из Центра климатических исследований Университета Восточной Англии было похищено и опубликовано более тысячи частных электронных сообщений. Скептики утверждали, будто эти сообщения доказывают, что наука, касающаяся изменения глобального климата, еще не сложилась, и данные, свидетельствующие в пользу такого изменения, истолкованы неправильно.

Безусловно, вызывает определенную обеспокоенность то, что во Втором оценочном докладе Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК), где шла речь о сегодняшних эффектах этого изменения и прогнозировались будущие, было найдено несколько ошибок. (В первом, чаще всего цитируемом докладе, где утверждалось, что свидетельства влияния деятельности человека на нагрев атмосферы и повышение уровня океана неопровержимы, недочетов обнаружено не было.)

Наконец, в декабре на Климатическом саммите в Копенгагене, на который возлагалось столько надежд, значимого согласия по сдерживанию выбросов парниковых газов достичь не удалось. Законодательство США по этому вопросу также буксует на месте.

В апреле этого года отмечалась сорокалетняя годовщина Дня Земли. Да, наука об атмосфере сложна, и модели климата несовершенны. Разумеется, ученые — всего лишь люди и тоже не лишены недостатков.



Однако успехи науки предоставляют множество свидетельств нашего влияния на состояние Земли. Тысячи исследований, проведенных в течение ряда десятилетий, показывают, что деятельность человечества меняет планету. О том, что избыток углекислого газа может пагубно влиять на климат, читатели журнала *Scientific American* впервые узнали еще 50 лет назад из статьи, опубликованной в 1959 г. Науке и сегодня еще приходится заниматься прояснением неопределенности в отношении степени влияния человечества на климат, но сам факт этого воздействия подтверждают тысячи работ, выполненных как до 1959 г., так и позднее.

Тому, насколько радикально мы изменили Землю — ее климат, ресурсы и экосистемы, — посвящен специальный раздел настоящего номера. В нем выдвигаются предложения, какие меры здесь необходимо предпринять. В статье «Границы здоровья планеты» специалист по атмосфере Джонатан Фоли указывает на пределы безопасности некоторых процессов, происходящих в окружающей среде и оказывающих огромное влияние на устойчивость существования жизни. В материале «Как противостоять экологическим угрозам» группа специалистов пишет о том, что мы можем предпринять, чтобы удержать эти процессы в необходимых рамках. В статье «Отказаться от роста» Билл Маккиббен утверждает, что человечество сможет выжить, только отказавшись от курса на экономический рост в пользу разумного сохранения благосостояния и ресурсов. В последующем интервью с Маккиббеном редакция журнала *Scientific American* пытается поставить под сомнение это его утверждение. Согласитесь вы с выдвигаемыми положениями или нет, но мы надеемся, что эти материалы помогут вам получить дополнительные сведения и дадут пищу для размышлений. ■



## ■ ЧЕЛОВЕК В КОСМОСЕ ■ СУД НАД АВИАЦИЕЙ ■ ЗЛОВОННАЯ РЕКА ■

## ИЮНЬ 1960

**ТРЮКИ.** «Полет человека в космос сродни фокусу: человек не может сделать больше, чем автомат, его возможности даже меньше», — сказал Ванневар Буш (Vannevar Bush), председатель Совета управляющих Массачусетского технологического института, в обращении к Комитету по науке и авиации. — Есть много более важных вещей, которые следует сделать. Пока американцы еще не понимают различий и готовы время от времени увлекаться всем новым. Я не призываю полностью отказаться от возможности продемонстрировать миру наши достижения. Я не недооцениваю и влияния этого предприятия на наш боевой дух. Но пропагандистская шумиха, поднимающаяся вокруг программы, оставляет меня абсолютно безучастным».

## ИЮНЬ 1910

**ЦЕЛЕБНОЕ СРЕДСТВО.** Почти все известные минеральные воды обладают радиоактивностью. Отслеживание характера воздействия природной радиоактивности

предполагает также ее искусственное регулирование, чтобы придать лечебные свойства обычной ключевой воде или увеличить эффективность естественных источников. Эта идея впервые была реализована Администрацией муниципальных минеральных источников Бад-Кройцнаха, Германия, где используется и продается искусственно обогащенная радиоактивными веществами минеральная вода как для употребления внутрь, так и для ванн. Хотя водолечение при помощи радона — еще очень молодая отрасль, чтобы делать определенные выводы, оно несомненно станет ценным дополнением к методам современной медицины.

**ЛЕГАЛИЗОВАТЬ ПОЛЕТЫ.** При отмене решения судьи Хейзела в пользу братьев Райт в тяжбе с Кертисом, как и в аналогичном случае с судьей Хэндом в иске против Полана, Окружной апелляционный суд просто следовал общепринятой норме патентного права. Кертис уже был успешным летчиком до того, как братья Райт решили показать миру, что представляет собой летательный аппарат. Блерио также отважно экспериментировал в течение некоторого времени, прежде чем братья Райт совершили первый публичный полет. Удивительно, как суд низшей инстанции был не в состоянии найти в этих фактах достаточно свидетельств для вынесения соответствующего решения. С аннулированием решения суда низшей инстанции Окружным апелляционным судом развитие авиации в нашей стране ничем не сдержано.

**ЗАХВАТЫВАЮЩАЯ ГОНКА.** Летчик Чарлз Гамильтон (Charles K. Hamilton) совершил смелый перелет из Нью-Йорка в Филадельфию. Полет был спланирован газетами *New York Times* и *Public Ledger*. Гамильтон должен был доставить письмо мэра Нью-Йорка Гейнора губернатору штата Пенсильвания Стюарту в назначенное время. Значительную часть перелета авиатор соревновался со специально отправленным поездом, которому время от времени было сложно не отставать от аэроплана.

## ИЮНЬ 1860

**ВОНЮЧАЯ ТЕМЗА.** В прошлом году во время сильной жары, что не спадала три месяца, матушка Темза, прежде образцовая река, стала гигантской клоакой, распространяя тяжелое зловоние по всей британской столице. В представленном недавно отчете о ситуации содержится утверждение, что в течение июня, июля и августа в Темзу было сброшено дезодорирующих веществ (из них 478 т хлорной извести, и 4280 т мела) на \$88 тыс. Они были спущены в основном в канализацию, и поскольку температура воды оставалась высокой (20–23° С), от вони избавиться не удалось. В этом году предприняты усилия по обеспечению достаточных поставок перхлорида железа, дабы заглушить убийственное благоухание старушки Темзы. ■



АВИАЦИЯ, ВПЕРЕДИ! Чарлз Гамильтон обгоняет на биплане Кертиса железного коня, 1910 г.

# НЕОБЫЧНЫЙ ПРОЕКТ ЦЕНТРАЛЬНОГО МУЗЕЯ Вооруженных сил России

В мае 2010 г. посетители Центрального музея Вооруженных сил РФ в Москве могли приобрести к необычному культурно-историческому проекту «Из чего состояла Победа» в честь 65-летия победы. Проект обратил внимание на компании, производившие для фронта лекарства, шоколад, чай, книги,

водку, кинофильмы, газеты, обеспечивавшие работу транспорта и т.д.

На открытии выставки посетителям выдавали «посылки с фронта» с шоколадом «Гвардейский», чаем, бутылкой «Столичной», открытками. Фабрики «Рот Фронт», «Бабаевский», «Красный Октябрь», используя научный подход, обеспечива-

ли летчиков, подводников, многих других воинов и работников тыла шоколадом с питательными, тонизирующими свойствами. В военный паек мог входить и шоколад «Юла», произведенный на основе африканских орехов кола.

Американская компания *Coca-Cola* с каждой проданной бутылки газированного напитка отчисляла один цент на нужды войны, и на эти деньги, в частности, закупались «Студебеккеры» — грузовые машины, отправляемые по ленд-лизу в СССР. Именно они служили платформой для большинства знаменитых советских «Катюш».

В 1945 г. при вручении Нобелевской премии за открытие пенициллина и его лечебного воздействия при различных инфекционных болезнях было отмечено, что Александер Флеминг сделал для победы во Второй мировой войне больше, чем 25 дивизий.

Отдельная витрина дает представление о водке на войне. Советские секретные приказы и постановления, устанавливающие нормы и случаи употребления, иллюстрировались экспонатами, а специалист Музея истории водки рассказала о химии и совершенствовании технологий изготовления этого алкогольного напитка.

В музейном зале «Пропаганда» были представлены военное творчество киностудии «Мосфильм» и работа ежедневной газеты «Комсомольская правда». Пятьдесят избранных первых полос «Комсомольской правды» от начала войны до победного парада демонстрируются сейчас на территории России более чем в 20 пунктах при содействии «Альфа-банка».

Во время самой страшной в истории человечества войны железные дороги СССР справлялись с огромной нагрузкой. Для армии было доставлено 19,7 млн вагонов, 18 млн человек эвакуировали на восток страны, перевезли более 2,5 тыс. предприятий. Железнодорожникам пришлось восстанавливать 115 тыс. км путей, 46 тоннелей, 182 паровозных депо. Все это тре-



бывало знаний, самоотверженности, привлечения к работам женщин и подростков. Красный Крест во время войны подготовил более 260 тыс. медсестер, около 40 тыс. санитаров. 5,5 млн человек стали донорами, 700 тыс. литров крови было отправлено на фронт. Альпинисты были востребованы в спецоперациях, чему в музее посвящена особая экспозиция. Интересна история птиц и животных, которые помогали бойцам на различных фронтах и даже были награждены (например, британские голуби-почтальоны).

На открытии необычной выставки посетители могли пообщаться с ветеранами войны, поздравить их. Хороший подарок ветеранам преподнесла компания *Whirlpool*: микроволновые печи и холодильники — мирную и полезную технику. Выставку оживили шоу-показы

одежды и театральные постановки. В ходе проекта можно было узнать, как в боевых условиях осуществлялась инкассация, попробовать силы в виртуальной «игровой зоне».

Центральный музей Вооруженных сил России в 2009 г. отметил 90-летие, ежегодно его посещает около миллиона человек. Экспозиция музея размещается в 24 залах и на открытой площадке, коллекция включает более 800 тыс. военно-исторических памятников. Среди них знамена, награды, оружие и техника, предметы обмундирования и снаряжения отечественных Вооруженных сил и армий других государств, в том числе трофейные. Особым значением обладают реликвии, связанные с жизнью и деятельностью героев отечественной истории. Каждый экспонат стал объектом научных исследований. Например, Знамя

Победы, копию которого торжественно проносят на Красной площади во время парада 9 мая, до сих пор рождает множество дискуссий. Открытая смотровая площадка музея — это более 150 образцов боевой техники и вооружения Советской армии и Вооруженных сил Российской Федерации: от артиллерийских орудий времен гражданской войны 1918–1922 гг. до современных баллистических ракет. На этой площадке находится и американская ракета «Першинг-2», напоминающая о проблемах разоружения.

Участники и посетители выставки «Из чего состояла Победа» высказывали пожелание, чтобы компаниям не пришлось больше работать в условиях военного времени, а это во многом зависит от позиции ученых.

Дмитрий Мисюров

## БОРЬБА С КЛИМАТИЧЕСКИМИ ИЗМЕНЕНИЯМИ

### Положено начало сокращению выбросов двуокиси углерода

В течение следующих пяти лет вглубь скальных образований под электростанцией *Mountaineer* близ Нью-Хейвена, Западная Виргиния, будет закачено полмиллиона тонн диоксида углерода. Хотя это составляет менее 0,00001% мировых и менее 2% собственных выбросов  $CO_2$ , секвестирование, начавшееся в сентябре 2009 г., знаменует собой первую коммерческую демонстрацию единственного доступного технологически согласованного решения проблемы загрязнения окружающей среды угольными электростанциями, которому готовы последовать многие предприятия в мире.

На долю угольных электростанций в США приходится 50% производимой электроэнергии и 75% электроэнергии, производимой компанией *American Electric Power*, говорит Ник Акинс (Nick Akins), вице-президент компании, ответственный за производство, владе-

лец электростанции *Mountaineer*. Это предприятие может вырабатывать 1300 Мвт электроэнергии, что ставит его на первое место в США среди угольных электростанций как по мощности, так и по объемам выбросов углекислого газа. (США и Китай сжигают в год около 4 млрд т загрязненного каменного угля.)

В итоге все, от угольных компаний до защитников окружающей среды, расценили технологии улавливания и хранения углерода (CCS, *carbon capture and storage*) как решающий шаг к быстрому и значительному сокращению объема парниковых газов. Но была продемонстрирована лишь малая часть технологии улавливания углерода, и, за исключением использования  $CO_2$  в нефтедобыче, еще меньше — по хранению углерода.

На *Mountaineer* для улавливания углекислого газа будет применяться технология с охлажденным ам-

миаком. (Две другие — это либо сжигание угля в чистом кислороде и получение струи с высоким содержанием  $CO_2$ , либо отделение  $CO_2$  в процессе газификации угля.)

Выделенный углекислый газ сжимают по крайней мере до 907 кг на 6,5 кв. см, доводя до жидкого состояния, и закачивают под землю на глубину примерно 2,44 км. На такой глубине жидкий диоксид углерода течет сквозь пустоты, прилегающие поры горных пород, медленно распространяясь с течением времени и в конечном счете реагируя с материалом пород и соляными растворами. «Мы избегаем соляных каверн и подземных ручьев, допуская течение по микроскопическим пустотам, — поясняет Сюзан Ховорка (Susan Novorka), геолог из Техасского университета в Остине, рассказывая о технологии CCS. — Сложите все вместе, и получится большой объем». Дейс-





УСТАНОВКА ПО УЛАВЛИВАНИЮ УГЛЕРОДА на электростанции *Mountaineer* близ Нью-Хейвена, Западная Виргиния. Для улавливания диоксида углерода, образующегося при сжигании угля, используются газоочистители с охлажденным аммиаком

энергетические компании планируют запустить многомиллиардные электростанции с применением технологии CCS к 2011 г. Alabama Power может захоронить 150 тыс. т  $CO_2$  со своей электростанции на нефтяных месторождениях. В Китае есть несколько испытательных установок, в Исландии международная ассоциация ученых собирается закачивать  $CO_2$  в базальтовый горизонт, где вследствие реакций будут образовываться карбонаты.

Даже если диоксид углерода будет постоянно блокирован в скальных породах, остаются другие проблемы окружающей среды, связанные с углем. В данной технологии не предусматриваются защитные меры от негативных воздействий угледобычи, особенно вскрышных работ или токсических летучих частиц золы и т.д. Более того, хотя Управление по охране окружающей среды приступило к разработке норм по регулированию закачивания  $CO_2$  в скважины, до сих пор остается неясным, кому принадлежит пространство, состоящее из пор, а также кто несет ответственность в случае аварий, например прорыва газа наподобие гейзера.

Тем не менее при нечетком нормировании эмиссии энергетические компании готовятся к внедрению крупных проектов по использованию CCS-технологии в ближайшие десятилетия. «Наш первый проект должен быть окончательно готов к 2015 г., а к 2025 г. у нас уже будет значительное число установок на больших угольных станциях», — говорит Спицногль.

Это означает одно — высокие цены на электроэнергию. В мае 2007 г. Министерство энергетики подсчитало, что улавливание 90%  $CO_2$  при аминовой очистке дает повышение цен с \$63 до \$114 и выше за мегаватт-час. Для потребителя прибавка к стоимости обойдется в \$0,04 за киловатт-час: это неизбежная плата за меньшее количество парникового газа в атмосфере.

Дэвид Биелло

твительно, по оценке Министерства энергетики, в недрах США можно хранить 3,9 трлн т  $CO_2$ , — а это более чем достаточно, учитывая 3,2 млрд т ежегодных выбросов крупными промышленными предприятиями.

Геологическое основание *Mountaineer* составляют две свиты, подстилающие относительно непроницаемые горизонты, в которых будет храниться захваченный  $CO_2$ . «Часть нашего проекта направлена на выяснение их возможностей по поглощению  $CO_2$ », — говорит Гари Спицногль (Gary Spitznogle), управляющий CCS-технологией в *American Electric Power*. Как выяснилось, при таком подходе горные породы в Огайо смогли вместить меньше  $CO_2$ , чем ожидалось. Компания будет контролировать распростра-

нение диоксида углерода через три специально пробуренные скважины помимо двух, предназначенных для закачки в недра  $CO_2$ .

Процесс улавливания и хранения углекислого газа может показаться совсем не сложным с химической и геологической стороны, но он дорогостоящ для промышленного производства. Только *American Electric Power* заплатит \$ 73 млн лишь за технологию улавливания в *Mountaineer* и уже запросила \$ 334 млн из федерального бюджета на стимулирование работ, что составляет половину всей их стоимости. Компания рассчитывает расширять проект в размерах порядка 20% от будущей эмиссии электростанции.

Несмотря на крупные расходы, *Mountaineer* не одинока. В США



# ТЕМНАЯ СТОРОНА Черных дыр

## Темная материя могла бы объяснить наличие гигантских черных дыр в молодой Вселенной

Черные дыры с массой в миллиард масс Солнца и даже больше находятся в центрах многих галактик и управляют их вращением и эволюцией. Они не редкость в нашу эпоху, спустя 14 млрд лет после Большого взрыва, но в молодой Вселенной таких сверхмассивных черных дыр было мало, по крайней мере так предполагали. Обнаружение сверхмассивных черных дыр в эпоху, когда Вселенной было менее 1 млрд лет, озадачило ученых, поскольку современная теория эволюции звезд говорит, что для роста таких гигантов требуется много времени. Но, возможно, эту загадку поможет решить таинственная субстанция — темная материя.

Проблема молодых сверхмассивных черных дыр всплыла в 2003 г., когда около полудюжины их обнаружили в Слоановском цифровом обзоре неба. Согласно общепринятому взгляду, первые нормальные звезды родились, когда Вселенной было около 200 млн лет; но, если учитывать ее состояние в ту эпоху, из этих звезд могли получиться черные дыры с массами не более 100 солнечных. Оставалось слишком мало времени, чтобы к возрасту 1 млрд лет они успели слиться в монстры с массами в миллиард солнечных, замеченные в Слоановском обзоре.

Возможно, эту загадку поможет решить темная материя, считают физик-теоретик Кэтрин Фриз (Katherine Freese) из Мичиганского университета в Анн-Арборе и ее коллеги. Невидимая, но проявляющая себя через гравитацию, эта субстанция составляет не менее 80% материи Вселенной (и около четверти всей Вселенной). Но ученые не знают точно, из чего она состоит. Среди вероятных гипотетических кандидатов — слабо взаимодействующие массивные частицы под названием нейтралино. Сталкиваясь друг

с другом, они могут аннигилировать, выделяя тепло, гамма-лучи, нейтрино и частицы антивещества, такие как позитроны и антипротоны.

Фриз и ее соавторы вычислили, что когда Вселенной было от 80 до 100 млн лет, протозвездные газовые облака, охлаждаясь и сжимаясь, могли своим притяжением втягивать в себя нейтралино, которые аннигилировали, выделяли энергию, и так могли возникнуть первые звезды. Эти объекты, прозванные «темными звездами», питались темной материей, а не ядерной энергией, как обычные звезды.

Расчеты показывают, что рядом с темными звездами нормальные светила показались бы пигмеями. Обычным звездам требуется высокая плотность, чтобы заставить атомные ядра вступить в реакцию ядерного синтеза, но темным звездам такая плотность не нужна, поэтому наиболее крупные из них могут в 200 тыс. раз превосходить размером Солнце. Ученые оценили, что низкая температура поверхности темных звезд могла бы позволить им вырасти до массы в 1000 раз больше солнечной, тогда как предел для нынешних звезд — около 150 масс Солнца.

В статье, подготовленной для *Astrophysical Journal*, Фриз и ее коллеги показывают, что темные звезды могли бы вырастать до 100 тыс. масс Солнца и даже более к тому моменту, когда они израсходуют топливо и сколлапсируют. Проанализировав, насколько интенсивно нейтралино могут втягиваться в темные звезды и захватываться там атомами, они пришли к выводу, что частицы темной материи могли бы поддерживать рост темных звезд намного дольше, чем казалось ранее.

Израсходовав запас темной материи, сверхмассивная темная звезда должна сжаться до состояния

нормальной звезды, в ее недрах начнутся термоядерные реакции, и она будет светить около 1 млн лет. Но в конце жизни такие звезды не будут взрываться как сверхновые. «Они слишком массивны для этого», — говорит Фриз. Поэтому они будут непосредственно коллапсировать в черные дыры той же массы. Некоторые из них будут сливаться вместе, и через 1 млрд лет после Большого взрыва возникнут гигантские черные дыры.

Сверхмассивные темные звезды могут сиять в миллиард раз ярче Солнца, но, имея такую же температуру поверхности, будут светиться таким же желтым светом. Фриз надеется, что космический телескоп «Джеймс Уэбб», запуск которого планируется на 2014 г., будет способен заглянуть в такую даль, где он сможет увидеть эти рыхлые гиганты. В наше время темные звезды скорее всего не формируются, поскольку плотность темной материи сейчас в среднем в 8 тыс. раз ниже, чем в эпоху их активного формирования, когда Вселенная было намного компактнее.

Но не все верят в реальность темных звезд. Астрофизик Брайан О'Ши (Brian O'Shea) из Мичиганского университета заявляет, что эта идея основана на слишком вольных предположениях о свойствах темной материи. Например, если она в действительности состоит из других теоретически возможных частиц, называемых невидимыми аксионами, которые не аннигилируют друг с другом, то темные звезды не образуются.

Однако астрофизик Пол Шапиро (Paul R. Shapiro) из Техасского университета в Остине считает темные звезды «обоснованным следствием вполне разумной модели для темной материи». И если ученые действительно найдут темные звезды, то это поможет не только понять происхождение сверхмассивных черных дыр, но и узнать, из чего состоит темная материя. «Если темные звезды действительно существуют, — замечает О'Ши, — они должны быть невероятно холодными».

Чарлз Чой

# «Марс-500» — НОВЫЙ ЭТАП

## В 2010 г. эксперимент-имитация пилотируемого полета на Марс по плану должен выйти на новый уровень

Проект «Марс-500» проводится Государственным научным центром Российской Федерации — Институтом медико-биологических проблем РАН под эгидой Роскосмоса и Российской академии наук. Основой эксперимент — изоляция экипажа в условиях специально созданного наземного экспериментального комплекса — разви-

вался как 14-суточная изоляция (2007 г.), 105-суточная изоляция (завершилась в июле 2009 г.), наконец, 520-суточная изоляция должна начаться в этом году. Сейчас участники — отобранные кандидаты из России, Китая и Евросоюза — тренируются на тренажерах и в экстремальных природных условиях, дегустируют «марсианскую» пищу, учатся играть в шахматы, осваивают приемы психологической разгрузки, примеряют скафандры «Орлан-Э», которые будут использоваться в 520-суточном эксперименте для имитации выхода на поверхность Марса, а также изучают Медико-технический экспериментальный комплекс, где им предстоит жить.

Медико-технический комплекс ГНЦ РФ — ИМБП РАН создает условия, максимально приближенные к условиям реальных космических объектов. Существует даже специальный модуль — имитатор марсианской поверхности.

Как заявили ученые, основная цель эксперимента — изучение взаимодействия в системе «человек — окружающая среда» и получение экспериментальных данных о состоянии здоровья и работоспособности человека, длительно находящегося в условиях изоляции в герметично замкнутом пространстве ограниченного объема при моделировании основных особенностей марсианского полета (сверхдлительность, автономность, измененные условия коммуникации с Землей — задержка связи, лимитированность расходуемых ресурсов) и отработка технологий медицинского обеспечения космонавтов применительно к межпланетным перелетам.

Некоторые этапы тренировок сегодня можно увидеть на интерактивных панорамах в Интернете. Интересно, что первые подобные испытания в Институте медико-биологических проблем РАН проходили уже в 1967–1968 гг. Тогда во время так называемого «Года в земном звездолете» изолировали трех добровольцев.

Планируемый полет на Марс существенно отличается от полетов вокруг Земли и от полета на Луну. Исследователи на Земле с каждым экспериментом пытаются приблизиться к осуществлению межпланетной и вселенской мечты человечества.

Дмитрий Мисюров

### ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ ЭКСПЕРИМЕНТА:

1. Изучение влияния условий, моделирующих особенности пилотируемой марсианской экспедиции, на здоровье и работоспособность экипажа.
2. Организация деятельности экипажа и его взаимодействия с наземным центром управления с учетом особенностей, присущих марсианскому полету.
3. Отработка принципов, методов и средств контроля и мониторинга среды обитания при сверхдлительном пребывании экипажа в условиях замкнутого гомообъема.
4. Моделирование деятельности экипажа на поверхности Марса и динамических операций во время полета.
5. Отработка принципов, методов и средств контроля, диагностики и прогнозирования состояния здоровья и работоспособности, совершенствование средств оказания медицинской помощи и профилактики.
6. Совершенствование методов сбора, обработки и анализа медицинской и физиологической информации.
7. Создание и апробация справочно-информационной системы, обеспечивающей деятельность экипажа, хранение и передачу электронной информации.
8. Отработка средств и методов телемедицины для дистанционного контроля состояния здоровья человека.
9. Апробация методов и автономных средств психологической поддержки.
10. Оценка современных технологий, систем и средств обеспечения жизнедеятельности и защиты человека.

# КАНЦЕРОГЕНЫ ИЗ ТРЕТЬИХ РУК

Войдя в комнату заядлого курильщика, вы непременно почувствуете специфический запах, даже если сейчас здесь никто не курит

Опасно ли «курение из третьих рук» для здоровья? Исследователи из Национальной лаборатории им. Лоуренса в Беркли обнаружили, что частички табачного дыма не просто оседают на одежде, мебели, стенах, потолке и т.д. Содержащийся в них никотин взаимодействует с парами азотистой кислоты, которая попадает в воздух вместе с выхлопными газами автомобилей, выбросами тепловых электростанций и из многих других источников. В результате образуется канцерогенные веще-

ства — табакоспецифичные нитрозамины (*tobacco-specific nitrosamine, TSNA*).

Эти вещества содержатся и в самом табачном дыме, но в присутствии паров азотистой кислоты их содержание увеличивается в несколько раз за несколько часов. А поскольку никотин остается на поверхности предметов неделями и даже месяцами, суммарное воздействие *TSNA* на организм может быть даже более сильным, чем влияние непосредственно табачного дыма: нитрозамины попада-



ют в организм с вдыхаемым воздухом и поглощаются тканями организма. Первые, кто страдает от *TSNA*, — это дети.

Кэтрин Хармон

2010  
НТТМ



WWW.NTTM-EXPO.RU

## Юбилейная X ВСЕРОССИЙСКАЯ ВЫСТАВКА НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ТВОРЧЕСТВА МОЛОДЕЖИ

29 июня-2 июля  
2010 г.

Москва  
Всероссийский  
выставочный центр  
павильон 75

### НТТМ - НОВЫЙ ВЕКТОР ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ МОЛОДЁЖИ

- Научно-технические разработки, новаторские идеи творческой молодежи
- Экспертная и консультационная поддержка молодых ученых
- Парк научных открытий, интерактивные анимационные площадки, интеллектуальные игротехи
- Лучшие досуговые центры для детей и подростков
- Программы поддержки молодых специалистов от крупнейших Госкорпораций

**ПОБЕДИТЕЛИ** конкурсных программ НТТМ выдвигаются на:

- получение премии для поддержки талантливой молодежи
- присуждение гранта по программе «У.М.Н.И.К.»
- награждение медалью «За успехи в научно-техническом творчестве»

**Приглашаем в мир безграничных возможностей  
для творческой самореализации**

**ОРГАНИЗАТОРЫ:**  
Федеральное агентство по делам молодежи  
Правительство Москвы  
Совет ректоров вузов Москвы и Московской области  
ОАО «ГАО «Всероссийский выставочный центр»

**ПРИ ПОДДЕРЖКЕ:**  
Министерства спорта, туризма и молодежной политики Российской Федерации  
Министерства образования и науки Российской Федерации  
Торгово-промышленной палаты Российской Федерации



# АРОМАТ ЗВУКОВ

## Наше обоняние небезразлично к звукам

Известно, что качество кулинарных изделий зависит не только от их вкуса, но и от запаха. Однако недавно обнаружилось, что свой вклад вносит также слух: оказывается, информация, получаемая мозгом через обонятельные рецепторы, изменяется с изменением характера звуков и их громкости.

Открытие обонятельно-слухового чувства было сделано Дэниелом Уэссоном (Daniel Wesson) из Научно-исследовательского института психиатрии Натана Клайна в Оринджбурге, штат Нью-Йорк, случайно. «Я просто пытался понять, каким образом обонятельный бугорок реагирует на запах», — говорит он, имея в виду некую структуру в области основания головного мозга, чья причастность к восприятию запаха была обнаружена только в 2004 г. Однажды, попивая кофе за лабораторным столом, Уэссон заметил, что у исследуемой мыши возросла импульсная активность бугорка.

Вместе со своим коллегой Доналдом Уилсоном (Donald Wilson) из того же института Уэссон тут же принялся детально исследовать природу такой активности. Прежде всего было показано, что бугорок действительно реагирует на запах: 65% его клеток у 23 анестезированных мышей активировались под влиянием по крайней мере одного из пяти запахов. Данное открытие было важно само по себе, поскольку никто не знал, различают ли клетки бугорка запахи. Считалось, что на это способна лишь грушевидная область коры головного мозга. Уэссон и Уилсон повторили эксперимент, однако на этот раз стимулом служил звук; на него отреагировали 19% клеток.

Последующие опыты «полностью изменили наш взгляд на восприятие запаха», — говорит Уэссон. — Мы воздействовали на клетки бу-



ВОЗМОЖНО, ТО, ЧТО ВЫ СЛЫШИТЕ ВО ВРЕМЯ ЕДЫ, влияет на восприятие ее запаха

горка комбинацией запахов и звуков и увидели, что в 29% случаев реакция усиливается или подавляется в зависимости от наличия или отсутствия второго стимула». Например, иногда клетки не реагировали ни на запах, ни на звук, но активировались — причем в значительной степени — в ответ на комбинацию таких стимулов.

Свидетельства взаимозависимости звуковых и обонятельных ощущений появились еще в середине 1800-х гг. Тогда французский парфюмер Септимус Пьесс (G.W. Septimus Piesse) составил каталог запахов, основанный на аналогии со звуковыми стимулами. Од-

нако Уэссон и Уилсон стали первыми, кто дал этим свидетельствам нейрофизиологическое объяснение. Впрочем, следует учитывать, что электрическая активность не всегда точно соответствует восприятию, поэтому не мешало бы проверить, какой именно запах ощущают мыши и что они слышат. Изменение сенсорной активности, даже меньшее, чем в описанных экспериментах, может оказать существенное влияние на восприятие. «Теоретически одного всплеска активности может быть достаточно, чтобы различить по запаху мандарин и манго», — говорит Уэссон.

Обонятельно-слуховая интеграция — еще одно свидетельство тесной взаимосвязи сенсорных систем разного типа. «Если нам хочется думать, что человеку свойственны пять видов чувств, это не значит, что так оно и есть», — замечает Доналд Кац (Donald Katz), нейробиолог из Университета Брандейса. — В конце концов, наш мозг воспринимает объект в целом и затем обрабатывает информацию».

Обонятельно-слуховое чувство имеет многообразные проявления. Возможно, именно оно причастно к такому таинственному патологическому состоянию, как синестезия, при котором вы «видите цвет музыки». Уэссон и Уилсон планируют создать устройство, которое посылало бы звуковой сигнал собаке-ищейке всякий раз, когда она «ловит запах», с тем чтобы повысить ее чувствительность к взрывчатым и другим опасным веществам. Но для этого придется выяснить в деталях, звуки какой частоты и громкости наиболее эффективно усиливают или подавляют восприятие запаха.

Кое-какие эксперименты вы можете проделать сами. Проверьте, на каком звуковом фоне запах блюда — а значит, и его вкус — кажутся вам более привлекательными. Возможно, под песенки в исполнении Бейонсе ризотто с шафраном понравится вам больше, чем под музыку Бетховена.

Линн Пиплз





Вторая международная специализированная выставка

# ИННОВАЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ

1 - 3 марта, 2011

Москва, МВЦ Крокус Экспо, павильон 1, зал 1

## ОРГАНИЗАТОР:

Выставочная компания "Мир-Экспо"



## ПРИ ПОДДЕРЖКЕ:

Института металлургии и материаловедения  
им. А.А. Байкова Российской Академии Наук,  
Союза Термистов России, Союза производителей композитов.

## ОСНОВНАЯ ЦЕЛЬ ВЫСТАВКИ:

Проведение мероприятия, способствующего экспонентам в налаживании новых деловых контактов и партнерских отношений, развитию и внедрению инновационных материалов и технологий в различных отраслях промышленности.

## ОСНОВНЫЕ РАЗДЕЛЫ:

- Магниты
- Функциональные наноматериалы
- Высокочистые вещества
- Техническая керамика
- Редкоземельные металлы

## ДЕЛОВАЯ ПРОГРАММА:

2 марта 2011 г. в МВЦ "Крокус Экспо", павильон 1, зал 1, в рамках выставки проводится  
**Вторая научно-практическая конференция "Перспективы использования инновационных материалов и технологий в промышленности"**.

## ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА:



Оргкомитет: ООО «Выставочная компания «Мир-Экспо»  
Россия, 115533, Москва, проспект Андропова, 22  
Тел./факс: 8 499 618 05 65, 8 499 618 36 83, 8 499 618 3688  
imt@mirexpo.ru | www.mirexpo.ru

# НАУКА С ДЕТСКОГО САДА

**Закладывать основы научного мировоззрения необходимо с младых ногтей, но зачастую этому важнейшему аспекту не уделяется должного внимания**

Исследования показали, что у детей уже в дошкольном возрасте формируется негативное отношение к науке, что может впоследствии отрицательно сказаться на уровне их образования. Когда исследователи опросили малышей из обычных детских садов, обнаружилось, что только треть детей имеют хоть какие-то естественнонаучные представления, полученные как в процессе обучения, так и из других источников. Многие говорили о том, что наука — это для старших детей и для взрослых, а они еще слишком малы. Попросите группу пятилеток описать ученого — и вы получите многократно повторяющуюся картину лаборатории, заполненной одетыми в белое людьми.

Эти данные не позволяют делать выводы о качестве образования в США, но естественнонаучные предметы долго были бедными родственниками чтения и счета. В одном из докладов говорится, что даже в начальной школе преподавание этих предметов происходит «бессистемно и нерегулярно, без использования методов, способствующих развитию научного мышления у детей».

Конечно, педагоги поставлены в сложную ситуацию, когда необходимо совершать выбор между многими предметами, поскольку времени отведено мало. Если нужно сделать акцент на естественные науки, от чего-то придется отказаться.

Возможно, жертв не понадобится. Специалисты в области психологии образования из Института Пердью разработали новый подход к преподаванию в детском саду основ научного знания, объединив их с развитием речи, письмом и чтением. Это

позволит не только расширить активный и пассивный словарь детей, но и закрепить новые знания, создавая ситуации, когда навыки письма становятся практически необходимыми. Дети старшего дошкольного возраста смогут прикоснуться к волшебной силе слов, открыть то, с чем они раньше не сталкивались, добираясь до скрытого смысла сложных слов типа «инъекция». И пускай малыши не всегда могут написать его правильно.

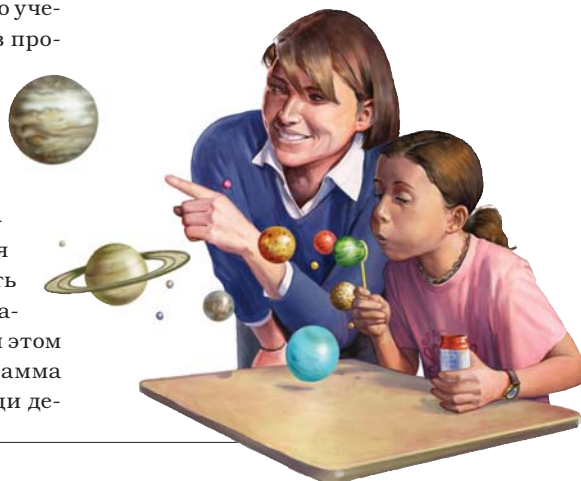
Новый подход Института Пердью — программа «Научная грамотность» (*Scientific Literacy*) — позволит познакомить детей с идеями, что наука — это способ познания мира, и возможности ее огромны. Для проведения занятий не требуется ни дорогого оборудования, ни самых свежих мультфильмов или компьютерных игр. Достаточно правильно подобранной научной литературы, которую взрослые часто ошибочно считают слишком скучной или сложной для детей, простейших естественнонаучных опытов, таких как растворение солей, и ведения собственных научных журналов наблюдений.

Исследователи выяснили, что ученики, принимавшие участие в проекте, значительно опередили в развитии тех, кто занимался по традиционным программам. Дети старших групп быстро овладевали навыками формулировать вопросы, проводить наблюдения и ставить эксперименты, делать выводы и делиться своими наблюдениями — и получали при этом огромное удовольствие. Программа дала хорошие результаты среди де-


тей, принадлежавших к различным этническим и социальным группам, а кроме того помогла преодолеть гендерные различия. Группа исследователей из Иллинойского университета в Чикаго работает над схожим проектом — Объединенным положением о научной грамотности ([www.uic.edu/educ/ISLE/](http://www.uic.edu/educ/ISLE/)) — для школьников 1–3 классов.

Национальный исследовательский совет длительное время делал упор на «научное информирование», его национальные стандарты научного образования дают представление о естественнонаучных предметах как о процессе исследования и усвоения некоторых фундаментальных понятий в отличие от более традиционного, основанного на широком, но поверхностном знании подхода. Однако здесь многое зависит от того, как сами преподаватели понимают, что такое основанные на исследованиях уроки. Необходимо обучать учителя тому, как преподавать естественнонаучные дисциплины. Курсов повышения квалификации будет недостаточно, так же как молодым выпускникам вузов не хватает краткого курса педагогики.

Дети — естествоиспытатели по своей природе: мало того, что они любознательны и энергичны, у них есть экспериментаторский инстинкт. Цель естественнонаучного образования на самых ранних уровнях должна состоять в том, чтобы поощрять и совершенствовать врожденную любовь ребенка к исследованию окружающего мира и помочь ей перерасти в истинную научную грамотность.





 Стратегический партнер  
Форума

**НОВИКОМБАНК**

Официальный спонсор Форума

 **РОСОБОРОНЭКСПОРТ**



# ТЕХНОЛОГИИ В МАШИНОСТРОЕНИИ

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ФОРУМ **2010**

## В рамках Деловой программы:

Пленарное заседание

«Техническая  
и технологическая модернизация  
машиностроительного комплекса –  
основа развития экономики страны»

Конференции:

- «Оснащение Коллективных сил оперативного реагирования ОДКБ современными образцами вооружения и специальной техники»
- «Прогнозирование перспективных направлений развития машиностроения и выработка стратегий реализации проектов развития»
- «Формирование инвестиционного климата в машиностроительной отрасли»
- Международный форум «Беспилотные многоцелевые комплексы»

## В рамках Выставочной программы:

Международная выставка

по технологиям в машиностроении

«**ИНТЕРМАШ-2010**»

IV Международный Салон вооружения

и военной техники «**МВСВ-2010**»

Международная выставка

«**АЭРОСПЕЙС-2010**»

Международная выставка

«**Беспилотные многоцелевые комплексы UVS-TECH 2010**»

**На полигоне Форума - показ новинок вооружения, военной и специальной техники**

30 июня – 4 июля 2010 г.  
Москва • Жуковский,  
аэродром Раменское • ТВК «Россия»

ДИРЕКЦИЯ ФОРУМА: 119048 МОСКВА УЛ. ЕФРЕМОВА 12, СТРОЕНИЕ 2  
КОНТАКТНЫЙ ЦЕНТР, ТЕЛ. +7 499 929 5138  
WWW.FORUMTVM.RU • E-MAIL: INFO@FORUMTVM.RU

Генеральные информационные партнеры:

**ИЗВЕСТИЯ**

@mail.ru



**РИА НОВОСТИ**



**АВТО  
РАДИО**



# библиотека для науки, ОБРАЗОВАНИЯ И КУЛЬТУРЫ

Всероссийская государственная библиотека иностранной литературы им. М.И. Рудомино (ВГБИЛ) — своеобразный феномен Москвы, России и мира. Здесь работают Американский центр, Французский культурный центр, Британский совет, Отдел японской культуры Japan foundation, Латиноамериканский культурный центр им. Симона Боливара, Голландский образовательный центр, Дом еврейской книги, Информационный центр Совета Европы в России и многие другие. О комплексном развитии библиотек в контексте науки, образования и культуры корреспондент «В мире науки» Дмитрий Мисюров беседовал с директором ВГБИЛ, кандидатом филологических наук **Екатериной Юрьевной Гениевой**.



— **Екатерина Юрьевна, как вы оцениваете роль библиотеки в современном обществе?**

— Во все времена и у всех народов библиотеки играли чрезвычайно важную роль. Если говорить о современном состоянии библиотек в России, то по многим причинам, в том числе из-за дороговизны книг, библиотеки превращаются в культурные центры. Вокруг них сосредотачивается духовная жизнь, что особенно заметно на маленьких территориях. Поэтому общество и правительство должны обращать все больше внимания на библиотеки, но не только как на хранилища литературы, а как на места, способствующие сплочению сообществ и созданию новых коммуникаций.

— **Сказывается ли технологический прогресс на работе библиотек?**

— Библиотеки, как и все, переживают техническую революцию. Если говорить об использовании компьютеров, новых технологий, то в России этот процесс отстает от США, Великобритании, Франции, Голландии, Германии и ряда других стран. Тем не менее технологии меняют облик российских библиотек, однако с традиционной точки зрения — не всегда в лучшую сторону. Современные технологии способствуют тому, что читателю не обязательно приходить в библиотеку, он превращается в удаленного пользователя. Сказать, хорошо это или плохо, — все равно, что оценивать, хорошо или плохо появление мобильного телефона. Это факт нашей жизни, и можно лишь прогнозировать, фантазировать о будущем. Но уже сейчас фантазии моей студенческой жизни осуществились — можно не отходя от стола и компьютера набрать адрес Библиотеки Конгресса США и получить нужную информацию, а не рыться в десятках справочников и все равно чего-то не найти.

— **Значит, будущее за дистанционным бесплатным доступом к содержимому библиотек?**

— Идея бесплатного дистанционного доступа давно будоражит умы.

И я эту идею поддерживаю. Ее могут не разделять авторы и издатели из-за финансовых обстоятельств. Но есть выход: информацию можно сделать доступной в пространстве библиотек и недоступной для коммерческого использования. Это вопрос технологий. Новое поколение выбирает Интернет, но с философской точки зрения Всемирная паутина — загадочная вещь, законы которой еще предстоит раскрыть. Мы до конца не знаем, как это пространство воздействует на нас. Хотя я, наверное, человек прошлого века — мне приятнее написать и отправить традиционное письмо, чем пользоваться электронной почтой.

Будущее библиотек мне видится в их модификации в культурные коммуникационные центры. Имею право так говорить, потому что в Библиотеке иностранной литературы

ний. И нужна политическая воля, понимание важности библиотек. Когда В.В. Путин сказал, что самое главное — библиотеки, только ленивый не повторил эти слова. Однако от этих слов должна идти практическая программа. Пока в России нет системной государственной библиотечной программы, которая действительно обеспечит динамичное развитие, голос библиотек звучит слабо.

Сами библиотеки — не коммерческий институт. Нельзя много заработать на ксерокопиях книг и подобной работе. Для развития нужны нормальные финансовые средства. Надеюсь также, что история сделает круг и на новом уровне подойдет к тому, что было в XIX — начале XX в.: должны появиться меценаты, благотворители, так сказать, в большем масштабе. Они вместе с государством смо-

## Общество и правительство должны обращать все больше внимания на библиотеки, но не только как на хранилища литературы, а как на места, способствующие сплочению сообществ и созданию новых коммуникаций

такой опыт имеется: за последние 15 лет мы перешли в это качество. Важны и технологическое развитие, и электронные ресурсы, но ценность в том, чтобы библиотека была площадкой межкультурного, межнационального, межэтнического, межрелигиозного диалога. И все это — на фундаменте книги, в какой бы форме она ни существовала.

— **Что в первую очередь необходимо российским библиотекам?**

— Рецепты российских преобразований просты — не принимать нелепые законы, консультироваться с библиотечными работниками. Необходимо, чтобы было решительно увеличено финансирование библиотек на комплектование, новые технологии. Надо, чтобы обязательно выделялись деньги на ремонт зда-

гут помочь библиотекам и построить, как в XIX в., новые библиотеки. Такие благотворители, новые Соросы, в России уже имеются — В.О. Потанин, М.Д. Прохоров и другие, эти люди повернуты в сторону молодежных проектов. Наша библиотека помимо государственных средств финансируется за счет соглашений с международными культурными центрами и т.д.

— **В Библиотеке иностранной литературы проходит множество мероприятий — выставки, концерты, лекции, фильмы, конкурсы, презентации культурных и информационных центров, работают всевозможные обучающие программы... Вы разделяете научную и культурную составляющие столь бурной деятельности?**



— Деление сделает каталог, наша библиотека прежде всего гуманитарная, в ней 17 культурных центров. В гуманитарной составляющей, конечно, имеется «высококолая» научная литература, но существует и не обязательно высоконаучная деятельность. Здесь очень зыбкая грань, тем более между наукой и культурой. Вот книга В.В. Иванова — это наука или культура? Или работы А. Тойнби — это наука или культура?

Конечно, мы стараемся собирать в библиотеку достаточно научных изданий, работать с научными издательствами, чтобы не было стыдно перед учеными, но все равно это мало для такой страны, как наша, и такой библиотеки.

Важно, что библиотечные культурные центры объединяют науку, культуру и образование, поддерживают к ним интерес. Основные посетители библиотеки — студенты, научные работники, переводчики, дети и другие — довольно широкий социологический срез. В библиоте-

## Пока в России нет системной государственной библиотечной программы, которая действительно обеспечит динамичное развитие, голос библиотек звучит слабо

ке хорошие тематические залы — например, зал искусства, или лингвистический зал, куда перешла литература Британского совета. Лингвистика востребована чрезвычайно широко, это и практическая лингвистика — преподавание языков, и наука. В отдел религиозной литературы приходят люди, интересующиеся религией, представители различных конфессий, имеются редчайшие издания.

Издательский центр предоставляет литературу и для обычного читателя, даже детскую литературу, и в то же время издает научные работы. Перед вами научное издание «Хождение во Флоренцию. Флоренция и флорентийцы в русской куль-

туре. Из века XIX в век XXI». Еще одно научное направление — гофманиана, тема «Гофман в русской культуре». Мы издаем около 90 книг в год. Печатаем в России, Германии — ищем, где выгоднее и качественнее. Печатаем на русском языке, и на других языках, например билингвы. Пушкин — русско-французский, Тютчев — русско-английский, Лермонтов — русско-английский, Цветаева — на трех языках, сейчас издаем Есенина на 14 языках. Этим занимается особый отдел библиотеки — научно-библиографический. Работаем и над проблемами перевода, действует школа перевода, проводим семинары. Очень много внутренней работы, о которой посетителям библиотеки не обязательно знать. Им важен результат.

Читателю важно, что, например, во Французском культурном центре он найдет больше информации по французской литературе, журналам, фильмам и т.д. То же самое в Американском центре и других.

Но ВГБИЛ — это единое пространство книги, где все взаимосвязано, одно «переливается» в другое. Мы начинали с открытия центров, связанных с наиболее распространенными языками мира — английским, французским, немецким, а потом «пошли» на Восток и в Латинскую Америку. Надеюсь, что наше путешествие еще не закончено. Важно, чтобы в этом библиотечном пространстве, своеобразном российском аналоге французского Центра Жоржа Помпиду, присутствовали и наука, и образование, и культура в неразделимом единстве.

— **Таким образом, если продолжить тенденцию, в перспективе в библиотеке могут появиться**



### около 200 культурных центров для всех стран мира?

— Библиотека работает со 147 языками. Но если какой-то язык начинает по каким-то причинам все более раскрываться, как лотос, — появляется культурный центр. Сейчас ведем переговоры с посольством Ирландии об открытии ирландского культурного центра, планируется турецкий центр... Это улица с двусторонним движением. Формы взаимодействия могут быть разными. Вот на столе кирпич, подаренный мэром города Дублина, из дома, где происходит действие рассказа Джеймса Джойса «Мертвец» из сборника «Дублинцы». Надеюсь, он ляжет в фундамент Ирландского центра.

— **Во внутреннем двореке ВГБИЛ — уникальный «сад скульптур». По какому принципу собираются эти произведения искусства и науки?**

— Скульптуры очень важны для образования, можно назвать их отпечатками мировой культуры; почти все посетители библиотеки оста-

навливаются, чтобы приобщиться к аллее великих людей. Конечно, все связано с книгами. Здесь Леонардо да Винчи, Милорад Павич, Симон Боливар, Генрих Гейне, Рауль Валленберг, Никколо Макиавелли и многие другие. У каждой скульптуры — своя судьба. Например, бюст Валленберга создал итальянец, который рассказал, что камень бюста напоминает камень Стены плача. Здесь все очень символично.

— **Скульптурные образы впечатляют, как и работа библиотеки. А каким должен быть настоящий ученый?**

— Это все равно, что спросить, каким должен быть гений. Вот представляем портрет настоящего ученого — и рисуется образ седовласого старца с бородкой, благородным выражением лица, в очках. Например, доктор Роуэн Уильямс, архиепископ Кентерберийский, славист, вполне соответствует такому образу. Или говорят о традиционной рассеянности ученых. Не буду утверждать, что доктор Джеймс Биллингтон, большой специа-

лист по русской культуре, директор Библиотеки Конгресса США — рассеянный человек, но у него какие-то особые отношения со временем. Мой дед — профессор, доктор наук, занимавшийся сложными инженерными вопросами, в домашней обстановке был весьма косноязычен, а на кафедре — Демосфен, можно было заслушаться. Такие противоречия тоже встречаются. Хочется сказать: «Настоящий ученый должен быть интеллигентным человеком». Но ученый — не обязательно человек интеллигентный. Должен ли ученый быть человеком широких взглядов? Увы, тоже не всегда. Напротив, часто научная специализация задает границы, хотя теоретически ученые могут рассуждать на всевозможные темы. Ученые — разные, иногда противоречивые люди, у которых в голове много осмысленной и переосмысленной на свой лад информации. Наверное, важно выделить что-то главное и, видимо, это особое отношение к книге и информации. ■

Беседовал Дмитрий Мисуров

ежемесячный научно-информационный журнал

# SCIENTIFIC AMERICAN В мире науки

www.sciam.ru

Подробности по телефонам:  
925-03-72 и 727-35-30

ЛУЧШИЕ МАТЕРИАЛЫ ЖУРНАЛА «В МИРЕ НАУКИ»,  
О ТАЙНАХ МОЗГА И СОЗНАНИЯ —  
ТЕПЕРЬ НА CD-ДИСКАХ



# ВОСЕМЬ ЧУДЕС СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ

Художник Рон Миллер приглашает нас в путешествие, в результате которого перед отважными исследователями Солнечной системы откроются восемь самых захватывающих ее картин. Масштабы этих чудес природы затмевают все известное на Земле. Что мы увидим и почувствуем, если отправимся в эти далекие миры? Вдохновляясь данными, переданными космическими зондами NASA, такими как «Кассини», исследующий сейчас систему Сатурна, и «Мессенджер», трижды пролетевший рядом с Меркурием и готовый выйти на орбиту вокруг него в марте будущего года, воображение художника впервые открывает нам вид на эти незабываемые места

Эдвард Белл

---

ИЛЛЮСТРАЦИИ РОНА МИЛЛЕРА

---

1

КОЛЬЦА САТУРНА

**В**ы летите в тропосфере Сатурна, под самой грандиозной кольцевой структурой в Солнечной системе. Немного найдется столь потрясающих видов. В 75 тыс. км над вашей головой парят белые ледяные кольца. Все вокруг освещено их сиянием. Не менее шести лунных серпиков видно на небе. Лучи заходящего Солнца, преломившись в кристаллах аммиачного тумана, образуют маленькую радугу — «ложное солнце». Навстречу несутся аммиачные облака со скоростью более 1,5 тыс. км/ч. Это один из самых стремительных ветров в Солнечной системе. Под вами бездна в 30 тыс. км, где такое давление, которое сокрушит любую нашу технику: там сплошной океан жидкого металлического водорода. У этой планеты нет твердой поверхности, где вы могли бы приземлиться.





## 2

### КРАСНОЕ ПЯТНО ЮПИТЕРА

Путешественнику трудно даже представить себе истинный масштаб этого крупнейшего в Солнечной системе антициклона. Отсюда мы можем окинуть взором лишь малую часть Большого красного пятна. Оно возвышается над окружающими облаками более чем на 8 км. Между ним и этими облаками сверкают молнии, способные разнести в пыль целый город. Ветры на периферии этого антициклона кружатся со скоростью более 400 км/ч. Пятно совершает один оборот против часовой стрелки за семь дней. Рожденная этим суперштормом турбулентность производит оглушительный рев. Две таких планеты, как Земля, легко поместятся внутри этого штормового монстра, который вращается в южном полушарии Юпитера уже не менее 400 лет. И не ясно, когда он остановится.







# 3

## ДОЛИНЫ МАРИНЕРА НА МАРСЕ

**К**ак известно, люди падают на колени и рыдают, глядя на Большой каньон в Аризоне. Можно лишь гадать, что сделает первый путешественник, попавший в Долины Маринера, когда увидит этот каньон. Это гигантская тектоническая трещина почти 6,5 км в глубину и такая широкая, что в некоторых местах вы вряд ли увидите противоположный склон. Она растянулась бы в США из Нью-Йорка до Калифорнии — четверть оборота вокруг Красной планеты. На одном ее конце Солнце восходит часов на шесть раньше, чем на другом. Когда-то потоки воды неслись по этим просторам. А теперь путешественник видит, как холодный туман заполняет долину, когда Солнце опускается за горизонт.



## 4

### ГЕЙЗЕРЫ ЭНЦЕЛАДА

**П**режде чем увидеть что-либо, вы почувствуете зловещий гул, и мощная вибрация сотрясет вас с ног до головы. Затем произойдет извержение: два гигантских ледяных фонтана вырвутся с поверхности Энцелада, извергая ледяные кристаллы в космическое пространство со скоростью более 1,6 тыс. км/ч. Эту безмолвную мощь освещает далекое Солнце. Энцелад — всего лишь шестой по размеру спутник Сатурна; сила тяжести на его поверхности в 16 раз меньше, чем на Луне. Но путешествие по нему не станет легкой прогулкой: туристам, возможно, потребуются как ранцевые двигатели, так и большая осторожность, чтобы избежать тех долин, где могут рождаться мощные гейзеры.



# 5

## ГЕЙЗЕРЫ ТРИТОНА

Посетители Тритона, крупнейшего спутника Нептуна, будут наслаждаться видами криогейзеров, выбрасывающих, вероятно, азотный снег и темные органические соединения. Эти гейзеры, похожие на столбы дыма, можно будет заметить за километры, поскольку в разреженной атмосфере они взлетают более чем на 8 тыс. м, прежде чем их вершины сносит потоком постоянно дующего ветра. Метановый и азотный лед покрывает поверхность этого спутника, температура которой равна почти  $-200^{\circ}\text{C}$ .





# 6

## ВЕЧНО ОСВЕЩЕННЫЕ ВЕРШИНЫ

**Н**едалеко от дома, на нашей собственной Луне, тоже есть уникальное явление. Это открытые в 1994 г. в кратере Пири вблизи северного полюса так называемые «вечно освещенные вершины» — пока единственное известное место в Солнечной системе, где никогда не заходит Солнце. (Подобные точки могут быть и на Меркурии, но их еще не обнаружили.) Эти необычные условия сложились потому, что ось вращения Луны почти перпендикулярна плоскости ее и земной орбиты вокруг Солнца. Эти вершины, несомненно, станут вожделенными для туристов, а в один прекрасный день здесь может возникнуть и первая лунная база. Температура в этом районе колеблется довольно слабо, градусов на 20, что идеально подходит для его обживания. А возможность найти здесь водяной лед станет дополнительной приманкой.

# 7

## КРАТЕР ГЕРШЕЛЬ НА МИМАСЕ

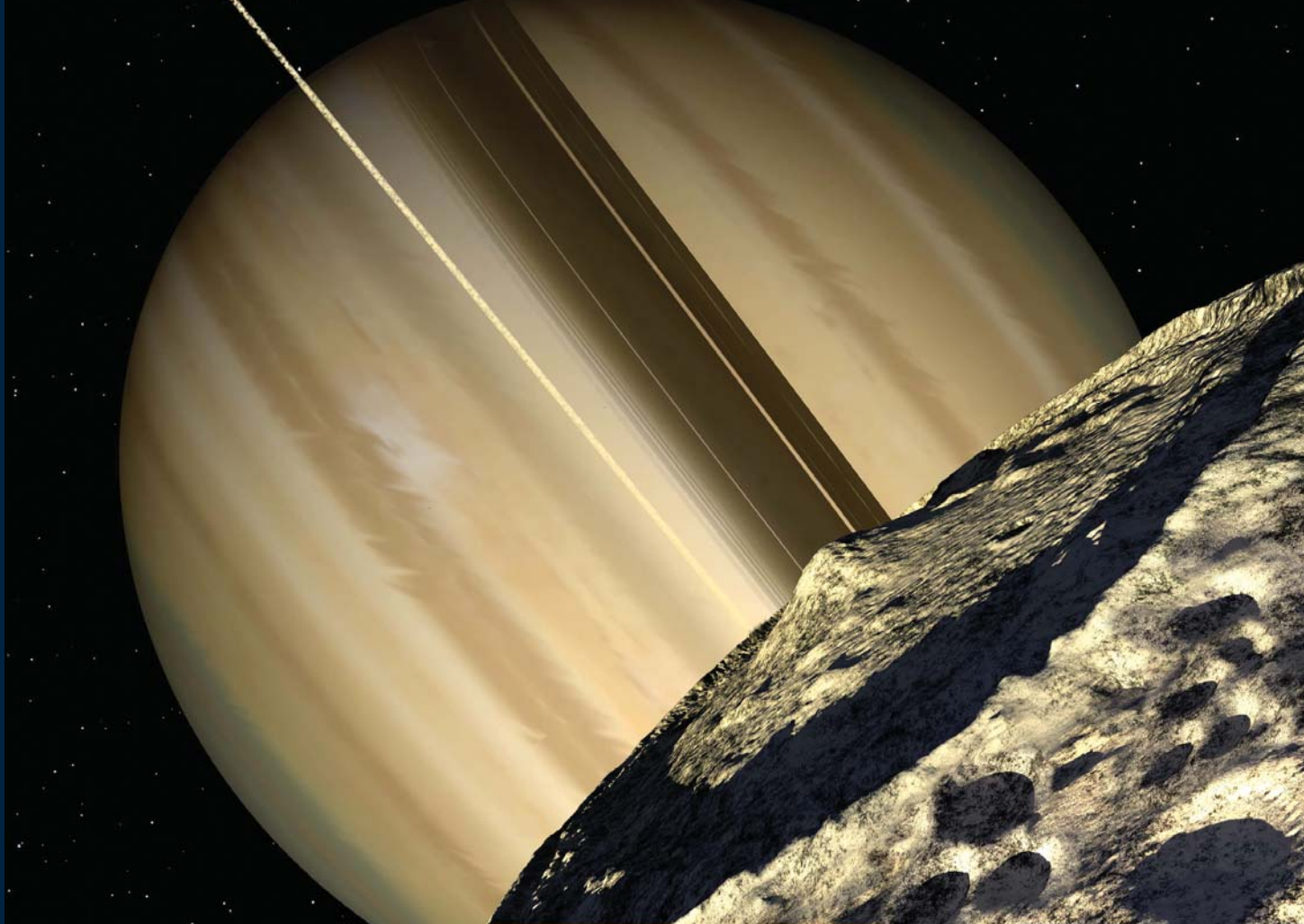


Мимас

**Б**есстрашные альпинисты, поднявшиеся на пик в центре кратера Гершель на спутнике Сатурна Мимасе, окажутся более чем в 6 тыс. м. над дном бассейна. Окруженные валом кратера, поднимающимся почти до 5 тыс. м, с дивным видом на гигантский Сатурн (*справа*), путешественники будут удивляться, как смог Мимас пережить столкновение, оставившее после себя 139-километровую воронку размером почти в треть диаметра спутника.







## 8 ВОСХОД СОЛНЦА НА МЕРКУРИИ

Любоваться рассветом и закатом на Меркурии нужно в очках: Солнце там выглядит в два с половиной раза больше, чем на Земле. А восходит и заходит оно в некоторых областях планеты трижды в течение меркурианских солнечных суток. Немного поднявшись из-за горизонта, оно останавливается и вновь ныряет под него, а затем уже восходит «по-настоящему»; такой же кульбит оно исполняет и при заходе. Происходит это потому, что Меркурий делает три оборота вокруг оси за время двух оборотов вокруг Солнца, и еще потому, что его орбита эллиптическая.

Перевод: В.Г. Сурдин

### ОБ ИЛЛЮСТРАТОРЕ

**Рон Миллер** (Ron Miller) — автор и иллюстратор более 40 книг, в том числе написанных вместе с планетологом и художником Уильямом Хартманном (William K. Hartmann). В апреле 1997 г. его статья «Жюль Верн: непонятый мечтатель» была опубликована в журнале *Scientific American*. Он получил Премию Хьюго за свою научную фантастику и Мемориальную премию Рудо Международной ассоциации астрономических художников.

### ОБ АВТОРЕ

**Эдвард Белл** (Edward Bell) — арт-директор журнала *Scientific American*.

### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

■ Виртуальный тур «Кассини». Программа *The Cassini at Saturn Interactive Explorer (CASSIE)* позволит вам «облететь» Сатурн и его спутники в 3D-формате. Вы сможете вести наблюдение из любой точки экспедиции: <http://saturn.jpl.nasa.gov/video/cassinivirtualtour/>





## ПО ДИСТАНЦИОННОМУ ОБУЧЕНИЮ



# 16 – 17 июня 2010

Москва, ЦВК «Экспоцентр»



### eLearnExpo Moscow - это

- Крупнейшее международное мероприятие в России в области обучения и подготовки персонала с использованием информационно-коммуникационных технологий
- Возможность ознакомиться с опытом компаний, успешно внедривших технологии e-Learning
- Факты, тенденции и перспективы мирового рынка e-Learning
- Доклады, семинары, мастер-классы и круглые столы по наиболее актуальным вопросам e-learning с участием специалистов со всего мира
- Российские и зарубежные экспоненты, представляющие широкий круг оборудования, программного обеспечения и услуг, предназначенных для корпоративного сектора и образовательных учреждений.



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

[elearnexpo](http://elearnexpo)

Организатор:



ITE LLC Moscow  
Тел.: +7 (495) 935 73 50  
Факс: +7 (495) 935 73 51  
[khaikina@ite-expo.ru](mailto:khaikina@ite-expo.ru)

Официальная поддержка:



Министерство  
образования  
и науки РФ



ЛУКОЙЛ

При поддержке:

Спонсор:



COMPETENTUM  
new way to know

Генеральный  
информационный спонсор:



HeadHunter



# ЖИЗНЬ НА НОВОЙ ЗЕМЛЕ

Человечество радикально изменило планету. Однако новое мышление и эффективные действия могут предотвратить наше самоуничтожение

**З**абудьте о банках и автомобильной промышленности. Планета Земля — это единая система, которая, будем надеяться, слишком велика, чтобы погибнуть. Человечество веками бездумно истощало ее ресурсы и заваливало своими отбросами, просто переходя в другие места, когда родники иссякали, а почва слишком загрязнялась. Однако сегодня мы исчерпали возможности этой не очень умной тактики. Ученые, общественные деятели и простые люди во всем мире осознают, что человечество превратило планету естественную в планету индустриальную, и если мы хотим выжить, нам необходимо вернуться на путь поддержания ее устойчивого состояния.

Так что же представляет собой план спасения? Прежде всего, нужно все-таки определить, насколько мир близок к катастрофе. Эколог Джонатан Фоули (Jonathan Foley) представляет результаты между-

народного сотрудничества по оценке безопасных пределов для таких ключевых экологических процессов, как изменение климата и окисление океанов, которые могут подорвать устойчивость природной системы. Эти границы еще нужно уточнять, но если мы будем знать, какой из процессов наиболее значим, это укажет нам, где искать решение. Восемь специалистов, приглашенных редакцией журнала *Scientific American*, предлагают конкретные меры, которые, однако, могут лишь замедлить деградацию окружающей среды, но не устранить ее причину.

Этой причиной, по мнению исследователя Билла Маккиббена (Bill McKibben) из Колледжа Мидлбери, стало непрерывное стремление современного общества к экономическому росту. В приведенных в этом номере эксклюзивных выдержках из его книги, которая недавно вышла из печати, Маккиббен утверждает, что мы должны отказаться от роста и провести реорганизацию на основе разумной экономии ресурсов. Критики считают эту идею нереалистичной. В текущем выпуске опубликовано и интервью, в котором Маккиббен отвечает на некоторые вопросы.





# ГРАНИЦЫ ЗДОРОВЬЯ ПЛАНЕТЫ

Ученые установили пределы для развития ключевых процессов в окружающей среде, превышение которых может угрожать жизни на Земле. К несчастью, три из них уже превышены

В течение примерно 10 тыс. лет — со времен зарождения цивилизаций и начала эпохи голоцена — наш мир представлялся невообразимо большим. Огромные просторы суши и океана обеспечивали неограниченные ресурсы. Люди могли свободно загрязнять места обитания, не страдая от проявлений вредных последствий: достаточно было просто перейти на соседние земли. Целые империи и экономические системы строились на основе возможности использования этих, казалось бы, неистопимых богатств, без осознания того, что это не может длиться вечно.

Однако успехи здравоохранения, промышленная революция и, позднее, зеленая революция привели к тому, что численность мирового народонаселения выросла примерно с 1 млрд в 1800 г. до почти 7 млрд сегодня. Только за последние 50 лет оно более чем удвоилось. Расход ресурсов также достиг устрашающего

уровня. За 50 лет мировое потребление продуктов питания и пресной воды выросло более чем втрое, а ископаемого топлива — в четыре раза. Сегодня человечество поглощает от трети до половины всех продуктов фотосинтеза на планете.

Этот безудержный рост превратил загрязнение окружающей среды из местной проблемы в глобальную угрозу. Разрушение озонового слоя в стратосфере и повышение концентрации парниковых газов стали очевидными проблемами, но нарастают и другие опасные эффекты.

Внезапное усиление роста населения, потребления ресурсов и вредных воздействий на природу изменило планету. Сегодня мы живем в «переполненном» мире, где ресурсы и способность уничтожения отходов ограничены. Правила жизни в таком мире иные. Самое главное, что мы должны сегодня сделать, — это предпринять усилия, чтобы действовать в пределах «безопасного рабочего пространства» нашей

природной системы. Если мы не пересмотрим свой образ мышления и действий, то вызовем катастрофические изменения, способные привести к губительным последствиям для человечества.

Что может вызвать эти изменения? И как можно их предотвратить? Группа ученых (включая меня) из Европы, США и Австралии, возглавляемая Йоханом Рокстремом (Johan Rockstrom) из Стокгольмского центра устойчивости к внешним воздействиям в Швеции, искала ответы на эти вопросы, задавшись связанным с ними более общим: действительно ли мы приближаемся к «переломным точкам», за которыми начинается новая эпоха — самая опасная за всю историю человечества?

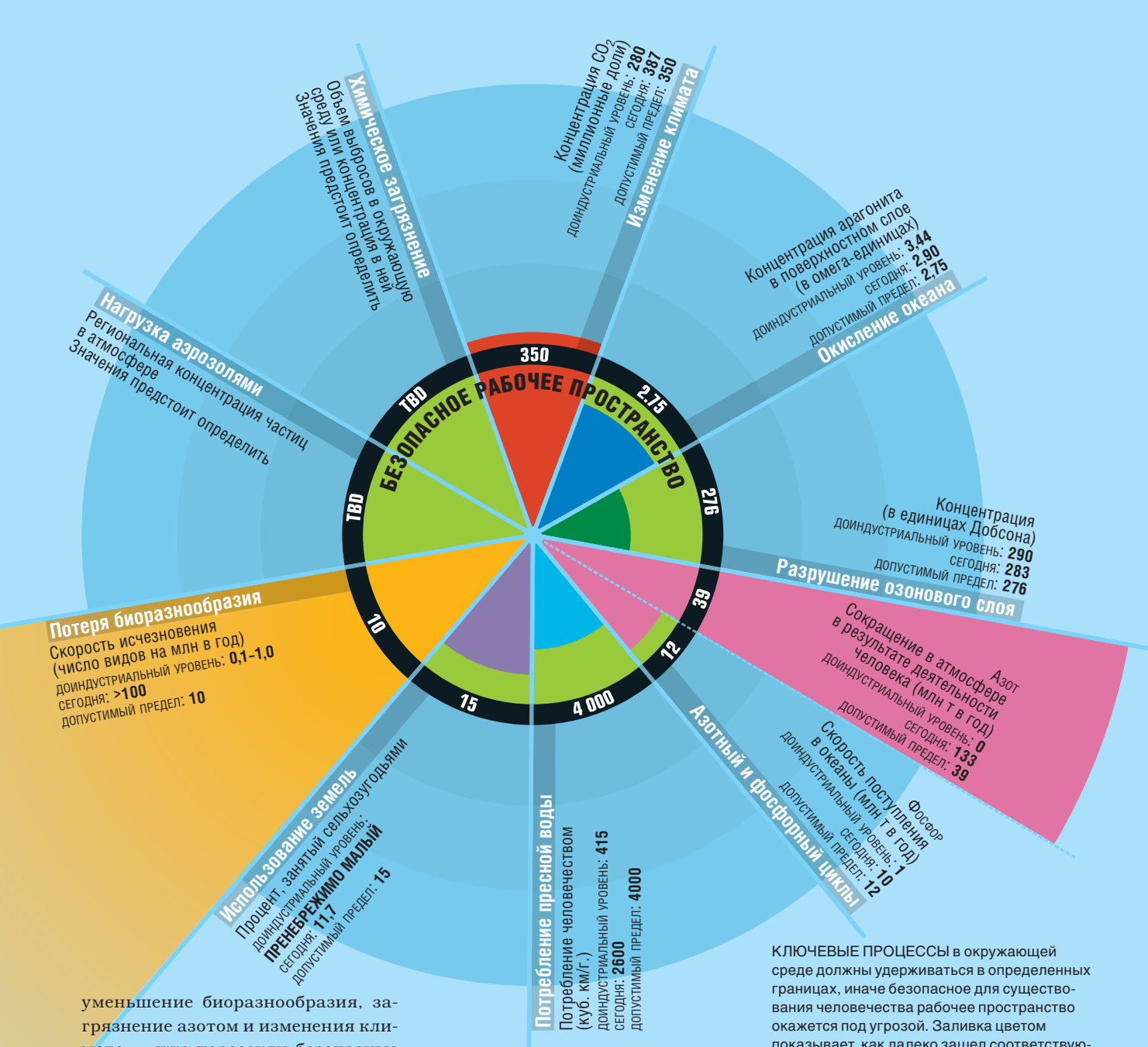
Рассмотрев многочисленные междисциплинарные исследования ряда физических и биологических систем, наша группа обнаружила, что способность планеты поддерживать существование человечества могут нарушить девять экологических процессов. После этого мы установили для всех этих процессов пределы, в рамках которых человечество может действовать безопасно. Семь из этих процессов имеют четкие научно формулируемые значения пределов (диаграмма на стр. 31), содержащие, разумеется, некоторую неопределенность. Три из пределов — изменение климата, окисление океана и разрушение озонового слоя стратосферы — это переломные точки, а остальные четыре означают начало необратимой деградациии. Два оставшихся процесса — загрязнение атмосферы аэрозолями и глобальное химическое загрязнение — изучались не столь глубоко, поэтому пределы для них не были установлены.

Анализ, проведенный нашей группой, показал, что три процесса —

## ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

■ Несмотря на то что изменение климата привлекает больше всего внимания, в максимальной степени безопасные пределы превышены в других процессах. Это исчезновение биологических видов и уровень азотного загрязнения. К границе допустимого приближаются и другие процессы в окружающей среде.

■ Чтобы сделать существование человечества на Земле более надежным, крайне необходимы быстрый переход к низкоуглеродной энергетике, сокращение расчистки земель и радикальное изменение сельскохозяйственной практики.



уменьшение биоразнообразия, загрязнение азотом и изменения климата — уже пересекли безопасные границы, а все остальные стремятся к ним. Отдельные пределы могут быть уточнены, а в будущем могут быть обнаружены и новые, но полученная совокупность представляет собой «первичную» сводку наиболее опасных экологических условий и служит основой для размышлений о том, как справиться с угрозами.

**Последствия использования ископаемого топлива**

Понимание причин наиболее острых экологических проблем подсказывает пути их решения. В двух случаях — изменение климата и окисление океана — одна причина несомненна и понятна: использование ископаемого топлива, при сжи-

гании которого в атмосферу поступает углекислый газ.

**Изменение климата.** Хотя человечество уже способствовало значительному потеплению климата, ученые и политики ищут способы предотвращения самых губительных его последствий, включая исчезновение полярных ледяных шапок, нехватку пресной воды и нарушение региональных погодных условий. Концентрация CO<sub>2</sub> (объемная — мера, которую принято использовать) уже достигла 387 миллионных долей, и сейчас ведутся споры о том, какой суммарный уровень концентрации парниковых газов вызовет опасное для существования человечества изменение климата. Предполагаемые

КЛЮЧЕВЫЕ ПРОЦЕССЫ в окружающей среде должны удерживаться в определенных границах, иначе безопасное для существования человечества рабочее пространство окажется под угрозой. Заливка цветом показывает, как далеко зашел соответствующий процесс по отношению к доиндустриальному уровню в направлении к безопасному пределу или за него. Видно, что потеря биоразнообразия, поток азота и изменение климата уже превысили эти пределы

значения лежат в пределах от 350 до 550 миллионных долей. В своем анализе мы приняли для долгосрочного предела более строгий ориентир — 350, чтобы удержать планету на достаточном удалении от климатических переломных точек. Такое положение дел требует принятия срочных мер по стабилизации выбросов парниковых газов, а в ближайшие десятилетия — существенного их уменьшения.

**Окисление океана.** Окисление океана — менее известный процесс,

**ВЫХОД ЗА ПРЕДЕЛЫ**

Если позволить процессам в окружающей среде выйти за соответствующие границы, это может иметь серьезные последствия. Однако решительные действия могут предотвратить их и удержать эти процессы в безопасных пределах. (Дополнительную информацию см. в материале: «Как противостоять экологическим угрозам».)

| ПРОЦЕСС                      | ПОСЛЕДСТВИЯ ПРЕВЫШЕНИЯ ПРЕДЕЛА                                      | ВОЗМОЖНЫЕ МЕРЫ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ                                                                             |
|------------------------------|---------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Потеря биоразнообразия       | Гибель наземных и океанических экосистем                            | Замедление расчистки и освоения земель, плата за экосистемные услуги                                      |
| Азотный цикл                 | Расширение мертвых зон в пресных водоемах, морях и океанах          | Уменьшение использования удобрений, переработка отходов животноводства, переход на гибридный транспорт    |
| Фосфорный цикл               | Разрушение цепей питания в океанах                                  | Уменьшение использования удобрений, переработка отходов животноводства                                    |
| Изменение климата            | Таяние полярного льда и ледников, изменение микроклимата в регионах | Переход на низкоуглеродные энергетику и топлива, взимание платы за выброс углерода                        |
| Использование земель         | Гибель экосистем, улетучивание CO <sub>2</sub>                      | Ограничение расширения городов, повышение эффективности сельского хозяйства, плата за экосистемные услуги |
| Окисление океана             | Гибель кораллов и микроорганизмов, уменьшение поглощения углерода   | Переход на низкоуглеродные энергетику и топливо, уменьшение стока удобрений                               |
| Потребление пресной воды     | Гибель водных экосистем, истощение водных ресурсов                  | Повышение эффективности орошения, внедрение бытовых приборов с малым расходом воды                        |
| Обеднение стратосферы азотом | Вредное воздействие радиации на людей, животных и растения          | Прекращение использования гидрохлорфторуглеродов, испытание новых химикатов                               |

связанный с изменением климата. С ростом концентрации CO<sub>2</sub> в атмосфере растет и поглощение этого газа океанской водой, при этом образуется угольная кислота, что повышает кислотность вод верхнего слоя океана. От природы океанская вода основна (pH ≈ 8,2), но данные указывают, что значение pH уже уменьшилось примерно до 8,0 и продолжает снижаться. В качестве количественной меры негативного влияния, оказываемого этим изменением, наша группа использовала падение концентрации арагонита (форма карбоната кальция) в поверхностном слое. Арагонит необходим многим организмам (от кораллов до разнообразных видов фитопланктона), представляющим собой основу океанской пи-

**ОБ АВТОРЕ**

**Джонатан Фоули (Jonathan Foley)** — директор Экологического института Университета Миннесоты. Специалист по исследованию атмосферы, однако в основном работает в области природопользования и глобальной экологии.

цевой цепи, для построения скелетов или раковин. Рост кислотности может существенно снизить продуктивность океанских экосистем. Этот фактор может стать дополнительным стимулом для перехода к низкоуглеродной энергетике.

**Роль производства продовольствия**

Человечество заняло под поля и пастбища уже 35% суши, и расширение сельскохозяйственного производства выступает как основная мотивация освоения новых площадей, что ведет к разрушению природных экосистем. Практика использования земель уже создала угрозу превышения пределов для нескольких процессов.

**Потеря биоразнообразия.** Освоение земель вызвало одну из крупнейших потерь видов за всю историю Земли. Сегодняшний темп потери числа биологических видов в 100–1000 раз выше естественного, отмеченного за весь исследованный геологический период. Утрата видов, наблюдаемая во всех наземных и морских экосистемах, может нарушить природные процессы. Необхо-

димо значительно усилить меры по сохранению биоразнообразия, особенно в уязвимых тропических лесах. Такие инициативы, как программа ООН по уменьшению выбросов вследствие вырубки лесов и их деградации, предусматривающие финансирование, компенсирующее вырубку тропических лесов, могут одновременно способствовать снижению темпов потери биоразнообразия и уменьшению выбросов углерода.

**Загрязнение азотом и фосфором.**

Широкое применение искусственных удобрений нарушило химический баланс планеты. Их использование привело к повышению содержания азота и фосфора в окружающей среде более чем вдвое. В среднем в год используется 133 млн т азота и 10 млн т фосфора. Оба эти потока вызывают масштабное загрязнение вод, деградацию множества озер и рек и образование в прибрежных океанских водах больших мертвых зон, обусловленных нехваткой кислорода. Необходимо внедрение новых методов ведения сельского хозяйства, которые обеспечили бы увеличение производства продуктов питания без ущерба для окружающей среды.

**Истощение запасов пресной воды.**

Человечество отбирает у рек, озер и водоносных пластов около 2,6 тыс. куб. км пресной воды, расходуя ее на орошение (70%), промышленные (20%) и бытовые (10%) нужды. В результате этого сток многих крупных рек уменьшился, а некоторые водные артерии и водоемы полностью пересохли. Хрестоматийные примеры — река Колорадо, уже не достигающая океана, и почти высохшее Аральское море в Средней Азии. В будущем потребность в пресной воде может возрасти очень сильно. Значительное повышение эффективности использования воды во всем мире, особенно для орошения, поможет избежать еще более серьезного ухудшения ситуации.

**Держаться подальше от пределов**

Первая публикация результатов работы нашей группы в журнале *Nature* несколько месяцев назад

COURTESY OF JOE TRELEVEN (Foley)

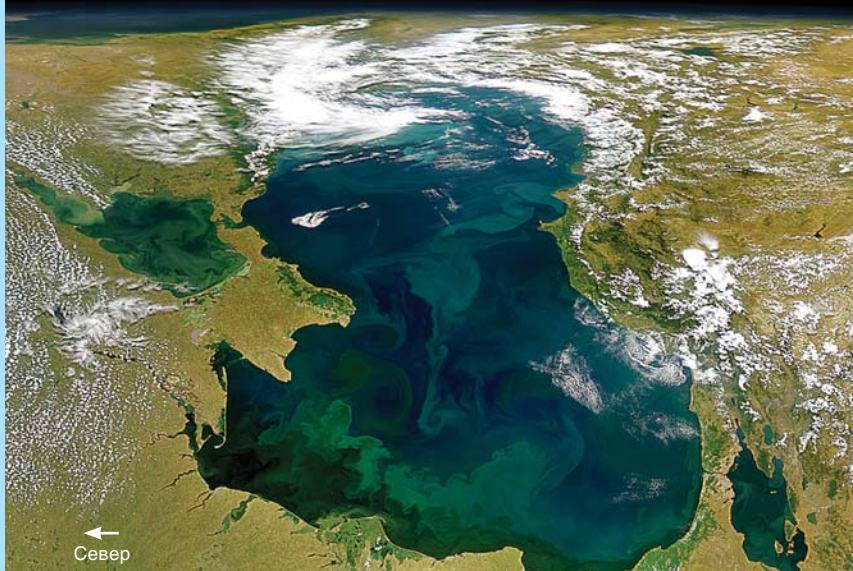


вызвала полезную научную дискуссию. По большей части работа была принята хорошо и воспринята в качестве аналитического эксперимента с целью оценки и расчета опасных пределов, превышать которые ни в коем случае нельзя. Однако некоторые ученые критиковали нас за саму попытку установления этих рамок; другие не соглашались с приведенными нами цифрами.

Возможно, самым важным замечанием было то, что, устанавливая подобные границы, мы подталкиваем людей к мысли, будто разрушение окружающей среды, пока оно остается внутри них, допустимо. Но это неправильно, мы предлагаем совсем другое! Общество должно начать действовать, чтобы не допустить даже приближения к этим пределам. Продвижение с одной трети пути до двух третей уже может принести большие бедствия. Мы убеждаем людей проявить достаточно энергии, мудрости и альтруистичности (по отношению к будущим поколениям), чтобы удерживаться возможно дальше от пределов, ибо каждый из них означает экологический кризис.

Большинство критических замечаний были обоснованными, и многие из них наша группа предвидела. Мы знали, что уточнение самого понятия пределов, а тем более их численных значений, потребует дальнейших исследований, и мы продолжаем работать над этим. Но мы чувствовали, что сама концепция продуктивна и поможет сформировать коллективное мнение об экологических пределах возможности существования человечества. И мы надеялись, что полученные нами результаты породят дискуссию в научном сообществе. Похоже, мы добились желаемого.

При выборе экономических, социальных и экологических требований, обеспечивающих надежность существования человечества, необходимо учитывать весь набор планетарных пределов. Общество начало решать некоторые из стоящих перед ним экологических задач, но по отдельности, рассматривая каж-



дый предел независимо от другого. Однако все они тесно взаимосвязаны. Если превысить один из них, это повлияет и на другие. Например, превышение предела изменения климата может ускорить исчезновение биологических видов. Подобным образом загрязнение азотом и фосфором способно подорвать устойчивость водных экосистем, резко ускорив потерю в них биоразнообразия. Попытки решения проблем разных факторов по отдельности, как бы хорошо они ни были задуманы, скорее всего потерпят неудачу.

### От постановки проблемы — к решениям

В наше критическое время ученым недостаточно просто определить задачу. Мы должны предложить решения. Вот для начала несколько идей.

- Перейти к эффективной низкоуглеродной энергетике. Насущные проблемы изменения климата и повышения кислотности океана требуют скорейшей стабилизации содержания  $CO_2$  в атмосфере (желательно на уровне ниже 350 миллионов долей). Этот переход потребует масштабного повышения эффективности использования энергии с массовым переводом энергетике на низкоуглеродные источники.

- Резко сократить освоение и деградацию земель, особенно вырубку тропических лесов. Неуклонное расширение поселений ставит под угрозу превышения многие планетарные пределы, особенно предел потери биоразнообразия.

- Инвестировать в революционные методы ведения сельского хозяйства. Наши индустриализован-

МАССОВОЕ РАЗРАСТАНИЕ ВОДОРΟΣЛЕЙ (зеленые завитки в нижней части снимка) в Черном море, порожденное приносимыми Дунаем стоками с сельхозугодий, губит водные флору и фауну: вот пример взаимосвязи различных процессов в окружающей среде (в данном случае — использования земель и потери биоразнообразия)

ные сельскохозяйственные системы подвергают риску превышения нескольких пределов, в том числе границы загрязнения удобрениями и потребления пресной воды. Новые подходы возможны. В их числе — внедрение новых сортов растений и прецизионных агротехнических методов, а также более эффективное использование воды и удобрений.

Воплощая эти решения в жизнь, мы должны помнить, что простых правил обеспечения надежного будущего не существует. Мы хотим выработать новые принципы работы наших экономических систем, политических и общественных организаций, учитывая при этом ограниченность наших знаний об экологических и общественных процессах. Любые критерии или новаторские методы должны улучшать показатели экологического благополучия, повышать устойчивость природных и общественных систем, чтобы они стали надежнее и менее уязвимы для неожиданных катаклизмов и ударов стихии. Мы должны сделать все, что в наших силах, чтобы остаться в пределах нашей уменьшающейся планеты. ■

Перевод: И.Е. Сацевич



# как противостоять экологическим угрозам

Специалисты рассказывают, какие действия могут удержать важнейшие экологические процессы в безопасных пределах



ДОЖДЕВОЙ ЛЕС, КОСТА-РИКА

## ● ПОТЕРЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ

ГРЕТХЕН ДЕЙЛИ (Gretchen C. Daily), профессор экологических наук Стэнфордского университета

Пора взглянуть в лицо суровой правде: одни лишь традиционные подходы к сохранению окружающей среды обречены на провал. Резервы природы слишком малы, недостаточно консолидированы, чересчур подвержены изменениям, и поэтому способны обеспечить поддержание лишь

малой доли биоразнообразия Земли. Наша задача — сделать сохранение природы привлекательным занятием с экономической и культурной точек зрения. Мы не можем продолжать относиться к окружающей среде как к шведскому столу, по принципу: «Съешь сколько сможешь».

Мы зависим от природы буквально во всем: она дает нам пищу, пресную воду, морепродукты, лесоматериалы, обеспечивает устойчивый климат, удовлетворяет множество биологических и физических потребностей. Для сохранения возможности пользоваться этими благами нам требуется нечто вроде «станций обслуживания экосистем» — мобильная и эффективная система защиты, которая должна быть создана и действовать на государственном уровне.

Пока лишь немногие страны осознают это и предпринимают эффективные меры, затрагивающие политику, экономику и общество. Так, правительство Коста-Рики платит землевладельцам за обслуживание экосистем в тропических лесах, включая компенсации за углерод, производство гидроэнергии, сохранение биоразнообразия и красоты ландшафтов. Китай вкладывает около \$100 млрд в «экокомпенсацию», в том числе в эффективную инновационную политику и финансовые механизмы поощрения сохранения и восстановления природы.

Страна создает «зоны охраны функционирования экосистем», отведя под них 18% территории. Резко изменили природоохранную политику также Колумбия и ЮАР.

Широко внедрить эти успешные модели помогут три фактора. Во-первых, достижения науки и новый инструментарий для оценки природного «капитала». Например, в рамках проекта *Natural Capital Project* была разработана программа *InVEST*, объединяющая оценку экосистемных услуг с компромиссными решениями, принимаемыми правительствами при планировании использования земель и ресурсов и развития инфраструктуры. Во-вторых, демонстрация использования этого инструментария в политике в отношении ресурсов. И наконец, сотрудничество правительств, проектных, коммерческих и общественных организаций в построении более надежных экономических систем, способных поддерживать экологическую стабильность. ■



## ● АЗОТНЫЙ ЦИКЛ

РОБЕРТ ХАУАРТ (Robert Howarth), профессор экологии и экологической биологии Корнельского университета

Человеческая деятельность сильно повлияла на распространение азота по всему земному шару. Главный источник — использование удобрений. Однако в некоторых регионах, например на северо-востоке США, еще больший вклад дает сжигание ископаемого топлива. Решением в этом случае может стать сбережение энергии и более эффективное ее использование. Другое эффективное средство — внедрение гибридных автомобилей. Они выделяют намного меньше соединений азота, чем традиционные автомобили, т.к. на время остановок их двигатели выключаются. (У обычных автомобилей больше всего выбросов выделяется как раз во время работы двигателя на холостом ходу.) Выбросы соединений азота электростанциями США также можно существенно уменьшить, если электростанции, построенные до вступления Закона о чистом воздухе, будут удовлетворять его требованиям. Сегодня они загрязняют воздух больше, чем производят электроэнергию.

В сельском хозяйстве многие фермеры могли бы вносить меньше удобрений, почти или даже совсем не снижая урожайности. Смысл с полей неизбежен, поскольку корни зерновых пронизывают только верхний слой почвы глубиной всего в несколько дюймов и усваивают удобрения лишь в течение двух месяцев в году. Кроме того, потери азота можно уменьшить на 30% и более, если выращивать такие озимые культуры, как рожь или пшеница, что позволит почве удерживать азот. Эти культуры увеличивают также связывание углерода в почве, смягчая этим изменение климата. Еще лучше отдать предпочтение не зерновым культурам, а многолетним растениям, например травам: при этом потери азота уменьшаются во много раз.

Большую проблему представляет собой загрязнение азотом комплексами «интенсивного откорма скота по замкнутому циклу» (CAFO). Совсем недавно, еще в 1970-х гг., скот кормили в основном продукцией местных ферм, и отходы животноводства возвращались на поля в качестве удобрений. Сегодня основная часть скота в США откармливается культурами, выращенными в сотнях километров от места откорма, что делает возврат навоза экономически невыгодным. Что делать? Потребовать от откормочных предприятий, чтобы они организовали переработку своих отходов так же, как муниципалитеты — бытовых. Кроме того, если мы станем потреблять меньше мяса, то и отходов будет меньше, а для производства кормов потребуется меньше искусственных удобрений. Идеальным могло бы стать утилизирование в пищу мяса скота, который свободно пасется на многолетних травах.

Сильно увеличивает загрязнение биосферы азотом и стремительный рост производства этанола в качестве биотоплива. Данные некоторых исследований показывают, что, если намеченные Соединенными Штатами планы по производству этанола будут выполнены, то сток соединений азота по реке Миссисипи, формирующий мертвую зону в Мексиканском заливе, увеличится на 30–40%. Наилучшей альтернативой был бы отказ от производства этанола из зерна. Если страны хотят использовать биотопливо, им следует выращивать травы и деревья и сжигать их для производства тепла и электроэнергии. При этом загрязнение азотом и выбросы парниковых газов будут гораздо меньше. ■

## ● ФОСФОРНЫЙ ЦИКЛ

ДЭВИД ВАККАРИ (David A. Vaccari), директор по строительной, экологической и морской технике Технологического института Стивенса

В результате повышения уровня жизни потребность в фосфоре растет быстрее численности населения. При сегодняшних темпах потребления фосфора легко доступных его запасов хватит меньше, чем на сто лет. Таким образом, перед нами стоят две цели: сберечь этот ресурс и одновременно уменьшить смыв фосфора, повреждающий прибрежные экосистемы.

Допустимым пределом долговременного наличия фосфора в окружающей среде был бы естественный поток в 7 млн т в год. Чтобы удержать его на этом уровне, удовлетворяя при этом нашу потребность в 22 млн т в год, потребуется возвращать для повторного использования 72% потребляемого фосфора, а если спрос будет расти, то и больше.

Поток можно уменьшить и с помощью существующих технологий. Такие берегающие агротехнические методы, как беспахотное и террасное земледелие, могли бы уменьшить поступление фосфора в реки на 7,2 млн т в год. Большую часть не возвращаемого для повторного использования фосфора с животноводческих ферм (а оттуда в море поступает около 5,5 млн т в год) можно было бы перевозить в земледельческие зоны, где ему нашлось бы применение. Современные технологии также позволяют в большем количестве извлекать фосфор из отходов жизнедеятельности человека (от 50 до 85%), сберегая 1,05 млн т в год.

Перечисленные меры реально осуществимы уже сегодня, но их недостаточно, чтобы предотвратить наиболее опасные варианты развития событий. И тем не менее они позволяют уменьшить смыв фосфора в водоемы с 22 до 8,25 млн т в год, т.е. до уровня, лишь немного превышающего естественный. ■

## ● ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА

АДЕЛЬ МОРРИС (Adele C. Morris), директор по стратегии Проекта по экономике в области климата и энергетики Брукингского института

Выбор предельно допустимой концентрации парниковых газов в атмосфере, хотя и представляется научно обоснованным, на самом деле требует еще раз взвесить преимущества и затраты, связанные с достижением тех или иных целей и определением того, кто будет платить. Как бы это ни было трудно, мы должны принять стратегии, минимизирующие затраты и позволяющие сохранить консенсус для действия на многие годы. Консенсус очень важен, поскольку если программа покажется избирателям и налогоплательщикам дорогостоящей, они могут потребовать отказа от нее.

Политика, связанная с изменением климата, основанная на учете цен, поможет преодолеть такие экономические и политические препятствия. Внутри страны можно выбрать, например, повышение налога на выброс парниковых газов, не слишком большое, но охватывающее достаточно широкие области экономики. Другим вариантом может стать политика ограничения выбросов и торговли квотами по ценам в определенном диапазоне. Регулируемый диапазон позволит сделать цену выбросов достаточно высокой, чтобы стимулировать их уменьшение без большого риска для экономики, если по недосмотру ограничения окажутся слишком жесткими.

Международные соглашения должны также допускать основанные на ценах обязательства как альтернативу жестким ограничениям выбросов, которые могут оказаться невыполнимыми. Договор по климату может позволить странам вводить налоги согласованного уровня. Такая гибкость уменьшит опасения развивающихся стран, которые боятся, что ограничения затормозят их выход из бедности. Чтобы оставаться в пределах «безопасного рабочего пространства», нужно держаться в пределах всех относящихся к делу границ, включая и готовность избирателей платить. ■

## ● ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗЕМЕЛЬ

ЭРИК ЛЭМИН (Eric F. Lambin), специалист по земельным ресурсам Стэнфордского и Лувенского университетов

Чтобы держать под контролем использование земель, необходимо сосредоточиться на распределении обрабатываемых земель в глобальном масштабе. Интенсивное земледелие следует концентрировать в местах, обладающих наибольшим потенциалом плодородия. Однако значительная часть таких земель сегодня теряется. Мы рискуем достичь критической точки, когда любое увеличение производства продуктов питания (не говоря уже о биотопливе) потребует быстрой вырубки тропических лесов и уничтожения других экосистем, а также распространения земель на менее перспективные земли, где урожаи будут меньше.

Избежать потери лучших сельскохозяйственных земель можно путем контроля их деградации, истощения источников пресной воды и расширения городов. Это потребует зонирования и внедрения более эффективных агротехнических методов, особенно в развивающихся странах. Потребность в расширении возделываемых земель

можно сократить также путем уменьшения потерь при распределении продовольствия, поощрения замедления роста населения, обеспечения более справедливого распределения продуктов питания по всему миру и существенного уменьшения потребления мяса в богатых странах.

Можно также принять более жесткую политику выведения земель из сельскохозяйственного оборота, как это сделано в Европейском союзе. Некоторые развивающиеся страны (Китай, Вьетнам, Коста-Рика) сумели остановить уничтожение лесов и даже начать их восстановление благодаря более разумной экологической политике, сильной политической воле, изменениям в политике землепользования, основанной на регламентации использования земель и защите экосистемных услуг. Перед этими странами стоит задача продолжить внедрение такой политики, избегая при этом увеличения импорта продовольствия. ■

## ● ОКИСЛЕНИЕ ОКЕАНОВ

СКОТТ ДОНИ (Scott C. Doney), старший специалист Вудс-Холского океанографического института

Окисление мирового океана вызвано выбросами диоксида углерода ( $CO_2$ ), однако для борьбы с этим явлением годятся не только глобальные, но также региональные и местные меры.

В глобальном масштабе необходимо остановить рост выбросов  $CO_2$  в атмосферу, так чтобы постепенно снизить их до уровня доиндустриальной эпохи. Главной тактикой здесь должно быть повышение эффективности использования энергии, переход на возобновляемые и ядерные источники электроэнергии, защита лесов и использование технологий связывания углерода.

В региональном масштабе сток удобрений в прибрежные воды приводит не только к образованию мертвых зон, но и к повышению кислотности

океана. Избыток удобрений вызывает ускоренное размножение фитопланктона, а при отмирании составляющих его организмов в воду выделяется  $CO_2$ . Нам следует быть осмотрительнее в отношении того, как мы удобряем поля и пастбища и перерабатываем отходы животноводства. Другой мерой должно стать уменьшение кислотных дождей, порождаемых в основном выбросами электростанций и промышленных предприятий.

В локальном масштабе окисленную воду можно нейтрализовать известняком или другими основаниями, получаемыми электрохимическим способом из морской воды и горных пород. Более практичной может оказаться защита конкретных моллюсковых банок и рыбоводных хозяйств. Личинки двусторчатых моллюсков, в частности устриц, более чувствительны к повышению кислотности, чем взрослые особи, поэтому переработка старых раковин в ил может помочь выравнению  $pH$  и созданию более подходящего субстрата для прикрепления личинок двусторчатых моллюсков. Контролировать химию воды и способствовать переходу на более устойчивые виды могут питомники для моллюсков.

Ожидается, что в предстоящие десятилетия снижение  $pH$  океана ускорится, и морским экосистемам придется приспособиться к этому. Мы можем помочь им, уменьшив другие повреждающие факторы, в частности загрязнение воды и чрезмерный вылов рыбы, что повысит устойчивость экосистем к некоторому повышению кислотности в период перевода энергетики с ископаемого топлива на другие источники. ■



ПОЛЯ И РАЗРАСТАНИЕ ГОРОДА



## ПОТРЕБЛЕНИЕ ПРЕСНОЙ ВОДЫ

**ПИТЕР ГЛЕЙК (Peter H. Gleick), президент Тихоокеанского института**

Сегодня лишь немногие отрицают необходимость установить предельные значения использования пресной воды. Больше споров вызывают вопросы о том, какими должны быть эти пределы и какие шаги нужно предпринять, чтобы не дать человечеству их пререйти.

Одним из способов определения этих пределов вытекает из концепции пика потребления воды (*peak water*), в рамках которой существует три различных подхода. «Пик возобновления» (*peak renewable water*) — это потребление, ограничиваемое суммарным возобновляемым поступлением воды в бассейн реки. Состояние многих крупных рек уже приближается к пределу, когда сумма испарения и забора воды превышает естественное ее восполнение из атмосферных осадков и других источников. Концепция «пика невозможности» (*peak nonrenewable*) применима там, где потребление воды человеком намного превышает темп естественного восполнения. Это касается питаемых ископаемы-

ми водами водосборных бассейнов на Великих Равнинах США, в Ливии, Индии, северной части Китая и в некоторых частях Большой Калифорнийской долины. В таких бассейнах потребление воды вначале растет, а затем уменьшается, т.к. усилия и затраты, необходимые для использования скудеющего ресурса, растут.

Идея «экологического пика» (*peak ecological*) состоит в том, что в любой гидрологической системе увеличение отбора со временем достигает точки, когда экологический вред, вызываемый забором воды, нивелирует любую дополнительную экономическую выгоду от ее потребления. Точно определить эту точку трудно, но мы несомненно уже прошли ее во многих бассейнах в разных частях мира, где произошли колоссальные повреждения, — в районе Аральского моря, в Национальном парке Эверглейдс во Флориде, в долине рек Сакраменто и Сан-Хоакин и многих бассейнах Китая.



КАПЕЛЬНОЕ ОРОШЕНИЕ

К счастью, возможности экономии воды без ущерба для здоровья человечества и экономики огромны. Повысить эффективность использования воды можно во всех секторах экономики. Многие продовольственные культуры можно выращивать, расходуя (и загрязняя) меньше воды, если перейти от традиционного орошения напущком к капельному, или к использованию прецизионных спринклеров-оросителей в сочетании с более точным мониторингом

влажности почвы. Обычные электростанции можно перевести с водяного охлаждения на воздушное, а также использовать источники, практически не требующие потребления воды — фотоэлектрические и ветровые. Внутри стран миллионы людей могут заменить бытовые устройства с большим потреблением воды более экономичными: особенно это касается стиральных машин, смывных устройств в туалетах и душевых насадок. ■

## РАЗРУШЕНИЕ ОЗОНОВОГО СЛОЯ

**ДЕЙВИД ФЕЙХИ (David W. Fahey), физик Национального управления по исследованию океанов и атмосферы**

В результате принятия Монреальского протокола в рамках Венской конвенции по защите озонового слоя использование разрушающих озон веществ, прежде всего хлорфторуглеродов (ХФУ) и галонов, за два десятилетия уменьшилось на 95%. К 1 января их производство в 195 странах, подписавших этот протокол, было прекращено. Ожидается, что к 2100 г. разрушение озонового слоя сменится его восстановлением. Этот результат был достигнут за счет использования временных заменителей, в основном гидрохлорфторуглеродов (ГХФУ) и растущего применения соединений, не вызывающих разрушения озонового слоя, например гидрофторуглеродов (ГФУ).

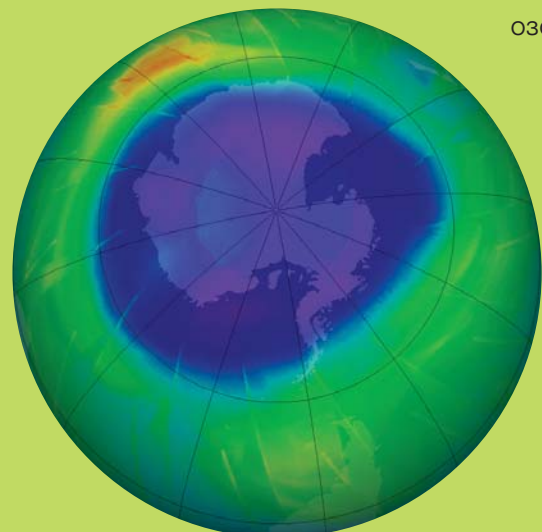
Для дальнейшего успеха необходимы следующие меры:

- продолжать наблюдения за озоновым слоем, чтобы оперативно отслеживать непредвиденные изменения; обеспечить выполнение странами принятых соглашений (например, использование ГХФУ не будет полностью прекращено до 2030 г.);
- продолжать работу Группы научной оценки, созданной в рамках протокола, которая должна определять причины изменений озонового слоя и оценивать вредные свойства новых химикатов в отношении разрушения озона и влияния на изменение климата в целом;
- продолжать работу Группы технической и экономической оценки, которая должна предо-

ставлять информацию о технологиях и замещающих соединениях, позволяющую использовать холодильную технику, кондиционирование воздуха и теплоизоляционные пеноматериалы, не нанеся ущерба озоновому слою.

Эти две группы должны будут также оценивать изменения климата и восстановление озона в совокупности.

Изменения климата влияют на концентрацию озона вследствие изменения химического состава и динамики стратосферы. Например, ожидаемый большой спрос на ГФУ может внести существенный вклад в изменение климата. ■



ОЗОНОВАЯ ДЫРА (СИНЯЯ)

Билл Маккиббен

# ОТКАЗАТЬСЯ от роста

Человечество может гарантировать себе будущее, только осуществив переход от безрассудного ускорения темпов экономического роста к разумному регулированию благосостояния и ресурсов

Ученые предлагают комплекс вынужденных мер для смягчения определенных угроз окружающей среде и замедления потребления некоторых видов ресурсов (см. в этом номере: «Как противостоять экологическим угрозам»). Но Билл Маккиббен, научный сотрудник Колледжа Мидлбери и соучредитель группы *350.org* по содействию сохранению климата, настаивает, что для реального прекращения разрушения планеты общество должно отказаться от наиболее опасной привычки — роста.

В своей новой книге «Земля: как организовать жизнь на непокорной новой планете» (*Eaarth: Making a Life on a Tough New Planet*) Маккиббен утверждает, что человечество в результате своих действий сегодня живет на совершенно иной планете, которую он называет «Земля» (*Eaarth*). Это небесное тело уже не способно поддерживать модель экономического роста, которая двигала общество более 200 лет. Чтобы избежать самоуничтожения, мы должны искать способы поддержания благо-

состояния и сохранения ресурсов, в основном за счет перехода к более надежным локализованным экономическим структурам.

Нижеследующий текст представляет собой выдержки из различных частей книги, в которой Маккиббен излагает свою позицию, а во врезках приведены примеры успешных новых действий в области сельского хозяйства и энергетики.

\*\*\*

Сегодня наша планета требует новых подходов. Вам не поздоровилось бы, если бы вы попытались дышать, выйдя на поверхность Марса с вашей базы. И жить на новой Земле так, как если бы она оставалась прежней, мы просто не можем — мы лишили себе этой возможности.

Мы выросли в мире, где главной экономической и политической парадигмой был рост. В течение 250 лет со времен Адама Смита мы считали, что большее — это лучшее и что решением любой проблемы может стать новый всплеск расширения. Такой подход работал, причем довольно долго: жизнь западно-

го мира в условиях комфорта и относительной безопасности — как раз результат устойчивого экономического роста на протяжении десяти поколений. Но сегодня, когда мы находимся в трудном положении, настало время задуматься о будущем. На нашей новой планете рост может оказаться той нашей главной вредной привычкой, от которой мы должны наконец отказаться.

\*\*\*

Я понимаю, что текущий момент меньше всего подходит для этого. В экономике, нацеленной только на рост, временная его приостановка, которую мы называем кризисом, погубила много жизней. Мы — и отдельные люди, и государства — глубоко погрязли в долгах, а при попытке выбраться из-под этого экономического груза мы ставим больше денег, чем можем, на то, чтобы продолжить рост. «Экономический стимул» — это ставка на то, что мы сможем вновь запустить машину роста, но результатом будет не возврат средств, а новый долг, т.е. то, что и было причиной болезни.

Гораздо хуже экологический долг, с которым мы столкнулись: накопление углерода в атмосфере и изменение планеты. Но и здесь кажущийся наиболее очевидным путь выхода — этой новый цикл роста: гигантский всплеск экономической активности, нацеленной на замену системы, основанной на ископаемом топливе, чем-то другим, что позволит нам жить так, как мы живем сейчас (или даже лучше!), но без углерода. Мы уцепились за идею «зеленого» роста как пути выхода из нашего бедственного положения.

Заметьте, я поддерживаю зеленый Манхэттенский проект, экологический новый курс и проект полета «Аполлона» с использованием

Мы можем создать надежные и привлекательные условия жизни на нашей новой планете, но сначала нам нужно преодолеть интуитивное представление, что будущее должно походить на прошлое



## МЕСТНЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

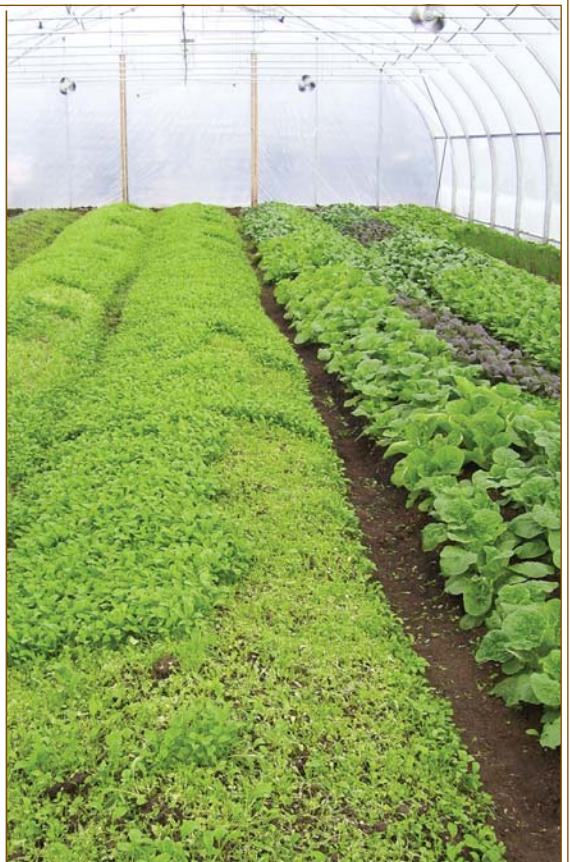
За последнюю четверть века производство зерна на душу населения, несмотря на широкое распространение агробизнеса, пестицидов и генетически модифицированных сортов, снижалось. Серьезные люди стали подумывать о возрождении мелкомасштабного сельского хозяйства для производства разнообразных сельхозпродуктов с минимальным использованием искусственных удобрений и химикатов или даже полным отказом от них.

Новая агрокультура часто работает лучше всего, когда использование новых знаний сочетается в ней с вековой мудростью. В Бангладеш птицеводческие фермы производят не только яйца и куриное мясо, но и отходы. Последние передаются прудовым рыбоводческим хозяйствам, от которых ежегодно получают тонны белков и обильный урожай водных гиацинтов, идущие на откорм мелкого скота и коров. Из навоза скота получают биогаз, который сжигают на кухнях.

В Малави маленькие рыбоводческие хозяйства, использующие отходы от остальных производств фермы, дают в среднем около 1,5 тыс. кг рыбы в год. На Мадагаскаре рисоводы, работая совместно с европейскими специалистами, нашли новые способы увеличения урожая. Они высаживают рассаду неделями раньше, чем было принято прежде, располагают растения дальше друг от друга и выдерживают рисовые чеки не залитыми водой в течение большей части сезона вегетации. Это требует более частой прополки, но зато увеличивает урожай в четыре-шесть раз. Эту систему приняли целиком около 20 тыс. фермеров.

В Крафтсбери, штат Вермонт, Пит Джонсон (Pete Johnson) помог внедрить круглогодичное сельскохозяйственное производство. Он создал передвижные гелиотеплицы и нашел способы их транспортировки. Сегодня он может покрывать и открывать различные поля и выращивать зелень в течение десяти месяцев в году без использования ископаемого топлива, что позволяет ему вести работы на своей поддерживаемой общиной ферме непрерывно.

Я ратую за местную сельхозпродукцию не потому, что она вкуснее или лучше для вас, а потому, что у нас нет выбора. В мире, ставшем более подверженным засухам и наводнениям, нам нужна жизнестойкость, которая придет с выращиванием десятков различных культур на одной ферме вместо бескрайних полей зерновых или бобовых. В мире, где теплый климат способствует широкому распространению вредителей, нам нужна устойчивость, обеспечиваемая большим количеством вариантов и сортов. В мире, скудеющем нефтью, нам нужны небольшие комплексные фермы, способные производить собственные удобрения и формировать собственную почву.



Передвижные гелиотеплицы позволяют ферме *Craftsbury Villafe Farm* выращивать овощи в холодном Вермонте десять месяцев в году

чистых технологий. Будь у меня деньги, я бы дал их Элу Гору (Al Gore) для вложения в новые предприятия. Все это — очевидные и логичные ответы серьезных людей на самый опасный кризис из всех, с какими нам приходилось сталкиваться, и они действительно работают. Нам и в самом деле нужно к 2020 г. ограничить выбросы углерода на 30%, перейти к получению электроэнергии из возобновляемых источников в ближайшем десятилетии и добиться других целей, указанных хорошими людьми. Именно такими действиями должна отреагировать наша система. Но вряд ли это произойдет настолько быстро, чтобы в достаточной степени предотвратить изменения и сохранить планету, на которой мы привыкли жить. Я не думаю, что парадигма роста может помочь. Я считаю, что

система столкнулась с непреодолимым препятствием.

\*\*\*

Перспектива может показаться немного мрачной. Но мы можем создать надежные и даже привлекательные способы обитания на этой новой планете. Прежде всего нам необходимо осознать положение вещей. Нам нужно преодолеть наше интуитивное представление, что будущее должно походить на прошлое, и нашу розовую надежду, что будущее всегда будет легче. Земля сегодня — это суровая планета.

Я думаю, мы чувствуем это нутром. Мне кажется, мы ощущали это еще до ударившего по нам кризиса. Для американцев критический момент наступил, возможно, в начале 2008 г., за полгода до того, как крупные банки начало лихорадить, когда экономика еще казалась реву-

щей, но цены на бензин подскочили до \$4 за галлон.

Если у американской идеи и есть константа, то это движение. Мы прибыли в Америку с дальних берегов, пересекли континент, построили автострады и изобрели *GPS*, который сообщает нам с приборного щитка, что мы проехали свой поворот. Двигалось все. И вдруг, действительно впервые, движение стало неровным. Оно стало замедляться. За каждый следующий месяц американцы проезжали меньше, чем за предыдущий. Вам трудно было продать свой старый дом, но вы действительно не могли продать свой старый «Форд Эксплорер».

Затем начали происходить странные вещи. С ростом цен на нефть дальние перевозки становились менее привлекательными. К маю стоимость доставки контейнера из

## МЕСТНЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ЭНЕРГЕТИКИ

Следует четко осознать, что запасы ископаемого топлива уже нельзя считать слишком большими, чтобы они могли иссякнуть. Всего за несколько лет мы пришли к необходимости переключаться на другие источники энергии. Местные и рассредоточенные электростанции эффективнее централизованных, по крайней мере в нашем беспорядочном мире.

Первая задача в списке почти каждого человека — экономия. По оценкам компании *McKinsey&Company*, существующие технологии позволяют к 2020 г. сократить потребности в энергии на 20%. Что касается источников, то выгоднее генерировать энергию поближе



В КИТАЙСКОМ ГОРОДЕ ЖИЧЖАО на крышах зданий установлены тысячи солнечных водонагревателей, что уменьшает потребление электроэнергии для получения горячей бытовой воды

к дому. Большинство общин тратят на топливо 10% своих денег, и почти все эти деньги оседают в Саудовской Аравии или в компании *Exxon*. Однако в 2008 г. Институт местной самообеспеченности показал, что половина штатов США способна полностью удовлетворить свои потребности в энергии за счет внутренних источников, а значительную часть этих потребностей могут удовлетворить почти все штаты. В частности, ветродвигатели и солнечные батареи на крышах способны вырабатывать 81% энергии, необходимой Нью-Йорку, и половину необходимой штату Огайо.

В местной энергетике нет ничего нереального. В 2009 г. Т. Бун Пиккенз (Т. Voone Pickens) отказался от строительства крупнейшей в мире ветроэлектростанции на севере Техаса, т.к. линии электропередачи оказались бы слишком дорогими. Вместо того он запланировал ряд меньших установок вблизи крупных городов. На восточном побережье продолжается разработка планов строительства ветроэнергетических установок в море. Инженеры называют это распределенной генерацией, т.е. выработкой электроэнергии там, где она нужна. Все большее число компаний строит микроэлектростанции для энергообеспечения зданий или кампусов. В 2008 г. на них приходилась треть всех новых генерирующих мощностей в США. В Жичжао, новом растущем городе Китая с населением около 3 млн, местные энергетики в 1990-х гг. начали устанавливать на крышах солнечные водонагревательные установки. Сегодня практически все дома в городе получают горячую воду от них.

Как и в области продовольствия, прогресс шел бы быстрее, если бы правительство прекратило финансирование строительства электростанций на ископаемом топливе и ввело бы тарифы, побуждающие коммунальные службы покупать энергию у местных производителей по обоснованной цене. Именно так поступили немцы, и в итоге в Германии сегодня есть 1,3 млн солнечных батарей на крышах — больше, чем в любой другой стране на Земле.

Шанхая в США выросла с \$3 тыс. в начале десятилетия до \$8 тыс. Объемы грузоперевозок стали падать, и в итоге *ИКЕА* открыла производство в Виргинии, а не в Китае. «Сливки глобализации уже сняты», — отметил специалист по финансам Морган Стэнли (*Morgan Stanley*). А аналитик *CIBC World Markets* Джефф Рубин (*Jeff Rubin*) был еще откровеннее: «Глобализация обратима». Действительно, металлурги Среднего Запада сообщили о всплеске спроса на сталь, причем именно потому, отмечает Рубин, что «рост стоимости перевозок — сначала чугуна в Китае, а потом готовой стали за океан — свел на нет преимущества дешевой рабочей силы в Китае, и сталь китайского производства оказалась неконкурентоспособной на рынке США». С повышением цен на нефть увеличился спрос на этанол, что вызвало рост цен на продовольствие, и заставило задуматься о том, что преимущества свободной торговли не столь беспорны, как казалось ранее.

Вполне возможно, что, как мы видели пик добычи нефти, так сейчас

наблюдаем пик экономического роста, т.е. сделать систему крупнее уже не сможем. Ставки страхования растут, цены на нефть взлетают, экономика резко падает, деньги на инвестиции в энергетике улечиваются, а когда экономика начинает подниматься, цены на нефть вновь подсакаивают. В мае 2009 г. в исследовании компании *McKinsey&Co* было заявлено, что новый нефтяной шок неизбежен. Ополоснитесь, намылиться, повторите. Кроме всего прочего, страны стали сжигать больше угля, ибо он дешев. Так что, ополоснитесь, намылиться и останьтесь стоять с намыленной головой, т.к. из-за повышения температуры вода из вашего бака испарилась.

\*\*\*

Кто-нибудь когда-нибудь предполагал, что рост может закончиться? Оказывается, да. В давние, совершенно иные времена, когда президентом был Линдон Бейнс Джонсон, в весну убийства Мартина Лютера Кинга и премьеры на Бродвее мюзикла «Волосы», в столице Италии собралась небольшая группа про-

мышленников и ученых, названная впоследствии Римским клубом. Она предложила изучить взаимосвязанные глобальные тенденции и поручила эту работу команде молодых системных аналитиков из Массачусетского технологического института.

К тому времени, когда команда закончила свою работу и опубликовала ее в 1972 г. в виде книги под названием «Пределы роста» (*The Limits of Growth*), был проведен первый День Земли, а Ричард Никсон создал Управление по защите окружающей среды (*EPA*). Но по своей значимости выход этой тонкой книжки, которая была переведена на 30 языков и разошлась тиражом в 30 млн экземпляров, уступал лишь очень многим событиям в истории экологии. Небольшая группа исследователей пришла к трем заключениям.

1. Если сегодняшние тенденции роста численности населения Земли, индустриализации, загрязнения окружающей среды и истощения ресурсов сохранятся неизменными, пределы роста на нашей



планете будут достигнуты в ближайшие 100 лет.

2. Эти тенденции роста можно изменить и создать условия для экологической и экономической стабильности, способные сохраняться и в отдаленном будущем. Условия глобального равновесия можно рассчитать так, чтобы удовлетворялись основные материальные потребности каждого человека на Земле и чтобы все люди имели равные возможности реализации своих личных способностей.

3. Если человечество решит стремиться к этому второму выходу, а не к первому, то чем скорее оно начнет работать в выбранном направлении, тем выше будут его шансы на успех.

При взгляде в прошлое удивляешься, насколько близко мы подошли к тому, чтобы услышать это послание. Во всем мире люди стали работать над тем, как замедлить рост населения. Наилучшей стратегией оказалось просвещение женщин, и мы видим, как за короткий срок уменьшилось число детей у среднестатистической матери: если в недалеком прошлом их было больше шести, то сегодня — меньше трех. Кое-что мы замечали: это были годы первых нефтяных кризисов, первых больших разливов нефти из танкеров, первых стандартов экономичности для автомобилей. Именно в эти годы мы приняли ограничение скорости до 55 миль в час (88,5 км/ч), действительно поставив предел своей мобильности во имя экономии. В конце 1970-х гг. в США противников, продолжения экономического роста было больше, чем сторонников, что сегодня кажется почти невероятным. У нас на самом деле была возможность, чтобы сменить курс, отплыть подальше от скал.

#### ОБ АВТОРЕ

**Билл Маккиббен** (Bill McKibben) — научный сотрудник Колледжа Мидлбери, соучредитель группы действия 350.org и член научного совета Постуглеродного института. Ранее он был также штатным автором еженедельника *New Yorker* и написал несколько значительных книг. Его последняя книга «Земля: как организовать жизнь на непокорной новой планете» (*Eaarth: Making a Life on a Tough New Planet*), вышла из печати в апреле 2010 г.

## Сложность делает нас уязвимыми: если ряд недалновидных ставок по закладным в Неваде может вызвать закрытие тысяч предприятий в Китае, значит, мы позволили своей системе стать слишком запутанной

Разумеется, мы не сделали этого.

Как выяснилось, выводы Римского клуба не были ошибочными. Можно долго игнорировать экологические проблемы, но когда они наступят вас, они проявятся быстро. Окажется, что вы слишком выросли, а нефти не осталось, и полярные льды растаяли.

Я стусил краски. Я сделал это потому, что сегодня все общественные силы приучены желать дальнейшего роста. Но мы не можем расти. Слишком велико трение. Мы на суевой планете.

\*\*\*

Однако существует и другая возможность. Как человеку, заблудившемуся в лесу, нам нужно остановиться, сесть и посмотреть, что из имеющегося в карманах может понадобиться, и начать думать, что предпринять.

Самое главное: проявить зрелость. Мы 200 лет были зациклены на росте, и он принес как блага, так и беды, но главное — привычка к нему укоренилась в нас глубоко, оставив нас вечными подростками. Каждый из живших когда-либо политиков говорил: «Лучшие времена впереди». Но они не впереди и они не то, что мы привыкли считать лучшим. На планете конечных размеров это рано или поздно должно было случиться. Наше счастье, что музыка смолкла, когда мы еще тан-

цевали. Так что, оказался ли 2008 г. тем годом, когда росту пришел конец, случилось бы это в 2011, 2014 или 2024 г., в любом случае это было бы переломом. Нам нужен трезвый взгляд на ситуацию. Никаких иллюзий, фантазий или мелодрам.

Второе: нам нужно понять, от чего мы должны избавиться. Ясно, что многие привычки, например потребительский образ жизни, — это мелочи. Однако главный пункт в списке становится все более очевидным. Примета нашего века — сложность. Но она опирается на низкую стоимость ископаемого топлива и стабильность климата, которыми обусловлен большой избыток продовольствия. Сложность — это наше тщеславие и наша ахиллесова пята. Мы ощутили со взлетом цен на нефть, а затем и с кризисом кредитов в 2008 г.: все связано так плотно, что небольшой сбой в одном месте сотрясает всю систему. Если решение США использовать часть своего зерна для производства этанола может вызвать голодные бунты в 37 странах или если ряд недалновидных ставок по закладным в Неваде способен стать причиной закрытия тысяч предприятий в Китае, значит, мы позволили своей системе стать слишком запутанной. Если наше неразумное поведение может растопить полярные льды — что ж, так и будет.

Мы превратили нашу прекрасную планету в Зеемлю, которая отнюдь не так хороша. Мы быстро движемся от мира, в котором теснили окружающую нас природу, к миру, где природа ополчится на нас, и с гораздо большей силой. Но нам предстоит жить в этом мире, поэтому лучше начать думать, как это делать. ■

Перевод: И.Е. Сацевич

вопросы К БИЛЛУ МАККИББЕНУ

# так ли необходимо остановить рост?

До того как промышленная революция начала свое неотвратимое движение к укрупнению и централизации экономики, общество всегда поддерживало свое существование на местном уровне. В книге «Земля: Как организовать жизнь на непокорной новой планете» (Eaarth: Making a Life on a Tough New Planet) Билл Маккиббен утверждает, что сегодня безудержный рост разрушает планету и что новым движущим стимулом для человечества должно стать сохранение благосостояния и ресурсов, а не экспансия, иначе оно погибнет. Ниже главный редактор журнала *Scientific American* пытается прояснить его утверждения

— **Ваша главная мысль состоит в том, что человечество должно отказаться от роста как образа действий. А почему невозможно расти, но более разумно?**

— Разумеется, мы можем и должны действовать более эффективно, но этого уже недостаточно. Мы достигли сегодня пределов роста, о которых говорят с 1970-х гг., и наблюдаем ошеломительные перемены в окружающей среде. Лишь немногие осознают это.

— **Необходим именно нулевой рост, или очень малый все же можно сохранить?**

— Я не утопист. У меня нет схемы, которая могла бы привести мир в равновесие. Конкретные цифры не рассматривались. Меня больше интересовали траектории: что будет, если мы откажемся от роста как ответа на все проблемы и пойдем в другом направлении. Мы были настолько поглощены экспериментом роста, что почти ничего другого не пробовали. Мы можем характеризовать общество и другими показателями. Некоторые страны измеряют степень удовлетворенности. Если мы будем оценивать мир другими

мерками, накопление личных богатств окажется менее важным.

— **Вы подразумеваете, что крупные централизованные монолитные системы в сельском хозяйстве, энергетике и других отраслях экономики питают рост. Хотите ли вы сказать, что крупное — это плохо?**

— Мы делаем вещи большими потому, что это позволяет расти быстрее. Масштаб дает эффективность. Но сегодня необходимо другое. Нам нужна не скаковая лошадь, специально выведенная для того, чтобы как можно быстрее бегать, которая переломает ноги, если на беговой дорожке окажется дерн. Нам нужна рабочая лошадка, способная выдерживать длительные нагрузки. Нашим девизом должна стать именно выносливость, а не расширение.

— **Что представляет собой зло — сам по себе масштаб или привносимая им сложность? Вы говорите, что слишком велики, чтобы погибнуть, не только банки, но и многие производственные организации. Нужно ли их разрушить или как-то разъединить?**

— Финансовая система, энергетика и сельское хозяйство во многом схожи: везде очень малое число игроков и тесное взаимопереплетение. Любой сбой вызывает каскадный эффект. Пирог с курятиной способен вызвать распространение ботулизма в 48 штатах. Мой дом обеспечивают электроэнергией солнечные батареи. Если они откажут, у меня возникнут трудности, но это не обесточит всю энергосистему востока США.

— **Итак, вы ратуете за возврат к опоре на местные ресурсы. Энтузиасты пытаются внедрить местные продовольственные и энергетические структуры с 1973 г., когда вышла книга Э.Ф. Шумахера (E.F. Schumacher) «Малое красиво» (Small Is Beautiful), но многие регионы продолжают испытывать трудности. Насколько мало «местное»?**

— Нам предстоит определить это. Это может быть город, округ, штат. Но для того чтобы найти ответ, нам понадобится отказаться от субсидий, деформирующих существующие сегодня системы. Эти системы посылают нам все виды сигнала



лов о том, что мы должны делать. В энергетике мы давно зависим от ископаемого топлива. В сельском хозяйстве положение еще хуже. Когда иссякнут субсидии, мы сможем определить, какой масштаб отрасли целесообразен.

— **Разве местные продукты не обходятся дороже?**

— Ферм станет больше, и они, возможно, потребуют больших затрат труда, но это и создаст больше рабочих мест, а у фермеров вырастут доходы. В экономическом отношении местные фермы отсекут множество посредников. Покупка продуктов у ферм с общественной поддержкой обойдется дешевле всего. Мясо может остаться более дорогим, но, откровенно говоря, уменьшение его количества в рационе — еще не конец света. Лучшая новость в моей книге — то, что в развивающихся странах в последние годы стали распространяться все виды рациональных, технологически грамотных способов мелкомасштабного сельскохозяйственного производства.

— **Звучит так, словно ключ к развитию сельского хозяйства на местах — обучение людей тому, как повысить урожайность без увеличения использования искусственных удобрений...**

— Да, и это зависит от местных условий. Не может быть системы, охватывающей весь мир, хотя мы пытались повсеместно внедрить индустриальное сельское хозяйство на основе искусственных удобрений. Решения должны быть гораздо более разумными. Вместо распространения химикатов, вызывающих множество проблем, мы изыскиваем альтернативные агротехнические методы и способы их использования.

— **Хорошо, даже если сельскохозяйственное производство на местах окажется эффективным, как оно обеспечит долговечность вместо роста?**

— Пожалуй, самые важные активы, необходимые для обеспечения долговременной стабильности, особенно в эпоху экологических возмущений — это хорошие почвы, позволяющие



Билл Маккиббен поддерживает своих сторонников на площади Таймс-сквер в Нью-Йорке в ходе Международного дня действий в защиту климата 24 октября 2009 г. Это было одно из 5,2 тыс. мероприятий, организованных его группой 350.org в 181 стране

получать высокие урожаи, впитывать много воды (в связи с неуклонным ростом количества осадков) и удерживать дождевую влагу в течение продолжительных засух, которые становятся все более частыми. Хорошие почвы — это именно то, что формируется локальной агрокультурой с малым внесением химических удобрений, и именно то, что разрушают агропромышленные комплексы.

— **Самообеспечение за счет местных ресурсов выглядит привлекательно, но как странам вроде США выбраться из огромного долга без роста? Казначейство США утверждает, что рост — единственный безболезненный выход. Нужен ли нам переходный период, когда рост позволит избавиться от долгов, после чего мы займемся стабильностью?**

— «Безболезненно» означает всего лишь отсрочку. Платить придется — рано или поздно. Главный политический вопрос таков: можем ли мы заставить перемены происходить достаточно быстро, чтобы избежать всеобщего коллапса, который возможен и даже вполне вероятен? Как нам заставить их наступить быстрее, чем им хочется?

— **Что нужно сделать в первую очередь?**

— Изменить цены на энергию так, чтобы они отражали ущерб, наноси-

мый природе энергетикой. Если стоимость ископаемого топлива будет отражать этот вред, мы увидим новые системы, и перемены пойдут намного быстрее. Лимит на выбросы углерода, который поднимет цену на энергию, — необходимое условие для того, чтобы заставить что-либо двигаться.

— **Цена углерода — это сложный вопрос...**

— Легких путей выхода из нашего положения не существует. Но мир, который мы можем создать, имеет особые свойства, в том числе гораздо более глубокое чувство общности и более тесную связь с другими людьми, как и с природой. Мы долгое время усердно обменивали близость на потребление. Со времени окончания Второй мировой войны США сосредоточились на строительстве более крупных домов, дальше отстоящих друг от друга. Это разрушило общность. У среднего американца стало вдвое меньше друзей, чем было 50 лет назад. Неудивительно, что по всем меркам мы менее довольны своей жизнью, даже несмотря на то что наше материальное благосостояние утроилось. Такой взгляд позволяет представить себе род необходимых перемен. Отказ от роста в пользу надежности — не только потеря. Какие-то потери будут, но будут и приобретения. ■

Перевод: И.Е. Сацевич



Нейрофизиологи обнаруживают все новые нарушения нервных контуров, лежащие в основе психических расстройств. Это требует от психиатров пересмотра представлений о причинах душевных болезней



Томас Инсел

# ДЕФЕКТНЫЕ КОНТУРЫ

**В**о все времена врачи старались сначала выяснить причины болезней и только потом назначать лечение, направленное на их устранение. Однако в случае душевных расстройств картина до недавнего времени была иной: о нарушениях работы мозга, лежащих в основе многих таких заболеваний, ничего не было известно, а потому медики считали их исключительно «психическими» и пытались лечить соответствующими методами — например, психотерапевтическими.

Сегодня ситуация меняется. Обнаружены биологические причины многих психических заболеваний: так, при аутизме выявлены нарушения межнейронных связей, часто обусловленные генными мутациями, а шизофрения рассматривается как болезнь развития мозга. Однако не только обыватели, но и психиатры пока еще не всегда могут согласиться с тем, что такие «чисто психические» болезни, как депрессия, посттравматическое стрессовое расстройство (ПТСР) и обсессивно-компульсивное расстройство (ОКР; невроз навязчивых состояний) обусловлены конкретными физиологическими нарушениями.

Главная причина такого отношения кроется в том, что, в отличие от типичных неврологических нарушений (например, болезни Паркинсона или последствий инсульта), каких-либо видимых поражений мозга при психических заболеваниях не выявлено. Однако положение дел в корне изменилось с появлением современных методов нейровизуализации — получения прижизненных изображений мозга. Такие методы позволили наблюдать за активностью разных отделов мозга без

вскрытия черепной коробки. В результате при ряде психических расстройств были обнаружены нарушения деятельности отделов мозга или связей между ними даже в отсутствие явного повреждения нервных клеток.

С появлением нейровизуализации мозг человека перестал быть черным ящиком». Впервые возникла возможность проследить за нарушениями связей между удаленными структурами мозга или координации их активности при психических расстройствах. Связанные между собой отделы мозга, обеспечивающие выполнение той или иной психической функции, часто называют нервными контурами — по аналогии с электронными контурами в радиотехнике. Работы последних лет показывают, что в основе многих психических заболеваний лежат нарушения функционирования вполне конкретных нервных контуров.

Такое «картирование» функциональных нарушений мозга при психических расстройствах только начинается, но сам подход уже вызывает коренные изменения в психиатрии. Впервые появляется возможность объективной диагностики психических болезней, понимания их причин, следовательно, и разработки более эффективных способов лечения.

## «Зависший» мозг

Пожалуй, самым ярким примером быстрого прогресса в понимании биологических основ психических болезней служит депрессия. Данное заболевание встречается у 16% американцев и сопровождается повышенным риском социальной дезадаптации, наркомании и самоубийства. В других развитых странах депрессия также одно из самых распространенных заболеваний и одна из ведущих причин нетрудоспособности в возрастной группе от 15 до 44 лет. Депрессия проявляется не только чувством глубокой тоски и безнадежности, но также рядом соматических расстройств — потерей аппетита, нарушениями сна, запорами и утомляемостью, порой сочетающейся с приступами возбуждения. Кроме того, для данного недуга характерны иммунные и гормональные нарушения и повышенный риск сердечно-сосудистых заболеваний. И все же депрессия — это прежде всего психическое расстройство. В настоящее время имеется большое количество данных о том, что роль центрального звена в нервном контуре, ответственном за развитие депрессии, играет маленький участок префронтальной коры (ПФК) — поле 25.

Своим обозначением данный участок обязан работам немецкого невролога Корбиняна Бродманна (Korbinian Brodmann), который

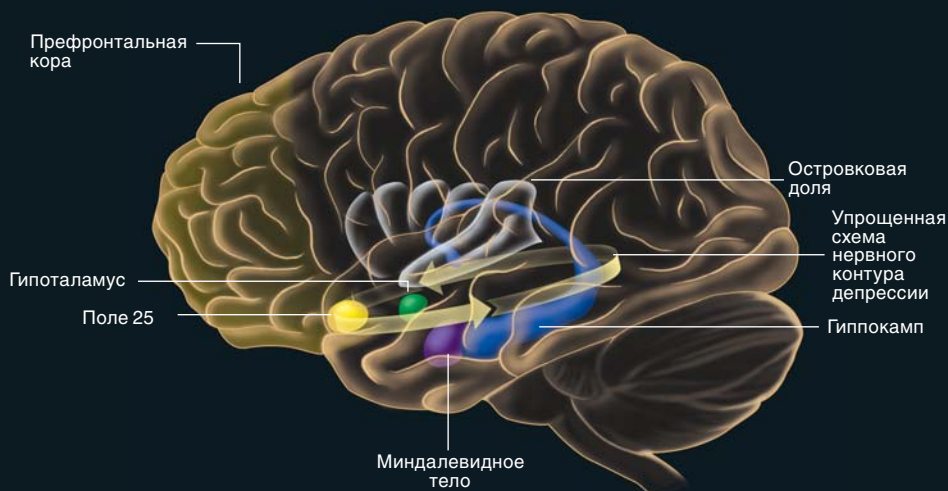
### ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

- Такие заболевания, как депрессия, не сопровождаются явными органическими поражениями мозга, и потому в течение многих лет считались исключительно «психическими».
- С помощью методов нейровизуализации были выявлены характерные для разных психических расстройств нарушения активности мозговых структур. Тем самым впервые были обнаружены физиологические механизмы психических симптомов.
- Изучение этих механизмов позволит выяснить причины поражений мозга при психических расстройствах, разработать объективные способы диагностики и направленные методы лечения

НЕРВНЫЙ КОНТУР ДЕПРЕССИИ: ВЛАСТЕЛИН НАСТРОЕНИЯ



Для больных депрессией характерны общая заторможенность, подавленное настроение, замедленные реакции и нарушения запоминания. Создается впечатление, что активность мозга существенно снижена. В то же время такие проявления, как тревожность и нарушения сна, заставляют предположить, что некоторые участки мозга, напротив, гиперактивны. С помощью визуализации структур мозга, наиболее затронутых при депрессии, было обнаружено, что причина такого несогласования их активности кроется в дисфункции крохотного участка — поля 25. Это поле непосредственно связано с такими отделами, как миндалевидное тело, отвечающее за развитие страха и тревожности, и гипоталамус, запускающий реакции на стресс. В свою очередь, данные отделы обмениваются информацией с гиппокампом (центром формирования памяти) и островковой долей (участвующей в формировании восприятий и эмоций). У лиц с генетическими особенностями, сопровождающимися сниженным переносом серотонина, размеры поля 25 уменьшены, что может сопровождаться повышенным риском депрессии. Таким образом, поле 25 может быть своего рода «главным контроллером» нервного контура депрессии



в своем классическом атласе мозга человека, вышедшем в свет в 1906 г., присвоил номера различным зонам коры больших полушарий. В течение более 100 лет труднодоступное поле 25, расположенное в глубине срединной поверхности лобной доли, мало интересовало исследователей. Однако в последнее десятилетие была обнаружена его ключевая роль в развитии депрессии, и в результате оно сразу привлекло внимание неврологов. Так, Хелен Мейберг (Helen Mayberg) с коллегами из Университета Эмори показали, что при депрессии активность поля 25 повышена, а при облегчении состояния — будь то в результате психотерапии, медикаментозного лечения или каких-либо иных вмешательств — она снижается.

Существуют и другие данные о первостепенной роли поля 25 в развитии депрессии. Данная область ис-

ключительно богата переносчиками серотонина — белками, от активности которых зависит количество нейромедиатора серотонина в нервных окончаниях. Многие антидепрессанты действуют именно на них, облегчая опосредованную серотонином передачу сигналов с одного нейрона на другой. В работе, проведенной в Национальном институте психиатрии, Лукас Пезавас (Lukas Pezawas), Андреас Мейер-Линдерберг (Andreas Meyer-Lindenberg) и их сотрудники изучили более 100 изображений мозга у людей, не страдающих депрессией, сравнивая при этом лиц с коротким и длинным вариантами гена переносчика серотонина. Было найдено лишь одно, но постоянное различие: у людей с коротким вариантом, при котором переносчик образуется в меньших количествах и, как считают, повышен риск депрессии, объем поля 25 был снижен, а его

активность была разобщена с активностью такого подкоркового образования, как миндалевидное тело (миндалины, амигдала).

В результате исследований неврологи в настоящее время рассматривают депрессию как результат расстройства активности нервного контура, в центре которого располагается поле 25. Полагают, что при этом заболевании нарушаются обширные связи данного поля, в том числе с гипоталамусом и ствол мозга (отсюда расстройства аппетита, сна и общей активности), миндалевидного тела и островковой доли (подавленное настроение и тревожность), гиппокампа (нарушения памяти и внимания) и областей лобной доли (нарушения критичного отношения к своему состоянию и самооценки).

Мозг в конечном счете — орган переработки информации, обеспечи-

SAMI SARKIS/Getty Images (photograph); FROM '5-HTTLPR POLYMORPHISM IMPACTS HUMAN CINGULATE-AMYGDALA INTERACTIONS: A GENETIC SUSCEPTIBILITY MECHANISM FOR DEPRESSION', BY LUKAS PEZAWAS ET AL., IN NATURE NEUROSCIENCE, VOL. 8, MAY 6, 2005 (brain image); PRECISION GRAPHICS (illustration)



вающий постоянную интеграцию всех поступающих сенсорных импульсов и координацию ответных реакций. Развивая аналогию с электронными контурами, поле 25 можно рассматривать как главный контроллер, воспринимающий и модулирующий активность обширной сети центров более низкого уровня, отвечающих за страх, память и самооценку. Нарушения функционирования поля 25 могут приводить к расстройствам координации активности таких центров, ошибкам в обработке информации, неверной оценке окружающего мира и собственного состояния. Если такая гипотеза верна, то восстановление нормальной работы поля 25 должно нормализовать и деятельность всех нижележащих центров, облегчая проявления депрессии. Действительно, в исследованиях Мейберг прямое электрическое раздражение участков мозга вблизи данного поля приводило к разрешению симптомов депрессии у больных, не реагирующих на обычные методы лечения.

Если нарушения деятельности поля 25 приводят к «зависанию» мозга в состоянии аномальной ак-

тивности, то целью лечения может стать его «перезагрузка». Тот же принцип может использоваться и в отношении других психических расстройств. В особенности это относится к ОКР: даже для неспециалиста очевидно, что при данном заболевании как бы замыкается постоянный порочный круг ненормальных мыслей и поступков.

### Круговорот повторений

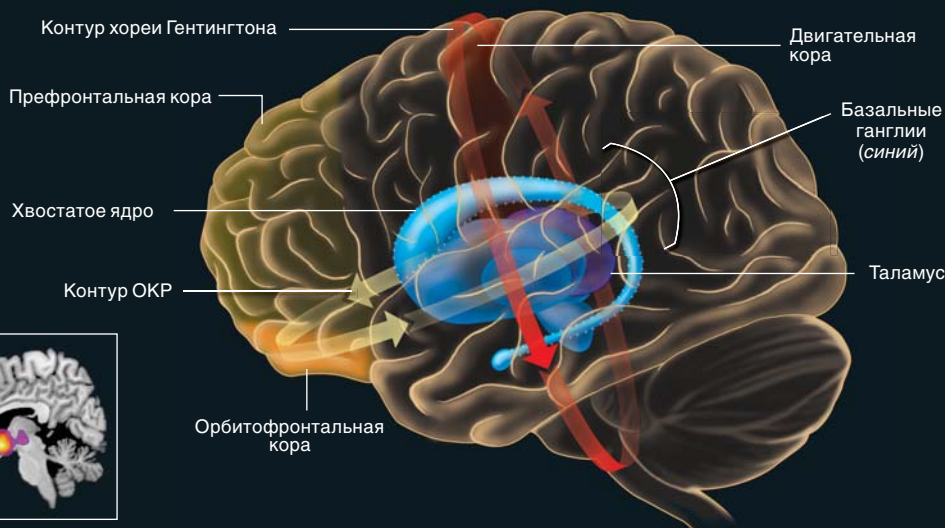
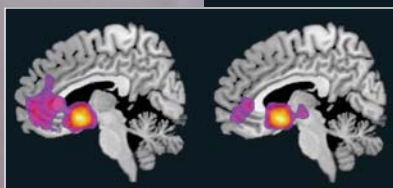
Когда-то обсессивно-компульсивное расстройство, или невроз навязчивых состояний, считалось классическим неврозом — состоянием, вызванным психологическим конфликтом, идеальным объектом для психоанализа. Больные ОКР страдают от навязчивых повторных мыслей (обсессий) и непреодолимого стремления к навязчивым повторным действиям-ритуалам (компульсий). Некоторых из них преследуют мысли об инфицированности и они постоянно моются, порой до крови стирая кожу. Другим все время кажется, что они забыли что-то сделать, и перед уходом из дома они много раз проверяют, выключена ли на кухне плита, закрыты ли краны

и заперта ли дверь. Такие больные обычно осознают беспочвенность своих опасений, но не в состоянии преодолеть навязчивые мысли или действия. В тяжелых случаях больные фактически превращаются в полных инвалидов.

Страдающие ОКР часто описывают свои симптомы как «психический тик» — как будто бы их действия неподвластны сознательному контролю. Действительно, при ОКР нередко наблюдаются настоящие тики. Известно, что в управлении движениями участвуют многочисленные контуры, связывающие, в частности, кору головного мозга с базальными ганглиями — структурами, отвечающими за запуск и координацию движений. Непроизвольные движения, наблюдаемые при тиках или, в особенно тяжелой форме, при хорее Гентингтона, обусловлены нарушениями данных контуров и, как правило, поражениями базальных ганглиев. При ОКР методами визуализации также была обнаружена аномальная активность в одном из таких контуров, включающем орбитофронтальную кору (от-

## НЕРВНЫЙ КОНТУР ДЕПРЕССИИ: ГЕНЕРАТОР НАВЯЗЧИВЫХ СОСТОЯНИЙ

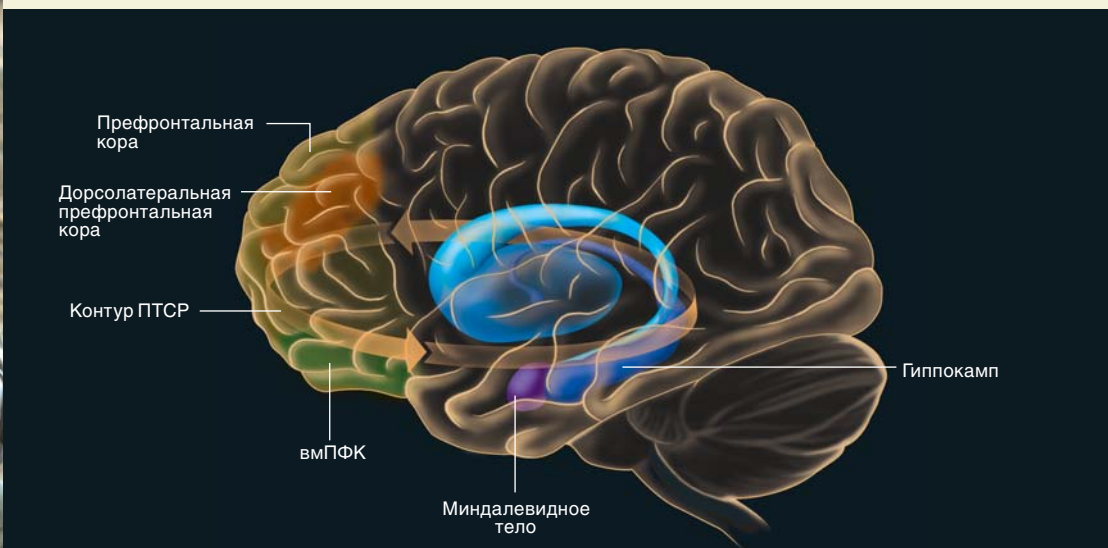
Больные с обсессивно-компульсивным расстройством (ОКР) сравнивают свои навязчивые мысли и действия с неподвластными контролем тиками. Действительно, между этими феноменами есть связь. С одной стороны, произвольные движения (например, при хорее Гентингтона) возникают при поражениях базальных ганглиев — группы ядер, отвечающих за запуск и координацию движений. С другой стороны, относящееся к базальным ганглиям хвостатое ядро входит в состав нервного контура, ответственного за развитие ОКР. К нему относится также орбитофронтальная кора (играющая ключевую роль в принятии решений и системе моральных ценностей) и таламус (отвечающий за передачу и интеграцию поступающей в кору чувствительности). У больных ОКР (врезка слева) активность участков лобной коры и базальных ганглиев повышена и более синхронизирована, чем у здоровых лиц



**НЕРВНЫЙ КОНТУР ПТСР: ХРАНИТЕЛЬ СТРАХА**



При посттравматическом стрессовом расстройстве (ПТСР) стимулы, связанные с психической травмой, продолжают вызывать реакцию страха спустя длительное время после травматического воздействия. Полагают, что предрасположенность к ПТСР повышена при нарушении функционирования вентромедиальной префронтальной коры (вмПФК), т.к. эта область влияет на активность миндалевидного тела — генератора страха и тревоги. В норме после психической травмы происходит постепенное угасание реакции страха и замена ее более спокойной реакцией. Процесс включает научение, в котором участвуют гиппокамп и дорсолатеральная префронтальная кора. Возможно, вмПФК представляет собой ключевое связующее звено между дорсолатеральной префронтальной корой и миндалевидным телом, обеспечивающим «успокоение» последнего в процессе формирования угасания



тие решений), вентральную часть хвостатого ядра (одну из структур базальных ганглиев) и таламус (отвечающий за передачу и интеграцию чувствительной информации).

Данные о повышенной активности в этом контуре были получены не только методами нейровизуализации. У большинства больных ОКР лечение (будь то психотерапия или лекарственная терапия) существенно облегчает состояние, и снижается активность орбитофронтальной коры. Если же при тяжелом ОКР обычное лечение оказывается неэффективным, то разобщение орбитофронтальной коры и хвостатого ядра (путем пересечения связывающих их нервных волокон либо подавления передачи по ним импульсов) приводит к ослаблению симптоматики. Такой явный клинический эффект воздействия на определенные связи в определенном нервном контуре служит веским аргументом в пользу того, что проявления психических

расстройств могут быть обусловлены нарушениями активности конкретных мозговых структур.

Что же касается причин аномальной активности нервных контуров при ОКР и других психических расстройствах, то это отдельная тема. Причин может быть несколько, и они способны взаимодействовать сложным образом. В некоторых случаях имеет место врожденная предрасположенность — как, например, при семейной склонности к высокому уровню холестерина или глюкозы в крови. У таких лиц генетические особенности влияют на развитие и работу мозга. Однако, как и при других заболеваниях со сложными причинами, генетические особенности вызывают развитие патологии не сами по себе, а во взаимодействии с влиянием окружающей среды и индивидуальным опытом. Именно поэтому у одних людей психическое расстройство возникает, а у других — нет.

Итак, взаимодействие биологических особенностей мозга и факторов окружающей среды в определенных условиях может вызывать или усугублять нарушения функционирования нервных контуров. Такие представления оказались особенно плодотворными для понимания причин психической травмы.

**Неуправляемый страх**

Посттравматическое стрессовое расстройство (ПТСР), ранее называвшееся боевой усталостью, неврозом военного времени и т.д., — одно из самых частых патологических состояний у ветеранов боевых действий. В настоящее время его рассматривают как тревожное расстройство, сопровождающееся навязчивыми неприятными мыслями (в частности, постоянными воспоминаниями о психотравмирующих событиях), кошмарами, постоянной тревожностью и нарушениями сна. Сегодня известно, что ПТСР наблю-

дается не только у ветеранов, но и у жертв изнасилования, террористических актов и даже автомобильных аварий.

На первый взгляд ПТСР мало похоже на состояние, вызванное нарушением функционирования нервных контуров. Даже из названия видно, что его причиной становится внешнее психотравмирующее воздействие. Нарушения сна, повышенная тревожность и другие симптомы наблюдаются непосредственно после таких воздействий у всех людей, постепенно стихая со временем. Однако примерно у 20% лиц через несколько месяцев после психической травмы развивается ПТСР: при воспоминаниях или напоминаниях о пережитом у них возникают реакции, характерные для острого стресса (как правило, сильный страх).

Постепенное притупление чувства страха обусловлено так называемым угасанием. Оно заключается в том, что при повторном воздействии раздражителя, связанного с психической травмой (например, воспоминании или напоминании о ней), но не вызывающего ее последствий, реакция в виде страха постепенно исчезает и заменяется новой, нейтральной реакцией. Ясно, что угасание (естественное или обусловленное психотерапией) представляет собой один из вариантов научения. При таком подходе ПТСР можно расценивать как нарушение угасания. Результаты недавних исследований на животных и человеке позволяют предположить, что данный процесс может страдать при нарушении функционирования определенного нервного контура, что приводит к предрасположенности к ПТСР.

Ключевые структуры, отвечающие за формирование страха, — миндалевидное тело и прилежащее к нему скопление нейронов, называемое ядром ложа терминальной полоски. Активация данных структур сопровождается практически всеми признаками реакции страха: учащением сердцебиения, потливостью, «замиранием» и усиленными реакциями на раздражители. Длинные тонкие отростки нейронов миндале-

## Лечение по своей сути может быть сходным с перезагрузкой зависшего компьютера

видного тела идут к центрам ствола мозга, ответственным за перечисленные реакции, а также к отделам переднего мозга, влияющим на мотивации, принятию решений и выделение значимых раздражителей. Однако если миндалевидное тело — это двигатель страха, то в мозге должен существовать и тормоз, блокирующий реакцию страха.

Исследования Грега Квирка (Greg Quirk) и его сотрудников из Университета Пуэрто-Рико показали, что ключевую роль в угасании страха у грызунов играет крохотный участок префронтальной коры, известный как инфралимбическая зона. Исследователи вызывали у животных реакцию страха на определенные условные раздражители, а затем формировали угасание. Выяснилось, что в процессе угасания активность в инфралимбической зоне возрастает, т.е. именно этот отдел служит «тормозом» для миндалевидного тела. Прицельное раздражение нейронов инфралимбической зоны вызывало угасание страха даже без обычного повторного предъявления неподкрепляемого раздражителя. Наконец, подавление активности инфралимбической зоны сопровождалось нарушением уже сформированного угасания. Все это говорит о том, что у крыс нормальная функция инфралимбической зоны — необходимое и достаточное условие для подавления страха.

Методами нейровизуализации у больных ПТСР были выявлены нарушения функционирования вентромедиальной префронтальной коры (вмПФК) — области, аналогичной инфралимбической зоне крыс. В пяти независимых работах было показано, что у больных ПТСР снижена активность вмПФК при предъявлении связанного с психической травмой раздражителя, более того, даже размеры этой области у них меньше. По данным Мохаммеда Милада (Mohammed Milad) и его сотрудников из Массачусетской больницы, толщина вмПФК у здоровых добровольцев коррелировала со способностью подавлять вызываемый условными раздражителями страх. Элизабет Фелпс (Elizabeth Phelps) и ее сотрудники из Нью-Йоркского университета обнаружили, что при угасании у человека, как и у грызунов, активность вмПФК повышается, а миндалевидного тела — снижается.

Данные нейровизуализации постепенно проясняют механизмы положительного воздействия когнитивно-поведенческой психотерапии — разновидности психотерапии, направленной на изменение реакций больного на сложные ситуации. На изображениях мозга видно, что в оценке смысла слов психотерапевта играет роль гиппокамп, а в подавлении страха — дорсолатеральная префронтальная кора. Однако поскольку последняя не име-

### ОБ АВТОРЕ

**Томас Инсел** (Thomas R. Insel) — психиатр, нейрофизиолог и директор Национального института психиатрии (федерального учреждения, занимающегося изучением психических расстройств). В его ранних клинических исследованиях была вскрыта роль серотонина в развитии обсессивно-компульсивного расстройства, а в работах на животных была показана важность мозговых рецепторов окситоцина и других веществ в формировании социальных связей. В своем обзоре роли нервных контуров в развитии психических расстройств, как и в остальных своих трудах, Инсел пытается «навести мосты» между физиологией и психологией, в данном случае — между нервной активностью и поведением.



## Исследования функции нервных контуров не только доказали эффективность некоторых видов лечения, но и вскрыли их мозговые механизмы

ет прямых связей с миндалевидным телом, можно предположить, что роль ключевого связующего звена, соединяющего указанные отделы и обеспечивающего эффект психотерапии, играет влПФК.

### Коренные перемены

При всех описанных здесь расстройствах — депрессии, ОКР и ПТСР — выявлена связь между активностью определенных нервных контуров и нарушениями поведения или внутреннего состояния. Во всех случаях оказалась затронутой префронтальная кора. Это и неудивительно: именно эта область мозга наиболее развита у человека, что затрудняет интерпретацию работ на животных, но зато позволяет понять, что делает нас людьми. Считается, что префронтальная кора — главный «распорядитель» мозга, и именно в ней анализируются

наши самые сложные цели и мотивации, принимаются решения и планируются действия.

В то же время при разных заболеваниях, по-видимому, страдает функция разных отделов префронтальной коры и связанных с ней областей мозга. Можно привести и другие примеры: так, при шизофрении выявлена аномальная активность дорсолатеральной префронтальной коры, а при синдроме дефицита внимания с гиперактивностью (СДВГ) наблюдается замедленное развитие всей префронтальной коры в возрасте от 7 до 12 лет.

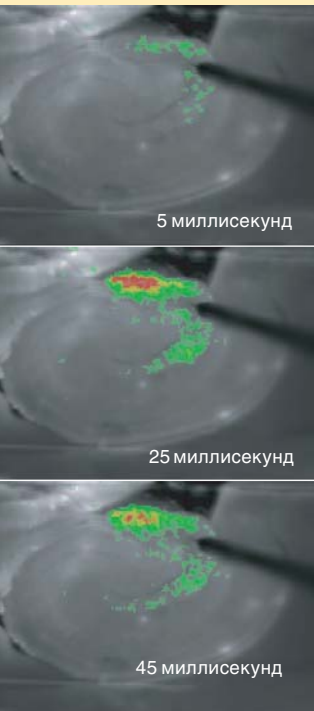
При всей убедительности фактов необходимы еще многие исследования для того, чтобы надежно связать разные психические расстройства с нарушением тех или иных мозговых функций. Существенную помощь может оказать изучение генов, ответственных за по-

вышенный риск конкретных психических расстройств.

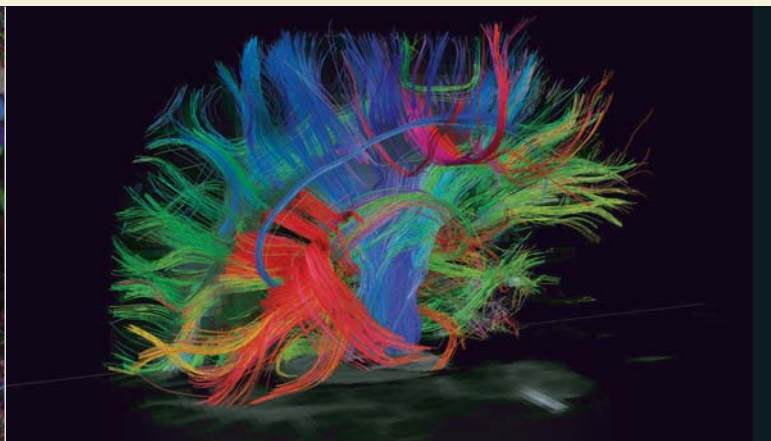
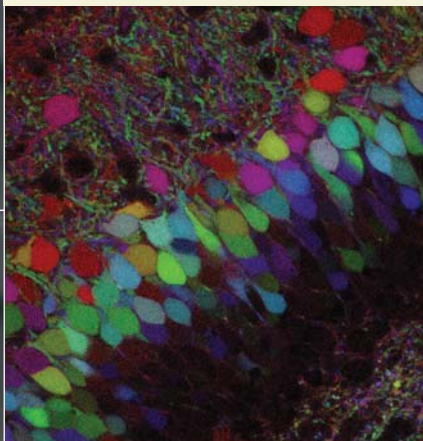
Выявление нарушений нервных контуров, обуславливающих психические расстройства, может иметь большие последствия для диагностики и лечения. В настоящее время классификация таких расстройств строится не на объективных критериях, а лишь на субъективных симптомах, которые вдобавок бывают сходными при разных заболеваниях. Построение новой классификации, основанной на функционировании мозга, может дать совершенно новые подходы к диагностике, при которых будут использоваться такие объективные показатели, как активность мозговых структур, биохимические или морфологические изменения. Объективные критерии, например биохимические показатели крови, электрокардиография или данные лучевой диагностики, служат важным подспорьем во всех областях медицины, и можно надеяться, что и в психиатрии они будут способствовать более точной, а может и более ранней диагностике.

В настоящее время диагноз шизофрении ставится на основании

### ОКНО В МОЗГ



Новые методы нейровизуализации, позволяющие подробно изучать структуру и функцию мозга, дают возможность все глубже исследовать механизмы нарушения нервных контуров при различных психических расстройствах. Гиппокамп крысы, обработанный потенциалчувствительными красителями, светится красным цветом при усилении импульсации (слева). Структуры развивающегося мозга у генетически модифицированных мышей, нейроны которых флюоресцируют в разных частях спектра, переливаются всеми цветами радуги (внизу в центре). Диффузионная магнитно-резонансная томография — метод анализа полученных при магнитно-резонансной томографии (МРТ) изображений, позволяющий увидеть соединяющие разные отделы мозга волокна, — важное подспорье в изучении нарушений нервных контуров (внизу справа)



**МОСТ ОТ ПСИХИКИ К МОЗГУ**

Различия в подходах к медикаментозному лечению психических расстройств (например, депрессии) и соматических болезней (например, ишемической болезни сердца) во многом обусловлены тем, что механизмы психических заболеваний почти не изучены. Исследование причин и особенностей нарушений нервных контуров при психических расстройствах сделает возможным раннюю диагностику таких расстройств — например, с помощью методов нейровизуализации или анализа крови на генетические маркеры либо специфические белки, что, в свою очередь, позволит назначить более своевременное и прицельное лечение



**ДЕПРЕССИЯ — ПРОШЛОЕ, НАСТОЯЩЕЕ И БУДУЩЕЕ**

|                 | 1960 Г.                                                    | 2010 Г.                                                                                   | ПЕРСПЕКТИВЫ НА 2020 Г.                                                                                                                                                                                                        |
|-----------------|------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Выявление риска | Способов нет                                               | Ненадежные способы (семейный анамнез, перенесенная психическая травма)                    | Надежные способы (анализ генов и белков, нейровизуализация)                                                                                                                                                                   |
| Диагностика     | Анамнез                                                    | Анамнез                                                                                   | Анамнез, биологические маркеры, нейровизуализация                                                                                                                                                                             |
| Лечение         | Госпитализация, электросудорожная терапия, инсулиновый шок | Антидепрессанты, когнитивная психотерапия                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Профилактика: когнитивная психотерапия и вакцины</li> <li>■ Лечение индивидуальное: прицельная медикаментозная терапия, когнитивная психотерапия, электростимуляция мозга</li> </ul> |
| Исход           | Высокая частота рецидивов и самоубийств                    | Улучшение в 50% случаев после 12 месяцев лечения; высокая частота рецидивов и самоубийств | Улучшение через 24 ч; низкая частота рецидивов и самоубийств                                                                                                                                                                  |

хотя бы одного психотического эпизода — так же как раньше диагноз ишемической болезни сердца ставили лишь после приступа стенокардии. Однако в случае заболеваний мозга поведенческие или когнитивные патологии могут быть лишь поздним проявлением нарушения функционирования нервных контуров, развивающимся только после исчерпания компенсаторных механизмов. Так, при болезни Паркинсона симптоматика возникает лишь после гибели 80% нейронов черной субстанции, а при хорее Гентингтона — после утраты 50% нейронов базальных ганглиев.

Можно ожидать, что и лечение будет зависеть от характера поражения мозга. Исследование влияния разных видов лечения, в частности психотерапии, на активность нервных контуров может способствовать усовершенствованию методов терапевтического воздействия. Многие современные антидепрессанты и нейролептики, безусловно, эффективны, но не намного больше, чем их предшественники сор-

калетней давности. На основании более точных представлений о мозговых механизмах развития таких заболеваний, как депрессия, могут быть разработаны более направленные и эффективные методы воздействия.

Представления о психических болезнях как результате нарушения определенных мозговых механизмов могут принести плоды уже сегодня — в виде изменения общественного мнения об этих болезнях. В разные времена душевнобольные считались одержимыми, преступными, слабовольными, изуродованными воспитанием и т.д. Современные данные отмечают все эти представления. Научно обоснованный подход требует не отвергать таких больных, а подходить к ним со всем тем участием, которого они заслуживают.


Трудно найти этап в развитии медицины, подобный тому, в который вступает современная психиатрия. На наших глазах она превращается из умозрительной дисциплины, основанной на субъективной оцен-

ке «психических симптомов», к полноценной нейронауке. Накапливающиеся данные о механизмах психических расстройств несут революционные преобразования в диагностику и лечение для врачей и облегчение страданий для миллионов больных. ■

Перевод: Н.Н. Алипов

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА**

- Targeting Abnormal Neural Circuits in Mood and Anxiety Disorders: From the Laboratory to the Clinic. Kerry J. Ressler and Helen S. Mayberg in *Nature Neuroscience*, Vol. 10, No. 9, pages 1116–1124; September 2007.
- Neural Circuitry Underlying the Regulation of Conditioned Fear and Its Relation to Extinction. Mauricio R. Delgado et al. in *Neuron*, Vol. 59, No. 5, pages 829–838; September 11, 2008.
- Disruptive Insights in Psychiatry: Transforming a Clinical Discipline. Thomas R. Insel in *Journal of Clinical Investigation*, Vol. 119, No. 4, pages 700–705; April 1, 2009.

A person wearing a black, form-fitting, full-body suit stands on a light-colored wooden floor against a plain white wall. The person's face is not visible, and their arms are slightly away from their body. The lighting is soft and even.

Чарлз делла Сантина

# бионные уши ПОМОГУТ ОБРЕСТИ РАВНОВЕСИЕ



## Недалек тот день, когда больные, утратившие чувство равновесия, вернутся к полноценной жизни. И помогут им в этом импланты во внутреннем ухе

Спросите приятеля, какого рода ощущения свойственны человеку, — и он почти наверняка назовет вкус, осязание, обоняние, зрение и слух. О шестом чувстве — чувстве равновесия — он вряд ли вспомнит, а возможно, услышит о нем впервые от вас. А между тем утеря его может привести к драматическим последствиям — изнурительным приступам головокружения, тошноте, невозможности сохранять равновесие и фиксировать взгляд во время движения. К счастью, помочь делу смогут ушные бийонные импланты, над созданием которых работают ученые. Они восстановят чувство равновесия у людей с нарушением вестибулярного анализатора — структуры внутреннего уха, которая участвует в формировании шестого чувства.

Известие о скором появлении таких протезов буквально возродило к жизни Ричарда Ганнона (Richard Gannon), слесаря-паропроводчика. Он почти полностью утратил способность сохранять равновесие семь лет назад, по-видимому, в результате вирусного заболевания.

«Выйдя на пенсию, я переехал в дом недалеко от побережья Атлантического океана, потому что очень люблю воду. Но с тех пор как меня поразил страшный недуг, я не могу ходить по прямой, особенно по песку, — говорит Ганнон. — Меня бросает из стороны в сторону, люди шарахаются от меня, как от пьяного. Стоя у кромки воды, я чувствую, что вот-вот упаду. Автомобиль тоже

стал мне недоступен. Я почти не езжу и никогда не сажусь за руль с наступлением темноты. Вместо двух фар встречного автомобиля я вижу 20, дорожные знаки кажутся кометами, со страшной скоростью проносящимися мимо. Я охотно пожертвовал бы слухом, лишь бы вернуть чувство равновесия».

Единственная надежда для Ганнона и сотен тысяч больных с повреждениями внутреннего уха — последствием приема антибиотиков (например, гентамицина), химиотерапевтических препаратов, менингита или болезни Меньера — это бийонные ушные импланты, в создании которых достигнут большой прогресс.

### По стойке смирно!

Новый тип бийонного уха во многом сходен с кохлеарным (улиточным) имплантом, который восстанавливает слух путем электрической стимуляции участков слухового нерва. Он возвращает чувство равновесия благодаря стимуляции вестибулярного нерва, в норме передающего сигналы от вестибулярного лабиринта в головной мозг. Электрический контакт с нервом, обеспечивае-

мый имплантом, позволяет обойти поврежденную вестибулярную систему.

В норме лабиринт выполняет две важные функции. Одна из них состоит в регистрации углового движения тела. Информация об этом необходима для поддержания равновесия и нормальной позы. Вторая функция заключается в реакции на повороты головы и обеспечивает фиксацию взгляда на желаемом предмете. Например, в ответ на подъем головы вверх лабиринт посылает глазодвигательным мышцам сигналы, заставляющие глаза с такой же скоростью опуститься вниз. В результате изображение предмета на сетчатке никуда не смещается. Не будь этого рефлекса, мы видели бы окружающий нас мир так, будто смотрим на него через движущуюся туда-сюда видеокамеру. Такой дефект как раз относится к числу устранимых с помощью бийонного протеза, но чувство равновесия восстанавливается при этом не полностью.

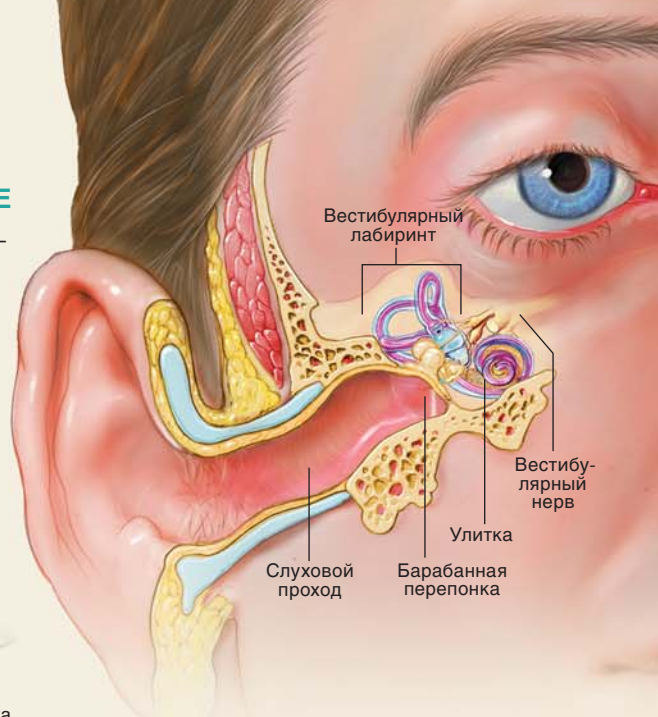
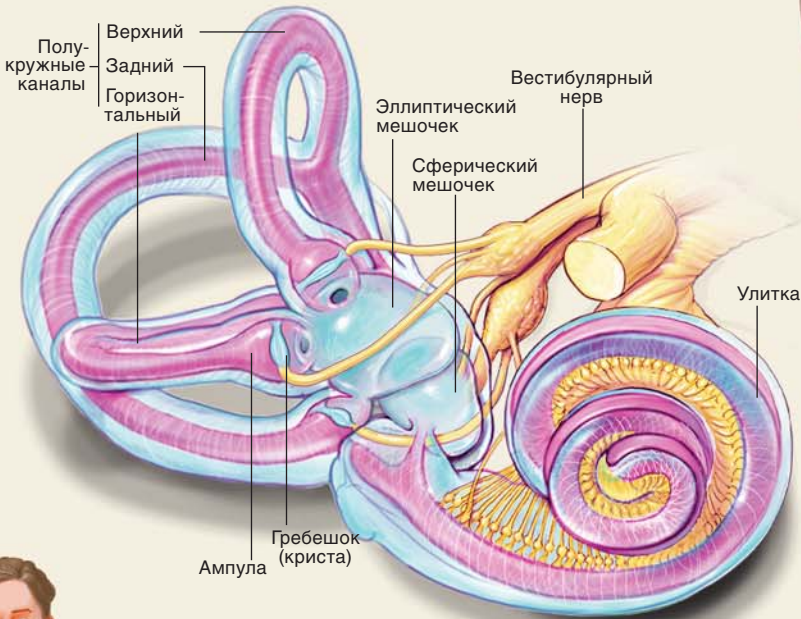
Вестибулярный лабиринт реагирует на угловые движения, используя три заполненных жидкостью структуры, называемых полукруж-

### ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

- Нарушения в работе вестибулярной системы, расположенной во внутреннем ухе, сопровождаются головокружениями, пошатыванием, зрительными аномалиями.
- За анализ поворотов головы отвечают три полукружных канала, расположенных во внутреннем ухе.
- На завершающей стадии разработки находятся протезы, которые могли бы выполнять функции полукружных каналов и таким образом восстанавливать утраченное чувство равновесия.

## УСТРОЙСТВА, ВОССТАНАВЛИВАЮЩИЕ РАВНОВЕСИЕ

Замысловато устроенный вестибулярный лабиринт во внутреннем ухе — основная структура, отвечающая за сохранение равновесия. Повреждения в нем вызывают головокружение и зрительные аномалии. Для их устранения разрабатываются протезы, сходные с кохлеарными имплантами, которые призваны устранить снижение слуха вследствие повреждений улитки

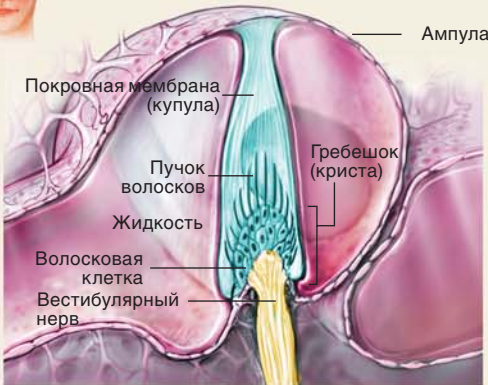


### ◀ ВНУТРЕННЕЕ УХО: НЕ ТОЛЬКО ДЛЯ СЛУХА

Вестибулярный лабиринт включает три заполненных жидкостью полукружных канала; на одном конце каждого из них находится так называемая ампула. Она реагирует на повороты головы в пространстве и, как и другие датчики внутреннего уха, использует для этого специализированные клетки, которые преобразуют движение жидкости в нервные сигналы. Другие структуры лабиринта — эллиптический мешочек (маточка) и сферический мешочек — информируют головной мозг об ориентации головы относительно направления силы тяжести. Протез, над которым работает автор статьи, должен будет выполнять функции полукружных каналов



ГОЛОВА В ПОЛОЖЕНИИ «ПРЯМО»



### ◀ ПО ТЕЧЕНИЮ

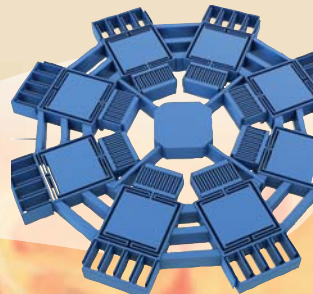
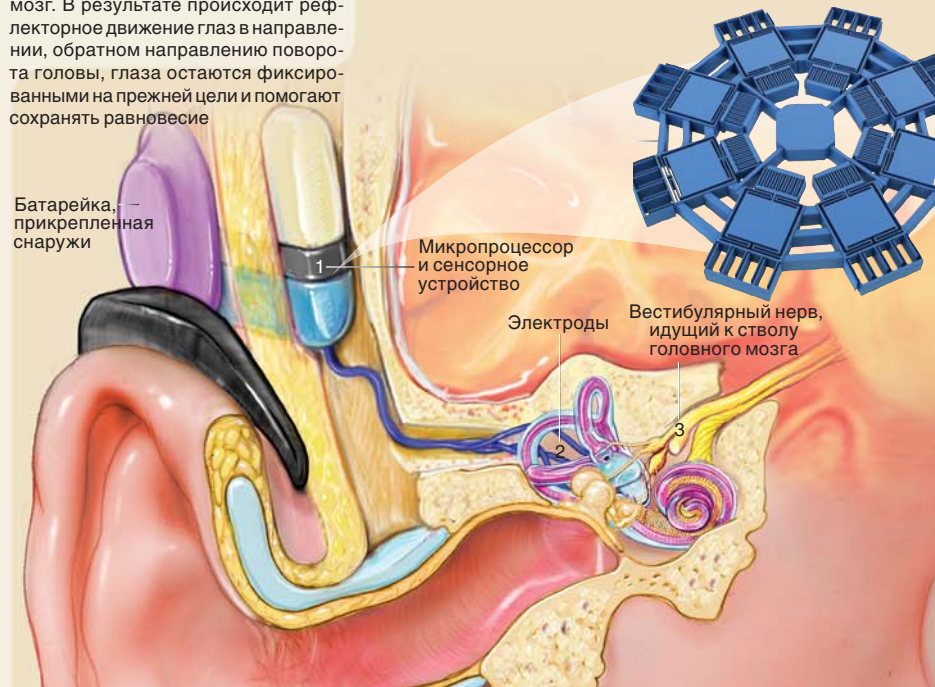
Когда голова находится в положении «прямо» и неподвижна, жидкость в каждом из каналов тоже никуда не движется и вестибулярные нервные волокна генерируют разряды постоянной частоты. При повороте головы жидкость в каждом горизонтальном полукружном канале изгибает купулу (мембрану, перекрывающую канал). Волосковые клетки преобразуют это движение в электрические сигналы, которые передаются вестибулярными нервными волосками в головной мозг. В результате происходит рефлекторное движение глаз в направлении, обратном направлению поворота головы, глаза остаются фиксированными на прежней цели и помогают сохранять равновесие

### ▼ ЭЛЕКТРОННЫЙ ШУНТ

Конструируемый авторами статьи протез содержит миниатюрный гироскоп, реагирующий на повороты головы. Он располагается внутри капсулы, имплантированной позади уха, и имеет вибрирующее микроэлектромеханическое колесико. Когда голова поворачивается, колесико слегка отклоняется, при этом изменяется напряжение на конденсаторах, размещенных в капсуле (1). Микропроцессоры гироскопа регистрируют данное изменение и посылают сигналы электродам, встроенным во внутреннее ухо (2). Те передают информацию вестибулярному нерву (3), затем в ствол головного мозга и в конце концов нервам, которые регулируют положение глаз



ГОЛОВА ПОВОРАЧИВАЕТСЯ





ными каналами. Они располагаются во внутреннем ухе под определенными углами друг к другу и контролируют повороты головы в трехмерном пространстве.

Один канал, например, воспринимает поворот в горизонтальной плоскости. Когда вы поворачиваете голову влево, жидкость в нем давит на мембрану, располагающуюся поперек одного из его концов. Мембрана, растягиваясь, наклоняет волоски (цилии), прикрепленные к основанию структуры. Этот процесс запускает генерацию сигналов в вестибулярных нервах, идущих к стволу головного мозга и мозжечку, центрам сенсорного восприятия и двигательного контроля. Последние отдают команды глазодвигательным мышцам, поворачивающим глаз в противоположную сторону относительно направления движения головы.

### Обходной путь

Мы с коллегами из Лаборатории вестибулярной нейроинженерии Джона Хопкинса сконструировали и испытали один из имплантов, столь необходимых Ганнону. Его ключевые компоненты — миниатюрный гироскоп, реагирующий на любые повороты головы, и его микропроцессор, посылающий сигналы электродам, которые стимулируют три ветви вестибулярного нерва. За последние 25 лет было изготовлено более 120 тыс. кохлеарных (улиточных) имплантов. Есть надежда, что данный опыт пригодится разработчикам нового поколения нейроимплантов и сократит время от их создания до применения в клинике.

Обычно мы ставим имплант только с одной стороны, чтобы умень-

шить риск осложнений после хирургического вмешательства. Например, есть опасность повреждения структур внутреннего уха, связанных со слухом. Как показывают проведенные нами опыты на животных, восстановление функций одного набора полукружных каналов дает вполне устойчивый результат. Однако коррекция зрительных ощущений, нарушение которых так досаждало больному, происходит далеко не всегда.

Разработкой вестибулярных имплантов занимаемся не только мы. Дэниел Мерфелд (Daniel Merfeld) и его коллеги из Массачусетского ушного и глазного госпиталя в Бостоне сообщили об изготовлении первого протеза, берущего на себя функцию одного из трех полукружных каналов. Проведенные ими опыты на животных дали положительные результаты, и сегодня Ричард Льюис (Richard Lewis), тоже работающий в Массачусетском ушном и глазном госпитале, проверяет способность протеза обеспечивать стабильность положения тела.

Недавно группа под руководством Джеймса Филиппа (James O. Phillips) из Вашингтонского университета сконструировала устройство, подобное пейсмейкеру (водителю ритма), которое, как они надеются, сможет подавлять аномальную электрическую активность нервов, сопровождающую приступы головокружения при болезни Миньера. Параллельно Андрей Шкел (Andrei M. Shkel) из Калифорнийского университета в Ирвайне, а также Юлиус Георгиу (Julius Georgiou) из Кипрского университета работают над созданием аналогичного наружного устройства.



РИЧАРД ГАННОН, стоящий первым в очереди желающих установить бионный протез, болен уже семь лет

Наша группа из Университета Джона Хопкинса надеется начать клинические испытания своего устройства, как только будут устранены оставшиеся технические и регуляторные недостатки. Если все пойдет, как задумано, бионные уши, восстанавливающие шестое чувство у таких больных, как Ганнон, в конце концов вернут к полноценной жизни тысячи людей. ■

Перевод: Н.Н. Шафрановская

### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

- Living without a Balancing Mechanism. John Crawford in *British Journal of Ophthalmology*, Vol. 48, No. 7, pages 357–360; July 1964.
- Gentamicin-Induced Bilateral Vestibular Hypofunction. L. B. Minor in *Journal of the American Medical Association*, Vol. 279, No. 7, pages 541–544; February 18, 1998.
- A Multichannel Semicircular Canal Neural Prosthesis Using Electrical Stimulation to Restore 3-D Vestibular Sensation. Charles C. Della Santina et al. in *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, Vol. 54, No. 6, pages 1016–1030; June 2007.
- Johns Hopkins Vestibular Neuroengineering Laboratory: [www.hopkinsmedicine.org/otolaryngology/research/vestibular/VNEL](http://www.hopkinsmedicine.org/otolaryngology/research/vestibular/VNEL)

### ОБ АВТОРЕ

**Чарлз делла Сантина** (Charles C. Della Santina) — доцент кафедры отоларингологии и биомедицинской инженерии и заведующий Лабораторией вестибулярной нейроинженерии Медицинской школы Джона Хопкинса. Как хирург он специализируется на лечении больных с нарушениями вестибулярного аппарата и на восстановлении слуха с использованием кохлеарных имплантов. Кроме того, он занимается разработкой протезов, помогающих восстановить чувство равновесия, утраченное по тем или иным причинам.



Эндрю Кларидж и Джеймс Трапп

# ТАЙНАЯ ЖИЗНЬ трюфелей

Трюфели интересуют не только гурманов —  
они нужны для благополучия экосистем

**Х**олодным ноябрьским днем мы гуляем в лесу неподалеку от Болоньи с Мирко Илличе (Mirko Illice), сборщиком трюфелей, и его собакой Клинто. Клинто бегают между дубами, обнюхивая землю, иногда замирая, а потом возобновляя бег. Внезапно он останавливается и начинает неистово рыть землю лапами. «Ага, он нашел итальянский белый трюфель», — объясняет Мирко. — Он роет двумя лапами только когда находит именно этот гриб». Мирко мягко оттаскивает возбужденную собаку от ямы, запускает туда руку, извлекает желто-коричневый клубень размером с мячик для гольфа — итальянский трюфель (*Tuber magnatum*), растущий в северной Италии, Сербии и Хорватии. «*Benissimo*, Клинто», — произносит Мирко нараспев. Хотя это и не самый ценный экземпляр, но все же находку пса можно будет продать на воскресном рынке примерно за \$50.

На протяжении всей истории человечества трюфели попадали в меню и в фольклор. Их подавали на пиршествах фараона Хеопса. Добывали грибы и бесчисленные поколения жителей пустынь — бедуины, бушмены пустыни Калахари и аборигены Австралии. Римляне ценили необыкновенный вкус трюфелей и считали, что их порождает гром.

Современные эпикурейцы ценят трюфели за их характерные аромат и вкус. Они готовы выкладывать за них огромные суммы: в последнее время за килограмм итальянского белого трюфеля давали более \$3 тыс. И все же, несмотря на неизменный интерес людей к грибам, многое из их биологии остается загадкой. Однако за последние два десятилетия генетические исследования и полевые наблюдения прояснили происхождение и функции этих организмов и показали, что трюфели играют ключевую роль во многих экосистемах. Благодаря данным открытиям мы получили информацию, необходимую для сохранения многих видов, чье выживание напрямую зависит от этих жителей подземного мира.

### Грибы среди нас

То, что мы обычно называем трюфелями, представляет собой плодовые тела ряда определенных видов грибов. Эти мясистые органы — временные репродуктивные структуры, в которых формируются споры. Споры в конечном счете прорастают и дают начало новым поколениям. Трюфели отличаются от других грибов тем, что их плодовые тела со спорами формируются не над, а под землей. Они принадлежат к группе аскомицетов, однако существуют и «ложные трюфели», относящиеся к базидиомицетам. Учитывая данное обстоятельство, мы будем говорить обо всех грибах, образующих плодовые тела под землей, как о трюфелях.

Первые научные попытки разгадать секреты трюфелей относятся к началу XIX в., когда фермеры из Германии, желавшие их выращивать, поручили ботанику Альберту Бернхарду Франку (Albert Bernhard Frank) выяснить, как же развиваются данные деликатесы. Исследования Франка показали, что грибы плотной сетью оплетают корешки деревьев, служащие для всасывания воды и питательных веществ из почвы. На основе таких наблюдений он предположил, что между грибами и деревьями сформировались симбиотические отношения — они делятся друг с другом питательными веществами. В дальнейшем ботаник установил, что такие взаимоотношения широко распространены и представляют собой основу здоровья и роста многих растительных сообществ. Теории Франка противоречили общепринятой точке зрения, согласно которой трюфели и другие грибы вызывают заболевание и гниль у растений, и попали под огонь серьезной критики со стороны его коллег.

Но хотя понадобился еще почти целый век на то, чтобы получить неопровержимые доказательства, догадка Франка была верна.

Все трюфели и другие грибы с плодовыми телами формируют сеть нитей, или гифов, которые врастают в корешки растений, образуя общий орган всасывания, известный как микориза. Растение получает от гриба ценные питательные вещества и воду (тоненькие гифы могут добыть их из полостей в почве, куда не могут добраться более толстые корешки растения). Растение же снабжает своего партнера сахарами и другими питательными веществами, которые оно производит в процессе фотосинтеза; они необходимы грибам, однако те не могут синтезировать их самостоятельно, т.к. им недоступен фотосинтез. Такие партнерские отношения настолько полезны для обеих сторон, что стали практически необходимы для выживания как большинства деревьев и других одревесневающих растений, так и самих грибов. Большинство травянистых растений (у которых нет постоянного наземного одревесневающего стебля) тоже формируют микоризу, хотя и с другими грибами.

Различные виды грибов, в том числе и образующие трюфели, формируют разновидность микоризы, называемую эктомикоризой: гриб обволакивает корешки растения внешней защитной тканью. Разнообразие грибов, образующих эктомикоризу, впечатляет: один из нас (Джеймс Трапп) подсчитал, что более 2 тыс. видов грибов связаны с псевдотсугой (хвойное вечнозеленое дерево, используемое на древесину и в качестве рождественских елей). Вероятно, столько же видов, если не больше, состоят в симбиозе с

#### ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

- Трюфели, которые можно попробовать в шикарных ресторанах и увидеть на полках дорогих магазинов, — лишь малая часть разнообразия видов этих грибов по всему миру.
- Трюфели — важный компонент многих экосистем, они необходимы и растениям, и животным.
- Признание экологического значения трюфелей поможет сохранить некоторые вымирающие виды, зависящие от этих грибов.



## ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЙ ГРИБ

Трюфели - важный компонент многих экосистем, они нужны и растениям, и животным. Например, в лесах на Северо-западном побережье Тихого океана с помощью трюфелей *Rhizopogon* дерево псевдотсуга получает необходимые ему питательные вещества и воду. Трюфели — это основная пища американской летяги, которая в свою очередь служит любимой добычей северной пятнистой неясыти. Таким образом, чтобы сохранить среду обитания неясыти, нужно обеспечить благоприятные условия для роста трюфелей



### ТРЮФЕЛИ ПРОТИВ ДРУГИХ ГРИБОВ

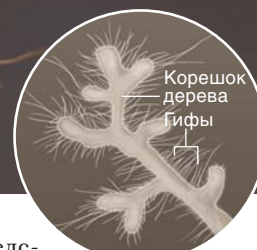
Грибы, чьи плодовые тела появляются над поверхностью земли, имеют сложное строение и распыляют споры непосредственно в воздух

Аромат

Корешок  
дерева  
Трюфель  
Гифы

### УЛИЦА С ДВУСТОРОННИМ ДВИЖЕНИЕМ

Трюфели формируют симбиотические взаимоотношения с растениями с помощью сети тончайших волокон, называемых гифами, которые врастают в корешки растений, образуя общий орган, называемый эктомикоризой. Эктомикориза позволяет каждому симбионту снабжать своего партнера теми веществами, которые он не может добыть самостоятельно



Корешок  
дерева  
Гифы

австралийскими эвкалиптами. Существование многие других видов деревьев, важных в экономическом и экологическом отношении, тоже зависит от грибов, образующих эктомикоризу. Большинство из них формируют плодовые тела над землей, но несколько тысяч видов образуют трюфели.

### Грибы уходят под землю

Сравнение морфологии и последовательности генов у трюфелей и грибов, образующих плодовые тела над

землей, показало, что большинство трюфелей произошли от этих грибов. Но с учетом того факта, что для размножения им необходимо рассеивать споры над землей, непонятно, почему в ходе естественного отбора появились виды, спрятавшиеся под землю. Рассмотрим репродуктивную тактику грибов, образующих плодовые тела над землей. Несмотря на то что для них характерно огромное множество различных форм и расцветок, все они формируют плодовые тела, распыляющие

споры непосредственно в воздух. Далее споры могут приземлиться неподалеку или улететь далеко-далеко, чтобы прорасти и, возможно, сформировать новую колонию вместе с корешками подходящего растения. Такой подход очень эффективен.

Однако стратегия грибов, образующих плодовые тела над землей, срабатывает не всегда. Большинство этих образований почти не защищены от неблагоприятных условий окружающей среды: жары, иссушающих ветров, морозов. Каждый день часть спор созревает и улетает. Но если ненастная погода высушивает или замораживает гриб, формирование спор прекращается.

В тех местах, где такие капризы природы случаются особенно часто, грибы смогли к этому приспособиться. Самой успешной альтернативой стал переход к формированию плодового тела под землей. Если зем-

### ОБ АВТОРАХ

**Эндрю Кларидж** (Andrew W. Claridge) — старший научный сотрудник Департамента окружающей среды, изменения климата и водных ресурсов Нового Южного Уэльса и внештатный сотрудник Университета Нового Южного Уэльса в Австралии. Более 20 лет он исследует взаимоотношения млекопитающих и грибов, которыми они питаются. **Джеймс Трапп** (James M. Trappe) — исследователь из Федеральной лесной службы США и профессор наук о лесе Орегонского университета. Он описал более 200 новых видов трюфелей на пяти континентах.



ля была достаточно увлажнена для того, чтобы позволить сформироваться подземному плодovому телу, то в дальнейшем оно будет изолировано от всех неблагоприятных условий окружающей среды. Трюфель развивается в относительной безопасности, продолжая образовывать свои споры даже тогда, когда условия над землей неблагоприятны для других грибов. На первый взгляд, такая стратегия выглядит примитивной. Трюфель устроен гораздо проще, чем наземное плодovое тело. Грибу больше не нужно расходовать энергию на то, чтобы вытолкнуть свои ткани на ножке на поверхность земли и создать шляпку или другие структуры для формирования и распыления спор. Трюфель — это всего лишь клубень из ткани, формирующей споры, обычно покрытой защитной кожей.

Проблема состоит в том, что трюфель не способен самостоятельно распространять споры, поскольку он спрятан под землей. Для этого нужна альтернативная система распространения, в которой и заключается вся сложность способа размножения этих грибов. Трюфели ушли под землю много миллионов лет назад, и благодаря мутациям у них появился притягательный для животных запах. Каждый вид трюфеля обладает собственным ароматом, отсутствующим у незрелых плодovых тел, но появляющимся и усиливающимся по мере созревания спор.

Всего несколько дюжин видов трюфелей из тысяч существующих сегодня интересуют людей. Остальные либо слишком мелкие, либо слишком жесткие, либо их запах ничем не привлекателен или вовсе неприятен. Однако животных ароматы, доносящиеся из-под земли, завораживают. Некрупные млекопитающие, такие как мыши, белки и кролики в Северном полушарии и кенгуровые крысы, броненосцы и сурикаты в Южном полушарии, — главные ценители трюфелей. Но и более крупные животные — в том числе олени, медведи, бабуины и валлаби — также ищут эти грибы.

Трюфели привлекательны даже для моллюсков. Насекомые могут ими питаться и откладывать в них яйца, чтобы у личинок, когда они вылупятся, имелся готовый запас пищи.

Когда животное съедает трюфель, почти вся его мякоть переваривается, но споры остаются невредимыми; с экскрементами они попадают на землю и в подходящих условиях могут прорасти. У такой системы распространения спор есть свои преимущества по сравнению с той, которую используют грибы, образующие плодovые тела над поверхностью земли. К тому же фекалии скорее всего окажутся в месте, где животные ищут трюфели, а не будут рассеяны случайным образом, т.е. споры попадут туда, где будут расти подходящие виды растений, с которыми можно образовать микоризу.

Однако не все трюфели полагаются на аромат для привлечения животных. В Новой Зеландии, где мало наземных млекопитающих, некоторые трюфели приобрели окраску всех цветов радуги и стали похожими на плоды, ценимые местными птицами. Трюфель *Paurocotylis pila*, например, расширяясь, появляется над поверхностью земли и лежит на лесной подстилке, напоминая круглые семена ногоплодника — любимую пищу птиц. (Хотя эти разноцветные грибы появляются на поверхности земли, их тем не менее относят к трюфелям, т.к. их содержащиеся споры ткани заключены в кожу, и они нуждаются в животных для распространения своих спор.)

Однако у нескольких групп трюфелей сформировался другой способ распространения спор, а именно у эндемичных для Австралии семейств *Elaphomycetaceae* и *Mesophelliaceae*. Их созревшие споры представляют собой порошок, а не мясистую мякоть. Например, у трюфеля оленьего (*Elaphomyces granulatus*) порошок из спор окружен толстой кожурой, которую съедают животные, освобождая при этом споры. Некоторые трюфели семейства *Mesophelliaceae* имеют похожее строение; а у других, таких как *Mesophellia glauca*, порошкообраз-

## ЖИВОТНЫЕ, ПИТАЮЩИЕСЯ ТРЮФЕЛЯМИ

Изображенные ниже животные, как и многие другие, питаются трюфелями



Длинноногий потору



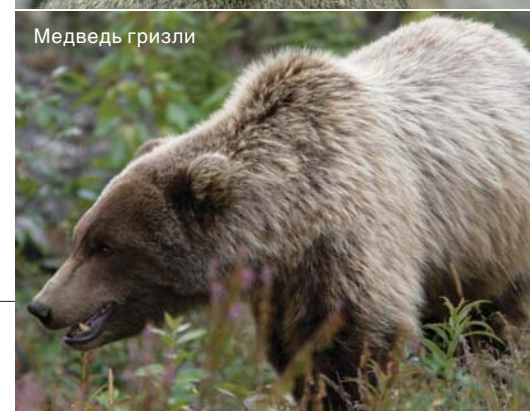
Сурикат



Большой серый киви



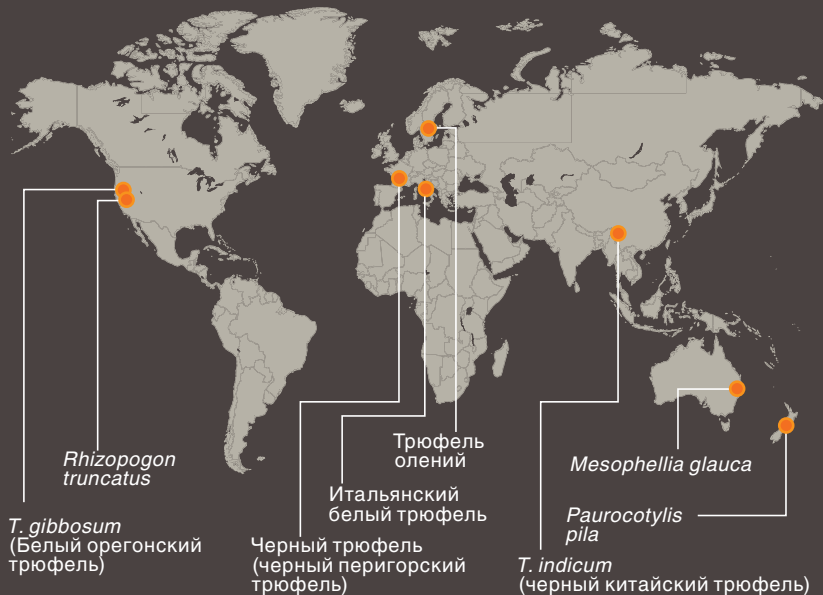
Медвежий павиан



Медведь гризли

## ГДЕ РАСТУТ ТРЮФЕЛИ

Существуют тысячи видов трюфелей. На данной карте показано, в каких регионах растут в естественных условиях грибы, упомянутые в этой статье. Самое большое разнообразие трюфелей можно наблюдать в средиземноморской Европе, на западе Северной Америки и Австралии. Для климата этих территорий характерны прохладные, дождливые зимы и теплые, сухие летние месяцы. Под землей трюфели и их споры защищены от жары, засухи и заморозков



## ЗАХВАТЧИКИ И МОШЕННИКИ

Исследователей уже давно беспокоит то, что плодовитый и легко приспосабливающийся к новым условиям китайский трюфель может вытеснить более нежный и капризный перигорский трюфель. В 2008 г. Клод Мюра (Claude Murat) из Туринского университета и его коллеги опубликовали данные, подтверждающие, что такие опасения не напрасны: ученые выделяли ДНК перигорского и китайского трюфелей из корневых чехликов растений и почвы на плантациях итальянского трюфеля.

Мошенники иногда пытаются выдать широко распространенный китайский трюфель за гораздо более редкий и вкусный перигорский трюфель. Для того чтобы придать правильный аромат китайскому трюфелю, они добавляют к нему небольшое количество перигорского трюфеля. С помощью анализа ДНК можно выявить обман

ные споры заключены между тонкой внешней кожей и съедобной сердцевинкой.

Даже у несъедобных трюфелей споры способны путешествовать. После созревания они распадаются в почве в слизистую массу, киша-

щую личинками. Беспозвоночные питаются этими гниющими тканями и переносят споры. Споры трюфелей могут также распространяться, когда хищники ловят небольших животных, питающихся этими грибами: совы и ястребы могут переносить наевшихся трюфелями грызунов на большие расстояния к своим гнездам или насестам, где они поедат свою добычу целиком либо потрошат и выбрасывают внутренности. В любом случае споры вернуться в почву, где дадут начало новым грибам.

## Вместе навсегда

Эволюция трюфелей протекала уже после того, как разделились континенты Северного и Южного полушарий, однако конечный результат оказался паразитально сходным. Растения, образующие микоризу с трюфелями, очень разные: например, на севере у грибов партнерские отношения с соснами, буками и дубами, а на юге такую роль играют эвкалипты и южные буки. Виды трюфелей и животных в разных полушариях также не одинаковы. Тем не менее экосистемы и их отдельные

компоненты — деревья, трюфели и животные — функционируют сходным образом.

Самое большое разнообразие трюфелей можно наблюдать в умеренных широтах средиземноморской Европы, на западе Северной Америки и в Австралии (хотя эти грибы пока не обнаружены на большей части Азии, Африки и Южной Америки). Для климата данных территорий характерны прохладные дождливые зимы и теплые сухие летние месяцы. Сезон образования плодовых тел трюфелей тут приходится на весну и осень, когда погода неустойчива: некоторые годы могут быть жаркими, но иногда бывают и заморозки. Такие погодные условия неблагоприятны для грибов, образующих плодовые тела над поверхностью земли. В ходе естественного отбора грибы, спрятавшиеся под землю, получили преимущество.

Неизвестно, когда появились первые трюфели, однако самая древняя найденная исследователями окаменелость со следами эктомикоризы имеет возраст около 50 млн лет. Предки современных сосен и дру-



гих деревьев, с которыми трюфели формируют симбиоз, возникли около 85 млн лет назад. Можно предположить, что грибы появились не ранее 85 млн лет назад, но не позже 50 млн.

С учетом того, что такие дружественные отношения между трюфелями и деревьями существуют уже очень долго, неудивительно, что грибы играют важную роль в экологии многих сообществ. Мало того что они необходимы для выживания многих видов растений, но и многие виды животных зависят от них как от источника пищи. В США выживание как минимум одного животного — калифорнийской рыжей полевки — почти полностью зависит от трюфелей. На другой стороне земного шара, в Австралии, существует сумчатое животное, известное как длинноногий потору, чья диета на 95% состоит из этих грибов. Другие сумчатые, кенгуровые крысы и бандикуты, также в основном полагаются на трюфели. Они стали основным источником пищи и для многих других созданий по всему миру.

Новая информация об отношениях между трюфелями, их растениями-хозяевами и животными-переносчиками может в равной степени помочь и защитникам окружающей среды, и специалистам по выращиванию грибов. В 1980-х гг. в Орегоне Майк Кастеллано (Mike Castellano) из Федеральной лесной службы США, Майк Амарантус (Mike Amaranthus) из компании *Mycorrhizal Applications* и их коллеги стали вносить в посадки споры плодовых трюфелей ризопогон (*Rhizopogon*). Например, рождественские ели, культивируемые на Северо-западном побережье Тихого океана, можно также использовать для выращивания очень вкусного белого орегонского трюфеля (*Tuber gibbosum*). Однако к настоящему времени попытки привить деревьям различные виды трюфелей не всегда были удачны.

Тем временем один из нас (Эндрю Кларидж) использовал трюфели для определения размеров популяций вымирающих видов животных

в юго-восточной Австралии, что необходимо для создания эффективной системы охраны и восстановления данных видов. Он смачивал губку в оливковом масле с запахом европейского черного, или перигорского, трюфеля (весьма ценного) для привлечения потору и других сумчатых, питающихся этими грибами, к цифровым фотокамерам, снабженным датчиками движения. Такой метод позволил ему зарегистрировать в 50 раз больше животных, чем можно обнаружить, используя традиционные ловушки. Если успешность метода настолько высока с импортным ароматизированным маслом, что же будет, если использовать натуральные ароматы местных австралийских трюфелей? Крайне важно найти ответ на этот вопрос.

Для того чтобы защитить вымирающих сумчатых и других животных, питающихся трюфелями, необходимо сохранить их кормовую базу. Такое условие применимо не только к животным, питающимся непосредственно этими грибами, но и к хищникам, охотящимся на них. Таким образом, для того, чтобы сохранить на Северо-западном побережье Тихого океана места обитания северной пятнистой неясыти, находящейся под угрозой исчезновения, нужно обратить внимание и на основную добычу этой птицы — американскую летягу, употребляющую в основном трюфели.

### Приручение трюфелей

Несмотря на то что в ближайшие десятилетия ученым еще предстоит узнать много нового о трюфелях, наука об их выращивании мало изменилась с 1960-х гг., когда французские исследователи научились добавлять споры черного перигорского трюфеля к саженцам дуба и орешника, выращиваемым в парниках. Потом эти деревца пересаживают, чтобы создать так называемые «трюфельные сады» — *truffieres* (фр.: «площадка, где растут трюфели»). В идеальных условиях через четыре-пять лет можно будет получить первый урожай.

Самый успешный сегодня специалист по выращиванию трюфелей в Северной Америке — Том Майклз (Tom Michaels) из компании *Tennessee Truffles*, вырастивший около 100 кг перигорского трюфеля за сезон 2008–2009 гг., и эта цифра очень впечатляет. Для того чтобы достичь таких результатов, он внимательно следил за состоянием почвы и добавлял каждый год известь, чтобы почва оставалась рыхлой и хорошо дренированной. В Австралии и Новой Зеландии тоже удалось выращивать перигорские трюфели.

В отличие от успехов в культивации перигорского трюфеля, попытки вырастить самый ценный вид — итальянский белый трюфель, обладающий особенно насыщенным ароматом (именно его искали Мирко и Клинто), — провалились. По каким-то невыясненным причинам он отказывается расти в оранжереях. Расшировка генома этих грибов, которая уже близка к завершению, может помочь научиться выращивать данный вид трюфелей.

В то же время трюфели могут расширить ареал своего обитания даже без помощи человека: климат на Земле становится теплее, будут появляться новые сухие и жаркие территории, столь любимые грибами, и их урожай станет больше, а их эволюция ускорится. Таким образом, изменение климата может даже оказаться в чем-то выгодным: будет больше трюфелей для людей и животных. ■

Перевод: М.Б. Чернышева

### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

- *Taming the Truffle: The History, Lore, and Science of the Ultimate Mushroom.* Ian R. Hall, Gorton T. Brown and Alessandra Zambonelli. Timber Press, 2007.
- *Trees, Truffles, and Beasts: How Forests Function.* Chris Maser, Andrew W. Claridge and James M. Trappe. Rutgers University Press, 2008.



Кеннет Катанья

# ЗАКЛИНАТЕЛИ Червей

Вибрация почвы заставляет земляных червей выползать на поверхность, что, как и предсказывал Чарлз Дарвин, позволяет им избежать встречи с голодным кротом. Эта стратегия остается выигрышной, несмотря на то что иногда вибрацию создают люди, выманивающие червей

**Е**сли когда-нибудь вы окажетесь в северо-западной части Флориды и на закате отправитесь побродить по окрестностям, вы вполне можете услышать необычный хрюкающий звук. Не пугайтесь, вам ничего не угрожает. Это не аллигатор, не медведь и не какое-либо новое животное, завезенное из амазонских лесов. Такой шум производят люди, «охотящиеся» на червей.

«Охотники за червями», или грунтеры (букв. «хрюкачи») своей профессией сделали искусство «защипывания» червей и выманивания их из нор. Они зарабатывают на жизнь сбором и последующей продажей этих беспозвоночных

для наживки при рыбной ловле. Чтобы выгнать добычу на поверхность, люди прибегают к определенному «ритуалу»: вначале они вбивают в землю колышек или деревянный столбик, а затем начинают водить по нему железным брусом. Возникающая вибрация распространяется по почве, и сотни крупных дождевых червей в радиусе 12 м вокруг грунтера вылезают из своих ходов.

Почему же земляные черви выползают на поверхность, рискуя попасться на глаза множеству потенциальных врагов, включая людей? На первый взгляд кажется, что для самих беспозвоночных — лакомого блюда в меню многих животных —

было бы более рациональным при ощущении вибрации забраться глубже под землю. До недавнего времени общее объяснение всех «охотников за червями» звучало так: черви интерпретируют колебания почвы как сильный дождь и стремятся выбраться на поверхность, чтобы избежать гибели в затопленных норках. Всем хорошо знакома картина после ливня, когда черви ползают по тротуарам, поэтому эта версия приобрела популярность. Однако я доказал, что на самом деле тут действует иной механизм.

Много лет назад в Европе Чарлз Дарвин услышал сходную историю о червях, выползающих из земли в ответ на вибрацию почвы, и был удивлен странным поведением беспозвоночных. Некоторые наблюдатели предположили, что эти животные интерпретируют вибрацию как сигнал приближения голодного крота и немедленно спасаются бегством на поверхность. Не так давно (в 2008 г.) мной было проведено исследование, которое поставило точку в этом вопросе, подтвердив, что поведение червей действительно связано с бегством от кротов.

## ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

- Ощувив колебания почвы, земляные черви спешат выбраться на поверхность, и эту особенность их поведения используют люди, собирающие червей на продажу.
- Чарлз Дарвин и другие ученые предположили, что земляные черви интерпретируют эту вибрацию как сигнал приближения крота, который питается червями.
- Эксперименты показали, что Дарвин был прав, а альтернативное объяснение, что черви вылезают на шум дождя, не верно.

## В лесу

Столкнувшись с этой загадкой, Дарвин посчитал, что «кротовая» гипотеза звучит правдоподобно, что он и отметил в 1881 г. в своей последней книге «Формирование почвы из растительных остатков в результате деятельности червей и наблюдение

---

за их привычками» (*The Formation of Vegetable Mould through the Action of Worms with Observation of Their Habits*). Но когда он попытался выманить земляных червей на поверхность с помощью вибрации, заметного успеха он не добился, из-за чего дальнейших исследований такого странного поведения проводить не стал. Жаль, что Дарвин никогда не встретился с Гэри и Одри Ревеллами (Gary & Audrey Revell).

Ревеллы — одни из немногих профессиональных грунтеров, которые этим промыслом зарабатывают себе на жизнь. Раз в год, в апреле, пара отправляется на ежегодный фестиваль грунтинга червей в Сопчоппи, штат Флорида. Фестиваль имеет глубокие исторические корни, там играет живая музыка, расставлены деревянные прилавки, а любой желающий может купить футболку «охотника за червями» и принять участие в короновании «королевы червей».

В 1960–1970-е гг. ремесло грунтеров было распространено и передавалось от поколения к поколению на территории юго-восточной части США и особенно в Национальном заповеднике Апалачикола, который расположен сразу за окраиной Сопчоппи. В какой-то момент это занятие привлекло внимание прессы, и управление заповедника обеспокоилось возможным сокращением численности крупного земляного червя диплокардии миссисипской (*Diplocardia mississippiensis*) в этом регионе, поэтому сейчас ежегодно требует получения лицензий на добычу червей в этом лесу.

В связи с этим Национальный заповедник Апалачикола был прекрасным местом для тестирования «кратовой гипотезы». Во-первых, местные земляные черви обладали легендарной чувствительностью к вибрации, а во-вторых, большинство видов земляных червей, встречающихся в Северной Америке, — инвазивные виды, завезенные из Европы, тогда как диплокардия — коренной обитатель этих







«ОХОТНИКИ ЗА ЧЕРВЯМИ» из юго-восточной части США, такие как Гэри Ревелл (на обеих фото), выманивают из-под земли земляных червей (*Diplocardia mississippiensis*) с помощью вибрации, которую производят, проводя взад-вперед металлическим брусом по врытому в грунт кольишку (слева). Автор отметил флажками точки выхода червей на поверхность (справа); эти флажки располагались в радиусе 12 м от кольишка

мест. Это означает, что данные черви коэволюционировали вместе с местными хищниками, поэтому их поведение иллюстрирует адаптацию к естественному окружению.

Я обратился к чете Ревеллов с просьбой помочь пронаблюдать за реакцией червей на грунтинг. В то время как Гэри вколачивал столбик и водил по нему железным брусом, а Одри собирала добычу, я кропотливо отмечал флажками, где каждый из червей выполз на поверхность. Когда все было кончено, мы посмотрели назад и были удивлены числом маркеров, расположенных вокруг Гэри. Черви вылезли на поверхность в радиусе более чем 12 м от кольишка. Также я наблюдал червей после того, как они вылезали на поверхность, и использовал геофоны (устройства, записывающие колебания почвы), чтобы определить частоту и силу колебаний, вызванных грунтингом, в разных точках.

Вылезали черви из земли быстро: если к этим животным можно применить слово «бег», то они буквально «выбегали» из нор. Сразу и с большой скоростью черви двигались к поверхности (что соотносилось с теорией ухода от подземной угрозы), после чего отползали на несколько метров в сторону и, с уже гораздо меньшей поспешностью, пытались закопаться обратно в почву. Перемещение по поверхности занимало примерно десять минут, затем черви приступали к трудоемкому процессу закапывания в землю, на что у них ушло от десяти минут до часа и более. Подавляющему большинству удавалось благополучно сделать это, в то время как некоторые подвергались нападению муравьев, были съедены змеями, ящерицами или хищными жуками, а нескольким не повезло оказаться в сухом жарком месте, где они не успели зарыться в грунт и погибли от обезвоживания. Было ясно, что

за выход на поверхность животные вынуждены расплачиваться, но тем не менее черви делали это, по-видимому, имея на то веские причины.

Чтобы более целенаправленно проследить, есть ли связь между поведением червей и кротами, мне было необходимо прежде всего выяснить, представляют ли эти насекомоядные серьезную угрозу для червей — в данном случае речь шла о восточноамериканском кроте (*Scalopus aquaticus*), единственном виде, населявшем данный регион. Ответ стал ясен сразу по прибытии в Национальный заповедник Аппалачиколо: чтобы выйти из машины, мне пришлось поставить ногу на длинный холмик приподнятой земли — след от кротового туннеля, пересекающий тут и там лесную дорогу. Перемещаясь по заповеднику, я за считанные дни зарегистрировал 39 случаев пересечения кротами проселочных дорог, а нескольких из них поймал, подкараулив



в тот момент, когда они пытались восстановить туннель, поврежденный колесом машины. Большинство местных дорог достаточно плотно утрамбованы из-за оживленного движения, поэтому сооружение туннеля требует от кротов значительных усилий. Но зверьки предпочитают тратить силы на создание подземных коридоров, категорически избегая показываться на поверхности. Таким образом, земляной червь, успевший выползти из норки, оказывается вне досягаемости крота.

### Подземные хищники

Затем мне было необходимо найти способ количественно выразить взаимосвязь между норами кротов и червей. Гэри Ревелл сказал мне, что «охотники за наживкой» всегда оставляют после себя по всему лесу ямки, в которые были вбиты колышки. Если зафиксировать все эти углубления и измерить расстояние от них до ближайшего кротового туннеля, то можно получить хорошие данные о взаимосвязи «крот — человек» и, таким образом, о связи «крот — червь». Я обследовал восемь различных точек грунтинга и обнаружил на каждой из них кротовины. Среднее расстояние между ямкой от колышка и туннелем составляло всего лишь 20 м, т.е. было гораздо меньше, чем я ожидал. Таким образом получалось, что заповедник Апалачикола густо населен кротами.

Как много червей они могут съесть? Один крот, пойманный мной в этом заповеднике и в течение двух недель живший под наблюдением, ежедневно съедал столько же диплокардий, сколько весил сам (40 г, то есть примерно 20 червей). Таким образом, если дать кроту возможность, он будет съедать в год около 15 кг (то есть около 7 тыс. особей) взрослых земляных червей. Очевидно, что в такой ситуации червь будет любой ценой избегать встречи с этим прожорливым хищником. В свете новых фактов гипотеза Дарвина начала приобретать все более четкие очертания.

Далее возникает вопрос: если «охотники за червями» имитируют кротов, то тогда сами кроты должны создавать в почве вибрации, сходные с колебаниями почвы, вызванными деятельностью грунтеров. Так ли это? Я не был достаточно удачлив, чтобы застать крота за процессом активной охоты в Национальном заповеднике Апалачикола. Однако восточноамериканские кроты обитают и возле моего дома в Теннесси. Проявив некоторое терпение и задействовав геофоны и ноутбук, я смог записать колебания почвы, производимые дикими кротами в процессе кормежки, а также заснять на видео самих животных, производивших опустошение в почве. Вибрации, возникающие в результате деятельности кротов, в основном создаваемые их мощными передними лапами, которыми они разрывают сплетение травяных корней, были хорошо слышны, даже когда я стоял в нескольких метрах от туннеля. Записи показали, что пик приходится на частоту, близкую к частоте вибраций, производимых грунтерами (между 80 и 200 герц).

### На полной скорости

Держа все это в голове, я построил несколько заполненных почвой арен метрового диаметра, где мог бы пронаблюдать, зафиксировать на видео и провести количественный анализ взаимодействий между червями и кротом. До того, как начать эти эксперименты, мы с Ревеллами провели более простой тест. Нам повезло найти наполнен-

ный грязью бак с парой дюжин земляных червей, а у меня жил недавно пойманный крот. Мы не устояли и соединили эти две части гололомок воедино, чтобы посмотреть, что будет. Крот мгновенно зарылся в грязь, а все черви в тот же момент оказались на поверхности.

Реакция в более крупной и заполненной нормальной почвой арене была столь же выразительной. В тот момент, когда крот рыл туннели в различных направлениях, черви выскакивали на поверхность в явной панике. При такой, более натуралистичной, постановке эксперимента стало ясно, что диплокардии спасаются от навоящего ужас хищника, вылезая на поверхность на максимальной для червя скорости. В отдельных экспериментах с более мелкими аренами, оборудованными колонками, черви так же быстро выбирались на поверхность, лишь заслышав звук копающего крота. Результаты явно продемонстрировали: земляные черви живут в постоянном страхе перед кротами и при приближении этого животного поспешно вылезают на поверхность. Также несомненно, что для земляного червя из Национального заповедника Апалачикола грунтер «звучит» как мать всех кротов.

Могли ли черви одновременно выработать и использовать другой защитный механизм, заставляющий их вылезать из своих ходов на шум дождевых капель? Для проверки альтернативной гипотезы я провел несколько экспериментов. Наиболее направленными были опыты,

### ОБ АВТОРЕ

**Кеннет Катанья** (Kenneth Catania), защитивший диссертацию в области нейронауки в Калифорнийском университете в Сан-Диего, имеет ученое звание доцента отделения биологических наук в Университете Вандербильта. Область его научных интересов — мозг и сенсорные системы редких млекопитающих, включая звездоносов, водяных землероек и голых землекопов. Катанья — лауреат премии Фонда нейроэтологических исследований Карпаники, премии Херрика в области нейроанатомии, стипендиат Сирла, и, наконец, в 2006 г. он получил аспирантскую стипендию Мак-Артура. Вместе со своей женой Элизабет он увлекается фотографией дикой природы и скалолазанием.



ВОСТОЧНОАМЕРИКАНСКИЙ КРОТ (*Scalopus aquaticus*) имеет мощные передние лапы, приспособленные к рытью. По мере того как он прокапывает свои туннели, по почве распространяются колебания, предупреждающие земляных червей о приближении хищника. Диплокардии стремятся избежать столкновения с кротом, спешно выбираясь на поверхность. Но иногда другие хищники, включая торговцев наживкой, лесных черепах и серебристых чаек, имитируют вибрации, создаваемые кротом, чтобы выманить червей наверх

в которых я просто дожидался грозы с сильным ливнем и наблюдал за реакцией диплокардий в уличных аренах. В этих случаях только две или три особи из 300 оказались на поверхности после полуторачасового дождя. Это наблюдение хорошо согласуется с несколькими предыдущими исследованиями, в которых ученые добились медленного движения к поверхности после многочасового увлажнения почвы. Земляные черви не разбегаются из своих ходов в первые минуты грозы, как должны были бы, если бы причиной был шум падающих капель. Зато они пулей вылетают на поверхность от шума грунтеров — и охотятся кротов!

Итак, Дарвин опять оказался прав, а «охотники за червями» — в выигрыше благодаря явлению, которое эволюционный биолог Ричард Докинс назвал «эффектом редкого врага». В этом слу-

чае хищник ловит жертву, используя ее обычную реакцию, которая в большинстве случаев становится успешной стратегией. Поскольку кроты охотятся круглосуточно на протяжении всего года, для червя оптимальным путем к спасению будет выползть из норки каждый раз, когда он ощущает похожую на звук крота вибрацию; при этом неудачливые особи оказываются на рыболовном крючке или иногда в зубах другого хищника. Ранее датский биолог и лауреат Нобелевской премии Николаас Тинберген (Nikolaas Tinbergen) описывал у серебристых чаек поведение, эксплуатирующее ту же особенность червей. Они определенным образом постукивают лапами по земле, чтобы выманить этих беспозвоночных на поверхность. Позже, в середине 1980-х гг., Джон Кауфман (John H. Kaufmann) из Флоридского университета описал, как лесные черепа-

хи стучат по земле, чтобы выгнать червей из нор и полакомиться этим деликатесом. Оба исследователя пришли к заключению, что такие вибрации имитировали колебания почвы, производимые кротом. Кауфман, коренной житель Флориды, даже высказал мысль, что лесные черепахи занимаются «грунтингом» червей. Но до сих пор никто не проверил его идею с помощью формального теста.

Когда я собирал вещи, готовясь к возвращению из моего последнего «полевого» выезда во Флориду, Ревеллы вручили мне в качестве подарка свой железный брусок, которым их семья пользовалась в течение многих лет. Для меня это было большой честью. Выехав из заповедника, я остановился покормить пойманного днем раньше крота. Я зашел в лес и первый раз попробовал себя в роли грунтера. Мой недавно обретенный железный агрегат начал испускать колдовские звуки, и вскоре я получил более чем достаточное количество любимого кротового лакомства. Ирония этой ситуации заключалась в том, что невезучие черви выползли, спасаясь от крота, только для того, чтобы закончить жизнь у него же в желудке. ■

Перевод: Т.А. Митина

### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

- The Formation of Vegetable Mould through the Action of Worms with Observations on Their Habits. Charles Darwin. D. Appleton & Company, 1882.
- The Herring Gull's World: A Study of the Social Behavior of Birds. Nikolaas Tinbergen. Basic Books, 1960.
- The Wood Turtle Stomp. John H. Kaufmann in Natural History, Vol. 98, No. 8, pages 8–12; August 1989.
- Worm Grunting, Fiddling, and Charming—Humans Unknowingly Mimic a Predator to Harvest Bait. Kenneth C. Catania in PLoS ONE, Vol. 3, No. 10, 3: e3472; October 14, 2008.





# eLearnExpo Moscow



7-я Московская Международная  
выставка и конференция



## ПО ДИСТАНЦИОННОМУ ОБУЧЕНИЮ



# 16 – 17 июня 2010

Москва, ЦВК «Экспоцентр»



### eLearnExpo Moscow - это

- Крупнейшее международное мероприятие в России в области обучения и подготовки персонала с использованием информационно-коммуникационных технологий
- Российские и зарубежные экспоненты, представляющие широкий круг оборудования, программного обеспечения и услуг, предназначенных для корпоративного сектора и образовательных учреждений.
- Возможность ознакомиться с опытом компаний, успешно внедривших технологии e-Learning
- Факты, тенденции и перспективы мирового рынка e-Learning
- Доклады, семинары, мастер-классы и круглые столы по наиболее актуальным вопросам e-learning с участием специалистов со всего мира



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

**elearnexpo**

Организатор:



ITE LLC Moscow  
Тел.: +7 (495) 935 73 50  
Факс: +7 (495) 935 73 51  
[khaikina@ite-expo.ru](mailto:khaikina@ite-expo.ru)

Официальная поддержка:



Министерство  
образования  
и науки РФ

При поддержке:



Спонсор:



Генеральный  
информационный спонсор:



# этюды по сравнительной биологии России и Америки

Константин Северинов:

«Проблемы нашей науки решить относительно просто»





**Константин Викторович Северинов** руководит одновременно тремя лабораториями. Одна из них в США, в Университете Рутгерса (Нью-Джерси), и две — в России, в академических институтах молекулярной генетики и биологии гена. Помимо этого до недавнего времени он читал курс на кафедре молекулярной биологии МГУ. Одновременно он пытается делать то, что в его силах, чтобы перестроить науку в России. Опыт работы в двух странах, где наука устроена совершенно по-разному, дает ему возможность для сравнительного анализа и выводов. О том, как в реальности устроены системы организации и финансирования науки в обеих странах, об их плюсах и минусах исследователь рассказывает читателям «В мире науки»

### Золотой стандарт Америки

В США годовой бюджет лаборатории, которой я руковожу, — около \$800 тыс., а в России приближается к \$400 тыс.

В США средства поступают в основном из федеральных агентств, поддерживающих исследования в области наук о жизни. Прежде всего это Национальные институты здоровья (*NIH*) и Национальный научный фонд (*NSF*). В России это формально схожие структуры — РФФИ, программы РАН и Роснауки.

Национальные институты здоровья — это самое большое агентство в мире, выделяющее средства на биомедицину. Оно финансируется Конгрессом США. У *NIH* есть официальная миссия, которая заключается в получении фундаментальных знаний о живых системах и использовании этих знаний для улучшения здоровья американского народа. За последнюю декаду скорость увеличения финансирования *NIH* была больше, чем рост финансирования Пентагона. Реально в 2009 г. его бюджет составлял \$40 млрд (включая \$10 млрд, полученных по программе экстренной помощи, одобренной администрацией Барака Обамы).

Кто же потребитель этих гигантских денежных средств? В основном ученые, которых можно разделить на две группы. Штатные сотрудники *NIH* (их около 10 тыс.) чем-то похожи на наших академических научных сотрудников: они работают в статусе госслужащих во «внутренних» институтах и центрах *NIH* (всего их око-

ло 40), защищены социальными благами, не имеют права бастовать, и большинство из них уходят с работы по достижении пенсионного возраста. Эта категория получает около 10% средств *NIH*. Однако основная часть бюджета *NIH* (не менее 55%) распределяется в виде исследовательских грантов в различные университетские лаборатории: в настоящее время в портфеле *NIH* таких грантов более 50 тыс. Они обеспечивают работу около 200 тыс. исследователей, в основном в США. Еще 10% бюджета идет на сеть научных центров, которые не входят в *NIH* и отчасти напоминают центры коллективного пользования в России. 3% бюджета тратится на подготовку кадров — именные стипендии университетским аспирантам, постдокам и т.д., 11% — на контрактные исследования, клинические испытания продуктов, созданных в рамках исследований *NIH* и т.д.

В целом на тематическое распределение бюджета *NIH* могут напрямую влиять конгресс и политики, особенно когда дело касается исследований, неоднозначных с этической точки зрения и затрагивающих интересы американского общества, — таких как, например, изучение стволовых клеток или исследования, связанные с биозащитой. Оказывают влияние и общественные организации, защищающие интересы людей, страдающих той или иной болезнью, и, соответственно, борющиеся за увеличение финансирования исследований в данной области.

Я как исследователь, естественно, в основном имею дело с исследовательскими «университетскими» грантами. Это сегодня основной механизм финансирования науки в США, который осуществляется по принципу, когда инициатива исходит от научного сотрудника, подающего заявку и по своей инициативе предлагающего проект исследований. Причем хотя эти гранты могут частично идти на зарплаты завлабов, в основном они поддерживают аспирантов и постдоков — в среднем один грант кормит четверых-пятерых человек. Дается он на четыре-пять лет с правом продления. Есть гранты, продолжающиеся по 30–40 лет, их получателям теперь уже за 80, это исключительно талантливые и работоспособные ученые. Средний размер гранта — \$200 тыс. в год. Выдаются гранты, что очень важно, руководителю научной группы — т.е. не университету, а конкретному человеку, который может вместе с этим грантом уйти из одного университета в другой, прихватив с собой оборудование, купленное на эти средства.

Выдаются гранты на основании конкурсов, которые, в отличие от России, проводятся несколько раз в году, и поэтому выделение финансирования не зависит от начала или окончания финансового года. Экспертиза грантов многоступенчатая, но относительно простая: сначала заявки рассматриваются научными экспертами, которые лишь ставят оценку, но не принимают решения о финансировании. Его принимает совет каждого института *NIH*.

## Устав РФФИ весьма «приземленный»: его миссия — не в развитии науки, а в обеспечении эффективного распределения денег

Грант подается интерактивно одним нажатием кнопки и попадает на суд экспертов. Существует строго определенное понятие конфликта интересов: вы не можете давать экспертную оценку заявке человека, если работаете с ним в одном университете, или, например, проводили семинар в его университете и получили гонорар в размере более \$500. Вы также не можете рассматривать грант исследователя, который в течение пяти прошедших лет опубликовал хотя бы одну статью в соавторстве с вами.

В заявках, не претендующих на финансирование больше \$250 тыс. в год, бюджет не прописывается, т.е. руководитель гранта может распоряжаться этими деньгами по своему усмотрению и решать, сколько отдать на зарплату, сколько выделить на приборы и т.д. Если заявка более крупная, то бюджет прописывается детально. Существуют не прямые расходы, которые выделяются в дополнение к той сумме, которую начисляют лаборатории. Их получает университет за то, что выполнение гранта проводится на его территории. Их размер устанавливается на основании прямого соглашения между университетом и *НИИ* и не зависит от конкретного ученого. Университет Рутгерса, например, берет 56 центов за каждый доллар, полученный мною по гранту. В других местах с более дорогой землей это могут быть и 70 центов. Поэтому каждому университету выгодно, чтобы его профессора занимались наукой, поскольку в этом случае ученые многократно окупают самих себя.

Вот так в целом в США осуществляется конкурсное финансирование науки (прежде всего, биомедицинских исследований) из государственных средств. Моя лаборатория

получает и частные гранты, но средства *НИИ* сейчас основные. Всего порядка \$700 тыс. в год поступает из государственных источников и немногим более \$100 тыс. — частное финансирование, около \$200 тыс. дает мой университет в виде моей зарплаты и различных внутренних грантов.

### Парадокс России: и мало, и много

Основной российский аналог крупного американского грантодателя — это Российский фонд фундаментальных исследований (РФФИ). При его создании были воспроизведены многие принципы американской грантовой системы за исключением главного — размера грантов. По закону 6% финансирования национальной науки в России должно осуществляться через РФФИ, но это требование не выполняется: так, в прошлом году реально вышло всего 4%. Бюджет фонда прошлого года составил 6,5 млрд руб., в 2010 г. эти средства подверглись очень значительному сокращению.

Структура распределения средств в РФФИ во многом схожа с *НИИ*. 56,5% — это гранты, выделяемые на инициативные научные проекты по всем областям знаний в естественных науках. На фундаментальную биологию и биомедицину идет около 20% этих средств, т.е. около 1 млрд руб. в 2009 г.

Устав РФФИ, в отличие от *НИИ*, весьма «приземленный»: его миссия — не в развитии науки, а в обеспечении эффективного распределения денег. В этом смысле никакого влияния на научную политику, направления исследований фонд не оказывает. Остается непонятным, по каким соображениям одни области исследований финансируются в большей степени, чем другие.

Средний размер инициативного гранта — 380 тыс. рублей в год. Учитывая общий объем финансирования, нетрудно подсчитать, что грантов довольно много, не менее десятка тысяч. 15% от каждого гранта отходит организации, в которой работает грантополучатель. Грант дается на три года с возможностью продления, но бюджет, в отличие от *НИИ*, прописывается подробно, что абсолютно абсурдно, если учитывать незначительный размер гранта.

Эксперты, которые разбросаны по всей стране (в отборе учитывается география), дают первичную оценку гранта по шкале от нуля до девяти. Все заявки рассматриваются на заседаниях секций РФФИ, где присутствует один из экспертов, рассматривавших грант (два других «отделяются» лишь письменной рецензией). В фонде есть жесткое правило: 30% заявок обязательно должны быть удовлетворены. Секции РФФИ не имеют общих критериев оценки, так что проходная заявка по секции физико-химической биологии может получить низкую оценку в секции общей биологии, и наоборот. На практике это означает, что получение финансирования для наиболее интересных междисциплинарных исследований оказывается затрудненным. Отмечу, что в этом году произошло сокращение финансирования, а требование удовлетворения 30% заявок осталось, следовательно, грант и без того крохотного размера должен уменьшиться еще больше.

Но в целом надо признать, что по российским меркам система РФФИ относительно честная, и внешние эксперты в большинстве случаев лично не заинтересованы в прохождении той или иной заявки. Основная проблема в том, что оценка экспертов фонда часто просто не может быть объективной, или, если выразиться точнее, осознанной, поскольку заявки на грант составляются таким образом, что понять суть исследований и планы ученого подчас очень трудно. Для сравнения: в заявках на гранты *НИИ* суть





и ход планируемых экспериментов описываются на 25 (с января 2010 г. — на 15) страницах убогистого текста с многочисленными иллюстрациями, предлагаются альтернативные подходы в случае получения отрицательных результатов и т.д. В РФФИ же объем заявки таков, что просто не позволяет все это изложить. С другой стороны, размер гранта РФФИ никогда не позволит провести полноценное исследование. Поэтому высокая оценка гранта часто связана не с качеством предложенных разработок, а с известностью, положением и (в лучших секциях фонда) научной продуктивностью заявителя, которая дает основание надеяться, что будут проводиться качественные исследования. Никаких отчетов по экспертизе вы от РФФИ не получаете, поэтому в случае неудачной заявки понять, на что нужно обратить внимание при доработке, невозможно.

Гранты РФФИ, как уже было сказано, настолько малы, что сделать на их базе серьезную работу нельзя,

**Константин Викторович Северинов** окончил биологический факультет МГУ по специальности «Биохимия» в 1990 г. С 1991 г. работал в США в Колумбийском и Рокфеллеровском университетах. В 1993 г. защитил кандидатскую диссертацию. В 1997 г. получил звание профессора и возглавил лабораторию в Университете Рутгерса (Нью-Джерси, США). В 2005 г. частично вернулся в Россию, в 2006 г. защитил докторскую диссертацию. В настоящее время заведует лабораториями в Институте молекулярной генетики, Институте биологии гена и Университете Рутгерса.

В начале октября 2009 г. в Интернете было опубликовано открытое письмо президенту и премьеру РФ, подписанное несколькими десятками ученых, уехавших за границу. Работающие на Западе специалисты назвали положение дел в российской фундаментальной науке катастрофическим и предложили ряд мер, которые могли бы исправить ситуацию. Письмо вызвало негативную реакцию со стороны членов РАН.

но при этом нужно отчитываться полноценными статьями. Сейчас М.В. Ковальчук (об этом активно сообщали в прессе) предлагает увеличить размер грантов, но в основном «инновационных», ориентированных на конкретный продукт. В такой ситуации можно получить до 1,5 млн руб. в год. Однако выбор тем инновационных грантов фонда дает основания предполагать, что «новаторы» создают крупные гран-

ты под себя, тем самым убивая то лучшее, что было заложено в РФФИ, а именно принцип открытой конкуренции за получение поддержки для проведения научных исследований. Кроме того, «инновационные» гранты приведут к дальнейшему уменьшению размера исследовательских грантов.

Ежегодные промежуточные отчеты РФФИ, в отличие от грантов NIH, подвергаются экспертизе. Это при-

## СПРАВКА

## Непрозрачность системы и не самый высокий научный уровень некоторых академиков приводят к тому, что конкурсное финансирование РАН распределяется неэффективно

водит к очень серьезной проблеме с финансированием. Промежуточный отчет подается в начале января, по окончании предыдущего финансового года. Но средства на следующий год не выделяются, пока не будет утвержден отчет за предыдущий год. Чаще всего решение о продлении финансирования принимается лишь в середине марта. В результате образуется финансовая дыра, когда в течение нескольких месяцев деньги не поступают в лабораторию. В США не существует привязки выделения средств по гранту к бюджетному финансовому году (также отсутствует и научная экспертиза промежуточных отчетов), и поэтому ситуации, в которой ученые оказываются на несколько месяцев лишенными средств, не возникает.

Принципиальный недостаток российской системы грантов, от которого страдает каждый завлаб, в том, что деньги, выделенные на данный финансовый год, необходимо непременно в этом же году и потратить. В США остаток, если он не больше 25% годового объема финансирования, переходит на следующий год. Если же неистраченная сумма оказывается большей, достаточно написать короткое объяснение.

В нашей стране существует и другой грантодатель в области фундаментальных наук — это Российская академия наук (РАН), и у нее, в отличие от РФФИ, есть подлинная миссия — содействовать развитию науки. Бюджет (порядка \$1 млрд в год) в основном идет на зарплаты сотрудникам академии и поддержание инфраструктуры, но около 20% от общего финансирования (7 млрд руб. в 2009 г.) распределяется на конкурсные, т.е. фактически грантовые программы. При этом на фун-

даментальную биологию и биомедицину идет примерно 1/5 этих денег.

Принцип академических конкурсных программ следующий: академики договариваются между собой о том, какие направления сколько получают. Естественным образом академик, представляющий конкретное направление и стоящий во главе программы, заинтересован «выкроить» максимальное финансирование под себя. А затем он же, как правило, распределяет средства программы прежде всего для своего института, своих учеников. Выглядит не очень справедливо, но в логике этой системе не откажешь: академик — руководитель программы, по определению, лучший специалист в данной области, и часто он еще и директор института (тоже головного в этой области) — значит, он и должен распределять финансирование по своему усмотрению. К сожалению, непрозрачность этой системы и не самый высокий научный уровень некоторых академиков приводят к тому, что конкурсное финансирование РАН распределяется неэффективно. Например, само понятие головных организаций сейчас потеряло былой смысл. Институты РАН действительно создавались по тематическому принципу, однако сейчас они часто пересекаются или просто дублируют друг друга. Например, я работаю одновременно в Институ-

те молекулярной генетики и в Институте биологии гена — с точки зрения широких научных тем разницы между ними нет никакой.

Но вернемся к грантам: деньги в рамках некоторых программ РАН можно получить значительные (до 4–5 млн руб. в год), и на них уже можно кое-что сделать. Заявки рассматриваются в закрытом режиме, объявляется только решение, которое обжалованию не подлежит. Но отчетов требуют минимальных, все решается кулуарно, и в этом смысле академические гранты выигрывают у грантов РФФИ.

В России есть еще один весьма своеобразный источник финансирования — программы Роснауки и Рособразования. На различные программы по наукам о жизни в 2009 г. было выделено более 3 млрд руб. Самый сложный момент в этих грантах, отпугивающий многих достойных ученых, — излишне жесткие и сложные формы заполнения заявок, часто доведенные до абсурда. Однако если не обращать на это внимания и слегка перенастроить свой мозг, то у вас есть реальные шансы получить хорошие деньги. «Достоинством» этих заявок можно считать то, что научная составляющая, которая должна быть самой сложной и главной частью проекта, оказывается далеко на самой значимой (следовательно, не требующей затрат времени) частью заявки. Главное не лениться и подать правильно оформленную заявку, а дальше — чистая лотерея с примесью покера.

Заявка оценивается по нескольким критериям, но самый важный — это ее цена. Больше шансов у того, кто обещает провести научное исследование за наименьшую сумму.

**В США не существует привязки выделения средств по гранту к бюджетному финансовому году, и поэтому ситуации, когда ученые оказываются на несколько месяцев лишенными денег, не возникает**



Соответственно, научное качество заявки решающей роли не играет, по-видимому, потому, что оно плохо формализовано. По этой же причине важным для уже не существующего Рособразования был, например, легко формализуемый критерий «подготовки кадров»: чем больше кандидатов или докторов вы обещаете подготовить в процессе проекта, тем выше ваша оценка. Надо только не забыть обратить внимание на то, что количество «защищенных» должно неуклонно увеличиваться с каждым годом работы по проекту, что, с точки зрения бюрократов, говорит о положительной динамике работы. Тот факт, что масса диссертаций защищается по результатам статей в низкопробных журналах, не учитывается.

Главное искусство при подаче заявок в федеральные агентства — это умение демпинговать и не запросить больше денег, чем другие заявители. В целом система оценок приводит к тому, что возникают ситуации, когда при заведомо худших научных показателях вы получите больше денег, а при хороших можете не получить совсем ничего. Увлечение формальными показателями при выборе заявок, по-видимому, объясняет относительно большой процент заявок из провинциальных вузов и научных учреждений, поддержанных федеральными агентствами. В отличие от программ РАН, система оценки заявок в министерстве довольно открытая: конверты с заявками вскрываются на глазах у участников конкурса, и все знают, кто сколько попросил и какие формальные оценки получил. Впрочем, причины выставления той или иной оценки за научную часть остаются неизвестными, что, безусловно, открывает возможности для злоупотреблений. Я рассматриваю эти конкурсы как источник «шалых» денег, которые можно с большой вероятностью получить, если подать достаточное количество заявок. Надо просто играть в игру и не думать о том, что правила слегка безумны. Грантам федеральных агентств присущи те

же проблемы, что и грантам РФФИ и РАН: средства приходят с очень значительными задержками, а деньги должны быть потрачены к концу года. Отчеты по грантам федеральных агентств сложны и неудобны; чем больше вес кипы бумаг, составляющих отчет, тем лучше к нему отнесутся.

На фундаментальные исследования по биологии и биомедицине в России выделяется, если суммировать все источники государственного финансирования, не менее 6 млрд руб. или четверть миллиарда долларов. (Реальная сумма в 2009 г. была гораздо больше, если учитывать очень крупные, но не очень осмысленные вложения в биологичес-

о жизни, но они ответственны за львиную долю российской научной продукции в рейтинговых международных научных журналах, они — лицо современной российской биологии. Если принять во внимание факт крайней качественной неравномерности российских исследователей с одной стороны и существующие неоптимальные принципы поддержки академической науки и недостатки конкурсного финансирования с другой, то получается, что деньги на науку мы тратим неэффективно. Иными словами, реорганизация научного процесса за счет решения проблем, снижающих эффективность работы российских исследователей, способна качес-

## Высокая оценка гранта часто связана не с качеством предложенных разработок, а с известностью и научной продуктивностью заявителя

кое оборудование в Курчатковском центре.) В США эта сумма составляет порядка \$30–40 млрд. На первый взгляд, разница огромная. Но в США наукой о жизни занимаются, как уже было сказано, не менее 200 тыс. исследователей. В России это число вряд ли превышает 10 тыс. человек. Таким образом, из расчета затрат на одного исследователя США тратят лишь в десять раз больше, чем Россия. Закономерный вопрос: какой процент из 10 тыс. российских биологов составляют активно работающие исследователи международного уровня? Такие подсчеты уже проводились не раз, и в итоге разные эксперты приходили к одной и той же цифре — 100. Не биологов, конечно, а лабораторий. В России сегодня примерно 100 активно работающих молекулярно-биологических лабораторий, соответствующих среднему уровню развитых стран. Руководители этих лабораторий способны выигрывать гранты *NIH* в условиях открытой конкуренции. Эти лаборатории получают очень малую часть российского бюджета в области наук

твенно изменить уровень работы и при существующем уровне финансирования.

### Почему деньги плохо работают

Существует ряд общих проблем, которые ограничивают эффективность научных исследований в России. Крупные гранты у нас обычно получает руководитель лаборатории, и он может платить из гранта зарплатные надбавки научным сотрудникам, аспирантам и т.д. Однако никто не мешает ему выплатить надбавки полностью себе. Многие так и делают. Часто это происходит не из корысти, а из практических соображений: являются наличные деньги, которыми можно оплатить услуги научного сервиса, реактивы. Тем не менее возможности для злоупотреблений тут очевидны. В США зарплата профессоров ограничивается университетом. В моей лаборатории я могу выплатить себе из грантов не более трех месячных зарплат — и то подобное происходит после того, как я отказыва-



юсь от своего трехмесячного летнего отпуска и обязуюсь работать в лаборатории.

Большая проблема российских академических учреждений в том, что количество бюджетных ставок в них ограничено, но при этом уволить человека, уже работающего на ставке, практически невозможно. Находящиеся на ставке сотрудники могут быть недостаточно квалифицированными, поэтому увеличение лабораторного бюджета за счет выигранных грантов часто сопровождается наймом сотрудников, не имеющих ставки. Но поскольку финансирование по грантам приходит с большими опозданиями, зарплата внебюджетных сотрудников начисляется нерегулярно, что отрицательно сказывается на темпе работ. В качестве примера: Минобрнауки проводит ряд конкурсов на 2010 г. в марте, финансирование по выигранным заявкам будет получено не раньше июня, т.е. к тому времени, когда уже надо будет сдать два квартальных отчета. Иногда деньги доходят лишь в октябре. Естественно, что в такой ситуации в декабре большая часть бюджета по гранту не истрачена. «На помощь» приходят фирмы, которые продают реактивы и оборудование и могут не без выгоды для себя предоставить лабораториям подложные накладные на

## Главное искусство при подаче заявок в федеральные агентства — это умение демпинговать и не запросить больше денег, чем другие заявители

поставки, якобы осуществленные в конце года.

Проиллюстрирую некоторые особенности национальной науки на примере лабораторий, которыми руковожу в России. Все мои бюджетные (не конкурсные) поступления зависят от ставок. Ставки контролируются директором. В одном из институтов у меня шесть ставок, а работает 20 человек. Ставки нужно дробить, я делю их на восьмьюшки, нанимаю людей и получаю право платить им надбавки из крупного гранта РАН. В целом около 80% бюджета моей лаборатории в России дают гранты — РАН, РФФИ, МОН. В декабре по возможности стараюсь выплатить надбавки минимум на четыре месяца вперед, чтобы пережить «голодное» время задержек грантовских выплат. Несколько лет назад подмогой были зарубежные гранты, которые не зависели от российских правил и давали необходимую гибкость и свободу при проведении исследований, но сейчас они практиче-

ски свелись к нулю, т.к. идея вкладывать деньги в российскую науку у западных фондов в последнее время непопулярна.

### Что нам мешает

1. Отсутствие гибкости в использовании средств.
2. Невозможность переноса денег из одного бюджетного года в другой.
3. Отдаленность от мирового научного рынка и, как следствие, затрудненность оплаты публикаций в ведущих изданиях. Графы «Оплата публикаций» ни в одном российском гранте вы не найдете. Легче это сделать собственной кредитной карточкой, поскольку провести через бухгалтерию невозможно.

4. Отсутствие доступа молодежи к практическим лабораторным курсам, которые активно проводятся по всему миру и позволяют создавать интеллектуальные социальные сети молодых исследователей и эффективно овладевать самыми современными методами.

5. Затрудненность обмена материалами. «Пробирка в кармане» — наш излюбленный способ транспортировки. Легче купить билет на самолет и что-то привезти самому, чем заказывать необходимое и ждать разрешения таможи. Таких проблем нет нигде в мире, кроме Новой Зеландии, куда невозможно послать что-нибудь живое. В любую точку земного шара можно доставить биологический материал в течение двух-трех дней (на четвертый он просто погибнет). Его коммерческая ценность равна одному доллару, научная же огромна — подчас это годы работы и жизни. Необходимость такого обмена исключительно важна, поскольку увели-



чивает реальные возможности. В одной лаборатории невозможно делать все.

**6.** Отсутствие ряда важнейших научных сервисов и низкое качество имеющихся. На Западе действует много сервисных компаний, которые официально за небольшую плату осуществляют рутинные вспомогательные биопроцедуры — секвенирование ДНК, клонирование, получение антител и многие другие. У нас этого нет. Есть, конечно, центры коллективного пользования, заполненные дорогим оборудованием, которые чаще простаивают, или же качество их работы очень невысоко. Есть и «серый» рынок, когда услуги подпольно оказывают сотрудники других институтов на институтском оборудовании и с оплатой наличными.

**7.** Проблемы с администрацией институтов и университетов: если на Западе администрация очень дорожит учеными, получающими крупные гранты, и заинтересована, чтобы они занимались наукой, то у нас этой заинтересованности и поддержки нет. Связано это, с одной стороны, с низким процентом накладных отчислений с грантов, с другой — с незначительной долей конкурсного финансирования.

**8.** Фактическая невозможность организации новой независимой лаборатории для молодого ученого, демонстрирующего высокие научные результаты. Это одна из основных причин утечки мозгов. В США есть четкая и понятная процедура карьерного роста: будь умнее и активнее, чем все остальные, работай больше и, если повезет, у тебя будет шанс организовать свою независимую лабораторию. Кроме того,

в США действует жесткая система: ты должен обязательно менять место. В организации, где ты был постдоком, получить место доцента ты не можешь. Организация новой лаборатории на новом месте сопряжена с большими тратами, и университет, который приглашает исследователя-завлаба, должен выложить не менее полумиллиона долларов на так называемый стартап. Стартап «отрабатывается» отчислениями с грантов, которые в будущем будут получены приглашенным исследователем. В наших условиях стартапы невозможны, и молодые ученые вынуждены годами работать в тени своего бывшего руководителя, который обеспечивает (а, следовательно, контролирует) доступ к научному оборудованию, студентам и т.д. В результате профессиональный, карьерный рост молодого ученого и обретение им независимости ограничены.

### Что делать

Большую часть наших проблем можно решить, и для этого не нужны дополнительные средства из бюджета. У нас налицо перерасход денег относительно числа активных ученых и отсутствие механизмов, обеспечивающих выявление лучших ученых и их приоритетное финансирование. В этих условиях простое увеличение количества денег не приведет к позитивным изменениям. Важнее сначала ввести и заставить работать механизмы, которые позволят:

- 1) проводить приоритетное финансирование лучших лабораторий,
- 2) обеспечить беспрепятственный доступ руководителей лучших лабо-

раторий в вузы для подготовки студентов и организации их научной работы на базе лабораторий,

3) обеспечить создание новых независимых лабораторий, возглавляемых молодыми учеными, получившими подготовку в ведущих лабораториях.

В целом нужно признать, что Россия сегодня — лишь малая толика общемирового биологического пространства, и относиться к этому спокойно. Ведь, в сущности, 100 приличных современных биологических лабораторий для нас вовсе не мало. Специалистов-биологов сейчас готовят биофаки МГУ, СПбГУ, НГУ, ПушГУ и медико-биологический факультет ММА, еще несколько кафедр в МФТИ и на физфаке МГУ. В лучшем случае весь выпуск года — 400–500 человек на всю страну. Около половины этих выпускников решают посвятить себя науке. Многие уезжают на Запад. Таким образом, в среднем в год на одну хорошую лабораторию приходится никак не более двух выпускников, лишь 5% из которых смогут когда-нибудь создать собственные лаборатории (последняя оценка получена на основе статистики, в течение длительного времени собираемой в США).

Таким образом, естественный прирост отечественных лабораторий биологического профиля силами специалистов, подготовленных в наших вузах, составляет не более десяти лабораторий в год, т.е. оптимизация научного процесса должна лишь обеспечить дальнейшее развитие 100 лучших лабораторий и естественный ежегодный десятипроцентный рост их общего числа.

Очевидно, что процедура первичного отбора и периодической переквалификации для сохранения статуса лучшей лаборатории должна быть конкурсной и основываться не на ведомственной принадлежности или академических регалиях руководителя, а на текущей научной продуктивности в сравнении с профильными лабораториями развитых стран. ■

**Реорганизация научного процесса за счет решения проблем, снижающих эффективность работы российских исследователей, способна качественно изменить уровень работы и при существующем уровне финансирования**



Андреа Голдсмит, Мюриэл Медар и Мишель Эффрос

# САМООРГАНИЗУЮЩИЕСЯ

## ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

- Динамические (или самоорганизующиеся, или *ad hoc*) беспроводные сети не требуют стационарной инфраструктуры. Информация в них передается непосредственно от устройства к устройству, при этом образуется паутина соединений.
- Такие сети можно использовать в местах, где создание технической базы традиционных беспроводных сетей слишком затруднено или дорого, например в отдаленных районах или зонах боевых действий.
- Поскольку любая такая сеть постоянно изменяется, для предотвращения потери данных и уменьшения перекрестных помех необходимо применять новаторские стратегии.

# беспроводные сети

Беспроводные сети, не требующие наземной инфраструктуры, обеспечат связь в любых условиях

Век коммуникационных устройств, социальных сетей и прочих сервисов общение на расстоянии и мгновенный обмен информацией кажутся чем-то само собой разумеющимся. Однако возможность оставаться на связи именно в те моменты, когда коммуникационная инфраструктура оказывается нарушенной, приобретает особое значение. Например, на Гаити после недавнего катастрофического землетрясения главным средством связи оказались спутниковые телефоны, предоставленные службами помощи. Но парализовать инфраструктуру сотовой связи могут не только масштабные природные катаклизмы — даже банальное отключение электропитания способны превратить наши мобильные устройства в бесполезные игрушки.

В подобных случаях все более привлекательным вариантом становится создание беспроводной самоорганизующейся (или динамической, или *ad hoc*) сети. Такая структура формирует сама себя всякий раз, когда специально запрограммированные мобильные телефоны или иные устройства связи оказываются в пределах прямого доступа. Каждое из них выполняет в дина-

мической сети функции и передатчика, и приемника, а также, что очень важно, служит ретрансляционным пунктом для всех ближайших приспособлений. Устройства, расстояние между которыми превышает дальность прямой связи, могут поддерживать связь между собой, если им готовы помочь другие приспособления, находящиеся между ними, передавая сообщения по цепочке, как ведра при пожаре. Иными словами, каждый узел в сети служит и коммуникатором для собственных сообщений, и элементом инфраструктуры для сообщений других узлов.

Помощь при бедствиях — лишь одна из возможных функций самоорганизующихся сетей. Они будут полезны везде, где создание стационарной базы будет слишком долгим, трудным или дорогим. Военные вложили большие деньги в разработку самоорганизующихся систем для применения на поле боя. Динамические сети в вашем доме позволят бытовым приборам находить друг друга и устанавливать связи между собой, избавив от необходимости протягивать провода в спальню или кабинет. Удаленные поселения и малообеспеченные соседи могли

бы через беспроводные *ad hoc* сети получить широкополосный доступ в Интернет. Ученые, исследующие экологические микросреды на верхушках деревьев или гидротермальные источники на дне океана, смогли бы размещать датчики в исследуемых точках, не заботясь о том, будут ли они «слышать» друг друга, или о том, как информация попадет в их компьютер.

Разработка таких сетей ведется уже больше трех десятилетий, но лишь в последние годы успехи теории сетей привели к созданию первых рабочих крупномасштабных систем. В Сан-Франциско новая компания *Meraki Network* подключила 400 тыс. жителей города к Интернету через свою систему *Free the Net*, созданную на основе техноло-





**ПОТЕРЯННОЕ СОЕДИНЕНИЕ.**

Такие бедствия, как землетрясение на Гаити, разрушают линии связи. Динамические сети позволяют обеспечить связь между жертвами, спасателями и внешним миром

гии беспроводных самоорганизующихся сетей. Компоненты *Bluetooth* в сотовых телефонах, компьютерные игровые системы и ноутбуки обеспечивают связь между собой без проводных соединений или специального конфигурирования при помощи технологий динамических сетей. Самоорганизующиеся сети развернуты в ряде удаленных или неблагоприятных мест для сбора информации от маломощных беспроводных датчиков. Для того чтобы подобные сети получили широкое распространение, требуется еще ряд технических прорывов, но на нескольких направлениях успехи уже достигнуты.

**Сотовая сеть**

Беспроводные самоорганизующиеся сети пока еще редко встречаются

ся. Чтобы понять причину их медленного внедрения, полезно рассмотреть различия между такими новыми технологиями, как сотовые телефоны и *Wi-Fi*. Когда вы звоните другу по мобильнику, в беспроводной связи задействован только каждый из соединяемых телефонов и ближайшая к нему вышка сотовой связи (базовая станция). Вышки неподвижны и связаны между собой обширной сетью проводов и кабелей. В беспроводных локальных сетях, в частности *Wi-Fi*, также используются неподвижные антенны и проводные соединения.

Такой подход имеет как достоинства, так и недостатки. Для передачи информации необходима энергия, и в классических беспроводных сетях она запасается в аккумуляторах мобильных устройств (например, телефонов и ноутбуков), а максимально возможная часть коммуникационной нагрузки возлагается на стационарную инфраструктуру, питаемую от электросети. Ширина беспроводной полосы — также фиксированный и ограниченный ресурс. В традиционных беспроводных се-

тях ширина полосы экономится за счет передачи большей части информации по проводным каналам. Использование стационарной инфраструктуры позволяет создавать большие и наиболее надежные телефонные и *WiFi*-коммуникационные ресурсы в областях, где потребность в них наиболее велика.

Однако использование фиксированной инфраструктуры делает эти сети уязвимыми: их работа нарушается в случае отключения электропитания и других сбоях даже при исправности отдельных телефонов и других мобильных устройств в зоне действия сети. Надежность динамических сетей намного выше. Если один мобильный прибор отключается, остальные видоизменяют сеть таким образом, чтобы в возможно большей степени компенсировать выбывший элемент. С подключением и отключением устройств сеть подстраивается и «вылечивается» сама.

Но такая перенастройка не дается даром. Сеть должна передавать информацию таким образом, чтобы сообщение могло быть рекон-

трировано даже в том случае, если в ходе передачи послания какие-то звенья цепи связи между отправителем и адресатом прекратят работу. Система должна определять оптимальный путь доставки сообщения адресату даже при условии, что отправляющее устройство не имеет возможности определить местонахождение адресата. Кроме того, сеть должна справляться с неизбежными шумами от множества устройств, одновременно передающих сообщения.

**Стратегии доставки**

Трудности при решении проблем эффективной маршрутизации информации через постоянно изменяющуюся сеть возникают по нескольким причинам. В традиционной сотовой или иной беспроводной сети базовые станции отслеживают приблизительное местоположение отдельных устройств. Это позволяет им принять сообщение от отправителя и отослать его прямо адресату.

Коммуникационным устройствам динамической сети приходится самим определять лучший способ доставки информации. Отдельные

приборы имеют ограниченные вычислительные ресурсы, память и возможности связи, поэтому ни одно подобное устройство не способно ни собрать, ни обработать всю информацию. В традиционных беспроводных сетях такие функции выполняет центральный компьютер.

Ситуацию можно проиллюстрировать следующим образом: представьте, что вы находитесь в мегаполисе, например в Лондоне, и вам нужно связаться с другом, который находится где-то на другом конце города. Допустим, в этом воображаемом мире элементы коммуникационной инфраструктуры смонтированы на крышах автомобилей-такси. Дальность прямой связи приемника на каждой такой машине не превышает мили (1,6 км), а движутся такси гораздо медленнее, чем передается информация, поэтому для доставки вашего сообщения они должны работать совместно. Пока такси протискиваются через город, приемники на близком расстоянии связываются между собой, а затем разъединяются на непредсказуемое время. Ваш вызов должен проскакать через го-

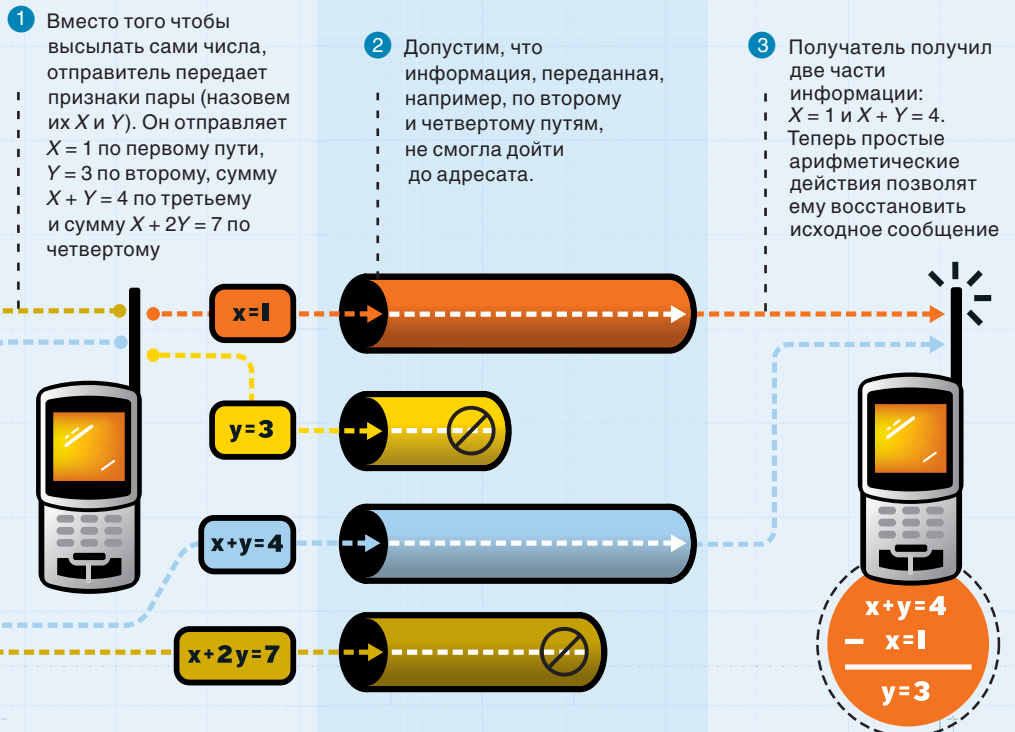
род по этой постоянно изменяющейся сети, найти вашего друга и передать ему информацию.

Задача сложна даже для единичного сообщения, передаваемого через небольшую сеть. С увеличением числа устройств и передаваемых сообщений она намного усложняется. Чтобы технологию можно было внедрять, она должна быть эффективной, т.е. работать независимо от того, насколько большой или маленькой становится сеть.

Для решения этой задачи разрабатывается ряд методов. В их основе лежит множество направлений передачи запроса. Один приемник связывается со своими соседями, чтобы выяснить, какие из них находятся поблизости. Последние опрашивают своих соседей и т.д., пока сообщение не достигнет адресата. Ответ может следовать обратно по тому же пути, а может изыскать и другой маршрут. Таким образом, каждое промежуточное устройство создает свой перечень возможных путей передачи информации между отправителем и получателем. Эти перечни позволяют вашему сообщению дойти до вашего друга даже в том случае, когда ваше устройство

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УМНОЙ ИЗБЫТОЧНОСТИ ДЛЯ ПЕРЕДАЧИ СООБЩЕНИЙ**

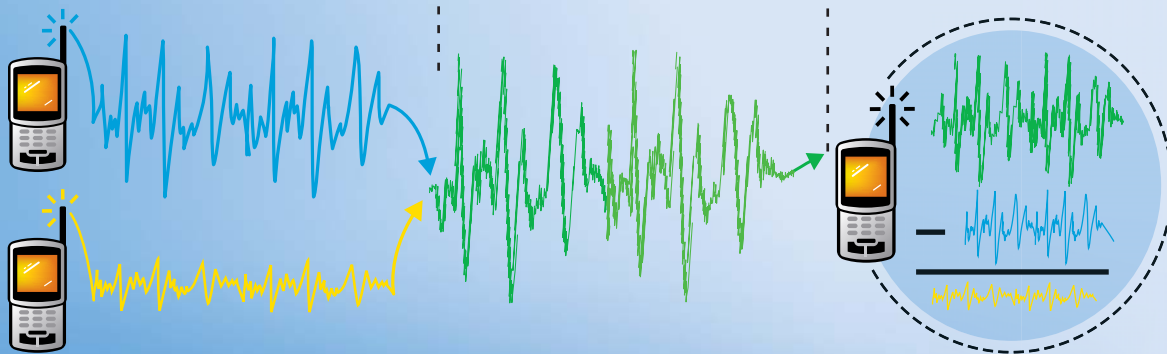
**В** динамических беспроводных сетях каждый путь передачи информации может в любой момент разорваться. Поэтому отправителю нужно разбить послание на части таким образом, чтобы его можно было восстановить независимо от того, где произошел обрыв передачи данных. В приведенном здесь упрощенном примере сообщение представляет собой числа 1 и 3. Существуют четыре возможных пути, вероятность прохождения данных по каждому из которых составляет только 50%. Кажущееся очевидным решение — послать 1 по двум путям и 3 по двум другим. Но при этом могут оборваться оба пути для единицы или оба для тройки. Получение полного сообщения гарантировано другим подходом



## ВАРЬИРОВАНИЕ УРОВНЯ СИГНАЛА ДЛЯ ИЗБАВЛЕНИЯ ОТ ПОМЕХ

В самоорганизующихся беспроводных схемах неизбежны значительные перекрестные помехи: когда передачу ведет одновременно множество устройств, выделить индивидуальный поток данных из шумов может быть непросто. Одна из стратегий преодоления этой проблемы состоит в том, чтобы заставить устройства менять интенсивность своих сигналов. Такая система хорошо работает в случае двух передатчиков и одного приемника. В том, чтобы понять, как применять ее в сетях более крупного масштаба, и состоит задача сегодняшних исследований

- 1 Информацию отправляют два передатчика. Один передает сигнал высокого уровня («громкий»), другой — сигнал низкого уровня («тихий»)
- 2 Суммарный сигнал очень близок по интенсивности к «громкому»
- 3 Приемник способен определить, каким был передаваемый «громкий» сигнал, вычесть его из суммарного и таким образом определить «тихий» сигнал



не имеет сведений о его местоположении. Поскольку сеть находится в движении, устройства должны постоянно повторять этот процесс, чтобы перечни возможных путей не устаревали.

Полезно также передавать информацию одновременно по нескольким путям, что увеличивает вероятность того, что она дойдет до адресата. Вопрос в том, насколько избыточной должна быть подобная система. С одной стороны, сообщение может передаваться по каждому из возможных путей целиком. Но в таком случае сеть очень скоро

окажется перегруженной. Альтернативный вариант — когда информация разбивается на поток блоков данных, каждый из которых отправляется по своему пути. Такой подход позволяет обойтись меньшим количеством сетевых ресурсов, но по дороге некоторые биты могут быть потеряны, и адресат получит лишь часть сообщения.

Метод сетевого кодирования имеет промежуточные характеристики. Он также основан на разбиении сообщения на блоки, но каждый блок передается вместе с некой информацией о нем, и вся эта метаинформация

отправляется по нескольким путям таким образом, что на финальном этапе сообщение может быть реконструировано получателем даже в случае утери некоторых блоков (*врезка на стр. 77*).

Один из аспектов сетевого кодирования — выбор числа путей, по которым передается сообщение. При этом уменьшается влияние отказа каждого из путей, но увеличивается число устройств, участвующих в одном соединении. Эта стратегия распределяет нагрузку соединения по большему числу участников, уменьшая потребление мощности каждым из них, но требует большей координативности.

С увеличением числа устройств, начинающих передачу — не важно, для обеспечения одного или нескольких разговоров, — растет и вероятность возникновения перекрестных помех. Так же, как трудно что-то понять, когда много людей говорят одновременно, и беспровод-

### ОБ АВТОРАХ

**Андреа Голдсмит** (Andrea Goldsmith), **Мюриел Медар** (Muriel Medard) и **Мишель Эффрос** (Michelle Effros) — давние друзья и сотрудники. Голдсмит — профессор электротехники в Стэнфордском университете и соучредитель компании *Quantenna Communications*, разрабатывающей технологии беспроводных сетей, Медар — преподаватель факультета электротехники и информатики Массачусетского технологического института, Эффрос — профессор электротехники в Калифорнийском технологическом университете.



ному устройству трудно выделить передаваемую информацию, когда поблизости идут другие передачи. В самоорганизующихся беспроводных сетях такие проблемы особенно сложны, поскольку нет центрального контроллера, который координировал бы работу.

Есть два пути борьбы с перекрестными помехами в беспроводных сетях. Первый состоит в том, чтобы предотвращать конфликты. Если передачи редки, вероятность взаимных помех между сообщениями мала. При использовании этой стратегии каждое устройство разбивает информацию на короткие части, которые передает небольшими пакетами. Поскольку вероятность того, что некоординируемые ближайшие соседи будут вести передачи в это же время, мала, то меньше и перекрестных помех, чем в случае, если бы пользователи передавали всю информацию медленным непрерывным потоком (на таком подходе основаны большинство стандартов беспроводных сетей, связывающих между собой персональные компьютеры).

Вторая стратегия позволяет двум передатчикам посылать информацию приемнику одновременно, но требует, чтобы один из них вел передачу менее «громко», чем другой. Если вы говорите громко, а другой человек шепчет, я обычно легко могу понять, что вы говорите (*врезка на стр. 78*). Если же у меня есть запись «разговора», я могу впоследствии вычлесть ваше сообщение, чтобы реконструировать более слабое.

Второй подход хорошо себя зарекомендовал для сети с двумя передатчиками, посылающими сообщения, и третьим устройством, которое их принимает. С увеличением числа передатчиков сложности быстро возрастают. Система должна как-то регулировать, кто должен «говорить» громко, а кто тихо. Сам процесс координации требует организации связи, и чем больше усилий уделяется координации, тем меньшей становится ширина полосы для передачи сообщений. Именно поиск наилучшего возможного решения

и представляет собой цель продолжающихся исследований.

### Новые инструменты

Хотя динамические сети могут найти применение во многих областях, точно оценить, насколько полезными они могут быть, трудно. Даже на простые вопросы о пределах их возможностей ответить нелегко. Какова будет скорость передачи информации? Как она зависит от числа устройств в сети и, соответственно, от масштаба перекрестных помех? Что будет в случае, когда все устройства сети находятся в движении? И какими могут быть компромиссы между скоростью передачи информации, задержками ее доставки и надежностью системы?

Выявление предельных характеристик для самоорганизующихся сетей — первоочередная задача. Такие знания позволят разработчикам применить новые методы в создаваемых проектах, а исследователям — определить, как наилучшим образом модифицировать существующие сети. Кроме того, разработчики смогут решать, какой из показателей — скорость передачи, задержки или вероятность потерь — считать наиболее важным в каждом случае. Например, для телефонных разговоров и телеконференций очень важно минимизировать задержки. Большие промедления или несогласованное прибытие пакетов могут вызывать паузы или остановки в передаче аудио- и видеoinформации, что очень затруднит разговор. Поняв структуру конкретной создаваемой сети, разработчики смогут запрограммировать каждое устройство на приоритизацию его потребностей — малые задержки в телефонных разговорах и малый процент потерь пакетов при пересылке важных документов.

В случае постоянно изменяющихся самоорганизующихся сетей такого понимания добиться трудно. Чтобы понять пределы их возможностей, недостаточно определить показатели работы сети в данный момент: нужно определить, как она

будет работать в каждой возможной конфигурации.

Для решения этой проблемы мы применили новый подход: «проецирование» сетей *ad hoc* на нечто, известное нам гораздо лучше, т.е. на обычные проводные сети. Специалисты в области информационных технологий более чем за шесть десятилетий сумели накопить солидный багаж в этой области. В таких сетях перекрестные помехи отсутствуют, а узлы не движутся. Чтобы изучить некую беспроводную сеть, прежде всего необходимо создать ее модель на базе проводной сети, обладающей некоторыми общими с ней важными характеристиками поведения. Это позволит найти пределы рабочих характеристик сети *ad hoc*.

Такой подход позволит создавать более совершенные сети, поскольку мы можем понять последствия выбора того или иного решения, а также определить, где наши сегодняшние подходы работают хорошо, а где нужно изыскивать альтернативные пути.

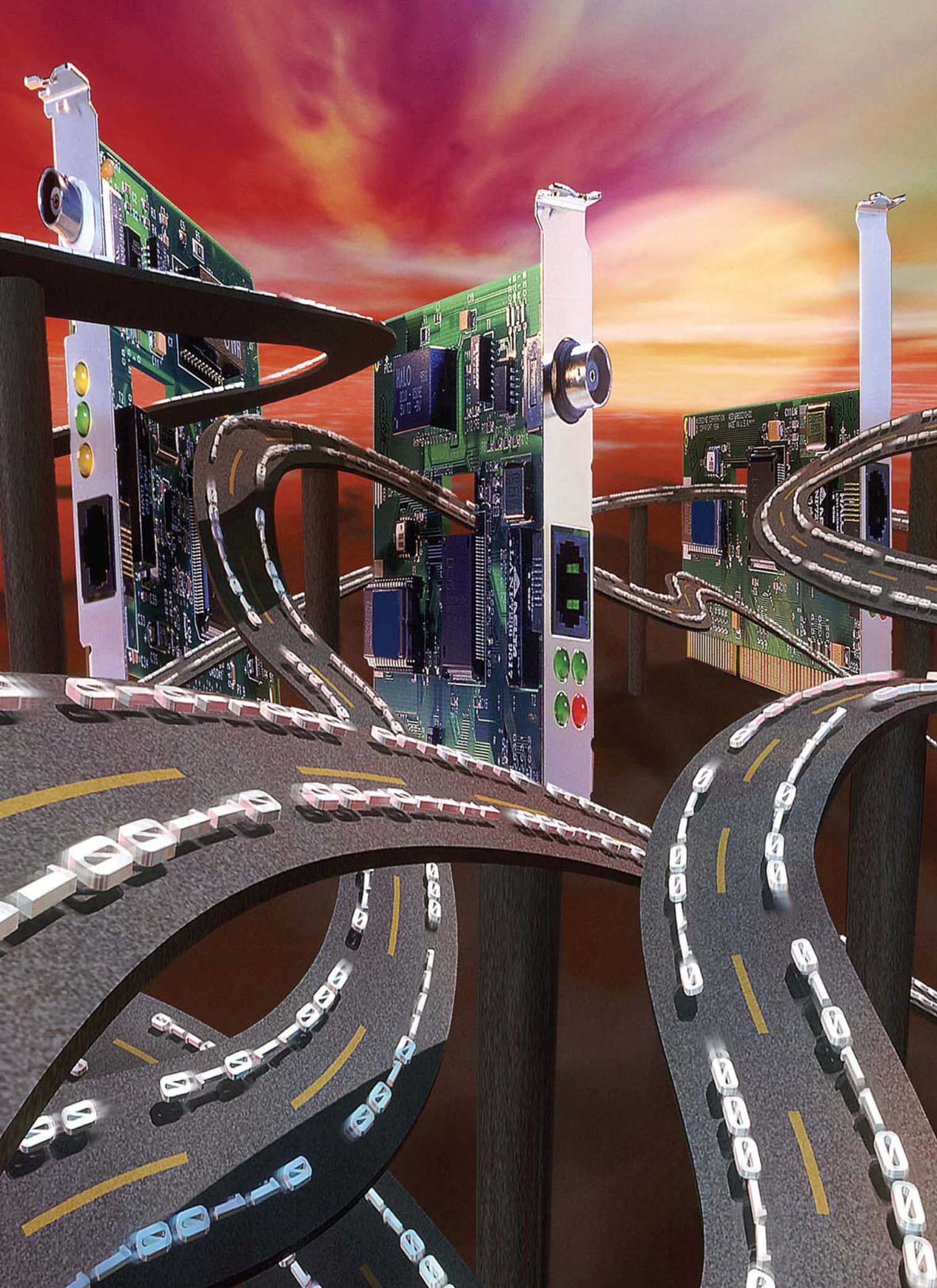
Даже располагая соответствующим инструментарием, мы не ожидаем, что динамические беспроводные сети заменят существующую сотовую инфраструктуру. Однако в уникальных ситуациях этот инструментальный позволит нам понять, насколько эффективной может быть сеть, причем именно тогда, когда она нужнее всего. ■

Перевод: И.Е. Сацевич

### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

- Каллер Д., Малдер Х. Сенсорные сети // ВМН, № 10, 2004.
- Кеттер Р., Медар М., Эффрос М. Борьба с пробками: биты и автомобили // ВМН, № 9, 2007.
- On a Theory of Network Equivalence. Ralf Koetter, Michelle Effros and Muriel Medard. IEEE Information Theory Workshop on Networking and Information Theory, Volos, Greece, pages 326–330; 2009.







# сетка с облаками для интернета

Новые компьютерные технологии могут серьезно изменить  
Всемирную паутину

**И**зобретение Интернета можно уподобить изобретению колеса — если не по важности события, то хотя бы в том смысле, что это идеальное изобретение. Можно изменить количество спиц, можно надеть на обод шину или оснастить его зубчиками, но смысл от этого не изменится — оно все так же будет крутиться и катиться. Всегда.

Сейчас на смену Интернету грядет грид (англ. *grid* — «решетка; сеть; единая компьютерная система»), новая информационная технология, которая сможет превратить в суперкомпьютер каждый, даже слабенький, ноутбук. Но для чего обыкновенному пользователю нужен суперкомпьютер?

Эти и другие вопросы не оставляют и профессора **Вячеслава Анатольевича Ильина** из Научно-исследовательского института ядерной физики (НИИЯФ МГУ), который считается одним из крупнейших российских специалистов по интернет-технологиям. Журнал «В мире науки» обратился к нему с просьбой прокомментировать последние новинки Всемирной паутины.

— **Станет ли грид новым Интернетом, и способна ли эта система в такой же степени овладеть массами?**

— Сомневаюсь. Удача уже то, что сегодня грид существует как реально действующая инфраструктура. Эту информационную технологию нельзя назвать молодой. Если считать датой ее рождения появление в 1997 г. в США книги Яна Фостера (Ian Foster) и Карла Кессельмана (Carl Kesselman) «Грид: образец новой компьютерной инфраструктуры» (*The Grid: Blueprint for a new computing infrastructure*), где они изложили основную концепцию грид-технологии и предложили использовать ее для создания инфраструктуры нового типа, — то ей больше десяти лет. А информационная технология такого возраста — это уже не инновация, а как минимум зрелая разработка.

В конце 1990-х гг. книга Фостера и Кессельмана вызвала в компью-

терном сообществе настоящий взрыв интереса к гриду. Многие рассчитывали, что с его появлением произойдет то же самое, что произошло во время революции 1993 г., когда Всемирная паутина была передана из научной сферы коммерческим структурам, в результате чего на свет появился Интернет. Казалось, пройдет немного времени — и грид завоюет сердца массовых пользователей, может быть, заменит Всемирную паутину или по крайней мере станет частью ее повседневной жизни. Но сейчас стало очевидно, что этого не произошло.

— **А что это, собственно, такое — грид? Понятно, что он представляет собой систему распределенных вычислений. Но в чем его особенность?**

— Вы удивитесь, но в 2003 г. в обществе, которое концентрируется вокруг этого термина, стали собирать определения, что такое грид. Результат нигде не был опублико-

ван, опрос проводили из интереса, просто для себя, но спектр формулировок оказался очень широким. Я могу дать собственное определение: грид задумывался и был в конце концов реализован как информационная технология совместной работы географически распределенных компьютерных ресурсов и людей. Подчеркну: не только компьютерных ресурсов, но и людей. Конечно, на поверхности — вычисления, для которых ресурсов вашего собственного компьютера недостаточно. Вы посылаете свою задачу в грид, который для вас — черный ящик. Система эту задачу анализирует, определяет, на каких компьютерах она может быть выполнена, ищет свободные ресурсы, посылает задачу туда, производит вычисления, получает результат и пересылает его вам. Но это могут быть не только вычисления, возможны и операции с базами данных. Допустим, в нескольких местах в мире хранят-



ся несколько баз данных по геофизике, а вам надо сделать специальную выборку данных и взглянуть на них собственными глазами. Все это — собрать данные, обработать их нужным образом и передать пользователю — в гриде тоже возможно.

О распределенных вычислениях или, по-другому, распределенном компьютеринге начали говорить еще с 1970-х гг., но о его реализации никто даже и не мечтал, пока не стал бурно развиваться Интернет, пока не стали появляться совершенно новые технологические решения. Важной «подпоркой» для реализации грида было начало новой эпохи в компьютерном развитии: в конце 1990-х гг. стало ясно, что все вычисления, все работы с базами данных можно реализовать, основываясь на микропроцессорах. За короткий промежуток времени все эти большие многопроцессорные супермашины, например с конвейерной или векторной обработкой вычислений, ушли в прошлое. Это дало возможность создавать грид-системы.

Возможность, но не более того. Все это могло оказаться очень хорошей, но очень далекой от жизни и невостребованной инфраструктурой, если бы не знаменитый Большой адронный коллайдер, построенный в ЦЕРН. Это, как известно, гигантский и самый технологически сложный за всю историю человечества научный проект, в котором участвуют сотни институтов из множества стран мира, и сооружение которого началось в 1996 г. Однако вплоть до 2000 г. ни на уровне проектирования, ни на уровне финансирования не было речи о компьютерной обработке данных, которые будут получены, как будто такой проблемы вообще не существовало. А это очень серьезная проблема — ведь предполагалось обрабатывать огромное количество «событий»: актов столкновений частиц (протонов и тяжелых ионов). По расчетам конца 1990-х гг., для того чтобы хотя бы передавать полученные данные, нужны были каналы со скоростью масштаба гигабита в секунду.

Причин такого умолчания было несколько. Первая из них в том, что говорить в 1990-х гг. о компьютерах 2005 г. было бессмысленно: никто еще не понимал, какие компьютеры появятся и на что они будут способны. Кроме того, деньги на коллайдер требовались огромные, и смету, конечно же, занижали, чтобы не слишком раздражать страны-участницы. В такой ситуации заранее закладывать какие-то средства на вычисления означало подрезать себе крылья, уменьшать возможность того, что проект вообще утвердят. Вот и получилось, что коллайдер начали строить без проекта компьютерного обеспечения обработки и анализа данных.

И тут подросла грид-технология. В ЦЕРН в 2000 г. ее сразу же подхватили и стали очень серьезно разрабатывать. Конечно, сама идея была технологически очень интересной и подходящей для проекта БАК. Но главное — для коллайдера она оказалась настоящим спасением: все сразу осознали, что это даст возможность уговорить государства на дополнительные траты. Теперь отпала надобность просить деньги на компьютерное обеспечение ЦЕРН, надо было просто сказать: «Вы вкладываете средства не в ЦЕРН, а в свою собственную страну, в развитие собственных компьютерных ресурсов». Это был беспроблемный аргумент для любого чиновника. И это была не хитрость, не какой-то секрет, все с самого начала все понимали.

И все сработало: грид для БАК создан, эффективно обрабатывает потоки данных с коллайдера. Сейчас это целая система (сотни вычислительных центров, сотни тысяч процессоров, десятки петабайт данных), в которой активно участвуют и российские институты — четыре центра в Москве (НИИЯФ МГУ, ФИАН, ИТЭФ, Курчатовский институт), центры в Дубне (ОИЯИ), Троицке (ИЯИ), Протвине (ИФВЭ), Гатчине (ПИЯФ) и Санкт-Петербурге (СПбГУ).

— **В сущности, вы говорите, что если бы не Большой адронный**

**коллайдер, то у грида будущего бы не было. Но ведь сегодня грид работает не только на ЦЕРН?**

— Естественно! Кроме физики высоких энергий грид работает и на другие области науки — медицину, биологию, химию, геофизику, астрономию. Если взять самый большой проект грид-инфраструктуры (он называется EGEE и функционирует с 2004 г.), то в нем до недавнего времени на физику высоких энергий было задействовано 60–70% всех ресурсов, а остальные были отданы под другие задачи. Сейчас, правда, доля физики высоких энергий поднялась до 80% — это связано с тем, что коллайдер наконец стартовал.

Но все остальные науки — потребители грида пользуются им в гораздо меньшей степени, чем физика высоких энергий. Так что сейчас совершенно четко можно сказать: если бы не физика, не Большой адронный коллайдер, то концепция грида не смогла бы реализоваться как инфраструктура.

Почему не произошел переход к массовому использованию грид-технологий даже в научных областях (уже не говоря о других сферах), можно спорить, но, я думаю, в концепции грида для массового потребителя что-то было слишком тяжелым, хотя первоначально она разрабатывалась именно в расчете на массовое использование. С самого начала была выдвинута гипотеза о новом массовом потребителе, которому надо много считать, работать с множеством источников информации, но, похоже, это было не совсем адекватно тому, что в те времена могли переварить массовые пользователи. Хотя по сравнению с веб-технологиями 1990-х гг. грид-технологии действительно представляют собой новый рывок.

— **Вы упомянули о других качественно новых компьютерных технологиях. В чем их суть, и как они могут изменить Интернет?**

— Наиболее яркий совсем недавний пример — так называемый клауд-компьютинг (что в переводе с английского буквально означает «облачные вычисления»). Это некий

виртуальный компьютер, который можно использовать через Интернет. Такая технология появилась в основном потому, что во второй половине 1990-х гг. стали развиваться интернет-услуги хостинга. Когда стало ясно, что все можно делать на микропроцессорах, появилось много фирм, которые или уже имели избыток компьютерных ресурсов, или просто сознательно начали покупать кластеры и серверы, чтобы потом продавать. Например, стали организовывать и продавать услуги электронной почты, появилось понятие «дата-центров» и т.д. Такая услуга оказалась довольно востребованной. До той поры все компании, сотовые операторы, банки сами закупали себе ресурсы, создавали свои центры данных, имели своих администраторов, но потом, когда стало выясняться, что это слишком дорого, они стали переходить на услуги хостинга.

Параллельно развивалась технология виртуальных машин, когда «поверх» операционной системы на компьютере запускается специальная программа, которая имитирует «голый» компьютер для пользователя. С одной стороны, это может показаться невыгодным, потому что такой слоеный пирог — компьютер поверх компьютера — сам по себе забирает определенный объем оперативной памяти, мощности процессора и другие ресурсы. Но есть и выгода: хозяин фирмы, торгующей клауд-компьютингом, закупает оборудование, нанимает штат специалистов, которые имеют дело только с этим «железом» и только с тем очень ограниченным программным обеспечением (операционная система и программа виртуализации), которое на нем установлено. Покупатель же получает «пустой» компьютер и может устанавливать то программное обеспечение, к которому он уже привык и которое хорошо знает. Уходя, он оставляет продавцу такой же первозданно «пустой» компьютер.

В последнее время бизнес, основанный на «облачных вычислениях», стал быстро развиваться, и од-

новременно неожиданно выяснилось, что клауд-компьютинг может оказаться очень полезным и для систем распределенных вычислений. Когда создавался грид, предполагалось, что ресурсы будут предоставляться без виртуальных машин. Сейчас же выясняется, что сопрячь эти две идеи было бы очень интересно.

Дело в том, что грид, построенный для Большого адронного коллайдера, работает с нарушением того, что было изначально заложено в его концепцию. Идея грида в частности подразумевает, что владельцы и администраторы ресурсов отделены от пользователей. Владельцы и пользователи — «черные ящики» по отношению друг к другу. Они разделены универсальными грид-сервисами. Но Большой адронный коллайдер — это не фирма, торгующая виртуальными компьютерами. Здесь над программным обеспечением работают огромные коллективы людей с большой ротацией, нет ничего покупного — они сами делают программы и для обработки данных, их анализа, и для моделирования событий, поэтому физически не удается отделить пользователя от ресурсов. Волей-неволей происходит интервенция пользователя в ресурсы, что нарушает один из основных принципов концепции грида, и это очень тяжело для владельцев ресурсов.

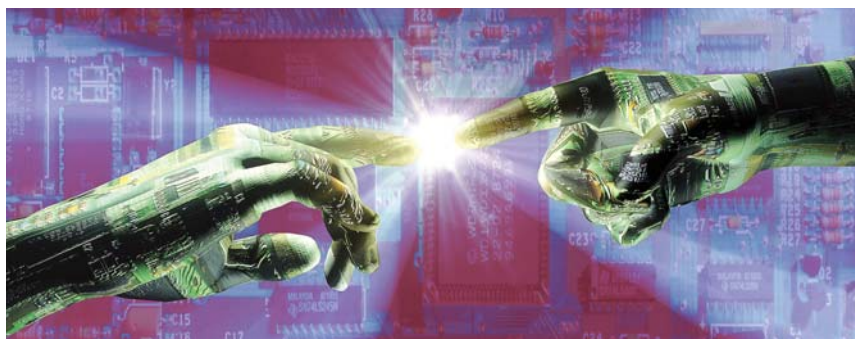
Одна из идей, которая поможет избежать этого, — клауд-компьютинг, когда компьютерные мощности предоставляются сотрудникам коллайдера, и сами экспериментаторы уже могут делать с этим ресурсом все, что им угодно, а остальные

просто поддержат работу. Это хорошая идея, она сейчас доводится до ума, однако клауд-компьютинг еще не настолько развит, чтобы обеспечивать решение таких сложных задач, как обработка данных с коллайдера. Но работа идет, и я думаю, что года через два все проблемы будут решены, и тогда клауд-компьютинг будет использован на Большом адронном коллайдере.

**— Но все-таки возможен вариант, при котором грид со временем заменит собой Интернет?**

— Так ставить вопрос неправильно. Грид может открыть новые возможности развития для Интернета. Возможно, в результате такого развития появится новая технологическая концепция и что-то, что заменит (или, вернее, поглотит) и Интернет, и грид. Сейчас мы наблюдаем интересный обратный процесс — все более активное внедрение веб-сервисов в грид. Пока разрабатывались программы для грида, Интернет тоже не стоял на месте — он изменялся, обрастал новыми сервисами, выяснилось, что некоторые вещи он научился делать не хуже грида. Тогда разработчики грида решили, что им легче будет пользоваться уже имеющимися веб-сервисами, чем создавать свои, и выбросили свои наработки. Этот процесс начался в 2004 г. и сейчас набирает силу. В общем, можно смело утверждать, что сейчас самый интересный момент, когда можно попытаться понять, во что грид-технология, а вместе с нею и Интернет могут превратиться в дальнейшем. ■

Беседовал  
Владимир Покровский





**Перельман М.Е.** А почему это так? Физика вокруг нас в занимательных беседах, вопросах и ответах. Серия: НАУКУ — ВСЕМ! Шедевры научно-популярной литературы. М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2010.

## Интересно будет всем

В настоящей книге, состоящей из двух независимых частей, собрано более 800 задач-вопросов по физике (вместе с ответами), которые чаще всего возникают, или по крайней мере должны возникать у каждого любознательного подростка при взгляде вокруг себя. При этом слово «физика» автор понимает весьма широко, считая эту науку основой всех естественных наук и техники. Если же эти вопросы еще (или уже) не были заданы, книга поможет

пробудить и поддержать в подростке пытливость ума, интерес к пониманию всего того, что его окружает, к выявлению связи объектов и явлений. В книге первой читатель найдет более 400 качественных и независимых друг от друга вопросов по самым разным темам: кухня, дом, улица, стадион, пляж, море, музыкальные инструменты, звуки, военная техника. Книга ориентирована прежде всего на детей, начиная со средних классов школы, и не предполагает предварительных знаний по физике и математике, однако она может быть интересна и более старшим читателям.

## А роза упала не на лапу Азора



Книга содержит удивительные фразы и стихи в редко встречающейся в русской литературе форме палиндрома, т.е. перевертыша (например: «Тише разум — Муза решит»), а также в еще более редкой форме гетерограммы (например: «Несу разное несуразное»), тех и других — несколько тысяч. Кроме

**Горобец Б.С., Федин С.Н.**

А роза упала НЕ на лапу Азора: Искусство палиндрома  
Изд. 2, перераб. и доп. М.: Комкнига, 2010.

того, представлены листовертни — рисованные слова с различным прочтением при повороте листа бумаги на 180°. Приведены списки слов-палиндромов из русского, английского, французского, немецкого, испанского, арабского, татарского, удмуртского и калмыцкого языков, иврита и коми, примеры фраз на большинстве из них, а также статистические данные, описывающие универсальный эффект нечетности числа букв в палиндромах. Книга предназначена всем любителям игр со словами и просто хорошего юмора, а также филологам, преподавателям языков и мастерам слова — поэтам и прозаикам.

## Вариационные принципы механики

Вниманию читателей предлагается книга известного отечественного физика и химика Л.С. Полака (1908–2002), в которой рассматривается развитие вариационных принципов механики, а также их применение в физике, в том числе их роль в термодинамике, теории поля, квантовой механике и т.д. Монография, написанная на основе докторской диссертации автора, оценена современниками как фундамен-

тальный вклад в аналитическую механику, историю науки и теоретическую физику в целом. Книга будет интересна физикам, математикам, историкам науки, аспирантам и студентам соответствующих специальностей.

**Полак Л.С.** Вариационные принципы механики: их развитие и применения в физике. Изд. 2, испр. М.: Книжный дом «Либроком», 2010.





## Астрономия в образах и цифрах



**Попова А.П.** Астрономия в образах и цифрах. М.: Книжный дом «Либроком», 2009.

Настоящее пособие представляет собой авторский курс «Астрономия в образах и цифрах», предназначенный для учащихся 8–11 классов общеобразовательных учреждений естественно-математического профиля. Курс основан на знаниях и умениях, полученных учащимися при изучении математики и физики с использованием астрономического материала. Основная задача курса — показать возможность межпредметной интеграции астрономии, математики и физики. В практической реализации знаний — научить применять элементарные сведения из математики и физики для описания небесных тел и явлений. В книге приводятся обширный познавательный материал, анализ различных астрофизических явлений, задания для проведения наблюдений и их методика,

а также различные виды задач, для решения которых необходимы элементарные знания как по математике, так и по физике. Кроме того, даются готовые разработки нестандартных занятий и заданий — в форме игры, викторины, конференции, астрофизического турнира, математического КВН, тематических кроссвордов для закрепления изученной информации, задания для проведения самостоятельных наблюдений и изготовления наглядных пособий для творческих конференций учащихся. Данный элективный курс направлен прежде всего на развитие познавательного интереса и на организацию самостоятельной практической деятельности учащихся. Пособие адресовано учителям, студентам педагогических вузов, а также будет полезно учащимся для подготовки к различного рода олимпиадам по астрономии, физике и математике.

## Метеориты и происхождение жизни

Принято считать, что падение на Землю крупных метеоритов несет смерть: вспоминаются печальная судьба динозавров и постоянные разговоры об астероидной опасности. Но в этой книге предлагается новая концепция зарождения жизни на Земле, главную роль в которой играют... метеориты! Новая концепция прединформации жизни основана на возможности возникновения первичных форм живой материи в процессах, сопровождающих сверхскоростной удар метеорита о поверхность планеты.

Автор книги, профессор Г.Г. Манагадзе, руководитель лаборатории активной диагностики Института космических исследований РАН, экспериментально показал, что плазменный факел, возникающий в процессе сверхскорост-

ного метеоритного удара, обладает исключительными свойствами, которые ранее не были известны. В лабораторных опытах, моделирующих процессы взрывоподобного разлета факела, плазменная среда обеспечивает синтез органических соединений, их сборку и упорядочение.

Книга адресована ученым и специалистам, аспирантам и студентам, занятым проблемой происхождения жизни на Земле и поиском ее внеземных форм, а также широкому кругу читателей, заинтересованных этой проблемой.



**Манагадзе Г.Г.** Плазма метеоритного удара и добиологическая эволюция. М.: Физматлит, 2009.

# «Пурпурное сердце» — новые имена

В Концертном зале московского отеля «Бородино-холл» в апреле состоялась вторая церемония награждения лауреатов Национальной премии в области кардиологии «Пурпурное сердце»



Награду получает лауреат Наталья Петровна Дорофеева

Из 39 финалистов председателем экспертного и попечительского советов премии были выбраны и утверждены десять лауреатов. В качестве наград они получили именные часы, которые стали символом премии, традиционно олицетворяя представ-

ление о сердце, которое бьется как часы. Кроме того, были вручены специальные призы от спонсоров и партнеров. Все участники финала получили именные дипломы и награды.

«В этом году нам было намного сложнее оценивать заявки. И дело даже не в увеличившемся их количестве — улучшилось качество представленных данных. Работы были действительно интересными, отлично проработанными, были приведены актуальные результаты деятельности. В ряде случаев разрыв между итоговыми результатами соискателей был минимален, — сказал Р.Г. Оганов, президент ВНОК и председатель экспертного совета. — Но конкурс есть конкурс, и победил в нем сильнейший»

Кроме победителей в традиционных номинациях были объявлены лауреаты и в двух специальных ка-

тегориях — «Личный вклад в развитие отечественной кардиологии» и «Новатор-2010».

«На церемонии награждения лауреатов премии 2010 г. мы представили большее по сравнению с прошлым годом количество талантливых, а главное — результативных проектов, озвучили больше имен лучших специалистов. Все это — за счет формирования в 2009–2010 гг. сети региональных отделений экспертного совета. И теперь каждый из семи регионов имеет возможность представить своего финалиста в статусе номинанта премии. При этом сомневаться в качестве и актуальности сегодняшних результатов не приходится, ведь каждая работа прошла оценку уже 38 экспертов», — отметил Ласло Почайи, председатель попечительского совета премии, почетный президент ОАО «Эгис» в России. ■

Более детальную информацию о Национальной премии в области кардиологии «Пурпурное сердце» можно найти на сайте <http://www.purpleheart.ru>.



Немного добрых слов о кардиологах от О.О. Ооооооооо



Гостя церемонии — актриса Наталья Андрейченко



## Евробот: люди и роботы

В апреле 2010 г. в Москве состоялся национальный чемпионат автономных мобильных роботов «Евробот 2010» среди российских команд. На московском международном форуме для роботов главными задачами стали сбор урожая — «Роботы накормят мир», а также спасение Земли — «Роботы спасают планету». Команды боролись за право участия в международном финале в Рапперсвилль-Ионе, Швейцария.

На соревнованиях требовались междисциплинарный творческий подход, умение взаимодействовать в команде, соревноваться и обмениваться идеями. Самые разные роботы собирали «апельсины», «помидоры», «кукурузу», при этом могли определять цвет объектов, преодолевать «пригорки» и срывать «фрукты» с определенной высоты. Победителями в Лиге стартер стала команда *Newrobot* из МГТУ им. Н.Э. Баумана, второе место заняла команда «Сигма-С» (лицей № 1586) и третье — *Special Force Craft* (МГПУ, факультет технологий и дизайна). В Лиге профессионалов более искусной оказалась команда *Virus* из МГТУ им. Н.Э. Баумана. Команды *RC-Team* (МГТУ им. Н.Э. Баумана) и «Аргонавт» *E10* (МГУ им. М.В. Ломоносова, ИПМ им. М.В. Келдыша РАН) заняли второе и третье места. На международном форуме «Роботы 2010» и турнире для юных участников «Евробот Юниор 2010» роботы управлялись командами. Идея конкурса заключалась в том, что люди должны способствовать обновлению и сохранению биологического разнообразия на Земле. Участникам Лиги юниоров предложили создать машины, способные посадить саженцы, почистить реки, смоделировать роботизированное возвращение животных в места их обитания, посадить семена, опылить поле, причем в правилах соревнований сказано: «Робот не должен умышленно причинять ущерб другому роботу или игровой площадке. Допускается передавать роботу только электрическую энергию и сигналы по кабелю. Любая систе-

ма, которую сочли опасной для людей, будет отклонена и запрещена к использованию. Просьба свести к минимуму количество необходимого для настройки и управления роботом оборудования». Важно, чтобы односторонний технотехнологический прогресс не привел к тому, что мир придется защищать от роботов. Экологическая, гуманитарная составляющая соревнований помогает системно подходить к решению проблем. Победителем в непростом состязании среди юниоров стала команда «Сигма-В» (лицей № 1586). Команды «Львенок и черепаха» (СОШ № 444) и «Соватон» (ЦО № 1840) заняли соответственно второе и третье место.

Одновременно с финалом соревнований «Евробот» в Швейцарии проходит конференция, где обсуждаются системы управления роботами и их поведением, различные приложения автономных интеллектуальных роботов, проблемы восприятия, обработки и действия (датчики, зрение, системы движения, специализированные периферийные устройства и т.д.). В области образования на конференции обсуждались темы «Робототехника в школе и в университете», «Практические занятия в области ро-

бототехники», «Передовой опыт и примеры подходов к разработке роботов», «Вопросы педагогики будущего».

Соревнования робототехников-любителей «Евробот» появились еще в 1998 г. на основе опыта Французского кубка робототехники и подобных соревнований в Швейцарии. Ассоциация «Евробот» была зарегистрирована в 2004 г. С тех пор студентами всего мира создаются молодежные команды в рамках образовательных проектов или на базе независимых клубов и некоммерческих организаций. В этом году Российский национальный организационный комитет «Евробот» проводил соревнования при содействии федеральных и московских властей. Участники команд — молодые люди в возрасте до 30 лет, но допускается, что руководитель группы может быть старше. Для отбора на международный финал трех лучших команд проводятся национальные соревнования, организаторы отдают предпочтение общественно полезным заданиям. В итоге все больше людей проявляют интерес к робототехнике и к научно-практической деятельности. «Евробот» также создает дружескую атмосферу и спортивный дух, что подтвердили соревнования в Москве. ■

Дмитрий Мисуров







Анатолий Гендин

# КИСЛЫЙ, СЛАДКИЙ И ВКУСНЫЙ: УКСУС

**Д**ля нескольких поколений отечественных домохозяек уксус неизменно ассоциировался с достижениями нашей химической промышленности, а концентрированную уксусную эссенцию они покупали в особых трехгранных бутылках и запихивали поглубже в кухонные шкафчики, чтобы дети не нашли. Между тем натуральный уксус из свежего плодово-ягодного сырья не только гораздо эффективнее как кулинарный ингредиент и несравненно полезнее как продукт питания. Вы не поверите, но он может быть просто вкусным.

Вот, скажем, испанские домохозяйки и ресторанные повара как-то не особенно даже задумываются, какой уксус использовать на своей кухне — разумеется, винный, и лучше всего хересный. Строго говоря, хересный уксус делают не буквально из хереса, то есть уже готового к употреблению крепленого вина, а из такого же виноградного сусла, которое идет и на производство хереса на юге страны, в Андалусии. Это обстоятельство четко отражено в официальном названии конечного продукта — *Vinagre de Jerez*, «уксус из Хереса», где слово «Херес» с большой буквы указывает на славный город Херес-де-ла-Фронтера, а вовсе не на херес как вино.

Впрочем, у этих двух популярных продуктов много общего и в технологии производства. Выдерживают такой уксус в дубовых бочках из-под хереса, что существенно обога-

**О том, что хороший уксус должен быть винным, отлично знают не только испанцы, но и многие другие европейские народы**

щает его характерными ароматами и вкусовыми оттенками знаменитого вина. Сами бочки точно так же укладывают штабелями, которые традиционно называются «солера», и время от времени частично перебивают более молодой уксус из верхних бочек в нижние, где хранится более старый. Для собственных нужд и на продажу готовый продукт разливают из самого нижнего ряда. Некоторым уксусным солерам уже более 100 лет, так что в каждой бутылочке уксуса из этих бочек теоретически есть несколько капель столетней давности. Бывает и так называемый «винтажный» уксус, сделанный из винограда конкретного урожая и выдержанный в отдельных бочках вне традиционной солеры, в этом случае на этикетке указывают год урожая.

Примечательно, что еще относительно недавно производство уксуса считалось в среде хересных виноделов едва ли не постыдным занятием, этот факт старались скрыть от соседей, клиентов и партнеров по бизнесу. Дело в том, что до недавних пор в переделку на уксус уходил в основном брак от хересного производства — молодое вино, ко-

торое по каким-то причинам не годилось для дальнейшего развития в одном из классических хересных стилей; при классификации вино-материалов каждого нового урожая на таких бочках ставят мелом три черты и отбраковывают. Получалось, что наличие собственного уксуса у производителя хереса было верным признаком его профессиональной несостоятельности, неудачи в основном деле. Но со временем все встало на свои места: выработка хересного уксуса теперь признана едва ли не таким же сложным, тонким и почетным делом, как и создание хереса, а некоторые производители специально отбирают для него самые лучшие вино-материалы. Правда, хранятся бочки с уксусом в отдельном помещении подалеже от винных — их соседство с хересом

## ОБ АВТОРЕ

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



может плохо сказаться на развитии вина. По этой причине у многих испанских виноделов уксусное хранилище вообще размещено совсем в другом месте, не там, где основное, винное производство.

Есть у фирменного андалусийского уксуса и свое «наименование по происхождению» (*Denominacion de Origen, D.O.*) с довольно жесткими требованиями и ограничениями. Перед розливом в бутылки обычный хересный уксус, претендующий на статус *Vinagre de Jerez*, выдерживают в бочках из американского дуба не менее полугода, а более высокая категория *Reserva* требует не менее двух лет такой выдержки. Однако солидные производители всегда превышают эти сроки, часто в разы, отчего результат становится только лучше. Как правило, отличные ук-

сусы получаются у самых опытных и авторитетных виноделов. К сожалению, объем производства специальных марок хересного уксуса длительной выдержки совсем невелик, иногда это всего несколько сотен бутылок ежегодно.

Помимо необычной технологии производства успеху хересного уксуса способствует и особый микроклимат этого региона с жарким летом и мягкой зимой. Выдержанный хересный уксус выходит не только кислым, как ему и положено, но и откровенно вкусным: он совсем не агрессивен, скорее сладковат, с явными карамельно-ванильными тонами сухофруктов, орехов и даже шоколада, а по цвету напоминает красное дерево разных оттенков. Встречаются и совсем темные и густые уксусы, по цвету и кон-

систенции напоминающие ягодные сиропы.

Основной объем производства хересного уксуса, как и самого хереса, приходится на виноградный сорт Паломино (*Palomino*), который занимает примерно 9/10 всех виноградников в этом районе. Любопытно, что эти сочные сладкие ягоды хороши и просто для еды — в отличие от подавляющего большинства промышленных сортов винограда во всем мире. Но здесь же культивируют и чрезвычайно сладкий сорт Педро Хименес (*Pedro Ximenez*, это название нередко сокращают до аббревиатуры *P.X.*); иногда его смешивают с Паломино для производства отдельных видов хереса, бывает и херес только из этого винограда — густой, цвета черного дерева и фантастически сладкий. А теперь представьте себе, каким получится хересный уксус только из винограда Педро Хименес, выдержанный в бочках из-под одноименного хереса!

Не случайно сфера применения качественного хересного уксуса гораздо шире, чем привыкли думать потребители, выросшие на brutальной уксусной эссенции индустриально-химического происхождения. Он нужен не только для разнообразных салатов и многочисленных маринадов, но и для целого ряда типичных для национальной кухни рецептов. Так, без хересного уксуса традиционный для знойной Андалусии холодный овощной суп гаспачо просто не получится. Весьма изобретательные по гастрономической части испанцы добавляют его даже в сладкие фруктово-ягодные соусы и сиропы — например, в клубнично-ванильный, и здорово получается, попробуйте при случае.

В продажу хересный уксус поступает в таких же характерных бутылках с винтовыми пробками, что и херес, только объемом поменьше — 0,375 и 0,5 л. Впрочем, иногда его разливают и в стандартные для этого крепленого вина бутылки емкостью 0,75 л; с другой стороны, и херес можно встретить в маленьких бутылочках, так что для вер-



ности нужно внимательно всматриваться в этикетки и искать на них волшебные слова — *Vinagre de Jerez*.

О том, что хороший уксус должен быть винным, отлично знают не только испанцы, но и многие другие европейские народы, у которых и соответствующий термин восходит к латинскому *vinum acre*, «кислое вино» — присмотритесь к английскому слову *vinegar*, французскому  *vinaigre* или португальскому *vinagre*. Правда, отличились итальянцы, для которых латинский, каза-

ленно уваривают примерно на 2/3 на слабом огне, не допуская его кипения. При такой технологии никакого алкоголя в конечном продукте не будет — брожения-то не было! Охлажденный уксусный полуфабрикат очень долго (до 12–15 лет) выдерживают в маленьких бочках из разного дерева, последовательно переливая из одной емкости в другую. В результате получается густая тягучая жидкость благородного красно-коричневого цвета и того дивно-го аромата и вкуса, который вечно

восторженные итальянцы называют божественным. В данном случае они абсолютно правы, продукт действительно несравненный, в том числе и по стоимости: настоящий бальзамический уксус, сделанный по всем правилам сертифицированными производителями, весьма недешев. Но его и используют очень экономно, буквально по каплям, добавляя в блюдо перед самой подачей и никогда не подвергая тепловой обработке.

Любопытно, что уксус делают не только виноделы, но и производители крепкого алкоголя, особенно в немецкоязычных странах. Существуют и особые аксессуары для уксусных дегустаций — например, специальные керамические ложечки (ясное дело, ручной работы) с изображенными на них ягодами или фруктами, чтобы случайно не перепутать, где какой уксус.

Справедливости ради отметим, что в странах, по природно-климатическим причинам не очень-то подходящих для производства виноградного вина, давно нашли собственное сырье для уксуса: на Дальнем Востоке и в Юго-Восточной Азии его делают из риса. Без рисового уксуса невозможно представить себе ни японскую, ни китайскую, ни тайскую кухню. Но это отдельная тема. ■



лось бы, родной: они называют уксус «ачето» (*aceto*), то есть буквально «кислый». Зато уж о легендарном бальзамическом уксусе из итальянского города Модена слышали даже те, кто пока еще не успел его попробовать. С 1986 г. у него тоже имеется официальное «наименование по происхождению» — *Aceto Balsamico Tradizionale di Modena*, хотя самому продукту уже несколько столетий. Там тоже свои маленькие хитрости. Свой уксусный специалитет итальянцы делают из виноградного сорта Требьяно (*Trebbiano*), ягоды которого они собирают вручную поздней осенью, когда содержание сахара в них максимально. После аккуратного прессования и тщательной фильтрации виноградный сок мед-





ежемесячный научно-информационный журнал

SCIENTIFIC  
AMERICAN

# В мире науки

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

- анонсы
- новости
- статьи
- архив
- подписка

теперь в сети



**ОЧЕВИДНОЕ**  
  
**НЕВЕРОЯТНОЕ**

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

*А. Пушкин*

**ОЧЕВИДНОЕ-НЕВЕРОЯТНОЕ**  
 НА КАНАЛЕ «РОССИЯ» ПО СУББОТАМ В 11:50 ПРОГРАММА С.П. КАПИЦЫ



**Читайте в следующем выпуске журнала**

**ВНУТРЕННИЕ ЦЕЛИТЕЛИ**

Перепрограммирование собственных клеток организма позволит исключить этические и технические проблемы использования эмбриональных стволовых клеток

**РЕВОЛЮЦИОННЫЕ ПУТИ**

В США приходят скоростные поезда

**АРКТИЧЕСКАЯ ЖАРА**

Глобальное потепление отражается на состоянии не только льдов, но и флоры «крыши мира»

**«ЛУПА» ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ЗАБОЛЕВАНИЙ**

Цифровые изображения препаратов срезов тканей дадут врачам возможность устанавливать диагнозы быстрее и точнее

**МАНИОК ДЛЯ БЕДНЫХ**

Третий по величине источник калорий на Земле можно сделать еще более полноценным и урожайным, снизив тем самым угрозу голода во многих развивающихся странах