

# содержание

СЕНТЯБРЬ 2008

## ГЛАВНЫЕ ТЕМЫ НОМЕРА:

- КОСМОЛОГИЯ**  
**20 КОСМОЛОГИЧЕСКОЕ ПРОИСХОЖДЕНИЕ «СТРЕЛЫ ВРЕМЕНИ»**  
Шон Кэрролл  
*Будущее всегда воспринимается нами иначе, чем прошлое. Однако в больших космологических масштабах они могут выглядеть одинаково*
- АСТРОНОМИЯ**  
**30 ЗАГАДКА ТУНГУСКИ**  
Энрико Бонатти, Лука Гасперини и Джузеппе Лонго  
*Фрагмент загадочного космического объекта, уничтожившего участок сибирской тайги сто лет назад, может помочь сохранить Землю в будущем*
- ПОЛИТИКА**  
**36 ВОПРОСЫ ЭТИКИ И ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА**  
Джон Брум  
*Кладя на чаши весов наше экономическое процветание и изменение климата, за строгой нравственной оценкой мы обращаемся к экономистам*
- ЭВОЛЮЦИОННАЯ БИОЛОГИЯ**  
**42 ЧТО ТАКОЕ ВИД?**  
Карл Циммер  
*Правильное определение понятия «вид» имеет огромное теоретическое и практическое значение*
- ЗДОРОВЬЕ**  
**50 КАК ИЗБАВИТЬСЯ ОТ ГЕЛЬМИНТА-УБИЙЦЫ?**  
Патрик Скелли  
*Червь-кровопийца шистосома — один из самых коварных паразитов человека. Возможно, секрет его живучести удастся раскрыть, используя новые генетические данные*
- МЕДИЦИНА**  
**56 РАК МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ: НАСТУПЛЕНИЕ ПО ВСЕМ ФРОНТАМ**  
Габриель Ортобаги и Франсиско Эстева  
*Новейшие методы целевой терапии позволяют подобрать наиболее эффективную для больного схему лечения*
- СОМНОЛОГИЯ**  
**64 НАРУШЕНИЯ СНА: КАК ИХ РАСПОЗНАВАТЬ И ЛЕЧИТЬ?**  
По материалам беседы с Яковом Левиным
- ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**  
**68 КРИМИНАЛИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЦИФРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ**  
Хани Фарид  
*Современное программное обеспечение позволяет легко манипулировать фотоснимками и существенно затрудняет выявление подделок. Новая технология предоставила и новые средства обнаружения таких изображений*



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. Юшквичоте

Выпускающий редактор: М.А. Янушкевич

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

Над номером работали:

А.А. Гендин, Д.А. Мисюров, А.И. Прокопенко,  
И.П. Прошкина, Л.С. Раткин, О.С. Сажина,  
И.Е. Сацевич, В.В. Свечников, О. Сеньков, В.И. Сидорова,  
В.Г. Сурдин, И.А. Фролова, А.П. Худолеев, Б.В. Чернышев,  
Н.Н. Шафрановская, Ф.С. Янчилина

Научные консультанты:

член-корреспондент РАЕН,  
доктор медицинских наук Я.И. Левин;  
академик РАН, доктор физико-математических наук В.А. Рубаков

Арт-директор: Л.П. Рочева

Корректур: Я.Т. Лебедева

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

Главный бухгалтер: Н.М. Воронина

Бухгалтер: О.В. Гузий

Отдел распространения, подписка: М.К. Бирюкова  
Л.В. Леонтьева

Адрес редакции и издателя:

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

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

Отпечатано:

ООО ИД «Медиа-Пресса», 127147, Москва, ул. Правды, д. 24.  
Заказ № 81677

© В МИРЕ НАУКИ

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

Тираж: 11 600 экземпляров  
Цена договорная.

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

## SCIENTIFIC AMERICAN

ESTABLISHED 1845

Editor in Chief: John Rennie

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

Chief news Editor: Philip M. Yam

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

Chairman: Brian Napack

President: Steven Yee

Vice President and managing director,  
international: Dean Sanderson

Vice President: Frances Newburg

Chairman emeritus: John J. Hanley

Art director: Edward Bell

Vice President and publisher: Bruce Brandon

© 2007 by Scientific American, Inc.

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

## РАЗДЕЛЫ:

### ОТ РЕДАКЦИИ ИСТОЩЕНИЕ КЛИМАТА

3

### 50, 100, 150 ЛЕТ ТОМУ НАЗАД

4

### СОБЫТИЯ, ФАКТЫ, КОММЕНТАРИИ

6

- Перспективы биотоплива в России
- Клетки кожи против болезни Паркинсона
- Воздействие асбеста
- Оздоровительный блоггинг
- Ускорение эволюции: правда или миф
- Много шума из-за хоббитов
- Спать лягушонка Кермита
- Мозг и диабет
- Ученые – свет

### ПРОФИЛЬ

### ПОКОНЧИТЬ ОДНИМ УДАРОМ

18

**Александр Хеллеманс**

*Уолтер Файерс идентифицировал сегмент белка вируса гриппа, который может стать основой противогриппозной вакцины, способной предотвращать сезонные вспышки заболевания*

### ТЕХНИЧЕСКИЕ НЮАНСЫ

### КАК УНИЧТОЖАТЬ ТВЕРДЫЕ БЫТОВЫЕ ОТХОДЫ?

74

**Фирюза Янчилина**

*Увеличение количества отходов — одна из наиболее актуальных проблем современного мира, для решения которой необходимо создание системы грамотного управления*

### ЗНАНИЕ – СИЛА

### ОТОПЛЕНИЕ И ОХЛАЖДЕНИЕ

78

**Марк Фишетти**

*С ростом цен на нефть, природный газ и электроэнергию для питания обычных отопительных и охлаждающих систем домовладельцы все чаще устанавливают тепловые насосы*

### ЛАБОРАТОРИЯ ВКУСА

### ТОКАЙСКИЙ ВОСТОРГ

90

**Анатолий Гендин**

*Как делают уникальное сладкое вино*

## ОБЗОРЫ:

### КНИЖНОЕ ОБОЗРЕНИЕ

80

### ФОРУМЫ, ПРЕМИИ, ВЫСТАВКИ

84

### СПРОСИТЕ ЭКСПЕРТОВ

### КАК ПРЕКРАЩАЮТСЯ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ?

94

# ИСТОЩЕНИЕ Климата

Риторическое сотрясение воздуха не поможет остановить глобальное потепление

**Н**аверняка вы уже достаточно слышаны о глобальном потеплении. Проблемой обеспокоены тысячи людей, но мир еще далек от ее непосредственного решения. Хиллари Клинтон и Барак Обама обещают к 2050 г. сократить выбросы окислов углерода на 20% от уровня 1990 г. Но если учитывать содержание парниковых газов во всей атмосфере, достижение такой цели было бы затруднительным, действуйте США в одиночку. На своем сайте Джон Маккейн (John McCain) указывает, что исходя из требований здравого смысла необходимо ограничить выбросы углерода путем обуздания рыночных устремлений, т.е. имеется в виду, что все страны разделят эту ответственность.

Заявления кандидатов на пост Президента США не слишком конкретны, но, вероятно, не по политическим мотивам, а в силу неподготовленности большей части электората к осознанию размеров и сути проблемы. Подобно простодушным пассажирам океанского лайнера, беспечно облокотившимся на перила, в то время как корабль несется на айсберг, многие из нас не представляют масштабы надвигающейся катастрофы.

Вводит в заблуждение и то обстоятельство, что большинство климатических изменений кажутся смягчающими и даже благоприятными, например ранняя весна и поздняя осень. Только иногда о себе дают знать негативные последствия, например разрушение 414 км<sup>2</sup> ледников антарктического шельфа в феврале 2008 г. Джеймс Хансен (James Hansen) и его коллеги из Годдардовского института космических исследований NASA пишут в статье для *Science*, что на обширной территории достигнута опасная концентрация углекислого газа в атмосфере, равная 385 ppm. Если в кратчайшие сроки она не понизится до 350 ppm, то, согласно исследованиям зависимости климата прошлых лет от уровня загрязнения CO<sub>2</sub>, мы можем за несколько столетий потерять крупнейшие ледниковые щиты Земли — Антарктический и Гренландский, что вызовет катастрофический подъем уровня моря.

Все шесть вариантов развития, рассмотренных Межправительственным комитетом по изменению климата (IPCC), свидетельствуют о том, что к концу нашего века парниковые газы достигнут угрожающей концентрации, эквивалентной 600 ppm CO<sub>2</sub>-eq. IPCC с более чем 60-процентной вероятностью утверждает, что при таком уровне загрязнения к 2100 г. климат нашей планеты потеплеет на 2–3° C по сравнению с до-

индустриальным периодом развития общества. Если концентрация газов достигнет уровня 1250 ppm CO<sub>2</sub>-eq или более, что вытекает из двух сценариев, представленных IPCC, то вероятность потепления на 5° C и выше можно оценить как один к шести. Как сообщается в основном отчете по экономике и изменению климата *Stern Review*, увеличение температуры воздуха на 5° C может погубить человеческую цивилизацию, приведя к необратимым последствиям, таким как изменение океанических течений, массовые миграции населения и социальная нестабильность. Более того, IPCC с пятипроцентной вероятностью прогнозирует, что даже если концентрация парниковых газов остановится на уровне 550 ppm CO<sub>2</sub>-eq, то во всем мире температура воздуха в итоге поднимется на 8° C.

Как в *Stern Review*, так и в статье Джона Брума «Вопросы этики и изменение климата» говорится об этической важности ответа общества на глобальное потепление. В какой степени мы должны быть заинтересованы в благосостоянии будущих поколений? От какой составляющей хорошей жизни мы готовы отказаться, чтобы обеспечить наших детей и внуков?

Посмотрим на происходящее с другой стороны. Представьте, что вы живете в 2108 г. и понимаете, что катастрофического положения могло бы и не быть. Массовые миграции людей в поисках еды или чистой питьевой воды, неурожай из-за изменчивости погодных условий, сокращение основного капитала ввиду стихийного изъятия инвесторами средств из дезорганизованного рынка, нашествие насекомых и болезней, вызванное наступлением тропиков, — все это наследие прошлого, когда еще можно было предвидеть и предотвратить подобные последствия.

И вот тогда вы обернетесь к нынешнему столетию и укоризненно покачаете головой по поводу бесконечного сотрясения воздуха вокруг проблем изменения климата, по поводу страусиной политики, допускающей, что можно отложить проблему на завтра, и что будущее сможет позаботиться о себе само. ■



■ НАУЧНАЯ КРЕАТИВНОСТЬ ■ КРУШЕНИЕ АЭРОПЛАНА ■ ЛИХОРАДОЧНЫЙ БУНТ ■

**СЕНТЯБРЬ 1958**

**ТВОРЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС.** «Наиболее примечательное открытие, сделанное учеными, — это сама наука. По своему значению оно сопоставимо с изобретением живописи и письма. Как и эти более ранние прорывы человеческого духа, наука — попытка держать под контролем окружающую действительность путем проникновения в нее и понимания ее изнутри. И, подобно тем же живописи и письму, на сегодняшней ступени развития наука сделала некий критический шаг, после которого пути назад уже нет. Мы не можем представить себе общество будущего без науки». — Джейкоб Бронновски.

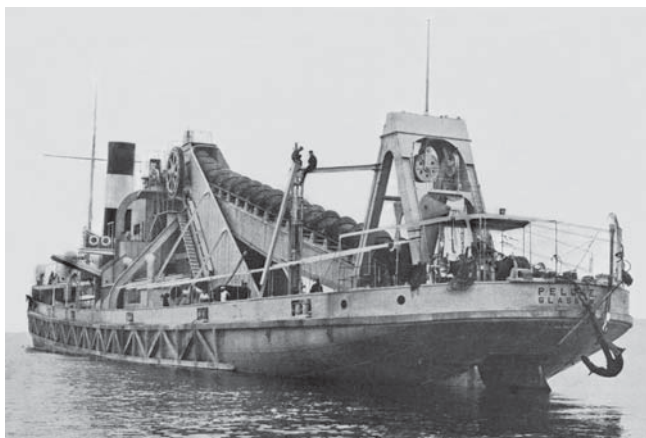
**НОВОЕ В ФИЗИКЕ.** «На мой взгляд — достаточно скептический, — мы, возможно, столь же далеки от понимания элементарных частиц, как современники Ньютона — от квантовой механики. Как и перед ними, перед нами стоят две животрепещущие задачи. Одна из них — досконально исследовать и проверить математический аспект существующих теорий квантового поля. Верны они или неверны, в любом случае в них заключены такие математические глубины, что потребует гений, подобный дару Эйлера или Гамильтона, чтобы познать их. Вторая наша задача — активно продолжать исследование широкого круга физических феноменов, которые существующие теории не берут в расчет. Это обещает вплотную заняться экспериментами в модной области физики частиц. Самые же выдающиеся области физики, пока оставленные в этом смысле без внимания, — гравитация и космология». — Фримен Дайсон.

**ВЫЖИВАНИЕ.** «Обнаружив новую мутацию организма или фундаментальное изменение условий его жизни, биолог часто не может предсказать развитие ситуации в будущем. Все, что он может сделать, — только ждать и наблюдать. Например, принято считать, что шерстистый мамонт был очень умным и хорошо приспособленным к жизни животным. Теперь, когда он вымер, мы пытаемся понять, почему это произошло. Думаю, ни один биолог не взялся бы утверждать, что он мог бы предсказать это событие. Приспособленность к жизни и выживание оказываются по своей природе критериями оценки положения дел в прошлом, но не в будущем». — Джордж Уолд, лауреат Нобелевской премии 1967 г. по физиологии и медицине.

**СЕНТЯБРЬ 1908**

**ГИБЕЛЬ ПАССАЖИРА.** Редко случается нечто столь же трагическое и прискорбное, как недавнее крушение аэроплана братьев Райт, повлекшее за собой гибель перспективного молодого лейтенанта Томаса Селфриджа и тяжелое ранение одного из изобретателей, Орвилла Райта. Но несмотря на всю печальность происшествия оно не должно дискредитировать воздухоплавание. Безусловно, полеты связаны с риском, и случившаяся авария — всего лишь несчастный случай, никоим образом не ставящий под сомнение основополагающие принципы, по которым братья Райт создали свой летательный аппарат и достигли таких блестящих успехов.

**ЗЕМЛЕЧЕРПАЛКА-ГИГАНТ.** В связи с расширением и углублением Суэцкого канала у Порт-Саида флот землечерпальных снарядов был недавно пополнен новым судном — самой большой ковшовой землечерпалкой



СЕРЬЕЗНАЯ ТЕХНИКА: самая большая ковшовая землечерпалка на Суэцком канале, 1908 г.

из ныне существующих. Корабль под названием *Péluse* (на илл.) был построен *Lobnitz & Co* на их верфи в Ренфру на реке Клайд в Шотландии по тому же проекту, что и другая драга компании, *Ptolemée*, созданная два года назад для работ на канале. Длина палубы *Péluse* — 91,5 м, мощность землечерпальной машины — 600 л.с. Все зубчатые передачи на судне имеют фрезерованные зубцы.

**СЕНТЯБРЬ 1858**

**ПРЕСТУПНАЯ БЕЗЗАБОТНОСТЬ.** Недавно мы высказывали непримиримый протест против курса доктора Томпсона и Отдела здравоохранения Нью-Йорка, вопиюще беззаботно относящихся к возможности проникновения в страну иноземных инфекций с приплывающих кораблей.

Наш журнал был первым, привлечшим внимание общественности к этой проблеме. Последствием отмеченной небрежности стали вспышки желтой лихорадки на острове Статен, а когда о них было сообщено, чернь сожгла дотла карантинные дома, и больные остались без надзора. Врачи, отважно оставшиеся на посту во время пожара, заслуживают высшей похвалы. Мы надеемся, что преступники будут пойманы и наказаны, потому что позволять шайке хулиганов вершить суд — это ни в коем случае не способ бороться с болезнью. ■

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

ТЕМАТИКА СТАТЕЙ НОМЕРА, КАК ВСЕГДА, ШИРОКА И РАЗНООБРАЗНА

■  
Это открытие могло быть сделано тысячу лет назад. Мимо него прошли естествоиспытатели Возрождения. Мимо него прошел даже великий Галилей, хотя открытие было буквально у него под ногами: случайные отверстия в витражах темных готических соборов создают эффект камеры-обскуры, проецируя на пол изображение Солнца со столь высоким угловым разрешением, что без труда можно наблюдать солнечные пятна.

Ст. «Храмы-телескопы»

■  
От капризов «космической погоды», вызванных солнечным магнитным полем, страдают не только спутники и орбитальные станции. От нее зависят работоспособность и эффективность наземного оборудования — радиолокаторов, радионавигационных и радиопеленгационных систем, крупных инженерно-электротехнических сооружений. Лишь две обсерватории на планете — Саянская в России и обсерватория Стэнфордского университета в США — постоянно ведут измерения и осуществляют построение карт напряженности магнитного поля на поверхности Солнца.

Ст. «Академик Гелий Жеребцов: Кто несет “Сибирский крест”?»

■  
Туберкулезу почти столько же лет, сколько человечеству. Им болели еще наши отдаленные предки полмиллиона лет назад. Ученые из Института Пастера в Париже обнаружили, что все современные группы штаммов палочки Коха произошли от одной, которая до сих пор существует в Восточной Африке.

Ст. «Генетики против туберкулеза»

■  
Среди некогда окружавших Москву старинных дворянских усадеб лучше других сохранилось Валуево. Парадный въезд, господский дом и некоторые другие дошедшие до наших дней постройки были сооружены в начале XIX в. Однако территория, на которой расположена усадьба, имеет более давнюю историю.

Ст. «Усадьба Валуево и ее владельцы»

■  
«В огне не горит и в воде не тонет» — эти характеристики в полной мере относятся к пеностеклу, замечательному изоляционному материалу, технология производства которого разработана в 30-х гг. прошлого века академиком И.И. Китайгородским. В условиях дефицита энергии этот материал вновь необходим.

Ст. «Реконструкция памяти»



АВТОГРАФ ЭЛЕКТРОННОГО ПУЧКА

ISSN 0028-1263

## НАУКА И ЖИЗНЬ

9

2008



● Чтобы реки текли, не пересыхая, необходим биотический насос атмосферной влаги, работать его заставляют леса ● Уникальные мумии, обнаруженные российскими археологами в Фаюмском оазисе, ставят египтологов в тупик ● Можно ли жить своим умом? Ответ очевиден, последствия — под вопросом, решение — за каждым из нас ● Болезнь Альцгеймера — «модный» диагноз, но, как показывают исследования, встречается это заболевание довольно редко ● Приручите лису, и лиса закудачет.



Желание людей во что бы то ни стало омолодиться, похорошеть и их готовность платить за это большие деньги привели к тому, что в современной косметологии стали применяться весьма рискованные методы. Но разумно ли ради того чтобы стереть со своего лица следы улыбок и раздумий — и всего-то на несколько месяцев — подвергать себя атаке «колбасного яда»?

Ст. «Ботулотоксин в косметологии — яд или лекарство?»

■  
В Ботаническом саду Московской медицинской академии им. И.М. Сеченова растет единственное в Москве взрослое дерево ланкастерского ореха, посаженное 18 лет назад. Между тем этот морозостойкий вид хорошо приживается в садах Подмоскovie, а его плоды не уступают по вкусу грецкому ореху.

«Растет в саду ланкастерский орех»

Электронная версия ISSN 1683-9528 представлена в сети Интернет, ежемесячно регистрируется более 60 000 обращений.  
Адрес редакции: 101990, Москва, Центр, ул. Мясницкая, д. 24. Тел.(495) 624-1835, факс (495) 625-0590.  
Служба распространения и связей с общественностью: Ю.А. Сигорская — (495) 621-9255. Рекламная служба: (495) 628-5965.  
<http://www.nkj.ru>, e-mail: [mail@nkj.ru](mailto:mail@nkj.ru).

Продолжается подписка на журнал «Наука и жизнь». Подписные индексы: 70601, 79179, 99349, 99469, 34174.

# ПЕРСПЕКТИВЫ биотоплива в России

29 июля 2008 г. в пресс-центре «Российской газеты» состоялся круглый стол «Биотопливо — панацея или угроза XXI в.?». В ходе заседания были рассмотрены некоторые важные вопросы, касающиеся производства биотоплива и продовольственного кризиса. Готова ли Россия создать свой собственный биотопливный рынок? Как уменьшить зависимость от традиционных углеводородов? Альтернативная энергетика и экология — тенденции XXI в.?



В круглом столе участвовали директор Института биохимической физики РАН, член-корреспондент РАН С.Д. Варфоломеев; президент Российского Зернового Союза А.Л. Злочевский; председатель совета директоров Национальной Биотопливной Ассоциации Р.Г. Васильев; генеральный директор аналитического центра «СовЭкон» А.Е. Сизов; доктор технических наук, профессор МГТУ им. Н.Э. Баумана В.А. Марков; зав. отделом автомобильных и авиационных бензинов Всероссийского научно-исследовательского института по переработке нефти В.Е. Емельянов; генеральный директор Ассоциации «Аспект» Л.И. Трусков; советник по корпоративным вопросам и коммуникациям компании SHELL А.В. Руцанов.

Некоторые противники биотоплива считают, что для его производства потребуется слишком много сельхозпродукции, в результате якобы появляется дефицит продуктов питания и продолжается рост цен. «На каждую калорию, которая съедается, мы тратим 10 топливных калорий. Вот это главный источник повышения цен... Резерв России — отходы сельского хозяйства», — считает директор Института биохимической физики РАН С.Д. Варфоломеев. Что подразумевается под отходами? По данным исследователя, если брать кукурузу, то лишь 20% идет в пищу, а все остальное — те самые отходы. «Солома, ботва, стебли — из всего можно получать топливо. Но для этого надо развивать сель-

ское хозяйство и применять современные технологии», — добавляет Варфоломеев.

Для производства биотоплива могут быть использованы отходы, которые не употребляются при производстве пищевых продуктов. В качестве биотоплива можно также применять фритюрные масла, которые используются при приготовлении пончиков, пирожков и так далее.

А.Л. Злочевский, президент Российского Зернового Союза, считает, что производство биотоплива из целлюлозы может быть перспективно, но необходимо решить главную проблему — снизить затраты на производство. «На расщепление целлюлозы нужны очень большие энергозатраты. В Советском Союзе это стоило копейки, а сегодня — экономически нецелесообразно. И до тех пор, пока мы не решим проблему энергоёмкости расщепления целлюлозы, ставить вопрос о производстве и использовании этого ресурса преждевременно». Кроме того Злочевский полагает, что если и существует конфликт между биоэнергетикой и продовольственным рынком, то, во-первых, он носит локальный характер, во-вторых, не следует переоценивать его масштабы. Производство биотоплива влечет за собой целый комплекс экологических рисков, что представляет собой главную проблему. Но если говорить о перспективе, то будущее безусловно за современными биотопливными технологиями. «Урожайность у нас и сейчас остается достаточно низкой. Если мы рассматриваем потенциально сопоставимые возможности и ресурсы, то надо понимать, что есть совсем другие причины, связанные не с технологиями и не с продуктивностью, а прежде всего с экономикой производства на разных территориях». Еще в одном убежден президент Российского Зернового Союза — без государственных дотаций в производстве био-

топлива не обойтись. И на них можно рассчитывать. В первую очередь потому, что перспективы использования биотоплива в России имеют социальный аспект.

По мнению профессора кафедры теплофизики МГТУ им. Баумана В.А. Маркова, России, где масса заброшенных земель и безработица в сельской местности, производство биотоплива пойдет только на пользу и для промышленности, и для решения социальных вопросов, связанных с занятостью населения в сельском хозяйстве.

Одним словом, биотопливо — скорее не панацея и не угроза, а временная мера. Как считает академик РАН И.И. Моисеев, она будет хороша до тех пор, пока мы не научимся ис-

пользовать термо ядерную энергию и солнечный свет. «Я полагаю, что это паллиатив, промежуточное решение, которым будут пользоваться люди до тех пор, пока не будут созданы технологии, напрямую использующие солнечный свет и ядерную энергию. После этого кончатся споры о биотопливе. Угроза ли это XXI веку? Скорее нет, — считает академик Моисеев. — Главный ориентир России — не пищевое сырье, а отходы пищевой, лесоперерабатывающей промышленности. Биотопливо — важная область активности человека. Перед разрушением Советского Союза химическая промышленность, одна из мощнейших энергопотребляющих отраслей индустрии, потребляла 15% всей производимой энер-

гии. В это время в западных странах потреблялось не больше 6–7%. Когда в 1973 г. разразился энергетический кризис, возникла угроза снабжения развитых стран нефтяным топливом. Поэтому началась кропотливая каждодневная работа по совершенствованию технологических установок, по снижению энергопотребления и энергозатрат. Данный процесс продолжается и сегодня. И мы не можем игнорировать глобальное течение событий, иначе мы окажемся в конце».

По мнению специалистов, проблема промышленного выпуска биотоплива в нашей стране требует к себе самого пристального внимания не только ученых, но и со стороны государственных структур.

Петр Васильев

## КЛЕТКИ КОЖИ ПРОТИВ болезни Паркинсона

Клетки кожи взрослых мышей, превращенные путем перепрограммирования в подобие эмбриональных стволовых клеток, способствовали устранению симптомов болезни Паркинсона у крыс. Здоровым особям инъецировали токсичное вещество, которое разрушает дофаминсинтезирующие нейроны, что привело к двигательным расстройствам, сходным с таковыми при болезни Паркинсона у человека. Затем крысам ввели перепрограммиро-

ванные клетки кожи. Спустя четыре недели у большинства животных улучшилась координация движений и восстановилось чувство равновесия, а у одного из них даже повысился уровень дофамина. К сожалению, пока о применении подобного подхода для лечения паркинсонизма у человека речи не идет. Прежде всего нужно добиться того, чтобы у подопытных животных проявились все симптомы, характерные для болезни Паркинсона. К тому же извест-

но, что ретровирусы, с помощью которых осуществлялась трансформация клеток кожи, обладают онкогенным эффектом. Но важно уже то, что впервые удалось «повернуть вспять» нейродегенеративные процессы с помощью введенных в головной мозг модифицированных клеток. Полностью статья опубликована в апрельском номере журнала *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*.

Никхиль Сваминатан

## ВОЗДЕЙСТВИЕ асбеста

Давно известно, что вдыхание асбестовой и кварцевой пыли ведет к поражению легких, однако причины данного явления до сих пор оставались загадкой. В экспериментах на мышах ученые прицельно изучили ключевого игрока в этом процессе — инфламмосому *Nalp3*. Данный комплекс белков служит мощной системой тревоги в организме. По всей видимости, когда организм разлагает попавшие в него волок-

на асбеста, образуется реакционно-способный кислород, стимулирующий образование инфламмосом, что в свою очередь ведет к воспалению легких. Мыши, лишённые инфламмосом *Nalp3*, реагировали на асбест значительно слабее. Как утверждает один из соавторов исследования Юрг Чопп (Jurg Tschopp) из Лозаннского университета в Швейцарии, это открытие указывает на то, что люди, контактировавшие с асбестом,

должны проверяться на наличие в их легких воспаления, которое может проявиться даже через 10 лет.

Керен Шульц



АСБЕСТ под микроскопом

# ОЗДОРОВИТЕЛЬНЫЙ БЛОГГИНГ

В фокусе исследования — лечебное воздействие ведения блогов



ПЕЧАТАЯ СЛОВА НА КЛАВИАТУРЕ КОМПЬЮТЕРА, многие люди улучшают свое здоровье

Возможно, блогосфера столь серьезно расширилась, поскольку люди с ее помощью укрепляют здоровье. Ученые (и писатели) уже давно знают, насколько благотворно воздействует на человека письменное выражение собственных впечатлений, мыслей и чувств. Однако написание экспрессивных самоотчетов не только позволяет справляться со стрессом, но и благоприятно сказывается на множестве физиологических процессов. Исследования показывают, что оно улучшает память и сон, повышает активность клеток иммунной системы, снижает проявления вирусной инфекции у больных СПИДом и даже ускоряет заживление швов после хирургических операций. В исследовании, опубликованном в февральском выпуске журнала *Oncologist*, сообщается, что больные раком, которые вели записи о своих мыслях и чувствах перед началом лечения, чувствовали себя значительно лучше как в душевном, так и в фи-

зическом отношении по сравнению с остальными пациентами.

Принимая во внимание взрывной рост количества блогов, ученые поставили перед собой цель изучить нейрофизиологические механизмы данного явления. Как считает Элис Флаэрти (Alice Flaherty), нейрофизиолог из Гарвардского университета, феномен блоггинга можно рассматривать как плацебо, помогающее избавиться от страданий. Будучи существами социальными, люди обладают целым рядом форм поведения, иницируемого болевыми ощущениями. Например, выражение жалобы действует как плацебо и приносит удовлетворение. Изложение в сетевом дневнике своих стрессовых впечатлений действует аналогичным образом.

Флаэрти изучает такие состояния, как гиперграфия (неконтролируемое побуждение писать) и утрата способности писать; она также ищет модели заболеваний, которые могли бы объ-

яснить мотивацию, стоящую за этой формой общения. Например, люди, страдающие манией, разговаривают слишком много. «Мы полагаем, что в лимбической системе мозга происходит нечто, и это усиливает их желание общаться», — объясняет Флаэрти. Лимбическая система, расположенная в глубине мозга, управляет нашими побуждениями, с чем бы они ни были связаны — с пищей, сексом или решением задач. «Вы знаете, что при ведении блогов побуждения задействованы, поскольку многие люди испытывают навязчивую тягу к этому процессу», — отмечает исследовательница. Кроме того, блоггинг может запускать выделение дофамина так же, как и при прослушивании музыки, беге трусцой и рассмотрении произведений искусства.

Лобная и височная доли, отвечающие за речь (в мозге нет специального центра для письма), также могут участвовать в данном процессе. Например, поражение области Вернике, расположенной в левой височной доле, приводит к избыточной разговорчивости и потере понимания речи. Люди с афазией Вернике говорят бессвязно, однако много пишут. В свете таких особенностей Флаэрти полагает, что некоторая активность в данной области может способствовать и возникновению побуждения вести блог.

Научное понимание нейробиологических механизмов, лежащих в основе лечебного эффекта от ведения сетевых дневников, пока остается спекулятивным. Попытки исследовать мозг с помощью томографа до и после обновления блога принесли минимум информации, поскольку активные области расположены глубоко внутри мозга.

Исследования, выполненные недавно с помощью функциональной магнитно-резонансной томографии, показали, что мозг активируется по-разному до, во время и после письма, отмечает Джеймс Пеннибейкер (James Pennebaker), психолог из Техасского университета в Остине. Однако Пеннибейкер и другие ученые скептически относятся к ценности таких данных, поскольку их трудно



воспроизвести и количественно оценить.

Скорее всего, написание самоотчета активирует целый набор нервных путей, и несколько исследователей поставили перед собой задачу их найти. Психолог и нейробиолог Ричард Лейн (Richard Lane) из Аризонского университета надеется использовать томографию для изучения нейроанатомии эмоций и их выражения. Нэнси Морган (Nancy Morgan), руководитель работы, результаты которой опубликованы в журнале *Oncologist*, надеется провести более крупномасштабные исследования и клинические

пробы написания экспрессивных самоотчетов. А Пеннибейкер продолжает изучать связь между написанием экспрессивных самоотчетов и биологическими перестройками, в особенности улучшением сна, что является важным фактором здоровья. «Я думаю, что сон — самое перспективное направление», — говорит он.

Каковы бы ни были глубинные причины данного явления, все больше больных раком и другими серьезными заболеваниями ищут — и находят — утешение в блогосфере. Несомненно, ведение сетевых дневников оказывает столь же благотворный эффект,

как и написание экспрессивных самоотчетов, говорит Морган, который собирается ввести написание самоотчетов в программы поддержки раковых больных.

Некоторые больницы стали размещать блоги, написанные пациентами, на своих веб-сайтах. Это произошло, когда врачи начали признавать их терапевтическую ценность. В отличие от обычного дневника, блог дает возможность приобрести заинтересованных читателей, оказавшихся в сходных ситуациях, объясняет Морган.

Чарлз Чой

**SID**  
SOCIETY FOR INFORMATION DISPLAY  
RUSSIA CHAPTER

При поддержке Российского  
отделения Международного  
дисплейного общества

## РОССИЙСКАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА СРЕДСТВ И СИСТЕМ ОТОБРАЖЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ

**DISPLAY** 1-3 октября  
**2008**  
МОСКВА

Москва, ЦВК "Экспоцентр"  
1-3 октября 2008 года

Партнеры:

**Panasonic**

**SAMSUNG**

СОВМЕСТНО С  
ВЫСТАВКОЙ **ChipEXPO**

<http://display.chipexpo.ru>

- **TFT, ЭЛТ, ЖК дисплеи и индикаторы**
- **Информационные табло, мониторы, дисплеи**
- **Плазменные дисплеи**
- **Цифровые и матричные дисплеи**
- **Лазерные технологии визуализации**
- **Светодиодные средства отображения**
- **Проекционное оборудование и системы**
- **Средства и технологии отображения специального назначения**
- **Компоненты средств отображения**
- **Электронные модули управления**
- **Передовые научные разработки**
- **Технологии производства и обслуживания**
- **Услуги по созданию комплексных информационных систем**

**Семинары и конференции по средствам отображения для промышленности, энергетики, транспорта, деловой и городской инфраструктуры, бортовых и встраиваемых применений, торговли, рекламного и развлекательного бизнеса.**

# УСКОРЕНИЕ ЭВОЛЮЦИИ: ПРАВДА ИЛИ МИФ

Изменяется ли род человеческий быстрее, чем в далеком прошлом?

Столицу Эфиопии Аддис-Абебу можно назвать центром «генетического мира». Не потому, что здесь проводятся какие-то исключительно важные исследования в области молекулярной генетики, а оттого, что разнообразие ДНК в человеческих популяциях уменьшается с удалением от этого региона. Не стоит забывать к тому же, что все мы, современные люди, — «выходцы» из Африки.

Однако этот генетический факт трактуется по-разному. Одни эксперты в сфере популяционной генетики считают, что объяснить такую вариабельность можно только исходя из предположения об ускорении эволюции человека. Другие рассматривают ее как еще одно доказательство давнего исхода из Африки относительно малочисленных групп и формирования в других частях света предшественников нынешних популяций.

В декабре 2007 г. группа биологов, объединяющая антропологов

и генетиков, пришла к заключению, что в последние 40 тыс. лет эволюция человека действительно происходила с ускорением. Основанием к такому выводу послужили результаты анализа 3,9 млн нуклеотидных последовательностей 270 индивидов из четырех популяций. «Мы обнаружили, что многие гены человека изменились, — говорит Грегори Кохрен (Gregory Cochran) из Университета штата Юта. — По нашему мнению, данный факт можно объяснить увеличением давления отбора при переходе людей от собирательства к земледелию, влиянием какого-то мощного экологического фактора и существенным повышением числа благоприятных мутаций по мере увеличения размеров популяций параллельно развитию сельского хозяйства».

Такие мутации были неодинаковыми для разных регионов. В одних случаях они приводили к изменению цвета кожи (она становилась более светлой), в других — к приоб-

ретению способности усваивать молоко в зрелом возрасте. Всего Люи Кинтана-Мюрси (Lluís Quintana-Murci) из Института Пастера в Париже насчитал 55 подобных мутаций.

Но есть и данные другого рода. Исследование полиморфизма однонуклеотидных замен, изменения нуклеотидных последовательностей ДНК (гаплотипа) и числа коротких tandemных повторов однозначно говорит о том, что генофонд жителей африканского континента несравнимо более разнообразен, чем у жителей других регионов. Так, два среднестатистических африканца различаются в генетическом плане больше, чем случайные взятые африканец и европеец. «Современные человеческие популяции довольно молоды, — отмечает генетик Ноа Розенберг (Noah Rosenberg) из Мичиганского университета в г. Анн-Арбор, принимавший участие в масштабном исследовании генетических вариаций. — Они обособились сравнительно недавно и не успели приобрести собственные новые аллели».

Многие генетики сомневаются в том, что гены человека претерпели существенные изменения за тот относительно короткий период времени, который прошел с начала его расселения по планете. А большинство изменений, которые все-таки произошли, были скорее вредны, чем полезны, — о чем, в частности, свидетельствует анализ полиморфизма однонуклеотидных замен.

Альтернативой эволюции, оперирующей сравнительно небольшим числом генов во имя достижения функциональной адаптации (то, что мы называем положительным естественным отбором), «служит процесс, связанный с демографией; он и является узким местом — бутылочным горлышком — в глобальном



СХОДСТВО НА ФОНЕ РАЗНООБРАЗИЯ: генетический код представителей разных человеческих популяций по большому счету одинаков

распределении генов» — поясняет генетик Маркус Фельдман (Marcus Feldman) из Стэнфордского университета. С таким эффектом связана скорость, с какой группа из небольшого числа индивидов разрастается до размеров полноценной популяции. Фельдман принимал участие в исследовании образцов ДНК, взятых от 938 людей из 51 популяции, и пришел к выводу, что уменьшение изменчивости нуклеотидной последовательности ДНК в человеческих популяциях по мере удаления их места проживания от африканского континента имеет другое объяснение. Результаты опубликованы в журнале *Science* в феврале 2008 г.

Найти ответ на вопрос, действительно ли эволюция человека ускоряется, поможет работа над новым проектом «Тысяча геномов». С ее за-

### МИГРАЦИЯ КАК ДВИЖУЩАЯ СИЛА ЭВОЛЮЦИИ

На генетическом ландшафте обнаруживаются новые детали, кажущиеся теперь такими привычными. «У подавляющего числа жителей Земли имеются предки, происходящие из разных регионов, и как правило число таких регионов больше двух», — говорит генетик Маркус Фельдман из Стэнфордского университета. — Произошедшее когда-то перемешивание популяций создало предпосылки к возможности выявления центров наиболее интенсивных миграций». Один из них — Ближний Восток. «Всякий раз, когда вы имеете дело с многочисленными плотно контактирующими популяциями, вы находите следы миграций населения, а там, где популяции разделены, видите преграды к этому процессу», — добавляет он. Аналогичная картина характерна для лингвистики и палеобиологии. Все эти области науки, конвергируя, дают непротиворечивую картину современной эволюции человечества.

вершением (по плану — в 2011 г.) исследователи получают сведения о нуклеотидных последовательностях гораздо большего, чем прежде, числа испытуемых, относящихся к самым разным этносам. Кроме того, данные будут несравнимы

с сегодняшними по детальности. «Мы сможем учесть генные варианты, частота которых не превышает 1%», — говорит Лайза Брукс (Lisa Brooks), руководитель программы «Генетическая изменчивость».

Дэвид Биелло



### Научный совет РАН по научному приборостроению, Компания "И. Джей Краузе & Эсоушиэтс"

при поддержке:  
Российской академии наук,

Российского фонда фундаментальных исследований,  
Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

приглашают Вас принять участие

во 2-ой Международной специализированной выставке  
приборов и оборудования для научных исследований  
"SIMEXPO - Научное приборостроение - 2008"

которая будет проходить  
с 13 по 15 октября 2008 года  
в МВЦ "Крокус Экспо", г. Москва  
1 Павильон, Зал № 1

Сайт выставки: [www.simexpo.ru](http://www.simexpo.ru)

**SIMEXPO**<sup>08</sup>  
Scientific Instrument Manufacturing

**13 - 15 октября, 2008**  
МВЦ «КРОКУС ЭКСПО», г. Москва



На выставке будут представлены:

- Измерительные, испытательные, аналитические и лабораторные приборы, оборудование и системы для научных исследований:

- В области физических наук
- В области химических наук
- В области биологических наук
- В области биотехнологии
- В области медицинских наук
- В области экологических наук
- В области геологических наук
- В области сельскохозяйственных наук
- В области информатики
- В области экспериментальной механики
- В области нанотехнологий
- В космических исследованиях

- Научное и технологическое оборудование
- Контрольно-измерительные приборы и оборудование
- Средства автоматизации и интерпретации научных результатов
- Компоненты и материалы для производства приборов, оборудования и систем

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

Приглашаем все предприятия и организации, заинтересованные в развитии данной отрасли, в продвижении своей продукции на внутреннем и внешнем рынках и установлении деловых контактов и партнерских отношений  
принять активное участие в выставке  
"SIMEXPO - Научное приборостроение - 2008"!



Для получения информации обращайтесь в Оргкомитет выставки:  
Россия, г. Москва  
Тел. + 7 499 135-12-47, 135-12-46  
Эл. Почта: [from@simexpo.ru](mailto:from@simexpo.ru)

# МНОГО ШУМА ИЗ-ЗА ХОББИТОВ

Последние научные данные ставят под сомнение идею о том, что на острове Флорес обнаружен новый миниатюрный вид людей



МАЛЕНЬКОЕ ЧУДО: череп хоббита (слева) вмещал мозг, который был в три раза меньше мозга современного человека (справа). Большинство исследователей полагают, что хоббит является новым видом. Однако скептики настаивают, что это современный человек с патологией роста

Ее рост был чуть больше метра, а мозг такого же размера, как у шимпанзе. На этом заканчивается перечень пунктов, по которым ученые не имеют разногласий относительно скелета взрослого человека, известного под аббревиатурой *LB1* и названного хоббитом. Крошечные кости были обнаружены в 2004 г. в пещере Лиан-Буа на индонезийском острове Флорес. Основываясь на анализе *LB1* и некоторых других, более фрагментарных остатков, обнаружившая их исследовательская группа заключила, что данный образец принадлежит к ранее неизвестному виду людей, *Homo floresiensis*, жив-

шему всего лишь 12 тыс. лет назад (см.: Вонг К. Самый маленький человек // *ВМН*, № 5, 2005). Однако не прошло и нескольких дней, как появились скептики, возражившие, что миниатюрные останки принадлежат популяции современных людей с маленьким телом, и что *LB1* с ее крошечным мозгом и другими странными особенностями — больной представитель этой группы.

За последние месяцы ученые опубликовали несколько статей, выражающих взгляды скептически настроенного меньшинства. Однако сторонники хоббитов думают, что основания для выде-

ления *LB1* в отдельный вид людей сейчас сильны как никогда. Согласно их мнению, данная находка говорит о том, что предки человека, первыми покинувшие Африку, могли быть намного более примитивными в анатомическом отношении и покинули континент намного раньше, чем было принято считать. Если они правы, то ископаемые останки с острова Флорес встают в один ряд с наиболее важными палеоантропологическими находками всех времен и революционируют наше понимание эволюции человека. Если же они ошибаются, то последствия для науки «будут хуже, чем пилдаунский человек», сказал один анонимный наблюдатель, имея в виду фальсификацию 1912 г., когда были соединены вместе фрагменты костей современного человека и орангутана.

Противники уже давно настаивают на том, что помимо крошечного размера черепной коробки у *LB1* имеется ряд аномалий скелета и зубов, в том числе асимметрия черепа и костей. Однако подобрать заболевание, которое давало бы такие симптомы, оказалось не просто. В июне 2007 г. группа ученых определила, что у *LB1*, возможно, был синдром Ларона — генетическое заболевание, вызывающее нечувствительность к гормону роста. Затем в феврале другая исследовательская группа заключила, что, вероятно, *LB1* страдала от иного генетического дефекта, известного как микроцефалическая остеодисплазическая примордиальная карликовость II типа (*microcephalic osteodysplastic primordial dwarfism type II — MOPD II*), из-за которой тело и мозг человека остаются маленькими при практически нормальном уровне интеллекта. А в марте другие ученые сообщили, что при анализе фотографий они отметили ано-

мально большую полость, в которой размещался гипофиз, а это, по их мнению, свидетельствует о наличии микседематозного эндемического кретинизма. Данное заболевание возникает из-за недостатка определенных веществ в период внутриутробного развития, в результате чего щитовидная железа оказывается неспособной выполнять свои функции, что в свою очередь ведет к увеличению размера гипофиза.

Через несколько дней после публикации статьи о кретинизме исследовательская группа, возглавляемая Ли Бергером (Lee Berger) из Университета Витватерсранда в Йоханнесбурге объявила, что в двух пещерах на островах Палау в Микронезии они обнаружили маленькие кости современного человека возрастом от 1,4 тыс. до 2,9 тыс. лет. Эти кости демонстрируют ряд черт, которые обычно связывают с более ранними представителями нашего рода, в том числе выраженные надбровные дуги и отсутствие подбородочного выступа. То же самое характерно и для хоббитов, чем собственно и обосновывается выделение нового вида. Однако Бергер полагает, что такие особенности могут оказаться побочным следствием маленького размера скелета. И это, по его мнению, является аргументом в пользу того, что *LB1* была членом популяции людей современного типа с небольшими размерами тела.

Специалисты не согласны с такими гипотезами. Дин Фолк (Dean Falk) из Университета штата Флорида и Ральф Холлоуэй (Ralph L. Holloway) из Колумбийского университета, изучившие данные компьютерной рентгенографической томографии и отливки внутренней полости черепа *LB1*, отмечают, что гипофиз у *LB1* вовсе не столь велик, как настаивают сторонники теории кретинизма. А в докладе перед Американской ассоциацией физических антропологов в апреле Фолк отверг диагноз синдрома Ларона, отметив,



ДЕЛО О КОСТЯХ: экземпляр хоббита *LB1* характеризуется множеством примитивных черт, в том числе короткими ногами и расширяющимся книзу тазом

что у *LB1* многие из 33 признаков этой болезни отсутствуют.

Не следует забывать, что на всем земном шаре встречаются люди, имеющие столь же маленькие кости, как фрагменты из Палау, и даже еще меньших размеров, говорит Уильям Джангерс (William L. Jungers) из Университета Стони-Брук, изучавший посткраниальный скелет *LB1*. «Однако никто из них во всем мире не обладает столь коротким телом, как представители *Homo floresiensis*. Более того, — добавляет он, — ни у кого из них нет комплекса примитивных черт скелета *LB1*, таких как строение костей запястья, напоминающее обезьянье, и расширяющийся книзу таз, имеющий поразительное сходство с тазом ископаемых остатков возрастом в 3,2 млн лет, найденных в Эфиопии и известных под именем Люси».

Даже ученые, отрицающие существование хоббитов, в числе которых Роберт Экхардт (Robert V. Eckhardt) из Университета штата Пенсильвания, соглашались, что «легко исключить кретинизм или карликовость *MOPD II*». Однако Экхардт считает, что синдром Ларона можно считать весьма вероятным диагнозом. По его мнению, такая патология достаточно сложна, и ее проявления различаются у разных людей. «Если вы намереваетесь обнаружить сразу все 33 симптома, то скорее всего вы ничего не найдете, — замечает Экхардт. — Необходимо исходить из того, каких признаков больше».

Кейт Вонг

### ТАНЦЫ ВОКРУГ ДНК

Исследователи, вовлеченные в спор о признании крошечного скелета *LB1* новым видом, надеялись, что данный вопрос можно разрешить с помощью ДНК. Однако согласно работе специалиста по ископаемой ДНК Сванте Пээбо (Svante Paabo) из Института эволюционной антропологии Макса Планка в Лейпциге, Германия, анализ митохондриальной ДНК, выделенной из зубов *LB1*, показал лишь наличие последовательностей нуклеотидов, идентичных таковым у современных людей. Несмотря на то что подобный результат теоретически мог бы подтвердить мнение скептиков, стандартная практика в таких случаях состоит в том, чтобы предположить, что образец был загрязнен ДНК кого-либо из людей, имевших дело с этими костями.

# СПАСТИ ЛЯГУШОНКА **КЕРМИТА**

План по восстановлению популяции исчезающего вида амфибий



ВСЕ НА БОРТУ: «ковчег земноводных» мог бы спасти гигантскую лягушку с озера Титикака и другие исчезающие виды

Земноводные вымирают быстрее других живых существ. С 1980 г. уже исчезли 122 вида амфибий. Из приблизительно 6 тыс. оставшихся на краю гибели около половины, из них 500, если не принимать никаких мер, могут исчезнуть в следующие 50 лет.

Сегодня зоопарки и другие природоохранные организации вместе работают над проектом «Ковчег земноводных», цель которого — сохранить исчезающие в дикой природе виды и вернуть их когда-нибудь домой, в дикую природу.

Амфибии особенно уязвимы, так как зависят и от земли, и от воды — когда страдает среда обитания, страдают и они. Кроме того тонкая кожа, проницаемая для воздуха и воды, к сожалению, не служит барьером для загрязнений.

Самая непосредственная угроза амфибиям — паразитный грибок *Batrachochytrium dendrobatidis*, который был, вероятно, случайно распространен африканской шпорцевой лягушкой, популярным во всем мире объектом лабораторных исследований, на котором до 1950-х гг. проводили и тесты на беременность. (Впрыс-

кивание мочи беременной женщины женской особи лягушки заставляет последнюю отложить яйца.)

В подходящих условиях грибок может в течение трех месяцев уничтожить половину всех видов земноводных, и в настоящее время у ученых нет методов, позволяющих остановить его распространение в дикой природе или уничтожить его.

Однако самая большая угроза для земноводных — загрязнение или потеря среды обитания. Например, на месте одного водоема, критического для размножения жабы-лемура (*Peltophryne lemur*), построили автостоянку, сообщает Дженнифер Прамук (Jennifer V. Gramuk), куратор-герпетолог по амфибиям и рептилиям из Нью-Йоркского зоопарка в Бронксе. По ее мнению, несмотря на то что были случаи, когда некоторые виды животных разводили в неволе и затем вновь возвращали в дикую природу, планируемые действия, охватывающие целую группу видов животных, беспрецедентны.

Сегодня мировые зоопарки имеют возможности и новейшее оборудование, позволяющее им содержать длительное время до 50 видов. «Ковчег земноводных» надеется включить в работу 500 зоопарков, аквариумов, ботанических садов, университетов и других учреждений для поддержки каждого вида. Например, зоопарк в Бронксе и зоопарк г. Толидо в штате Огайо теперь помогают сохранить ярко-желтую миниатюрную брызгающуюся жабу Киганси (*Nectophrynoides asperginis*), среда обитания которой — мелкодисперсный туман, создаваемый льющейся каскадом водой в ущелье Киганси в Танзании. Река была перегорожена дамбой в 2000 г., затем появился грибок. В дикой природе эта жаба не встречается с 2003 г.

По мнению Кевина Зиппела (Kevin Zippel), директора программы, для поддержания генетического разнообразия в неволе необходимо около 50 диких особей.

«Их можно содержать в небольшом помещении, — добавляет он. — Стоимость содержания одного слона в неволе — \$100 тыс., на эти деньги можно было бы провести необходимую экспертизу, закупить оборудование и спасти целый вид земноводных». Зоопарки и природоохранные организации объявили 2008 г. «Годом лягушки» в надежде получить необходимое финансирование.

Но даже если проект поможет спасти амфибий, вид не всегда возможно вернуть в природу, так как естественная среда обитания может быть потеряна или заражена *Batrachochytrium dendrobatidis*, который способен оставаться жизнеспособным в течение неизвестного времени даже после исчезновения земноводных, им зараженных. Обезопасить возвращение вида в природу возможно, если выпускать животных в небольших количествах на защищенную территорию и при этом осуществлять долгосрочный контроль.

Защитить амфибий от грибка может быть сложно, если не невозможно: последствия иммунизации могут сказаться только на одном поколении, фунгициды могут оказаться смертельно опасными для особей определенного вида или иметь другие непредсказуемые последствия.

Перед тем как говорить о старте проекта «Ковчег земноводных», ученые должны решить множество проблем, не последняя из которых — финансирование.

«Амфибии не столь привлекательны для людей, как млекопитающие, — говорит Зиппел, — но они представляют собой жизненно важную часть многих экосистем». Кроме того, добавляет он, поскольку амфибии столь чувствительны к условиям окружающей среды, «мы, видя, что происходит с ними, могли бы понять то, что предстоит нам».

Чарлз Чой

# УРАЛПРИБОРЭКСПО

## ЭЛЕКТРОНИКА. ЭЛЕКТРОТЕХНИКА. АВТОМАТИКА

межрегиональная специализированная выставка

**21-23 октября 2008**

### Организаторы:

- Комитет промышленной политики и развития предпринимательства Администрации г. Екатеринбурга
- Компания «ЭкспоГрад»
- Технопарк «Приборостроение»

### При поддержке:

- Администрации г. Екатеринбурга
- Министерства промышленности и науки Свердловской области
- Уральского отделения РАН
- Радиотехнического института УГТУ-УПИ

### Разделы выставки:

- **Приборы:**  
контрольно-измерительные, испытательные, диагностические, аналитические, лабораторные;
- **Электроника:**  
электронные устройства, компоненты, элементная база, печатные платы, датчики и микросистемы, телекоммуникационные устройства, радиостанции, полупроводниковые устройства;
- **Электротехника:**  
высоковольтная аппаратура, генераторы, кабельно-проводниковая продукция, низковольтная аппаратура, трансформаторы, электродвигатели, электроизоляторы, электростанции, электрощитовое оборудование, источники питания, промышленное освещение. Оборудование, инструмент для производства и монтажа электротехнической продукции. Электрооборудование для промышленности и ЖКХ.
- **Энергетика:**  
энергосберегающие технологии, оборудование и материалы;
- **Автоматика:**  
автоматизированные системы и технические средства управления производством, предприятием и технологическими процессами;
- **Метрология. Весоизмерительное оборудование.**
- **Нанотехнологии и наноматериалы в приборостроении.**
  
- **Спец-проект: «Научные разработки - производству»**

### В программе:

Научно-техническая конференция, семинары, презентации, консультации специалистов, конкурс по номинациям.

### Место проведения:

Екатеринбург  
ГРВЦ, ул. Громова, 145

### Время работы:

21-22 октября с 10.00 - 17.00  
23 октября с 10.00 - 16.00

### Выставочный оператор:

Компания «ЭкспоГрад»  
Т/ф.(343) 379-04-28, 379-04-47  
e-mail: prom@expograd.ru  
www.expograd.ru

# Ваш МОЗГ и ДИАБЕТ

Новые данные показывают, что развитие нейродегенеративных заболеваний связано с инсулином



**СЛАДКО НА ЯЗЫКЕ, горько в мозге:** новые исследования показали связь между нейродегенеративными заболеваниями и нарушениями в мозге, связанными с инсулином

Каждый больной диабетом знает о важности инсулина. Этот гормон помогает клеткам сохранять сахара и жиры в качестве запаса энергии. Когда организм не может его произвести в достаточном количестве (диабет I типа), или же если нарушена к нему чувствительность (диабет II типа), развивается целый букет болезней, поражающих кровеносные сосуды и сердце. Но это еще не все: новые исследования показывают, что инсулин критически важен также и для мозга — на-

рушения синтеза или чувствительности к инсулину теперь связывают с различными нейродегенеративными заболеваниями, включая болезни Альцгеймера, Паркинсона и Гентингтона. Недавно было выявлено, что ген, связанный с процессингом инсулина, располагается на одной из хромосом в области, связанной с паркинсонизмом.

Раньше ученые полагали, что инсулин вырабатывается лишь в поджелудочной железе и не имеет никакого отношения к центральной нервной системе. Однако в середине 1980-х гг. несколько исследовательских групп обнаружили этот гормон и рецепторы к нему в мозге. Оказалось, что он не только может проходить через гематоэнцефалический барьер, но также в небольших количествах производится и в самом мозге.

Вскоре после этого ученые открыли, что инсулин играет важную роль в обучении и памяти. Оказалось, что сразу после инъекции у людей улучшается способность вспоминать рассказы и справляться с другими тестами. Само обучение также повышает уровень инсулина: у крыс, обучающихся выполнению задачи на пространственную память, уровень этого гормона был выше.

Такие наблюдения подтолкнули специалиста по патологии мозга Сюзанн да ла Монте (Suzanne de la Monte) и ее коллег из Университета Брауна к тому, чтобы задаться вопросом, не играет ли инсулин некоторую роль в развитии болезни Альцгеймера, характеризующуюся тяжелым расстройством памяти. Исследователи сравнили (посмертно) уровень инсулина и инсулиновых рецепторов у пациентов со здоро-

вым мозгом и страдавших болезнью Альцгеймера. Его средний уровень в областях мозга, связанных с обучением и памятью, был в четыре раза выше в здоровом мозге, где к тому же было почти в 10 раз больше инсулиновых рецепторов.

«Очевидно, что в мозге могут возникать точно такие же проблемы, как и при обычном диабете», — говорит де ла Монте, назвавшая болезнь Альцгеймера «диабетом III типа». В проведенном в 2002 г. исследовании было показано, что, поскольку инсулин проходит через гематоэнцефалический барьер, диабет увеличивает вероятность развития болезни Альцгеймера примерно в два раза. Диабетика также испытывают больше проблем с обучением и памятью, чем здоровые люди.

Де ла Монте и другие ученые, включая нейроэндокринолога Торреса Алемона (Ignacio Torres Alemon) из института Кахалья в Мадриде, также обнаружили связь между болезнью Альцгеймера и низким уровнем инсулиноподобного фактора роста 1 (ИФР-1) и его рецепторов в мозге, сходных по структуре с инсулином и его рецепторами (данный гормон может в некоторой степени связываться с рецепторами ИФР-1 и наоборот). «Мы предположили, что болезнь Альцгеймера возникает из-за того, что нервные клетки лишаются поддержки ИФР-1», — говорит Торрес Алемон.

В нескольких недавних исследованиях также была выявлена связь инсулина и ИФР-1 с болезнями Паркинсона и Гентингтона. Среди страдающих болезнью Гентингтона диабетиков в семь раз больше, чем в среднем у населения, и по крайней мере половина пациентов с болезнью Паркинсона имеют нарушения метаболизма глюкозы. Роберт Смит (Robert Smith), эндокринолог из Университета Брауна, недавно обнаружил белок *GIGYF2*, взаимодействующий с рецепторами инсулина и ИФР-1. Для того чтобы лучше понять функции *GIGYF2*, Смит определил положение его гена в геноме человека. Как он сообщил в апрельском номере *American Jour-*



nal of Human Genetics, «мы выявили, что он оказался как раз в сайте *PARK11* — области хромосомы 2, связанной с болезнью Паркинсона». Однако исследователь точно не знает, какова может быть роль этого гена в развитии паркинсонизма.

Одним из самых серьезных неразрешенных вопросов остается вопрос о том, как именно дефекты в сигнализации инсулина и ИФР-1 могут вести к повреждению мозга. Некоторые ученые полагают, что инсулин задействован в образовании боль-

ших белковых бляшек, наблюдающихся в мозге при болезни Альцгеймера и Паркинсона. Когда Смит создал в лабораторных условиях повышенную концентрацию *GIGYF2*, образовались большие агрегаты *GIGYF2*, убившие нервные клетки. В других исследованиях было выявлено, что инсулин модулирует синтез и разрушение бета-амилоида — белка, образующего бляшки в мозге при болезни Альцгеймера.

Мало кто из ученых сомневается в том, что инсулин и ИФР-1 — кри-

тически важные факторы развития нейродегенеративных заболеваний. Многие исследователи трудятся над разработкой методов, которые позволили бы восстановить нормальное функционирование инсулина в надежде на то, что это замедлит или даже остановит дегенерацию мозга. Например, показано, что соединения, усиливающие реакцию мозга и организма на инсулин, ослабляют разрушение когнитивных функций на ранних стадиях болезни Альцгеймера.

Мелинда Уэннер

## УЧЕНЫЕ — СВЕТ

### Насколько престижно в современной России заниматься наукой?

На этот вопрос ответили 1500 человек из 100 населенных пунктов, которые приняли участие в опросе, недавно проведенном Фондом «Общественное мнение».

В прежние времена статус науки был высок. Сегодня, по мнению 44% наших сограждан, ученые стали пользоваться меньшим авторитетом. Прежде всего в этом убеждены те, кто имеет среднее специальное и высшее образование, а также жители Москвы и других мегаполисов. Примечательно, что эту точку зрения чаще разделяют и те респонденты, у которых среди родных или знакомых есть люди, занимающиеся наукой. Противоположного мнения — что статус ученых по сравнению с советским периодом поднялся — придерживаются 18% опрошенных. По сравнению с распределением ответов на аналогичный вопрос, полученным в 2001 г., ситуация выглядит несколько более благополучной: тогда более половины наших сограждан (53%) говорили о снижении авторитета ученых, а о его повышении — лишь 11%.

Относительно престижности научной карьеры единодушия в об-

ществе нет — мнения разделились практически поровну: 41% опрошенных считают, что ученым сегодня в России быть престижно (чаще других это люди, далекие от научной деятельности: граждане с образованием ниже среднего, с низким уровнем доходов, жители сел). Практически такой же статистический вес — 42% — имеет и противоположная точка зрения, согласно которой быть исследователем, заниматься наукой сегодня не престижно. Ее чаще разделяют жители Москвы и остальных крупных городов, люди с относительно высокими доходами, а также, что особенно примечательно, лица с высшим образованием и те, кто имеет в своем окружении людей научных профессий.

Отражением снижения престижа науки стал и тот факт, что, согласно опросу, в своей повседневной жизни к авторитету «мнения ученого» многие обращаются нечасто. Так, на вопрос: «Бывает ли так, что, обсуждая ту или иную тему со своими родными, друзьями, знакомыми, вы ссылаетесь на мнения ученых или на какие-либо научные факты, сведения?» почти половина респондентов ответили «не бывает». Сказали, что такое случается редко, 29% опрошенных.

Вопрос о престиже того или иного занятия в массовом сознании тесно связан с материальным фактором. Неудивительно, что на вопрос, каков недостаток ученого, люди чаще всего отвечали: «как у всех». Тем не менее занятие наукой по-прежнему

му рассматривается в обществе как достойный выбор жизненного пути. Так, большинство респондентов (61%) сказали, что если бы им пришлось давать совет способному молодому человеку, который решил посвятить себя науке, они поддержали бы его в этом начинании. Основные доводы противников научной карьеры просты и прагматичны: во-первых, это низкие заработки в научной сфере («будет очень образованный и нищий»; «в наше время надо заниматься чем-то более прибыльным»); во-вторых, низкая престижность и неперспективность такого рода деятельности. Те, кто поддержал бы молодого человека, мечтающего о науке, объясняли свою позицию чаще всего тем, что подобное намерение говорит о высокой жизненной планке, которую ставит себе человек, о его «стремлении к самоусовершенствованию», а это, по мнению респондентов, заслуживает уважения. Близкую позицию разделяют те, кто вспоминал старую истину «ученье — свет, а неученье — тьма». Второй распространенный довод в пользу выбора научной карьеры сфокусирован на общественных интересах: «чтобы жизнь стала лучше, приносить пользу обществу»; «надо развивать науку в России — мы же патриоты своей страны». Нашлись и те, для которых захватывающей перспективой представляется сама возможность совершить научное открытие, — правда, их оказалось всего 2%.

Ирина Прошкина

(По материалам сайта [www.fom.ru](http://www.fom.ru))

Александр Хеллеманс

# ПОКОНЧИТЬ одним ударом

Уолтер Файерс идентифицировал сегмент белка вируса гриппа, который может стать основой противогриппозной вакцины, способной предотвращать сезонные вспышки заболевания и масштабные эпидемии

Действие знаменитого фильма Ингмара Бергмана «Седьмая печать» (1956 г.) разворачивается в охваченной чумой Европе в середине XIV в. Эпидемия страшного заболевания (его прозвали «Черная смерть») унесла жизни половины населения европейских стран. Сюжет фильма таков. Доблестный шведский рыцарь Антоний Блок возвращается со своей свитой из 10-летнего крестового похода домой, где его поджидает Смерть — фигура в длинном черном плаще. Надеясь выиграть время и спастись, рыцарь вызывает Смерть на шахматный поединок, уговорившись, что та его не тронет, пока длится игра, и оставит в живых, если он победит. Смерть оказывается хитрее и уносит рыцаря прочь, в темную страну.

Поединок, в чем-то похожий на описанный Бергманом, длится вот уже 30 лет между биологами и клиницистами, с одной стороны, и вирусом гриппа — с другой. Этот патоген даже более коварен, чем

возбудитель чумы: по ходу «матча» он все время видоизменяется, так что всякий раз иммунная система человека сталкивается с новым соперником.

Каждый год ВОЗ пытается предугадать, в каком «наряде» появится вирус на этот раз, чтобы фармацевтические компании успели подготовиться к «поединку» — выработать подходящую вакцину. Однако их рекомендации носят вероятностный характер. «Процедура получения “сезонных” вакцин имеет множество недочетов, — говорит Уолтер Файерс (Walter Fiers), молекулярный биолог из Гентского университета в Бельгии. — Она слишком косна, отчего разработчики нередко упускают из вида штамм вируса, становящийся основной причиной эпидемии, и не успевают создать нужную вакцину». Цель, которую ставит перед собой Файерс, — получение универсальной вакцины, с помощью которой вырабатывался бы долгосрочный иммунитет.

Давняя мечта биологов и врачей — покончить с гриппом (и в первую очередь с наиболее агрессивной его формой, гриппом А) одним ударом. Это чрезвычайно сложная задача. Изменяющаяся наружная оболочка вируса усеяна двумя антигенами — белками под названием гемагглютинин и нейраминидаза. Первые обеспечивают присоединение вирусной частицы к клетке и проникновение в нее, вторые — переход вируса в другие клетки. (Данные белки служат основой номенклатуры вирусов. Так, H5N1 является вирусом птичьего гриппа, несущим гемагглютинин типа 5 и нейраминидазу типа 1.) В генах, кодирующих упомянутые белки, часто возникают точечные мутации; более того, штаммы вирусов человека и животных могут обмениваться генами. Все это приводит к изменчивости вирусных антигенов, и в результате иммунная система человека, сделавшего прививку против гриппа, оказывается беспомощной.

В отличие от героя картины Бергмана, так и не нашедшего «ахиллесову пятую» у Смерти, 77-летний Файерс, похоже, обнаружил слабое место у своего врага. Несмотря на то что вирус — непревзойденный мастер в искусстве перевоплощения, есть в его «костюме» одна деталь, которая остается неизменной: наружный сегмент белка M2. Этот белок и может стать основой универсальной вакцины.

Вот уже 50 лет Файерс занимается молекулярной биологией. В 1972 г. он с сотрудниками опубликовал статью, в которой впервые приво-



## УОЛТЕР ФАЙЕРС

■ **МИШЕНЬ – БЕЛОК M2E.** Идентифицирован сегмент белка вируса гриппа, который может стать основой универсальной вакцины, способной предотвращать сезонные вспышки заболевания и масштабные эпидемии.

■ **ЖЕРТВЫ ВИРУСА.** Вирус гриппа ежегодно инфицирует 10–20% населения земного шара и уносит жизни 250–500 тыс. человек. Во время последней пандемии гриппом переболело 30–50% жителей Земли, а жертвами пандемии 1918 г. стали 50 млн человек.

■ **ПРЕДПОЧТИТЕЛЬНЫЙ СПОСОБ ВАКЦИНАЦИИ.** По мнению Файерса, во время пандемии лучше всего использовать назальную вакцину в виде спрея: инъецирование — недостаточно быстрая процедура.

дилась полная нуклеотидная последовательность гена, — он кодировал белок оболочки одного из бактериофагов (вирусов, инфицирующих бактерии). Спустя четыре года был секвенирован весь фаговый геном, состоящий из четырех генов (работа, тоже выполненная впервые). После этого Файерс решил сосредоточиться на генетическом исследовании вируса гриппа, одного из самых распространенных патогенных для человека микроорганизмов.

В 1980 г. он секвенировал ген гемагглютинаина вируса *H3N2*, вызвавшего эпидемию гриппа в 1962 г., а затем провел сравнительный анализ этого гена и гена вируса, который стал причиной масштабной эпидемии гриппа в Гонконге в 1968 г. Данная работа показала, что основной генетической изменчивости вируса являются точковые мутации.

Не менее важным результатом исследований стала иллюстрация видоизменения вируса гриппа посредством обмена генами со штаммами, инфицирующими другие виды животных, что наделяло вирус способностью передаваться от одного вида к другому. В то время уже было известно, что антитела, полученные от переболевших гриппом во время пандемии 1968 г., реагировали на штамм вируса, выделенный в 1963 г. из организма погибших от гриппа уток. Файерс определил нуклеотидную последовательность гена гемагглютинаина утиного вируса и обнаружил, что она сходна с таковой вируса, вызвавшего вспышку заболевания в Гонконге в 1968 г. Эксперты в области инфекционных заболеваний полагают, что рано или поздно вирус птичьего гриппа *H5N1* тоже изменит свои генетические свойства настолько, что будет способен инфицировать человека.

«Когда происходит подобная трансформация, вирус быстро распространяется по всему земному шару, поскольку человеческим организмом он воспринимается как нечто совершенно новое, и никакая вакцинация здесь не помогает. Таким образом, нам нужна вакцина, которая не утрачивала бы своей силы при всех

известных генетических изменениях вируса», — заявляет Файерс.

Иными словами, вакцина должна быть ориентирована на те компоненты вируса, которые остаются неизменными при его генетических превращениях. Таким компонентом является, как мы уже говорили, *M2e*-сегмент белка вирусной оболочки. К сожалению, белок *M2* представлен в оболочке в небольшом количестве — его недостаточно, чтобы вызвать полноценный иммунный ответ.

Очевидным выходом из ситуации было бы увеличение числа копий *M2e*-сегмента. Но как это сделать? Файерс решил прибегнуть к помощи бактерии *Escherichia coli*, которая при встраивании в нее гена белка *HBs* внутренней оболочки вируса гепатита В начинала синтезировать этот белок в количестве, достаточном для сборки вирусоподобных частиц. Когда к *HBs*-гену «пришили» ген *M2e*, в бактериальной клетке появились вирусоподобные частицы, несущие белок *M2e*.

Опыты на мышах, а затем и на других грызунах показали, что *M2e*-*HBs*-частицы стимулировали образование антител к *M2e*. Вакцина на основе белка *M2e* действовала по особому механизму — ее мишенью был не сам вирус, а инфицированная клетка. «Если провести вакцинацию вовремя, то все зараженные клетки будут уничтожены, и болезнь не разовьется», — говорит Файерс.

В 1997 г. он получил патент на свою методику, а в 1999 г. опубликовал статью в журнале *Nature Medicine* с подробным ее описанием. Англоамериканская компания *Acambis* получила лицензию на производство универсальной вакцины против гриппа по методу Файерса, и в прошлом году завершила фазу I ее клинических испытаний. У 90% из 79 добровольцев, участвовавших в этих испытаниях, были обнаружены антитела к *M2e*-сегменту.

Теперь предстоит выяснить, защищают ли данные антитела от вирусной инфекции. Если иметь в виду прошлый опыт, то никакой гарантии не существует. 10 лет назад был создан препарат под назва-



РАЗРАБОТКА УНИВЕРСАЛЬНОЙ ВАКЦИНЫ против гриппа положит конец толчею в медицинских пунктах

нием *NP* (от англ. *nucleoprotein*), активирующий *T*-клетки иммунной системы, однако этого было недостаточно для развития полноценного иммунного ответа.

Поскольку намеренное инфицирование добровольцев для выяснения эффективности вакцины невозможно с этической точки зрения, придется прибегнуть к «полевым» испытаниям. «Необходимо провести вакцинацию населения в регионах с более высокой, чем в других местах, вероятностью вспышек гриппа», — говорит Файерс. Это могут быть густонаселенные территории, расположенные поблизости от животноводческих хозяйств. Для получения статистически значимых результатов придется вакцинировать тысячи людей.

Большой интерес к испытаниям проявляют фармацевтические компании. Арнолд Монто (*Arnold Monto*), эпидемиолог из Мичиганского университета в г. Анн-Арбор, надеется на успех мероприятия. Впрочем, он сомневается, что в состав вакцины не придется включать другие вирусные белки с учетом особенности возбудителей, вызывающих сезонные вспышки. Поединок с вирусом гриппа несомненно будет долгим, но сегодня надежды на победу обоснованы как никогда ранее. ■

Перевод: Н.Н. Шафрановская



Шон Кэрролл

# КОСМОЛОГИЧЕСКОЕ ПРОИСХОЖДЕНИЕ «СТРЕЛЫ ВРЕМЕНИ»

Будущее всегда воспринимается нами иначе, чем прошлое — это один из основных факторов нашей жизни. Однако в больших космологических масштабах и будущее, и прошлое могут выглядеть одинаково

**Н**аша Вселенная выглядит как-то не так. Сначала это утверждение кажется несколько странным, поскольку в распоряжении космологов имеется не так уж и много вселенных для сравнения. Как узнать, на что должна быть похожа «правильная» вселенная? Спустя долгие годы теоретических и наблюдательных исследований космологи выработали достаточно четкое представление о том, что считать «нормой», и та Вселенная, которую мы видим сейчас, не удовлетворяет этому представлению.

Автор сразу предостерегает читателя от заблуждения. На сегодняшний момент ученые обладают достаточно полной, подробной и согласованной картиной происхождения и эволюции Вселенной. Согласно современному представлению, 14 млрд лет назад пространство-время было несравненно более горячим и плотным, чем, например, внутренние об-

ласти современных звезд. Расширяясь, пространство охлаждалось и становилось более разреженным. Практически все имеющиеся наблюдения объясняются такой картиной, однако наличие некоторого количества странных и необъяснимых особенностей, прежде всего в ранней Вселенной, говорит о том, что в нашем понимании истории Вселенной есть белые пятна.

Среди таких необычных черт одна выделяется особенно ярко — это асимметрия времени во Вселенной. Физические законы мик-

ромира, во многом определяющие поведение Вселенной, одинаковы и в прошлом, и в будущем, но ранняя Вселенная — горячая, плотная, однородная — сильно отличается от окружающего нас холодного, разреженного и неоднородного пространства.

Вселенная начала свое развитие с обладающего большой упорядоченностью состояния и с тех пор становилась все более неупорядоченной. Необратимость этого процесса во времени (или просто асимметрию времени) символизируют

## ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

- Фундаментальные законы физики действуют одинаково вперед и назад во времени. Однако мы ощущаем время, движущееся только в одном направлении: из прошлого в будущее. Почему так происходит?
- Для объяснения этого факта необходимо произвести изыскания в прединформационной Вселенной, в эпоху до Большого взрыва. Наша Вселенная может оказаться крохотной частью гораздо более обширной области пространства-времени, так называемой Мультиленной, которая, возможно, симметрична во времени. Другими словами, в разных частях Мультиленной время может течь вспять.

## НАГЛЯДНОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ОБ ЭНТРОПИИ

Сырое яйцо своим примером демонстрирует асимметрию времени: оно легко разбивается, но, однажды разбитое, уже не может снова стать целым — по той простой при-

чине, что способов разбиться гораздо больше, чем собраться в целую конфигурацию. Если говорить на жаргоне физиков, разбитое яйцо обладает большей энтропией



ет стрела, всегда направленная из прошлого в будущее. «Стрела времени» играет важнейшую роль в нашей повседневной жизни, объясняя, почему мы, например, можем сделать из яйца омлет, но не наоборот, или почему в стакане воды никогда самопроизвольно не образуются кубики льда, или почему мы помним о событиях в прошлом, а не в будущем. Происхождение «стрелы времени» может быть последовательно прослежено вспять, вплоть до времен очень ранней Вселенной, момента Большого взрыва. Можно сказать, что каждый раз, разбивая яйцо для омлета, мы проводим настоящий космологический эксперимент, подтверждая существование «стрелы времени». Подтверждая, но, как и вся современная космология, не объясняя причины ее наличия. Эта основная загадка той Вселенной, которую мы наблюдаем, намекает на существование гораздо большего пространства-времени, недоступного наблюдениям. Она добавляет веса гипотезе о том, что мы видим лишь малую часть Мультиверса, чья динамика поможет нам объяснить необычные свойства нашей локальной области.

### Загадка энтропии

Физики запрятали концепцию асимметрии времени в знаменитый второй закон термодинамики, гласящий, что энтропия замкнутой системы никогда не убывает. Гру-

бо говоря, энтропия есть мера беспорядка системы. В XIX в. австрийский физик Людвиг Больцман объяснил энтропию в терминах различия макро- и микросостояния объекта. Так, если бы вас попросили дать физическое описание налитого в чашку кофе, вы скорее всего обратились бы к его макрохарактеристикам, а именно температуре, давлению и другим общим свойствам. Микросостояние специфицирует точное положение и скорость каждого отдельно взятого атома в рассматриваемой среде (в нашем примере в кофе). Важно отметить, что множество различных микросостояний соответствует какому-то единственному макросостоянию: ведь мы можем переместить один или два атома, из-за чего общее (макро-) состояние нашего кофе никак не изменится.

Энтропия характеризуется числом различных микросостояний, которые соответствуют одному и тому же макросостоянию (математически энтропия есть произведение числа микросостояний на логарифм этого числа). Существует гораздо больше способов упорядочить некий набор атомов в обладающую большой энтропией конфигурацию, чем способов упорядочить атомы в конфигурацию с низкой энтропией. Поясним на примере двух несмешивающихся жидкостей. Представьте, что вы добавили в ваш кофе сливки. Сущест-

вует огромное количество способов взаимного распределения молекул, при котором сливки и кофе окажутся полностью перемешанными, и сравнительно небольшое количество способов распределить их так, чтобы молекулы сливок сгруппировались, оказавшись, например, окруженными молекулами кофе. Более вероятно получить именно равномерную смесь, она обладает большей энтропией.

Таким образом, не удивительно, что в подавляющем большинстве процессов энтропия обладает тенденцией возрастать со временем. Количество состояний с высокой энтропией значительно превышает количество состояний с низкой энтропией; почти любое изменение системы ведет ее в состояние с более высокой энтропией на основе простых вероятностных принципов. Именно по этой причине сливки всегда смешиваются с кофе. Физически, конечно, возможно, что все молекулы сливок «сговорятся» расположиться одна за другой, но статистически это очень маловероятно: если бы вы ждали, пока молекулы сливок, случайно перегруппировавшись, без постороннего вмешательства образовали бы такую конфигурацию, вам пришлось бы ждать гораздо дольше, чем составляет современный возраст Вселенной. «Стрела времени» — это просто тенденция системы эволюционировать в направлении более вероят-

ного состояния с более высокой энтропией.

Однако объяснение того, почему состояния с низкой энтропией переходят в состояния с высокой энтропией, далеко не то же самое, что ответ на вопрос, почему энтропия возрастает во Вселенной. Вопрос остается открытым: почему в начале развития Вселенной энтропия была очень низкой? Этот факт кажется очень неестественным, поскольку состояния с низкой энтропией, как мы только что выяснили на простом примере, довольно редки. Даже если допустить, что современная Вселенная обладает неким средним уровнем энтропии, все равно невозможно объяснить,

почему раньше энтропия была ниже. Среди всех допустимых начальных условий развития нашей Вселенной (при которых Вселенная к настоящему моменту времени развилась бы именно в то, что мы сейчас наблюдаем), подавляющее большинство обладало бы гораздо большей, а не меньшей энтропией.

Другими словами, природа бросает космологам вызов: не объяснить, почему завтра энтропия Вселенной будет больше, чем сегодня, но понять, почему вчера энтропия была ниже, чем сегодня, а позавчера была ниже, чем вчера. Последний вопрос гораздо более сложен, чем кажется на первый взгляд, по-

тому что мы можем проследить его логику на протяжении всего пути во времени вплоть до Большого взрыва — начала рождения времени в наблюдаемой Вселенной. Асимметрия времени — вопрос, на который должны ответить космологи.

### Беспорядок пустоты

Ранняя Вселенная была ареной, где свершались великие события. Все частицы, составляющие наблюдаемую Вселенную, были сжаты в невероятно горячем и плотном крошечном объеме. Важно отметить, что частицы были распределены почти равномерно: средний контраст плотности составлял около

## КАК ГРАВИТАЦИЯ ВЛИЯЕТ НА ЭНТРОПИЮ

«Низкая энтропия» и «высокая энтропия» зависят от ситуации.

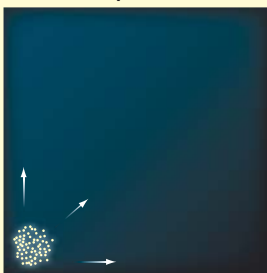
Физики судят о количестве энтропии в некоторой системе, основываясь на анализе эволюции этой системы во времени. Например, если разреженный и достаточно хо-

лодный газ «чувствует» гравитацию, то он эволюционирует как сгусток. Энтропия такой системы растет — так, у облака энтропия высока, даже если на первый взгляд оно кажется упорядоченным (т.е. визуально проявляет признаки системы с низкой энтропией)

- 1. Гравитация «выключена»
- 2. Объем пространства фиксирован

В случае если силами гравитационного взаимодействия можно пренебречь, газ в заданном объеме обладает низкой энтропией, если он концентрируется в углу, и высокой энтропией, если он разлетается во все стороны. Таким образом, разлет молекул газа действительно увеличивает энтропию

Низкая энтропия



Молекулы разлетаются в разные стороны



Высокая энтропия



- 1. Гравитация «включена»
- 2. Объем пространства фиксирован

Если вклад гравитации значим, реализуется обратная ситуация: газ увеличивает свою энтропию, сжимаясь в черную дыру. Таким образом, для гравитирующего газа предпочтительнее сформировать облако, а не разлететься. Черная дыра может вечно находиться в состоянии равновесия с окружением



Молекулы сжимаются в облако под действием гравитационных сил

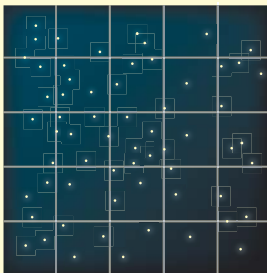


Мы считаем, что черная дыра за счет своего испарения достигает равновесия с окружающим газом

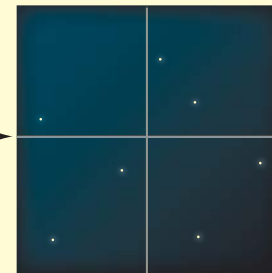


- 1. Гравитация «включена»
- 2. Объем пространства увеличивается

Если рассматриваемый объем уже не фиксирован, а растет со временем, газ на начальной стадии сгущается в облака и формирует черную дыру, но потом черная дыра испаряется. Разлетающийся газ приводит к росту энтропии и к сильному разряжению пространства



Формирование и испарение черной дыры



**«СТРЕЛА ВРЕМЕНИ»: ЧАСТО ЗАДАВАЕМЫЕ ВОПРОСЫ ЧАСТЬ I**

**Если энтропия всегда только возрастает, то как тогда могли сформироваться объекты, обладающие низкой энтропией, например то же яйцо?**

Закон энтропии применим только к замкнутым системам. Не запрещено уменьшение энтропии в открытых системах, включая кур. Курица затрачивает много энергии для того, чтобы снести яйцо.

**Не могут ли некоторые процессы при взаимодействии частиц обладать встроенной «стрелой времени»?**

Распады некоторых элементарных частиц, например нейтральных каонов, в определенном смысле чаще случаются в одном направлении времени, а не в другом. (Физикам нет нужды путешествовать назад во времени, чтобы выявить такую асимметрию — они просто выводят эту закономерность, изучая другие свойства частиц.) Но эти процессы обратимы в противоположность росту энтропии, то есть они не объясняют «стрелу времени». Стандартная Модель физики частиц не представляется способной объяснить закон энтропии в ранней Вселенной.



10–5. Постепенно, с расширением и остыванием Вселенной, гравитационное притяжение увеличивало этот контраст: области, в которых изначально было чуть больше частиц, сформировали звезды и галактики, области с небольшим недостатком частиц опустели, образовав войды (пустоты).

Гравитация стала основной силой, формирующей структуру Вселенной. К сожалению, у нас все еще нет четкого понимания эволюции энтропии в системе с учетом гравитационных взаимодействий, тесно связанных с геометрией пространства-времени. Построение единой картины мира есть цель многих современных физических теорий, например квантовой гравитации. В то время как мы можем связать энтропию среды с поведением составляющих ее молекул, мы не знаем, из чего состоит само пространство-время. Другими словами, нам не известно, каким образом гравитационные микросостояния могут быть поставлены в соответствие каждому конкретному макросостоянию.

Несмотря на указанные трудности, мы все же обладаем некоторыми общими представлениями о том, как должна себя вести энтропия (рис. ниже). В случае если гравитацией можно пренебречь, как в примере с чашкой кофе, равномерное рас-

пределение частиц обладает высокой энтропией. Это условие есть состояние равновесия системы. Даже если частицы снова перегруппировались, то в макромасштабе ничего «особенного» не случится, поскольку частицы и до этого уже были основательно перемешаны. Однако если гравитацию нельзя исключить из рассмотрения и фиксировать объем, в котором эволюционирует система, то сглаженное распределение имеет сравнительно низкую энтропию. В последнем случае система очень далека от состояния равновесия. Наличие гравитации приводит к тому, что частицы группируются, образуя звезды и галактики, и энтропия, согласно второму закону термодинамики, значимо увеличивается.

Если мы захотим максимизировать энтропию в объеме, где гравитацией нельзя пренебречь, мы знаем, что произойдет: появится черная дыра. В 1970 г. Стивен Хокинг (Stephen Hawking) из DAMTP в Кембридже подтвердил провокационное предположение Якова Бекенштейна (Jakob Bekenstein), в настоящее время работающего в Еврейском университете в Иерусалиме, что черные дыры очень хорошо подчиняются второму закону термодинамики. Так же, как и горячие тела, для описания которых был сформулирован второй закон термодинамики, черные дыры мо-

**ВОССТАНОВЛЕНИЕ СИММЕТРИИ ВРЕМЕНИ**

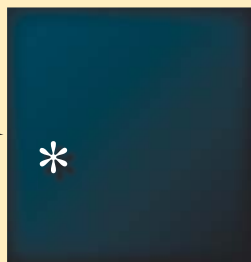
Вселенная начала свое существование с плазмы высокой степени однородности и, согласно одной из космологических концепций, закончит свое существование, став почти пустым пространством. Если сказать кратко, то Вселенная эволюционирует от состояния с

низкой энтропией к состоянию с высокой энтропией — конечному состоянию, которое физики называют «тепловая смерть». Однако такая модель не может объяснить, как возникло начальное состояние, обладающее низкой энтропией.

**Предыстория**



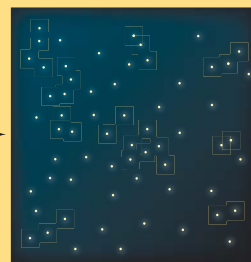
Пространство почти пусто



Квантовые поля флуктуируют в некоторой области



Пространство экспоненциально расширяется (происходит инфляция)



Инфляция заканчивается и заполняет пространство почти однородной первичной плазмой



Скопления вещества порождают галактики



гут излучать частицы (испаряться) и обладают большим количеством энтропии. Одиочная черная дыра с массой, составляющей около миллиона солнечных масс (подобная той, что предположительно находится в центре нашей Галактики), обладает энтропией, в сто раз превышающей энтропию всех частиц наблюдаемой Вселенной.

Итак, со временем черная дыра испаряется согласно механизму Хокинга. Черная дыра не обладает наибольшей возможной в природе энтропией, тем не менее ее энтропия — наибольшая, которая может быть заключена в заданном объеме. Объем пространства Вселенной, по-видимому, со временем неограниченно растет. В 1998 г. астрономы открыли, что наша Вселенная ускоренно расширяется. Наиболее простое объяснение этому наблюдательному факту — наличие так называемой «темной энергии», некой формы энергии, которая существует даже в пустом пространстве и, насколько сейчас можно судить, не меняет своей плотности с его расширением. Наличие темной энергии — не единственно возможное объяснение ускоренного расширения, однако все попытки предложить что-то лучшее довольно быстро проваливаются.

Если темная энергия не меняет своей плотности, Вселенная бу-

дет расширяться вечно. Удаленные галактики исчезнут из нашего поля зрения (см.: Кросс Л., Шеррер Р. *Наступит ли конец космологии? // ВМН, № 6, 2008*). Те же, что останутся вблизи нас, превратятся в черные дыры, которые будут испаряться в окружающую тьму, подобно тому как высыхает лужа в жаркий день. Через миллиарды лет, возможно, останется действительно пустая Вселенная. Тогда и только тогда она на самом деле будет обладать максимально возможной энтропией. Вселенная придет в состояние равновесия, и с этого момента в ней больше никогда ничего не произойдет.

Может показаться странным, что пустое пространство обладает гигантской энтропией. Это звучит примерно как утверждение, что самый захламленный рабочий стол в мире — это... абсолютно пустой стол. Ведь энтропия требует наличия микросостояний, а пустое пространство, на первый взгляд, не содержит ни одного. Однако на самом деле пустое пространство обладает огромным количеством квантово-гравитационных микросостояний, сформировавшихся в ткани пространства-времени. Мы до сих пор с определенностью не знаем, что представляют собой такие состояния. Ученым не известно, как микросостояния объясняют

**«СТРЕЛА ВРЕМЕНИ»: ЧАСТО ЗАДАВАЕМЫЕ ВОПРОСЫ ЧАСТЬ II**

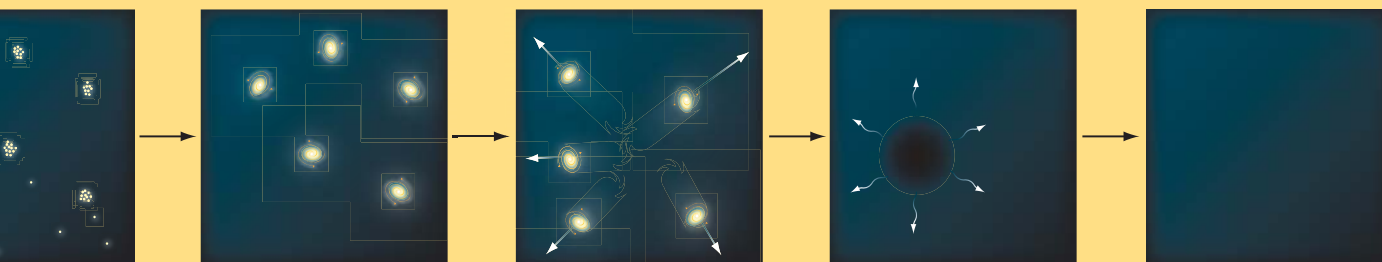
**Почему мы помним прошлое, но не помним будущее?**

Для формирования достоверной памяти требуется, чтобы прошлое было упорядоченно — т.е. обладало низкой энтропией. Если энтропия высока, почти все «воспоминания» были бы случайными флуктуациями, совершенно не связанными с тем, что реально происходило в прошлом.



Предлагаемая автором модель включает в себя «доисторический» космологический период, захватывающий гипотетическую эпоху до Большого взрыва. Согласно этой модели, Вселенная началась с пустоты и пустотой же и закончится. Появление звезд и галактик

есть просто непродолжительное отклонение от обычных условий равновесия (Рисунки схематичны; не показано расширение пространства)



Вселенная сегодня

Из-за ускоренного расширения галактики разлетаются в разные стороны

Гигантские черные дыры, содержащиеся в центрах некоторых галактик, со временем, возможно, поглотят все вещество этих галактик. Образовавшиеся черные дыры начнут очень медленно испаряться

Пространство почти пусто

### «СТРЕЛА ВРЕМЕНИ»: ЧАСТО ЗАДАВАЕМЫЕ ВОПРОСЫ ЧАСТЬ III

#### Проверяема ли теория Мультиленной?

Идея о том, что Вселенная простирается гораздо дальше, чем мы можем наблюдать, не является реальной теорией — это предсказание, сделанное на основе некоторых представлений квантовой теории и гравитации. По общему признанию, это предсказание невозможно проверить напрямую. Но все физические теории заставляют нас выходить за пределы того, что мы можем непосредственно наблюдать. Например, современная модель происхождения крупномасштабной структуры — сценарий инфляционной Вселенной — требует понимания физических условий до инфляции.



ет состояния с высокой энтропией: почти пустое пространство, изредка пересекаемое низкоэнергетическими частицами.

Почему же прошлое и будущее Вселенной так непохожи? Для объяснения, почему наша Вселенная начала свое развитие из состояния с низкой энтропией, постулировать начальные условия оказывается совершенно не достаточным. Философ Хав Прайс (Huw Price) из Сиднейского университета заметил, что любое обоснование начальных условий может быть применимо и к конечным условиям. Иначе говоря, мы допустим логическую ошибку, считая, что прошлое Вселенной было каким-то особенным, поскольку последнее утверждение изначально являлось бы тем, что подлежало доказательству. Таким образом, либо мы должны считать глубокую асимметрию времени просто некой данностью, абсолютным свойством нашей Вселенной, и избегать объяснений этого факта, либо мы должны

температурную плазму, позже разделившуюся на привычные нам материю и излучение. Остался лишь слабый след темной энергии, который стал значимым только в современной эпоху.

Первоначальная мотивация для теории инфляции — дать строгое объяснение хорошо подобранным условиям ранней Вселенной, в частности, большой однородности плотности материи в далеком отстоящих друг от друга областях. Ускорение, вызванное инфлатоном, практически идеально сгладило Вселенную. Все структурные особенности Вселенной до периода инфляции несущественны, поскольку инфляция стерла все следы существовавших до нее условий, оставив нам горячую, плотную, однородную раннюю Вселенную.

Парадигма инфляции оказалась очень удачной по многим причинам. Ее предсказания слабо отклонения от строгой однородности согласуются с наблюдениями флуктуаций плотности во Вселенной. Однако с точки зрения объяснения асимметрии времени многие космологи полагают ее в большой степени ловким трюком по причинам, указанным Роджером Пенроузом (Roger Penrose) из Оксфордского университета и другими. Для того чтобы инфляция началась, сверхплотная темная энергия должна была обладать довольно специфической конфигурацией. Фактически ее энтропия должна была быть гораздо меньше, чем энтропия плазмы, на которую она распалась. Это означает, что инфляция в действительности ничего не решает: она «объясняет» состояние с необычно низкой энтропией (горячая, плотная, однородная плазма) путем привлечения предположения о предыдущем состоянии с еще меньшей энтропией (однородная часть пространства, доминированная сверхплотным инфлатоном). Это просто отодвигает решение проблемы на шаг назад, к вопросу о том, почему вообще была инфляция.

Один из доводов, почему космологи привлекают инфляцию для объ-

## Если темная энергия не меняет своей плотности, Вселенная будет расширяться вечно

энтропию черной дыры. Но, тем не менее, считается установленным, что в ускоряющейся Вселенной энтропия в доступном наблюдению объеме приближается к постоянному значению, пропорциональному площади границы этого объема. Энтропия, содержащаяся в этом объеме, огромна — ее гораздо больше, чем просто в материи в таком же объеме.

### Прошлое и будущее

Важнейшая идея предыдущих рассуждений — подчеркнуть различие между прошлым и будущим. Вселенная начинает свое развитие из состояния с очень низкой энтропией: частицы гладко «упакованы» вместе. Вселенная эволюционирует, проходя через состояние с промежуточной энтропией: неоднородное распределение звезд и галактик, которое мы видим сегодня вокруг нас. В конце концов Вселенная достига-

более тщательно и терпеливо вникать в проблемы пространства и времени.

Многие космологи стараются связать асимметрию времени с космологической инфляцией, ранней эпохой экспоненциального расширения Вселенной. Инфляция предлагает простое и согласующееся с наблюдательными данными объяснение многих важных особенностей Вселенной. Согласно инфляционной парадигме, очень ранняя Вселенная (или, по крайней мере, некоторая ее часть) была заполнена не частицами, а временной формой темной энергии (полем инфлатона), плотность которой была гораздо больше, чем плотность темной энергии, которая наблюдается в сегодняшней Вселенной. Эта энергия и вызвала расширение Вселенной с очень большим ускорением, после чего распалась, образовав высоко-

яснения асимметрии времени — то, что начальная конфигурация темной энергии не кажется маловероятной. Во время инфляции Вселенная была меньше сантиметра в диаметре. Такая маленькая область не может обладать большим числом микросостояний, следовательно, не так уж невероятно, что Вселенная натолкнется на микросостояние, соответствующее инфляции.

К сожалению, это интуитивное заключение обманчиво. Ранняя Вселенная, даже такая крошечная, обладает ровно тем же количеством микросостояний, что и наблюдаемая сегодня. Согласно законам квантовой механики, общее количество микросостояний системы никогда не меняется. (Энтропия возрастает не из-за роста числа микросостояний, а потому, что система естественным образом приходит в наиболее общее возможное макросостояние.) Ранняя Вселенная — точно такая же физическая система, как и поздняя Вселенная, одно эволюционирует в другое.

Среди многочисленных возможных микросостояний Вселенной лишь ничтожная часть соответствует гладкой конфигурации сверхплотной темной энергии, упакованной в крошечный объем. Условия, необходимые для начала инфляции, очень специфичны и, таким образом, описывают конфигурацию с очень низкой энтропией. Если бы вы выбирали конфигурацию Вселенной случайно, то с очень большой вероятностью не попали бы в нужные условия для начала инфляции. Таким образом, инфляция сама по себе не объясняет, почему ранняя Вселенная обладала низкой энтропией, которая просто «нужна» для начала инфляции; существование такой конфигурации просто подразумевается с самого начала.

### Вселенная, симметричная во времени

Инфляция оказалась бессильна ответить на вопрос, почему прошлое отличается от будущего. Существует смелая и очень простая стратегия

решения этой проблемы: возможно, очень далекое прошлое вообще никак не отличается от очень далекого будущего и тоже обладает высокой энтропией. Если это так, то горячее, плотное состояние, которое мы назвали «ранняя Вселенная», не является действительным началом Вселенной, а всего лишь представляет собой некоторое переходное состояние на пути ее эволюции.

Некоторые космологи предполагают, что Вселенная совершила «отскок». До этого события пространство сжималось, однако оно не пришло в состояние с бесконечной плотностью. Вместо этого благодаря неизвестным физическим причинам — квантовой гравитации, дополнительным измерениям пространства, суперструнам или чему-то еще — пространство стало расширяться, и такой переход от сжатия к расширению воспринимается нами сейчас как Большой взрыв.

Однако и такой подход не объясняет происхождение «стрелы времени», и вот почему. Если в предыдущей вселенной, до «отскока», энтропия по мере сжатия пространства возрастала, то в этом случае «стрела времени» должна растягиваться бесконечно в прошлое. Если же энтропия уменьшалась, то получается, что состояние с низкой энтропией реализовалось почему-то посередине истории Вселенной (в момент «отскока»). В любом случае, мы снова остаемся без ответа, почему вблизи Большого взрыва энтропия была такой маленькой.

### ОБ АВТОРЕ

**Шон Кэрролл (Sean M. Carroll)** — старший научный сотрудник Калифорнийского технологического института. Область исследований — космология, физика частиц и общая теория относительности, в особенности вопросы темной энергии. Был награжден грантами фондов Слоана и Паккарда, а также премией за преподавание Совета по преподаванию аспирантам Массачусетского технологического института и медалью Университета Вилланова. Вне научного сообщества Кэрролл наиболее известен как активный участник сетевого дневника *Cosmic Variance*. Этот электронный ресурс не только является наиболее известным блогом по науке в Америке, но и стал тем местом, где автору статьи посчастливилось встретить свою будущую жену, писательницу Дженнифер Олетт (Jennifer Oullette).



Вместо проделанных рассуждений давайте предположим, что Вселенная начала свое развитие из состояния с высокой энтропией, являющегося наиболее естественным. Хороший кандидат на такую роль — пустое пространство. Подобно любому состоянию с высокой энтропией, пустое пространство «предпочитает» оставаться неизменным, из чего сразу же возникает проблема: как же нам получить нашу сегодняшнюю Вселенную из замершего пустого пространства? Решение может предоставить темная энергия. В ее присутствии пустое пространство уже не является пустым. Флуктуации квантовых полей порождают очень низкую температуру, гораздо меньшую, чем температура современной Вселенной, но все же не равную абсолютному нулю. В такой Вселенной все квантовые поля испытывают

случайные флуктуации. Следовательно, если мы подождем достаточно долго, отдельные частицы или даже совокупности частиц будут флуктуировать до своего реального появления (это именно реальные частицы, в противоположность короткоживущим «виртуальным», которые пустое пространство содержит даже в отсутствии темной энергии). Рождаются не только частицы. Флуктуирует и темная энергия, порождая сгустки повышенной

плотности. Эта теория утверждает — и оставляет для дальнейшего доказательства — то, что наиболее вероятный способ создавать вселенные, подобные нашей Вселенной, из такого предыдущего состояния — это пройти инфляционный период, а не флуктуировать сразу в современную конфигурацию. Другими словами, согласно новому сценарию, Вселенная есть флуктуация, но не случайная.

Эта теория утверждает, что в будущем, и в прошлом рождались бы дочерние вселенные, умножающиеся без границ. Каждая из дочерних вселенных обладала бы «стрелой времени», но в половине из них время текло бы в одну сторону, а во второй половине — в другую.

## Ученые обдумывают идею о дочерних вселенных уже много лет, но мы до сих пор не понимаем процесс их зарождения

плотности. Если какой-то из сгустков оказался наделенным правильными свойствами, то он подвергнется инфляционному расширению и «оторвется», сформировав дочернюю вселенную. Наша Вселенная может оказаться «плодом» какой-либо другой вселенной.

На первый взгляд, этот сценарий имеет некоторое сходство со стандартной теорией инфляции. Мы тоже полагаем, что сгусток темной энергии, обладающий повышенной плотностью, появляется случайным образом, давая начало инфляции. Разница нашей модели и модели инфляции — в природе начальных условий.

В стандартном сценарии сгусток темной энергии образуется в сильно флуктуирующей Вселенной, в которой громадное большинство флуктуаций не производит ничего похожего на инфляцию. Возможно, что для Вселенной гораздо более вероятно флуктуировать прямо в горячую стадию, минуя инфляцию. Более того, с точки зрения энтропии было бы еще более вероятно флуктуировать напрямую в ту конфигурацию, которую мы видим сегодня, минуя 14 млрд лет космологической эволюции.

В новом сценарии вселенная, существовавшая до нашей Вселенной, никогда не была подвержена случайным флуктуациям; она находилась в очень специфическом состоянии, а именно, являлась пус-

### «Инемерв алертс»

Данный сценарий, предложенный в 2004 г. Дженнифер Чен (Jennifer Chen) из Чикагского университета и мной, дает провокационное решение проблемы происхождения асимметрии времени во Вселенной, а именно: мы видим только малую часть большой картины, которая вся целиком полностью симметрична по времени. Энтропия может возрастать безгранично благодаря созданию новых дочерних вселенных.

Лучше всего продемонстрировать эту теорию, рассмотрев эволюцию вселенной — как по ходу времени, так и обратно во времени. Представьте, что в некий момент времени мы начали наблюдать пустое пространство и прослеживаем

идею о существовании вселенных с противоположной ориентацией «стрелы времени» может показаться тревожащей. Если бы мы встретили кого-нибудь из такой вселенной, мог бы он «помнить» будущее? К счастью, такое randevу никогда не сможет состояться. В описываемом нами сценарии те области пространства, где время течет вспять, находятся очень далеко в нашем прошлом, задолго до нашего Большого взрыва. Между нашими мирами лежит обширная часть вселенной, в которой время, согласно нашей идее, не движется совсем; там почти нет материи, и энтропия не меняется. Заметим, тем не менее, что ни одно существо, живущее в области с обратным временем, не могло бы родиться старым и умереть молодым, либо продемонстрировать что-то еще, странное с нашей точки зрения. Для них время текло бы совершенно обычным образом. Только при сравнении двух миров наше будущее оказалось бы их прошлым и наоборот. Но такое

## Ни одно существо, живущее в области с обратным временем, не могло бы родиться старым и умереть молодым

эволюцию этой системы в будущее и прошлое. (Эволюция системы идет в обе стороны, поскольку мы не предполагаем избранное направление «стрелы времени».) В результате флуктуаций пространства образуются дочерние вселенные, которые эволюционируют в обе стороны во времени, постепенно пустеют и порождают соб-

сравнение возможно только умозрительно, поскольку мы никогда не сможем добраться до них, а они никогда не придут к нам.

Мы считаем, что на текущем этапе развития космологии нашу модель нельзя признать ни истинной, ни ложной. Ученые обдумывают идею о дочерних вселенных уже много лет, но мы до сих пор не

## ИСТОРИЯ НАБЛЮДАЕМОЙ ВСЕЛЕННОЙ

Ниже представлена краткая хронология важных событий истории наблюдаемой Вселенной

1. Пустое пространство, лишенное каких бы то ни было особенностей, но обладающее небольшим количеством вакуумной энергии, а также редкими длинноволновыми (низкоэнергетическими) частицами, сформировавшимися в результате флуктуаций заполняющих пространство квантовых полей.

2. Излучение высокой интенсивности начинает внезапно прилетать со всех сторон сферическим фронтом с центром в некоторой точке пространства. Когда излучение собирается в точке, формируется так называемая «белая дыра».

3. Белая дыра постепенно растет до миллиарда солнечных масс благодаря аккреции дополнительного излучения, обладающего растущей температурой.

4. Другие белые дыры начинают приближаться с расстояния в миллиарды световых лет. Они формируют однородное распределение, медленно вращаясь одна около другой.

5. Белые дыры начинают терять массу, выбрасывая газ, пыль и излучение в окружающее пространство.

6. Газ и пыль иногда взрываются, формируя звезды, которые группируются в галактики, окружающие белые дыры.

7. Как и белые дыры, сформировавшиеся звезды получают направленное внутрь излучение. Они используют энергию этого излучения для превращения тяжелых элементов в легкие.

8. Звезды рассеиваются, постепенно превращаясь в равномерно распределенный газ; вещество продолжает двигаться как единое целое, становясь более плотным.

9. Вселенная становится горячее и плотнее и в конце концов «схлопывается».

Нет нужды говорить, что это очень необычный способ описания истории нашей Вселенной — последовательность событий, обращенная назад во времени. Законы физики работают и при смене хода течения времени на противоположный. Таким образом, указанная последовательность вполне имеет право на существование наравне с привычной для нас картиной. Цель этого изложения — показать, насколько в действительности неправдоподобна вся история нашей наблюдаемой Вселенной

понимаем процесс их зарождения. Если квантовые флуктуации могли бы создавать новые вселенные, они должны были бы создавать и многие другие вещи — например целую галактику.

По сценарию, подобному нашему, для объяснения той Вселенной, которую мы видим, нужно предсказать, что большинство галактик рождаются как следствия событий, аналогичных Большому взрыву, а не как одинокие флуктуации в пустом пространстве. Если это не так, то наша Вселенная кажется очень неестественной.

Подчеркнем, что наша основная цель не в том, чтобы предложить какой-либо конкретный сценарий структуры пространства-времени на сверхбольших масштабах. Главной мы считаем ту идею, что удивительное свойство нашего наблюдаемого мира — «стрела времени», берущая начало в ранней Вселенной, обладавшей низкой энтропией, — может дать нить к разгадке природы принципиально не доступной наблюдениям части Мультиленной.

Как было сказано в начале статьи, очень хорошо обладать теорией, согласующейся с реальными данными. Но некоторые космологи хотят большего: мы ищем понимания законов природы и законов развития

нашей Вселенной, в которой все обладает смыслом для нас. Мы не хотим ограничивать себя, принимая странные свойства нашей Вселенной как простой набор фактов. Драматическая асимметрия времени дает нам ключи к чему-то более глубокому, к глобальному пониманию пространства и времени. Наша цель как физиков — использовать этот и другие факты для построения единой картины всей Мультиленной.

Если наблюдаемая Вселенная — это все, что существует, то «стрела времени» вряд ли может быть объяснена естественным образом. Но если Вселенная вокруг нас есть маленькая часть огромного полотна Мультиленной, то перед учеными открываются новые возможности. Мы можем считать нашу область Вселенной всего лишь отражением тенденции большой системы увеличивать свою энтропию неограниченно — как в далеком будущем, так и в далеком прошлом. Перефразируя американского физика Эдварда Триона (Edward Tryon), Большой взрыв проще понять, если не считать его началом всего, но всего лишь рядовым событием, которое происходит время от времени.

Другие исследователи работают над близкими идеями, и все больше космологов серьезно воспринимают

проблему «стрелы времени». Удивительно просто наблюдать эту стрелу: все, что мы должны сделать — это добавить немного сливок в свой кофе. Прихлебывая напиток, давайте задумаемся, как такое нехитрое действие может быть прослежено на всем протяжении пути к началу нашей наблюдаемой Вселенной, а возможно, и дальше. ■

Перевод: О.С. Сажина

### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

■ Time's Arrow and Archimedes' Point: New directions for the Physics of Time. Huw Price. Oxford University Press, 1996.

■ Spontaneous Inflation and the Origin of the Arrow of Time. Sean M. Carroll and Jennifer Chen. Submitted on October 27, 2004. [www.arxiv.org/abs/hep-th/0410270](http://www.arxiv.org/abs/hep-th/0410270)

■ Dark Energy and the Preposterous Universe. Sean M. Carroll in Sky & Telescope, Vol. 109, No. 3, pages 32–39; March 2005. Доступно на: [at www.preposterousuniverse.com/writings/skytel-mar05.pdf](http://www.preposterousuniverse.com/writings/skytel-mar05.pdf)



Энрико Бонатти, Лука Гасперини и Джузеппе Лонго

# ЗАГАДКА тунгуски

Фрагмент загадочного космического объекта, уничтожившего участок сибирской тайги сто лет тому назад, может помочь сохранить Землю в будущем

**30** июня 1908 г., 7.14 утра, Восточная Сибирь. Местный крестьянин Семен Семенов стал свидетелем необычного события: «Небо расколосось надвое. Высоко над лесом вспыхнул гигантский огонь, ...от которого несло сильным жаром... Затем небо заволочло, прозвучал мощный взрыв, и меня отбросило на несколько метров... После этого раздался сильный грохот, как будто бы стреляли из пушек, земля дрожала...».

Таково полное драматизма описание очевидцем Тунгусской катастрофы — самого сильного столкновения космического тела с Землей в новейшей истории человечества. Семенов воочию наблюдал опустошающий пожар на расстоянии около 65 км от эпицентра события, а отзвуки взрыва чувствовались и в далекой Северной Европе, и в Центральной Азии. Некоторые люди видели мощные серебристые облака и яркий цветной закат Солнца, другие сообщали о свечении в ночном небе.

Например, жители Лондона могли читать газету в полночь без искусственного освещения. Геофизические обсерватории зафиксировали в отдаленных областях Сибири источник аномальных сейсмических и звуковых волн. Их эпицентр оказался в районе реки Подкаменная Тунгуска, в почти безлюдной заболоченной тайге, где восемь-девять месяцев в году стоит морозная зима.

С момента Тунгусской катастрофы ученые и любители науки стремятся понять ее причину. Хотя многие наблюдатели считают, что в небе над Сибирью взорвалось некое небесное тело — астероид или комета, никто еще не нашел ни кусочка этого тела, ни кратера от его падения в пострадавшем районе. Загадка до сих пор не решена, но наша исследовательская группа, — одна

Гигантский огненный шар в небе был первым свидетельством того, что неизвестный небесный объект взорвался над Сибирью. На иллюстрации показано, как на отдаленной фактории Семен Семенов увидел взрыв и почувствовал идущий от него жар

из последних групп ученых, долго и тщательно изучающих весь район катастрофы, — возможно, близка к открытию, которое изменит наше представление о том, что случилось в то роковое утро.

Анализ Тунгусского события имеет большое значение, т.к. столкновения с внеземными телами в прошлом оказывали огромное влияние на эволюцию Земли. Например, около 4,4 млрд лет назад планетоид размером с Марс, по-видимому, врезался в нашу молодую планету и выбил из нее вещество, достаточное для формирования Луны. Мощное столкновение с небесным телом 65 млн лет назад, возможно, привело к вымиранию динозавров. И в наше время случаются космические столкновения. В июле 1994 г. астрономические обсерватории наблюдали зрелищный контакт кометы с Юпитером. А в сентябре прошлого года перуанские крестьяне со страхом и ужасом взирали на небесное тело, которое пересекло небо и с грохотом врезалось рядом с ними в землю, образовав яму глубиной 4,5 м и шириной 13 м.

Используя спутниковые наблюдения за сгорающими в атмосфере метеорами («падающими звездами») и акустические данные, регистрирующие столкновения космических тел с поверхностью Земли, Питер Браун (Peter Brown) и его коллеги из Университета Западного Онтарио и Лос-Аламосской национальной лаборатории определили частоту слабых столкновений. Затем они экстраполировали свои результаты в сторону более сильных, но редких, таких как Тунгусское событие. Средняя частота катастроф подобного масштаба может составлять от одной за 200 лет до одной за 1000 лет. Поэтому

### ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

- Ровно 100 лет назад взрыв кометы или астероида на высоте нескольких километров над Подкаменной Тунгуской в Восточной Сибири опустошил огромный район.
- Анализ фрагментов упавшего тела мог бы помочь ученым оценить опасность от комет и астероидов среднего размера. Но несмотря на упорные поиски не было найдено ни одного кусочка.
- Группа итальянских ученых нашла признаки ударного кратера в 10 км от эпицентра взрыва. Группа собирается вернуться, чтобы начать поиск фрагментов космического тела.

не исключено, что мы с вами окажемся свидетелями подобного катаклизма. К счастью, Тунгусский удар пришелся на почти необитаемый район планеты. Если бы нечто подобное произошло в небе над Нью-Йорком, то город был бы стерт с лица Земли. Поняв, какое явление наблюдалось в Сибири, мы сможем подготовиться к таким событиям и, возможно, что-то предпринять, чтобы избежать их.

В первую очередь необходимо понять, какое космическое тело вызвало катастрофу в Сибири — астероид или комета. В любом случае последствия были бы почти одинаковыми, но разница в том, что объект Солнечной системы, обращающийся вокруг Солнца на долгопериодической орбите, такой как комета, должен ударить по Земле с гораздо большей скоростью, чем тот, у которого короткая орбита, например астероид. Даже если комета существенно меньше по размеру, чем астероид, она может обладать такой же кинетической энергией. А наблюдателям гораздо труднее обнаружить долгопериодический объект до его входа во внутреннюю область Солнечной системы. Правда, вероятность для подобного объекта пересечь земную орбиту гораздо меньше, чем для астероида. Возможно, поэтому до сих пор нет подтвержденных данных

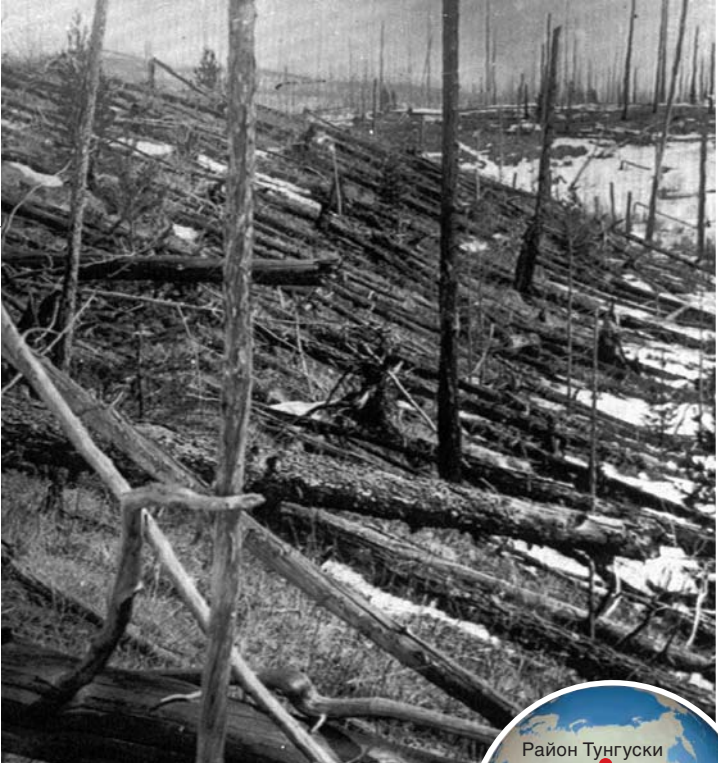
о столкновении Земли с кометой. Соответственно, если Тунгусская катастрофа была вызвана кометой, то это уникальный случай, а не просто важный эпизод в череде известных событий. С другой стороны, если в небе над Сибирью в тот день взорвался астероид, то почему до сих пор не найдено ни одного осколка?

### Первая экспедиция

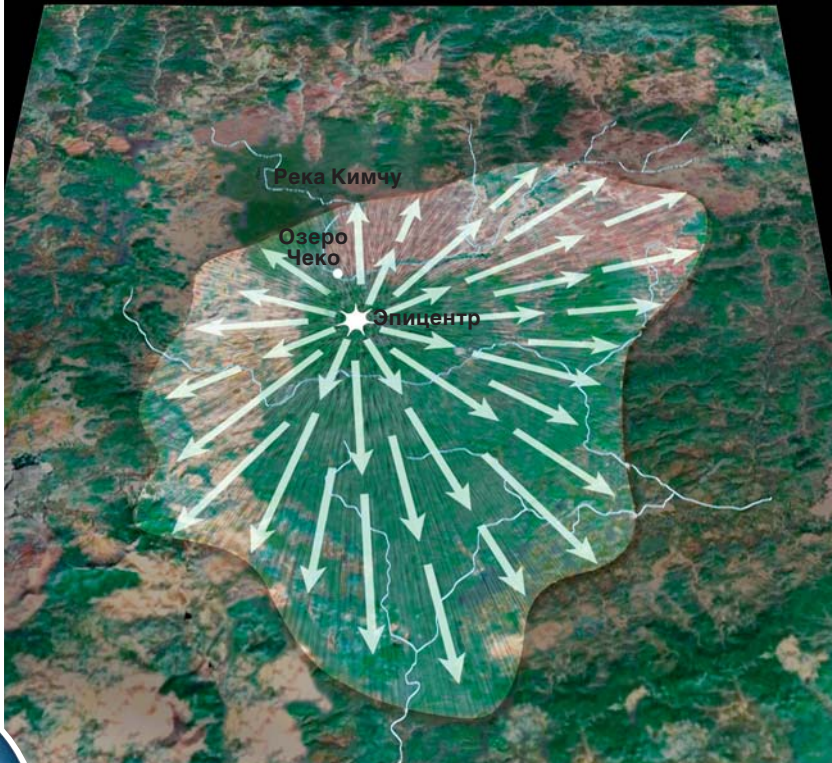
Неразрешенность загадки Тунгусского события отчасти вызвана отдаленностью Восточной Сибири и политическим хаосом, царившим в России в начале XX в., когда разрушилась царская империя и образовался Советский Союз. Поэтому исследование района катастрофы было отложено почти на 20 лет. Только в 1927 г. экспедиция под руководством Леонида Кулика, специалиста по метеоритам из Российской Академии наук, достигла Тунгуски. Когда Кулик добрался до места катастрофы, он увидел невероятную картину. Чудовищный взрыв повалил миллионы деревьев на площади в 2000 км<sup>2</sup>. Область вывала деревьев имела форму бабочки. Поверженные стволы были ориентированы радиально от центра, вблизи которого сохранились «телеграфные столбы» в виде одиноко стоящих обгоревших остатков леса. Ку-

### ОБ АВТОРАХ

**Энрико Бонатти** (Enrico Bonatti), **Лука Гасперини** (Luca Gasperini) и **Джузеппе Лонго** (Giuseppe Longo) уже много лет занимаются разгадкой тайны Тунгуски. Бонатти — профессор геодинимики Римского университета *La Sapienza* и сотрудник Обсерватории Земли Ламонта-Догерти Колумбийского университета. Гасперини — научный сотрудник Института морских исследований в Болонье. Лонго — профессор физики Университета в Болонье ([www-th.bo.infn.it/tunguska](http://www-th.bo.infn.it/tunguska)).



Поваленный лес



Зона взрыва



лик предположил, что все это было вызвано падением железного метеорита и начал искать образованный ударом кратер или фрагменты метеорита.

Кулик руководил и последующими тремя экспедициями на Тунгуску в конце 1920-х и в 1930-х гг. Но все эти и более поздние экспедиции не нашли ни четкого кратера от удара, ни кусочка от того тела, которое упало в этом районе. Отсутствие свидетельств на месте катастрофы привело к рождению различных гипотез. Например, в 1946 г. писатель-фантаст Александр Казанцев для объяснения за-

гадочной картины катастрофы предложил, что в атмосфере Земли взрывался корабль инопланетян. На протяжении нескольких лет

теория взрыва в воздухе получила научное подтверждение, и это ограничило дальнейшие спекуляции. Разрушение космического тела в атмосфере на высоте 5–10 км объясняет все особенности, обнаруженные на поверхности. Записи сейсмических обсерваторий наряду с размерами опустошений позволили ученым оценить высоту и энергию взрыва.

Отсутствие ударного кратера также подтверждает, что объект не мог быть прочным железным метеоритом, а был довольно хрупким объектом, таким как весьма редкие каменные астероиды или маленькие кометы. Российские ученые считают последнюю гипотезу более правдоподобной, т. к. комета состоит из частиц пыли и льда, и не может образовывать ударный кратер. Согласно другой теории, взрыв на Тунгуске был результатом быстрого сгорания метана, выделяющегося из болота.

### Лабораторные модели

В 1975 г. сейсмолог из Вейцмановского института в Реховоте (Израиль) Ари Бен-Менахем (Ari Ben-Menahem) проанализировал сейсмические волны, вызванные Тунгусской ката-

строфой, и вычислил, что энергия взрыва составила 10–15 мегатонн, что эквивалентно 1000 атомных бомб, сброшенных на Хиросиму.

С тех пор для проверки разных гипотез астрофизики создали множество численных моделей Тунгусского события. Наиболее популярным сейчас считается предположение о взрыве в воздухе каменного астероида. Модель Кристофера Чайбы (Christopher F. Chyba) и его коллег из Эймсовского исследовательского центра NASA, выдвинутая в 1993 г., предполагает, что астероид диаметром в несколько десятков метров взорвался на высоте нескольких километров. Сравнение эффектов ядерных испытаний в атмосфере с картиной вывала леса в тунгусской тайге подтверждает это предположение. (*Значительно раньше аналогичную теорию развили российские ученые — С.С. Григорян, В.А. Бронштэн и др. — Прим. пер.*)

Более поздние расчеты Н.А. Артемевой и В.В. Шувалова, сотрудников Института динамики геосфер в Москве, касались астероида такого же размера, испарившегося на высоте 5–10 км над Тунгуской. В этой модели образовавшиеся мелкие обломки и направленные вниз газовые потоки растекаются в атмосфере по большой площади. Однако эта модель не исключает возможности того, что фрагменты метеорового размера могут сохраниться

### ТУНГУССКОЕ СОБЫТИЕ

Многие ученые считают, что астероид (или комета) вошел в атмосферу Земли над Восточной Сибирью (карта на врезке вверху) и взорвался на высоте 5–10 км. Этот взрыв повалил примерно 80 млн деревьев на площади в 2 тыс. км<sup>2</sup>, что почти впятеро превышает площадь озера Тахо. Если взорвался астероид, то по оценкам ученых его диаметр должен был составлять 50–80 м. Найти остатки этого тела еще не удалось; возможно, оно разрушилось





после взрыва и упасть на землю вблизи эпицентра.

В конце прошлого года Марк Бослоу (Mark Boslough) и его группа из Национальной лаборатории в г. Сандия пришли к выводу, что Тунгусское событие могло быть вызвано значительно более мелким телом, чем думали ранее. Их моделирование на суперкомпьютере указывает, что масса падающего космического тела превращается в расширяющуюся струю высокотемпературного газа, движущуюся со сверхзвуковой скоростью. Модель показывает, что космическое тело вначале сжималось под действием сопротивления атмосферы. Когда тело проникло глубже в атмосферу, сопротивление воздуха привело к его взрыву, но струя горячего газа, сохраняя импульс, продолжала двигаться вниз. Эта струя перенесла энергию взрыва ближе к поверхности; поэтому Бослоу оценивает ее не в 10–20, а только в 3–5 мегатонн. Все эти теоретические модели только усилили наше стремление провести полевые работы на Тунгуске.

### Путешествие в Сибирь

Наше расследование Тунгусского события началось в 1991 г., когда один из нас (Лонго) принял участие в первой итальянской экспедиции к мес-

ту катастрофы для поиска оставшихся после взрыва микрочастиц, которые могли застрять в смоле деревьев. Позже мы наткнулись на две малоизвестные статьи русских ученых В.А. Кошелёва и К.П. Флоренского, где говорилось об их открытии небольшого озера Чеко примерно в 8 км от предполагаемого эпицентра взрыва. В 1960 г. Кошелёв предположил, что это озеро может быть ударным кратером, но Флоренский отверг эту идею: он считал, что озеро старше Тунгусской катастрофы, т.к. обнаружил на его дне рыхлые отложения толщиной 7 м.

Весть о том, что озеро Чеко находится так близко к эпицентру, еще больше подогрела наш интерес к организации туда экспедиции, поскольку донные отложения могли сохранить детали случившейся рядом катастрофы. Мы решили предпринять палеолимнологические исследования. Хотя мы мало знали об озере Чеко, но ожидали, что сможем найти на его дне ключ к Тунгусской загадке. Мы надеялись на него, как на «черный ящик» разбившегося самолета.

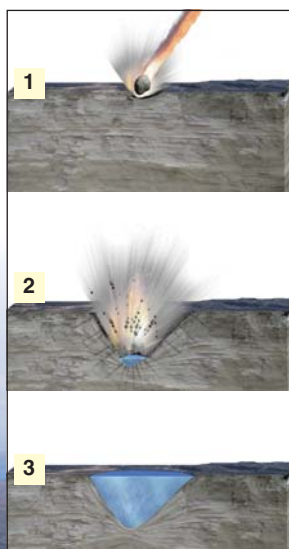
Прошло несколько лет, и вот мы уже летим над Россией в грузовом отсеке винтового самолета Ил-20М, бывшего воздушного разведчика эпохи «холодной войны». К этому времени у нас уже появилась не только

### ВИД ИЗ КОСМОСА

Если у вас есть доступ к сайтам *Google Earth* или *Microsoft Virtual Earth*, вы можете посмотреть на озеро Чеко (внизу), которое могло образоваться в результате Тунгусского события. Координаты этого места — 60° 57' 50,40" с.ш. и 100° 51' 36,01" в.д. Координаты эпицентра Тунгусского столкновения таковы: 60° 54' 59,98" с.ш. и 101° 56' 59,98" в.д.



достаточная финансовая поддержка, но и кооперация с исследовательскими группами из МГУ и Томского государственного университета (при помощи космонавта Георгия Гречко). Теперь мы были на пути к Тунгуске. Сначала большая часть итальянской группы с аппаратурой была доставлена на военную базу под Москвой, а затем отправлена в Красноярск, в Восточную Сибирь, где вместе с несколькими учеными из Томска мы пересели на огромный вертолет



### ОЗЕРО ЧЕКО РОЖДЕНО ТУНГУССКИМ СОБЫТИЕМ?

Авторы полагают, что оставшиеся после взрыва в атмосфере обломки ударились о поверхность и образовали озеро Чеко в ходе следующей цепи событий:

1. Обломок метрового размера, переживший взрыв, ударился о поверхность примерно в 8 км от эпицентра, вблизи реки Кимчу. Эллипсоидальная форма озера Чеко и его положение относительно эпицентра взрыва подтверждают, что фрагмент летел под углом 45° и ударился о землю со скоростью не более 1 км/с.
2. Появившаяся при ударе энергия растопила вечную мерзлоту, а выделившиеся газ и вода увеличили кратер до современного размера озера Чеко — примерно 300 × 500 м.
3. Отложения, принесенные за прошедшие годы водами реки Кимчу, образовали тонкий слой на дне озера.



**ОТСЛЕЖИВАЯ  
«ЗВЕЗДУ СМЕРТИ»**

Апофиз — астероид размером 300 м, имеет шанс 1:45000 упасть на Землю в 2036 г. Это маловероятное событие может опустошить часть нашей планеты. Поэтому некоммерческая организация «Планетное общество» (*Planetary Society*) намерена послать зонд для наблюдения за траекторией Апофиза, чтобы ученые смогли оценить степень угрозы от астероида и при необходимости решить, как изменить его траекторию. «Планетное общество» учредило приз в \$25 тыс. разработчику лучшего проекта слежения за астероидом. Победила компания *SpaceWorks Engineering* из Атланты, предложившая простой космический аппарат, названный *Foresight* («предвидение, предсмотрительность»). Этот зонд стоимостью \$140 млн должен выйти на орбиту вокруг астероида и передать о нем информацию. «Планетное общество» надеется найти деньги на постройку и запуск зонда *Foresight*.



Ми-26 (ранее принадлежавший военным). Долгие шесть часов мы сидели, прижавшись к нашему оборудованию, оглушенные газотурбинными двигателями летательного аппарата. И вот наконец мы добрались до далекой цели нашего путешествия в бескрайней тайге.

После того как вертолет облетел темные воды озера, он завис над болотистым берегом (который не годился для посадки), и мы спрыгнули вниз под проливной дождь. Бешено вертелись над нашими головами восемь лопастей вертолета, вызывая мощный ураган ветра и воды, стремящийся нас смести. Наконец удалось выгрузить наш тяжелый груз. Завывая, огромная машина поднялась вверх и оставила нас, мокрых и изнуренных, у кромки озера, и мы вдруг окунулись в глубокую тишину

сибирской природы. Дождь наконец прекратился, и мы почувствовали некоторое облегчение, но наш покой тут же был нарушен тучей прожорливых комаров, которые тут же набросились на нас, как бесчисленные эскадрильи крошечных пикирующих бомбардировщиков.

**Исследование местности**

Следующие два дня мы занимались обустройством лагеря, сборкой катамарана и проверкой оборудования. В своих исследованиях мы предполагали использовать разные приборы: эхолот, магнитометр, профилометр твердого дна, почвенный радар, отборники проб донных осадков, подводную телекамеру и несколько GPS-приемников, позволяющих членам группы определять свое положение с точностью до метра.

За две недели наша группа, непрерывно атакуемая тучами комаров и слепней, исследовала с катамарана все озеро. Главным образом мы изучали структуру придонных отложений. Остальные члены команды в это время выполняли свои задачи. Геофизик из Триестского университета Мишель Пипан (*Michele Piran*), продвигаясь вдоль 500-метровой береговой линии, с помощью почвенного радара составлял карту подповерхностных структур (некоторые деревья обнаружили на глубине 4 м). Геохимик из МГУ Евгений Колесников с коллегами рыл канавы в торфяных отложениях вблизи озера, с большим трудом преодолевая вечную мерзлоту; эта группа искала в слоях торфа химические индикаторы Тунгусского события. А Романо Сера (*Romano Serra*) из Болонского университета и Валерий Несветайло из Томского университета брали образцы из сердцевин стволов ближайших деревьев для изучения возможных аномалий в годовичных кольцах. Тем временем вернулся вертолет, доставивший нас в Красноярск, и, облетев весь район, выполнил аэрофотосъемку, чтобы мы могли сравнить новые снимки с теми, что 60 лет назад сделал Кулик.

Мы надеялись, что в осадках на дне озера найдутся свидетельства

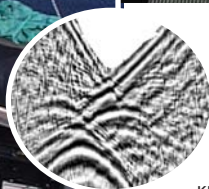
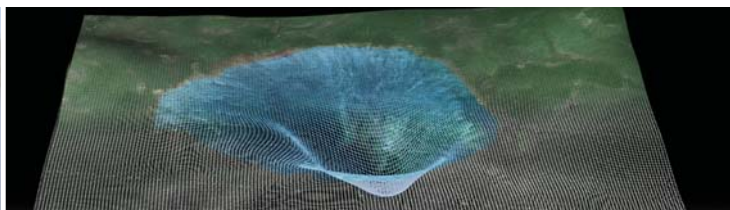
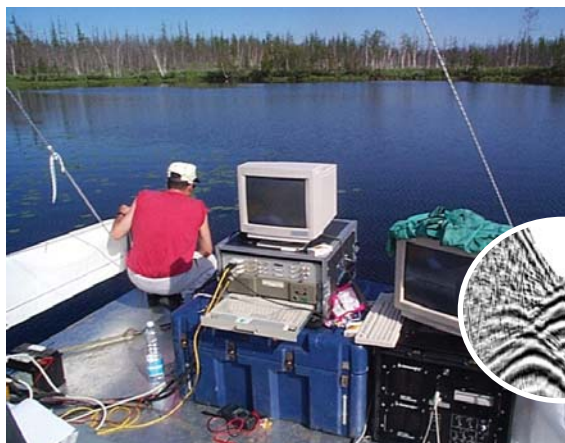
Тунгусского события. Просканировав несколько раз озеро с помощью акустического профилометра высокого разрешения, мы заключили, что отложения на дне озера имеют толщину более 10 м. Некоторые частицы отложений занесло в озеро ветром, но большую их часть принесла впадающая в озеро небольшая река Кимчу. Нам удалось определить, что прирост отложений от этого потока воды, который большую часть года остается замерзшим, не превышает нескольких сантиметров в год. Поэтому такой толстый слой отложений может означать, что озеро существовало еще до 1908 г.

С другой стороны, чем детальнее мы изучали водоем, тем больше недоумевали. Оказалось, что его дно круто уходит вниз, достигая в центре глубины в 50 м и напоминая воронку или перевернутый конус, а это не поддается объяснению. Если озеру тысячи лет, то оно должно иметь плоское дно, т.к. отложения должны его выравнять. Трудно объяснить воронкообразную форму дна при наличии процессов эрозии и накопления отложений, возникающих, когда небольшая река петляет по довольно плоской местности. Вся наша группа обсуждала эти вопросы вечерами, сидя под тентом от дождя и ужиная аппетитной русской кашей, щедро приправленной тушками мертвых комаров.

Вскоре наша экспедиция подошла к концу. В последний день все члены группы суматошно разбирали лодку, упаковывали оборудование и сворачивали лагерь. Когда в полдень следующего дня прилетел вертолет, мы, преодолевая созданный винтом ураган, поспешили загрузиться в зависшую машину, и это стало началом нашего возвращения домой.

**Важные находки**

Уже дома, в своей лаборатории в Италии, мы завершили обработку наших батиметрических данных, подтвердивших, что форма дна озера Чехо сильно отличается от остальных в Сибири — как правило плоских. Большинство озер образовалось



### ИЗУЧЕНИЕ ОЗЕРА ВЫЯВИЛО АНОМАЛИИ

После прибытия на Подкаменную Тунгуску авторы обследовали озеро Чеко, используя эхолот, установленный на катамаране (слева). Полученные данные показали, что профиль дна озера под слоем отложений похож на ударный кратер (цифровое изображение вверху). Эхолот обнаружил также нечто похожее на плотный объект метрового размера на дне кратера. Авторы собираются вернуться в этом году и выяснить, является ли этот объект фрагментом тела, взорвавшегося в воздухе в 1908 г.

при заполнении водой впадин, оставшихся после таяния вездесущих слоев вечной мерзлоты. А воронкообразная форма озера Чеко напоминает известные ударные кратеры такого же размера, например, кратер Одесса, образовавшийся 25 тыс. лет назад от удара небольшого астероида в том месте, где сейчас расположен город Одесса, штат Техас.

Мы все больше склоняемся к идее о том, что озеро Чеко — это заполненный водой ударный кратер. Но если оно образовалось как кратер от удара фрагмента Тунгусского космического тела, то его не было до 1908 г. Мы искали признаки того, что это небольшое озеро образовалось до катастрофы. Найти созданные до 1908 г. надежные карты этого почти ненаселенного района Сибири нелегко, но нам удалось обнаружить военные карты 1883 г., и на них нет озера. По свидетельствам местных эвенков, этого водоема до 1908 г. не существовало. Тогда как объяснить толстый слой отложений на дне? Наша эхолокация показала две различные зоны донных отложений: тонкий, толщиной примерно в 1 м, верхний слой из рыхлых, мелких осадков, характерных для спокойных отложений, лежит поверх нижнего нестратифицированного, хаотичного слоя.

Недавние исследования двух итальянских палеоботаников — Карлы Альберты Аккорси (Carla Alberta Accorsi) из Моденского университета и Луизы Форлани (Luisa Forlani) из Болонского университета — показали, что верхние слои осадков содер-

жат большое количество водорослей, но в нижних слоях этих растений вообще нет, а есть лишь большое количество пыльцы лесных деревьев. Это означает, что озерные отложения имеют толщину всего 1 м, что указывает на небольшой возраст озера. А до его образования здесь, на влажной почве, видимо, росли деревья.

С помощью подводной видеосъемки мы обнаружили наполовину прикрытые почвой остатки стволов деревьев в глубокой части озера. А высокочастотные звуковые волны, отраженные от некоторых зон, показали характерные «волосатые» изображения, которые могут указывать на остатки стволов и ветвей. Возможно, это следы уничтоженного ударом леса.

### Предполагаемая форма озера

Чтобы объяснить образование нижнего хаотичного слоя отложений, мы можем представить космическое тело, падающее в болотистую почву над слоем вечной мерзлоты толщиной в несколько десятков метров. Кинетическая энергия упавшего тела превращается в тепло и растапливает вечную мерзлоту; при этом начинается выделение в воздух метана и водяного пара. Все это увеличивает размер кратера примерно на четверть. В то же время удар разрушает уже существующую реку и переносит ее отложения на склоны ударного кратера, где позже наш эхолокатор покажет их как хаотические отложения.

Но наиболее захватывающим оказалось то, что тщательный анализ профилей эхолокации, сделанный нами для всего озера, выявил сильный акустический отражатель, расположенный на несколько метров глубже самой глубокой точки в центре озера. Возможно, это плотный каменный объект метрового размера. На это указывает и наш магнитометр, который как раз над данной точкой показал небольшую аномалию. А что если перед нами фрагмент Тунгусского тела?

Мы пытаемся это выяснить. В нынешнем году мы отправляемся в новую экспедицию, чтобы пробурить дно в центре озера и найти там плотный сейсмический отражатель. Мы надеемся, что 2008 г. — год столетия Тунгусской катастрофы — станет и годом разгадки этой тайны. ■

Перевод: В.Г. Сурдин

### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

■ The 1908 Tunguska Explosion: Atmospheric Disruption of a Stony Asteroid. C. F. Chyba, P. J. Thomas and K. J. Zahnle in *Nature*, Vol. 361, pages 40–44; January 7, 1993.

■ A Possible Impact Crater for the 1908 Tunguska Event. Luca Gasperini, F. Alvisi, G. Biasini, Enrico Bonatti, Giuseppe Longo, M. Pipan, M. Ravaioli and R. Serra in *Terra Nova*, Vol. 19, No. 4, pages 245–251; August 2007. [www.blackwell-synergy.com/doi/pdf/10.1111/j.1365-3121.2007.00742.x](http://www.blackwell-synergy.com/doi/pdf/10.1111/j.1365-3121.2007.00742.x)

ПОЛИТИКА



Джон Брум

# вопросы этики и изменение климата

Кладя на чаши весов наше экономическое процветание и изменение климата, за строгой нравственной оценкой мы обращаемся к экономистам

**Ч**то мы должны предпринять в отношении изменения климата? Наука, включая экономику, может помочь вскрыть причинно-следственные связи и разработать соответствующие мероприятия. Но что нам следует делать — вопрос этики, поскольку любой продуманный ответ должен учитывать противоречивость интересов разных людей. Для предотвращения климатических изменений некоторым людям, главным образом наиболее обеспеченным представителям современного общества, придется сократить выбросы парниковых газов, дабы спасти будущие поколения от возможного унылого существования в условиях более жаркого мира.

Изменение климата поднимает ряд этических вопросов. Как сегодня можно оценить благополу-

чие наших потомков, принимая во внимание, что они скорее всего будут иметь больше материальных благ, чем мы? Ведь многие могут погибнуть до того, как у них появятся дети. Климатические изменения не позволят им дать жизнь тем, кто мог бы появиться на свет при других условиях. Увеличивая количество парниковых газов совершают ли богатые люди акт несправедливости в отношении мира бедных? Как нам реагировать, зная о возможности мировой катастрофы?

Много нравственных вопросов можно решить, прибегая к здравому смыслу. Все мы в какой-то степени можем дать на них ответ. Например, практически каждый, за редким исключением, признает основной моральный принцип: не следует ничего делать себе во благо, если действие причинит вред другому человеку. Правда, иногда избежать негативных последствий не удается, или ущерб нанесен случайно. Но в любом случае вы должны выдать жертве компенсацию.

Волны резкого потепления, ураганы и наводнения, тропические болезни, которые распространятся при потеплении климата, унесут много жизней. Перераспределение выпадения осадков приведет к нехватке продовольствия и чистой питьевой воды. Массовое переселение, вызванное поднятием уровня моря и другими стихийными бедствиями, доведет многих до нищеты. Пока еще мало кто из эк-

## ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

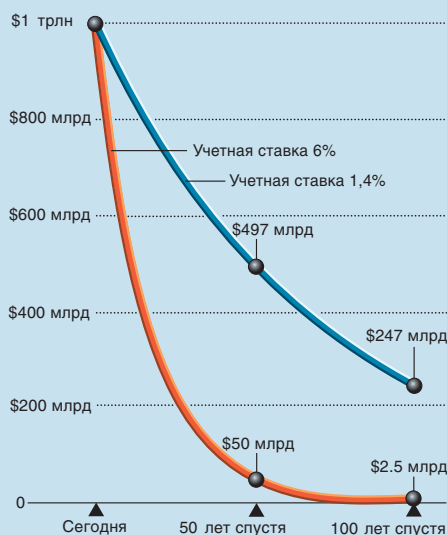
- Будущие поколения сильнее всего будут страдать от негативных последствий глобального изменения климата. Если к тому времени мировая экономика продолжит рост, то они будут жить богаче, чем мы.
- Современное поколение, обратившись за советом к экспертам-экономистам, должно определиться — либо серьезно уменьшить возможность будущего ущерба, либо предоставить более обеспеченным потомкам самим позаботиться о себе.
- Экономистам необходимо выбрать этическую позицию, чтобы сформулировать свои рекомендации.
- Даже самая малая возможность возникновения катастрофы в результате глобального потепления требует обсуждения конкретных этических вопросов.

КАК МНОГО МЫ ВКЛАДЫВАЕМ В ЗАБОТУ О БУДУЩЕМ?

Обычно экономисты оценивают потребительские товары будущего ниже, чем те, что мы получаем сегодня. Но насколько? Если учетная ставка равна 6% в год, товары стоимостью в \$1 трлн через год будут стоить лишь около \$940 млрд. Николас Штерн и Уильям Нордхаус, используя разные значения учетной ставки, пришли к большому расхождению в оценке товаров, доступных будущим поколениям.

**Как дисконтирование помогает оценить товары будущего**

На графике показано, как падает стоимость товаров, оцененных экономистами на сегодня в \$1 трлн, с течением времени и в зависимости от применяемой учетной ставки



Согласно Штерну, применившему учетную ставку 1,4%, благосостояние будущих поколений оценивается относительно высоко: через 100 лет — в \$247 млрд (сегодня — \$1 трлн). Штерн утверждает, что мир должен начать инвестировать 1% от общей стоимости своей продукции, или \$500 млрд, на сокращение парниковых выбросов



Нордхаус применил учетную ставку 6%, поэтому его оценка благосостояния будущих поколений получилась намного ниже, чем у Штерна. \$2,5 млрд (сегодня — \$1 трлн) вряд ли хватит для оправдания расходов на значительное уменьшение выбросов парниковых газов

спертов дал количественную оценку, но есть и некоторые статистические данные относительно размеров ущерба, который может быть нанесен будущим изменением климата. Было подсчитано, что европейская жара 2003 г. унесла 35 тыс. жизней. От наводнения 1998 г. в Китае пострадали 240 млн человек. По оценке ВОЗ, с 2000 г. ежегодные людские потери от стихийных бедствий достигают более 150 тыс.

В нашей повседневной жизни все мы причастны к выбросам парниковых газов. Сидя за рулем машины, пользуясь электричеством, совершая покупки, на производство или транспортировку которых была затрачена электроэнергия, мы приумножаем парниковый эффект. Таким образом, каждый из нас в целях своей выгоды причиняет ущерб другим. Возможно, сейчас мы ничего не можем изменить, а в прошлом не осознавали всей глубины проблемы. Но следуя элементарному моральному принципу, мы должны отказаться от

наносащих урон действий и возместить ущерб людям.

То, что нам следует сделать в отношении изменения климата, — не расчет выгоды и затрат. Предположим, вы уверены, что польза от бурной вечеринки для вас и ваших друзей перевешивает вред, причиненный вашим соседям, проводящим бессонную ночь. Однако из подобных рассуждений не вытекает, что ее нужно провести. Аналогично рассуждаем о промышленном проекте: он даст прибыль в ближайшем будущем, но парниковые газы нанесут ущерб людям спустя десятилетия. Даже если выгода превысит затраты, не значит, что проект следует продвигать, в нравственном отношении это неверно. Те, кто извлекает пользу, не должны перекладывать затраты на чужие плечи.

**Вопросы этики, затрат и выгоды**

Взвесив затраты и выгоды, мы не получим исчерпывающего ответа на вопрос, что делать в отноше-

нии изменения климата. Расходы на смягчение климатических изменений для нынешнего поколения — убытки, которые оно должно понести, чтобы сократить выбросы парниковых газов. Нам надо меньше пользоваться транспортом, оборудовать свое жилище исходя из экологических требований, потреблять меньше мяса — одним словом, жить скромнее. Польза состоит в том, что будущим поколениям не придется так сильно страдать от распространения пустынь, от потери домов во время наводнений, вызванных повышением уровня океана, от продовольственного голода и общего истощения природы.

Противопоставление выгоды одних и расходов других — вопрос этический. Но затраты и прибыль в отношении смягчения климатических изменений в большей степени оцениваются в экономических терминах, а экономисты умело справляются с подобной задачей в сложных случаях. Таким образом, они могут поработать на службе этике.

Этические основы экономической оценки затрат и выгоды были недавно изложены в основополагающем отчете *The Stern Review on the Economics of Climate Change*, подготовленном Николасом Штерном и его коллегами из Министерства финансов Великобритании. Они пришли к заключению, что гораздо выгоднее сократить выбросы парниковых газов, чем платить за понижение их концентрации. Отчет Штерна вызвал серьезную реакцию со стороны экономистов: некоторые считают, что в основе экономических выводов не должны лежать этические предпосылки. Также в обзоре приветствуются решительные и незамедлительные действия по контролю выбросов, в то время как в других исследованиях, например Уильяма Нордхауса (William Nordhaus) из Йельского университета, говорится, что в срочных мерах острой необходимости нет.

Оба вывода связаны. Оценка Штерна, исходящая из этических норм, принципиально отличается от таковой Нордхауса, поскольку он использует более низкую «учетную ставку». Обычно экономисты дают меньшую цену будущей продукции, чем настоящей: они заранее учитывают возможное повышение или понижение цен на данный продукт. Чем отдаленнее прогнозы, тем больше скидка. Учетный курс предназначен измерять, как быстро падает стоимость товара со временем (илл. на стр. 38). Нордхаус использовал дисконт приблизительно 6% в год, а Штерн — 1,4%. В итоге Штерн подсчитал, что продукция, стоящая сегодня приблизительно \$1 трлн, через столетие будет стоить \$247 млрд. Нордхаус ту же самую продукцию в 2108 г. оценил в \$2,5 млрд. Таким образом, Штерн оценивает любой уровень затрат и прибыли через 100 лет почти в 100 раз больше, чем Нордхаус.

Разница учетных ставок двух экономистов объясняет расхождение в их выводах. Большая часть расходов на контроль над климатическими изменениями должна быть реализована в ближайшем будущем,



В Шишмареве (Аляска) таяние вечной мерзлоты и прибрежного льда, защищавшего берег от штормов, в условиях быстро теплеющего климата вызвало сильное разрушение берега, и жители были вынуждены покинуть свои дома и переселиться на материк

и современное поколение должно пожертвовать частью своего потребления. Прибыль поступит в основном через 100 или 200 лет. Поскольку Штерн дал более высокую оценку прибыли, чем Нордхаус, он смог выделить больше средств на смягчение климатических изменений, чем его оппонент.

### Обеспеченное будущее

Почему вообще дисконтируется будущая продукция? В большинстве сценариев развития, связанных с изменением климата, учитывается рост мировой экономики. Следовательно, в среднем будущие поколения будут иметь больше товаров и услуг, чем мы. Чем больше товаров уже имеешь, тем меньшую ценность имеют последующие, отсюда логический вывод экономики — снижение стоимости. Одна ванная комната в доме — большое подспорье в вашей жизни, вторая — хоро-

шо, но не столь жизненно важно. Товар имеет убывающую предельную стоимость.

Существует и другая, чисто этическая причина снижения стоимости товаров, которыми обладают относительно богатые люди. В соответствии с этической теорией, известной как приоритаризм, выгоде (под которой здесь подразумевается увеличение индивидуального благосостояния), извлекаемой обеспеченными людьми, приписывается меньшая социальная значимость, чем такого же размера выгоде, будь она получена бедняками. Согласно другой теории — утилитаризму, выгода имеет одинаковое значение независимо от того, кому она принадлежит. Обществу просто следует стремиться к максимальному увеличению благосостояния всех его членов в целом — неважно, как оно будет распределено по группам населения.

### ОБ АВТОРЕ

**Джон Брум** (John Broom) — профессор нравственной философии в Оксфордском университете, научный сотрудник Корпус-Кристи-колледжа, ранее преподавал экономику в университете Бристоля. Член Британской академии наук, Королевского общества Эдинбурга, иностранный член Шведской королевской академии наук, обладатель гранта Леверхульмского общества специальных научных исследований. Автор ряда книг: *Weighing Goods*; *Counting the Cost of Global Warming*; *Ethics out of Economics and Weighing Lives*.

Что должна представлять собой учетная ставка? Что влияет на скорость снижения стоимости товара с продвижением времени в более отдаленное будущее? Прежде всего факторы неэтического плана. Среди них темп экономического роста, который показывает, насколько обеспеченнее будут жить люди, и насколько меньшую прибыль они будут извлекать из дополнительной продукции в будущем по сравнению с нами, если бы у нас было производство тех же товаров. Высокие темпы роста способствуют установлению высокой учетной ставки.

Однако прослеживается зависимость и от этических факторов. Как оценить прибыль будущих, более богатых людей по сравнению с нашей? С позиций приоритаризма — меньшей величиной, чем настоящую, поскольку наши потомки будут состоятельнее нас. С позиций утилитаризма оценки должны иметь одинаковое значение. В первом случае получается относительно высокая учетная ставка, во втором она ниже.

Споры между сторонниками теорий приобретают любопытный и даже острый характер. Обеспеченные люди очень часто рассуждают о неравенстве, когда речь заходит о том, чем они должны пожертвовать ради бедных. Но говоря о будущем, мы размышляем, чем

мы, относительно бедные, должны поступиться для пользы будущих, относительно богатых, поколений. Обычно последователи приоритаризма предъявляют больше требований к развитым странам, чем их умеренные оппоненты.

### Временное расстояние

На выбор учетной ставки влияет еще одно этическое соображение. Некоторые философы полагают, что мы должны больше заботиться о тех, кто будет жить ближе к нам во времени, чем о поколениях отдаленного будущего. С их точки зрения, следует понизить величину оценки их благосостояния только потому, что это будущее. Такая позиция дисконтирования в чистом виде подразумевает, что смерть десятилетнего ребенка через 100 лет не столь важна, как сегодня. Противоположный взгляд заключается в том, что мы должны быть беспристрастны ко времени, одна только дата не может влиять на оценку важности произошедшего. В первом случае учетная ставка оказывается относительно высокой, во втором — ниже.

Таким образом, чтобы правильно определить учетную ставку, экономисты должны ответить по крайней мере на два этических вопроса: какую из позиций нам следует принять — приоритаризма или утилитаризма; стоит ли нам прибегнуть

к дисконтированию в чистом виде или быть беспристрастным ко времени?

Такие непростые нравственные вопросы поднимают сложные философские темы. Философский подход сочетает строгую аналитическую аргументацию и интуитивное этическое восприятие. Аргументы в нравственной философии редко бывают убедительны отчасти потому, что интуиция каждого из нас взаимно непоследовательна. Как философ я могу только судить об истине настолько хорошо, насколько могу, и представить все мои лучшие доказательства в пользу моих суждений. Размер статьи не позволяет мне привести все доводы, но я пришел к выводу, что приоритаризм ошибочен, и что нам следует быть беспристрастными ко времени. Для более детального рассмотрения читайте главу 10 в моей книге *Weighing Goods* (1991) и раздел 4.3 в моей книге *Weighing Lives* (2004).

### Рыночные учетные ставки?

Штерн руководствуется теми же самыми умозаключениями. Поскольку в них прослеживается тенденция к принятию низкой учетной ставки, то в его экономических моделях она была выведена со значением 1,4%. Отсюда практический вывод: миру необходимы экстренные меры по контролю над изменением климата.

## КАК ИЗМЕРИТЬ КАТАСТРОФУ?

Само изменение климата затрагивает более важные и трудные этические вопросы, чем определение соответствующей учетной ставки. Один из них — возможность возникновения катастрофы. Межправительственный комитет по изменению климата (IPCC) опубликовал итоги нескольких исследований, в которых рассматривается, как поднимется температура в конце длительного периода, если парниковые газы атмосферы достигнут концентрации 550 ppm CO<sub>2</sub>-eq (уровень, ожидаемый через несколько десятилетий). Большинство расчетов с вероятностью в 5% и более показывают увеличение свыше 8° C. Разрушения, вызванные таким подъемом температуры, могут быть самыми непредсказуемыми, вплоть до вымирания всего человечества. Любое происшествие подобного рода может оказаться катастрофическим даже при малой вероятности его возникновения, величина его последствий может превысить все вычисления ущерба, наносимого климатическими изменениями. На повестке дня стоит разработка показателей возможных разрушений, хотя это очень сложная этическая проблема. Например, может произойти преждевременная смерть миллиардов людей. Нам надо попытаться оценить с этической точки зрения,

насколько плохо для человека умереть в раннем возрасте. Такой подход может показаться жестоким, но стоимость человеческой жизни уже признается как неперемный элемент государственной политики. Так, ВОЗ разработал меру «бремени болезни» — ущерба, нанесенного человеку заболеванием, в том числе приведшим к смерти. ВОЗ уже применяет ее для оценки ущерба, вызванного изменением климата.

Если род людской станет вымирать или придет в полный упадок, огромное число людей, которое при других обстоятельствах существовало бы, исчезнет. Отсутствие такого человеческого потенциала представляется чудовищным. Но тут мы оказываемся в тупике. Если небытие — ущерб, то такой, от которого некому страдать, так как никого нет. Как он может существовать?

Некоторые философы полагают, что не может быть такого ущерба. Другие считают, что будущее человечество может понести чрезвычайно большие потери. Однако в таком случае они должны выразить их в количественном измерении.

Данный вопрос остается на практике одним из самых тяжелых и спорных. Но пока не найден удовлетворительный ответ, невозможно должным образом оценить разрушительную силу изменения климата.



Многие оппоненты Штерна вообще отвергают какую-либо этическую позицию, хотя склонны принять более высокий процентный курс. Как я уже объяснял, верная учетная ставка зависит от этических соображений. Непонятно, как экономисты могут судить об учетной ставке, не принимая никакой этической позиции. Они исходят из условий денежного рынка, где деньги будущего обмениваются на нынешние, и наоборот, принимая в качестве процентных ставок, установленных людьми, процентные ставки денежного рынка. Но как это может быть оправдано?

Прежде всего стоимость некоторых товаров определяется вкусом людей, что выявляет рынок. Относительная цена яблок и апельсинов зависит от пристрастий потребителей. Однако стоимостное выражение благосостояния будущих людей не может определяться вкусовыми склонностями.

Я сомневаюсь, что денежный рынок вскроет этические суждения по поводу величины будущего благосостояния. Известно, что когда люди занимают или дают займы, они обычно придают меньшее значение своему состоянию в будущем, чем в настоящем.

Однако вряд ли большинство из нас столь безрассудны, чтобы оценить свое материальное положение в старости меньше, чем в юности. Вместо того чтобы стремиться к сиюминутной выгоде, нам хорошо бы задуматься о своем будущем. Очевидно, что наша нетерпеливость непременно подавит любые высокие мотивы сделать выбор в пользу процветания будущих поколений.

Однако выступая в защиту высоких побуждений, предположим, что рыночное поведение людей вполне отражает их оценку. Как в таком случае экономистам оправдать провозглашение этически нейтральной позиции и определить учетную ставку, принимая в расчет рынок? Критики Штерна заявляют о высоких демократических принципах и порицают его самонадеянные



Чрезвычайно сухая погода и отвод воды на орошение превратили этот бывший водоем в Китае в пустыню

попытки навязать свои этические взгляды другим.

Однако демократия требует споров, обсуждений и голосования. Экономисты, даже Штерн, не могут навязать своих убеждений — они могут давать рекомендации и отстаивать их. Для определения правильной учетной ставки необходима строгая научная база, а мы, члены общества, не можем ничего сделать без совета экспертов. Задача экономистов в демократическом процессе — разработать такую теоретическую основу, дать лучшие рекомендации, подкрепленные солидной аргументацией. Им следует с готовностью вступить в споры друг с другом по поводу этического содержания сделанных выводов. А мы как члены современного общества должны принять решение, опираясь на мнение экспертов. Без их помощи наш выбор окажется не-

обоснованным и практически бесполезным.

Раз мы решили идти путем демократии, общество должно действовать. Рекомендации экономистов — вклад, а не результат демократического процесса.

Этические представления не могут быть отвергнуты при определении учетной ставки. Изменение климата поднимает также ряд других кардинальных вопросов. Один из них — его катастрофические последствия (*врезка на стр. 40*). Необходима серьезная этическая проработка, чтобы понять, на какие жертвы нам следует пойти для смягчения климатических изменений. Многие еще до сих пор не сделано. Мы столкнулись как с научными, так и с этическими проблемами, и нам нужно работать, чтобы разрешить их. ■

#### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

- Rational Behavior and Bargaining Equilibrium in Gamea and Social Situations. John C. Harsanyi . Cambridge University Press. 1977.
- Managing the Global Commons: The Economics of Climate Change. William D. Nordhouse. MIT press, 1994.
- A Review of the Stern Review on the Economics of Climate Change. Martin L. Weitzman in Journal of Economics Literature, Vol. 45, No 3, pages 703-724; September 2007.
- Climate Change 2007. Fourth Assessment Report of Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, 2007/
- Available at [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch)
- Stern Review on the Economics of Climate Change. Nicholas Stern at al. Cambridge University Press. 2007. Available at [www.hm-treasury.gov.uk/independent\\_reviews/stern\\_review\\_economics\\_climate\\_change/stern\\_review\\_report.cfm](http://www.hm-treasury.gov.uk/independent_reviews/stern_review_economics_climate_change/stern_review_report.cfm)

Карл Циммер



# ЧТО ТАКОЕ ВИД?

Сегодня ученые бьются над решением этого вопроса, как и сто лет назад. Правильное определение понятия «вид» имеет не только огромное теоретическое значение: оно может существенно изменить список исчезающих животных и растений, а также позволит прогнозировать вспышки неизвестных инфекционных болезней

JUSTINE COOPER; CANIS INSETS: W. PERRY COAWAY, Corbis (left); ALGONQUIN PARK MUSEUM (center); RICHARD HAMILTON SMITH Corbis (right);



По ночам природный парк Алгонкин в провинции Онтарио (Канада) нередко оглашается заунывным волчьим воем. При везении можно сфотографировать и мчащуюся сквозь лесную чащобу стаю волков. Но если показать снимки зоологам и спросить у них, животные какого вида запечатлены на них, ответы могут быть самыми разными.

В XVIII в. европейские натуралисты присвоили волкам, обитающим в Канаде и на востоке США, название *Canis lycaon* (лесной восточный волк): они сочли, что эти звери слишком сильно отличаются от обыкновенных, или серых, волков (*Canis lupus*), населяющих Европу и Азию. Но в начале XX столетия североамериканские ученые решили,

что на самом деле выделять *Canis lycaon* в особый вид никаких оснований нет. Несколько лет назад, когда канадские биологи изучили ДНК волка, все вернулось на круги своя. По их мнению, серые волки обитают в Америке только на западе США, а их сородичи, живущие в Канаде и на востоке США, относятся к особому виду — *Canis lycaon*.

Многие зоологи не видят достаточных оснований для разделения *Canis lupus* на два вида. Однако приверженцы обеих точек зрения согласны с тем, что благодаря инбридингу (близкородственному скрещиванию) яркая «индивидуальность» алгонкинских волков в последнее время сильно поблекла. С *Canis lycaon* начали интенсивно скрещиваться широко распространенные к востоку койоты (еще один вид хищников из рода *Canis*). В результате сегодня значительная часть восточных койотов являются носителями ДНК волка (и наоборот). А у западных границ своего ареала представители *C. lycaon* вовсю скрещиваются с серыми волками.

Таким образом, даже если в прошлом *C. lycaon* и представлял собой отдельный вид, можно ли считать его таковым и в наши дни? По мнению многих современных ученых, видом следует называть популяцию животных, чьи члены скрещиваются главным образом между собой, что делает данную группу генетически обособленной от других видов. В случае же волков и койотов провести сегодня такую четкую межвидовую границу не так просто.

Развернувшиеся между исследователями дебаты касаются не толь-

ко систематического положения и названий животных. Волков, обитающих на юго-востоке США, американские ученые считают отдельным видом — *Canis rufus* (рыжий волк). Для того чтобы спасти этих зверей от вымирания, они развернули грандиозную программу, включающую разведение животных в условиях неволи и их последующую реинтродукцию в дикую природу. Однако, по мнению канадских зоологов, рыжий волк — всего-навсего изолированная южная популяция *C. lycaon*. А если так, то ни о какой необходимости спасения этих зверей говорить не приходится — ведь Канаду населяют тысячи точно таких же животных!

### Систематическая неразбериха

Бесконечные споры систематиков о том, является ли та или иная группа организмов особым видом, у непосвященного человека могут вызвать лишь недоумение и зевоту. Ведь если уже давным-давно существуют латинские названия сотен тысяч видов живых существ, то должны быть и строгие правила идентификации и обозначения видов! За последние несколько столетий биологи описали и присвоили названия примерно 1,8 млн видам живых организмов. Однако по поводу самого понятия «вид» споры не утихают уже много десятилетий. «Среди современных биологов нет единого мнения насчет того, что следует считать и называть видом», — говорит сотрудник Университета Южной Юты Джонатон Маршалл (Jonathon Marshall).

### ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

- Первые систематики идентифицировали виды на основании таких внешних признаков, как, например, наличие у организмов плавников или перьев. В XX в. понятие «вид» претерпело существенные изменения: этим термином стали называть совокупность особей, способных к скрещиванию.
- Современные исследователи оценивают биологическое разнообразие, изучая ДНК живых существ. Анализ ДНК помогает им лучше понять процесс образования новых видов.
- Научные споры, связанные с понятием «вид», далеки от завершения. Правильная классификация живых организмов может привести существенные изменения в список исчезающих животных и растений.



## НАРОДНАЯ МУДРОСТЬ

Коренные жители многих стран мира и по сей день обозначают и классифицируют животных и растения исключительно на основании внешних признаков. Точно так же поступали и систематики даже после создания Карлом Линнеем основ современной классификации организмов

В современной литературе имеется не менее 26 определений данного понятия.

Более того, в последнее время разногласия ученых по этому поводу лишь усиливаются — ведь сегодня они знают о возникновении новых форм жизни гораздо больше, чем в начале дискуссии. Сравнительно недавно биологи идентифицировали новые виды лишь по внешнему виду и внутреннему строению организмов (наличию у них плавников, перьев, волос и т.д.). Сегодня они научились расшифровывать геномы, выявляя тем самым скрытые от глаз основы биологического разнообразия.

## ОБ АВТОРЕ

**Карл Циммер** (Carl Zimmer) — автор многочисленных статей, посвященных проблемам эволюции, в таких крупных периодических изданиях, как *New York Times* и *National Geographic*

Люди начали присваивать видам названия задолго до появления науки. Для того чтобы охотиться на животных, им нужно было договариваться, о какой добыче идет речь. Систематика (таксономия) — раздел биологии, посвященный описанию и обозначению существующих и вымерших на планете живых существ — возникла в XVII столетии, а в следующем веке во многом благодаря работам шведского натуралиста Карла Линнея превратилась в серьезную биологическую дисциплину. Линней разработал систему распределения живых организмов по группам, каждая из которых состоит из более мелких группировок. Так, современный человек (*Homo sapiens*) относится к роду *Homo*, входящему в состав отряда приматов, который в свою очередь является одной из групп крупного класса млекопитающих. Шведский ученый считал, что на Земле существует столько видов, сколько их было создано во времена «творения мира».

Предложенная Линнеем система классификации и обозначения видов двойными латинскими названиями предельно упростила работу систематиков, но во многих случаях их попытки провести четкую границу между похожими группами организмов по-прежнему оставались безуспешными. Так, близкие виды животных (например, мышей), имеющие перекрывающиеся ареалы, нередко свободно скрещиваются друг с другом, а в таком случае возникает закономерный вопрос, как же следует называть их гибридное потомство?

Не меньшая путаница сложилась и «внутри» многих видов. Белые куропатки, обитающие в Ирландии, значительно отличаются окраской оперения от своих шотландских сородичей, а те — от куропаток, живущих в Финляндии. Ученые уже долгие годы спорят о том, принадлежат ли

эти птицы к разным видам или же представляют собой разновидности (подвиды) одного и того же вида.

Генетические различия между видами биологи начали изучать лишь на заре XX в. Результаты исследований заставили их во многом пересмотреть свои представления о виде. Они поняли, например, что своим существованием каждый вид в первую очередь обязан наличию неких естественных барьеров, препятствующих его скрещиванию с другими. Скрещивание приводит к обмену генетической информацией между особями, но благодаря существованию репродуктивных барьеров данные особи (и их гены) остаются «внутри» вида. В качестве примеров репродуктивных барьеров можно назвать различные сроки размножения животных, особенности брачного поведения или просто «несовместимость» их ДНК.

Возникновение репродуктивных барьеров нередко связано с пространственной изоляцией животных. Часть представителей какого-нибудь вида (популяция) становится неспособной скрещиваться с остальными представителями своего вида — например в результате разобщения видового ареала после прохождения ледника. В изолированных популяциях появляются новые гены, причем некоторые из них порождают различия, приводящие к нескрещиваемости представителей двух популяций. За сотни тысяч лет возникает такое множество репродуктивных барьеров, что изолированные популяции в конце концов становятся разными видами.

Такая теория видообразования породила и новые представления. Немецкий орнитолог Эрнст Майр во всеуслышание заявил, что вид — это не условная научная категория, а реально существующая целостность, как горы или люди. В 1942 г. ученый определил вид как генный пул, назвав его совокупностью популяций особей, способных скрещиваться друг с другом с образованием плодovитого потомства и не способных к такому скрещиванию с представителями других популяций. Это

определение, называемое сегодня биологической концепцией вида, на долгие годы вошло во все учебники биологии.

Со временем, однако, все большему числу ученых концепция Майра начала казаться неудовлетворительной. Биологам, например, стали известны виды, которые обладают значительными внешними и внутренними различиями, но при этом успешно скрещиваются между собой. Так, сравнительно недавно в Мексике были открыты два вида обезьян, отделившихся от общего предка примерно 3 млн лет назад, представители которых регулярно скрещиваются друг с другом и дают плодовитое потомство. Можно ли считать животных, обладающих столь сильным пристрастием к сексу друг с другом, двумя разными видами?

И уж совсем не вписываются в рамки биологической концепции вида животные, в чьей жизни секс напротив не играет никакой роли. Так, подсолнухи в Северной Америке существуют изолированными популяциями, и гены крайне редко переходят от одной группы к другой. Если следовать концепции Майра, то каждую такую популяцию придется считать отдельным видом. Или, например, микроскопические примитивные животные — коловратки бделлоиды (группа *Bdelloidea*), живущие в разных морях планеты. Большинство видов коловраток размножаются половым способом, но бделлоиды отказались от спаривания еще 100 млн лет назад. Эти организмы представлены исключительно самками, способными размножаться без участия самцов и мужских половых клеток. Согласно дефиниции вида, бделлоидные коловратки в таком случае вообще видом не являются, что бы это ни значило.

**Бесполовая концепция**

Подобные несоответствия побудили многих ученых начать поиски новых определений вида. Одни из самых сильных противников Майра — сторонники так называемой филогенетической концепции вида — исключили из нее даже упоминание

**ЖИВОЙ МИР ПО ЛИННЕУ**

Основы современной систематики были заложены в XVIII в. великим шведским натуралистом Карлом Линнеем. Учитывая присущие организмам признаки, он распределил всех живых существ по определенной системе иерархически соподчиненных групп — от царств до видов

Менее специфические признаки

Более специфические признаки

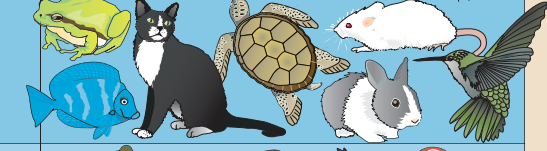
**Царство – Животные**

Подвижные многоклеточные организмы, питающиеся готовыми органическими веществами (гетеротрофный тип питания)



**Тип – Хордовые**

Животные с лежащей над кишкой гибкой скелетной осью (хордой) (гетеротрофный тип питания)



**Класс – Амфибии (земноводные)**

Холоднокровные четвероногие животные, размножающиеся в воде, но часть жизни проводящие на суше



**Отряд – Бесхвостые**

Амфибии с коротким туловищем, редуцированным (у взрослых животных) хвостом и прыгательными задними конечностями



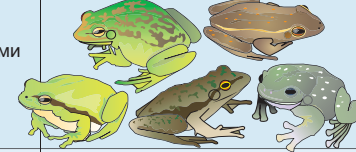
**Семейство – Квакши**

Бесхвостые амфибии, внешне похожие на лягушек и отлично приспособленные к древесному образу жизни



**Род – Литория**

Квакши с горизонтальными зрачками глаз



**Вид – Литория коралловопалая**

Литория с красноватой окраской внутренней стороны бедер



**Однако...**

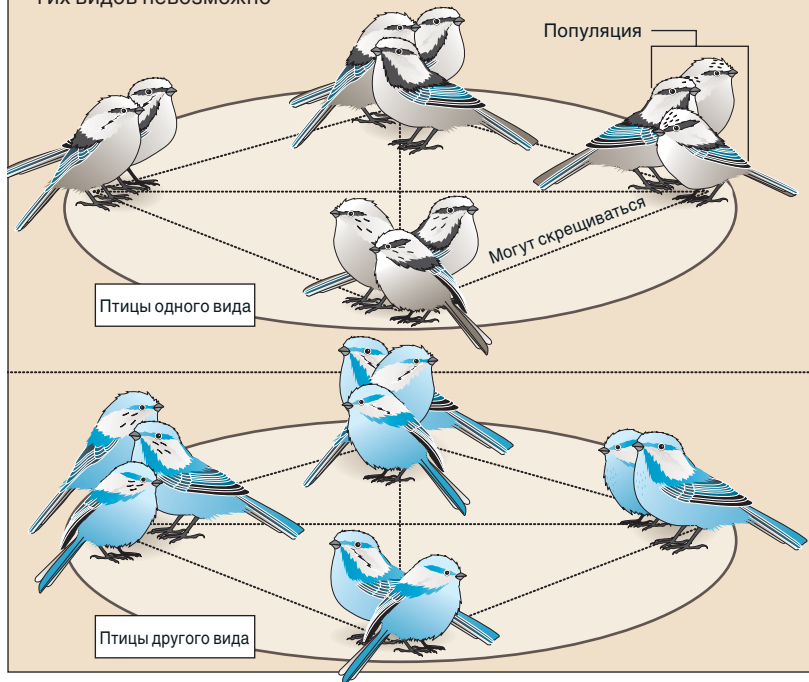
При идентификации видов натуралисты нередко сталкиваются со значительными трудностями. Так, шотландские белые куропатки (справа) отличаются окраской оперения от своих сородичей, обитающих в Финляндии (слева). Система Линнея не поясняет, достаточно ли такое различие для разделения белой куропатки на два вида



LUCY READING-IKKANDA (illustrations); CHRISTOPHE SIDAMON-PESSON/BIOSPOTO Peter Arnold, Inc. (Finnish willow ptarmigan); M. LANE Peter Arnold, Inc. (Scottish willow ptarmigan)

**БИОЛОГИЧЕСКАЯ КОНЦЕПЦИЯ ВИДА**

Вид — основную структурную единицу в биологической систематике — нередко определяют как совокупность особей, обладающих сходным генотипом. Согласно биологической концепции вида, представители одного и того же вида способны скрещиваться друг с другом с образованием плодородного потомства, а их успешное скрещивание с представителями других видов невозможно



**Однако...**

Некоторые организмы (например, коллатки бделлоиды) размножаются только бесполом способом. А два вида ревунов (на фото внизу), возникшие примерно 3 млн лет назад от общего предка, нередко скрещиваются между собой и дают плодородное потомство

Колумбийский ревунок



Гватемальский ревунок

о «сексе», а вместо этого поставили во главу угла общность происхождения живых существ.

Родственные организмы обладают одинаковыми признаками, т.к. они происходят от общего предка. Люди, жирафы и летучие мыши ведут свое происхождение от неких древних млекопитающих, поэтому все они выкармливают своих детенышей молоком, а их тело покрыто волосами. Люди произошли от тех же самых животных, что и прочие приматы. От этих древних прародителей все приматы унаследовали противопоставляемые большие пальцы, обращенные вперед глаза и другие характерные для них признаки. Сужая круг общих предков, ученые выделяют все более мелкие группировки организмов. Однако такое дробление живого мира имеет границы: в конце концов группировки становятся настолько «однородными», что их дальнейшее расчленение невозможно. Согласно филогенетической

концепции вида, данные группировки и представляют собой виды.

Филогенетическую концепцию вида особенно охотно взяли на вооружение исследователи, горевшие желанием идентифицировать виды, а не просто их созерцать. Идентифицировать — значит найти такую группу организмов, которым всем присущ ряд общих, четко выраженных признаков. Исследователи наконец перестали зависеть от столь скользкой характеристики, как репродуктивная изоляция. Недавно, например, в особый вид были выделены дымчатые леопарды, обитающие на острове Калимантон — их «отграничили» от дымчатых леопардов, населяющих Южную Азию. Все островные звери обладают рядом признаков (например, темной окраской меха), отсутствующих у их континентальных сородичей.

По мнению некоторых оппонентов филогенетической концепции вида, процесс «дробления» видов за-

шел сегодня слишком далеко. «Проблема в том, что не существует никаких естественных ориентиров, которые могли бы подсказать ученым, где следует остановиться, — говорит Джорджина Мейс из Лондонского имперского колледжа. — Теоретически вполне достаточно одной-единственной мутации, чтобы назвать видом даже небольшую группу организмов. А потому разбивать его на мелкие части — довольно глупое занятие».

**Выход есть!**

Несколько лет назад биолог из Смитсоновского института Кевин де Кейрос (Kevin de Queiroz), устав от бесконечных споров систематиков, заявил, что дебаты по поводу вида зашли слишком далеко. «Похоже, ученые попросту потеряли чувство реальности», — отмечает он.

По мнению де Кейроса, во многом дискуссии ведутся не по существу вопроса, а скорее связаны с образо-

LUCY READING-IKKANDA (illustration); BEN STECHSHULTE (Zimmer); THOMAS AND PAT LEESON Photo Researchers, Inc. (A. pigra); D. TIPLING Peter Arnold, Inc. (A. palliata)

вавшейся вокруг него неразберихой. «Такая путаница и яйца выеденного не стоит», — замечает биолог. Большинство современных концепций вида фактически признают одни и те же общие положения. Все они, например, сходятся на том, что вид — это обособленная эволюционирующая линия живых организмов. Для де Кейроса в этом и состоит суть данного понятия. В основном споры ведутся не по поводу его самого, а вокруг способов идентификации новых видов. Ученый полагает, что в разных случаях наиболее эффективными оказываются различные методы. Например, сильная репродуктивная изоляция — достаточное условие для того, чтобы считать некую популяцию птиц отдельным видом. Но такой критерий — далеко не единственный. В случае оставивших половое размножение коловраток из отряда *Bdelloidea* исследователи должны использовать иные подходы.

Точки зрения де Кейроса придерживаются и многие другие ученые. Биолог из Университета Восточной Каролины Джейсон Бонд (Jason Bond) использовал такой подход при изучении загадочных калифорнийских пауков из рода *Promyrmekiaphila*. Систематики уже долгие годы пытаются определить, сколько видов насчитывает этот род членистоногих. Систематизировать их общепринятыми методами не удастся — настолько сильно они похожи. Специалисты, тем не менее, подозревали, что пауки образуют сильно изолированные популяции: далекие путешествия от родных мест обитания они обычно не совершают.

Для идентификации видов Бонд и его коллега Эми Стокман (Amy Stockman) использовали методы, разработанные Темплтоном. Они обстоятельно ознакомились с эволюционной историей рода *Promyrmekiaphila*, провели оценку обмена генов между популяциями и изучили экологическую роль животных. Для выяснения эволюционной истории рода Бонд и Стокман определили нуклеотидную последовательность сегментов двух генов 222 пауков из

78 различных регионов Калифорнии. Они изучали их ДНК на наличие генетических маркеров, которые показывали степень родства между животными. Оказалось, что эволюционное древо пауков состоит из нескольких обособленных линий.

Для выявления обмена генов между популяциями Бонд и Стокман провели поиск вариантов генов в различных группах пауков. И, на-

конец, они изучили климатические условия, в которых жила каждая группа. В результате было идентифицировано шесть видов животных, удовлетворяющих всем критериям исследования, что вдвое больше, чем было принято считать до сих пор.

Подобные подходы позволяют биологам изучать организмы, «не вписывающиеся» в рамки существ-

### ФИЛОГЕНЕТИЧЕСКАЯ КОНЦЕПЦИЯ ВИДА

Филогенетическая концепция вида — порождение качественно нового подхода к классификации жизненных форм, получившего название филогенетической систематики. В отличие от системы Линнея, филогенетическая систематика учитывает эволюционную историю организмов. Полностью отказавшись от критерия скрещиваемости популяций, она рассматривает каждый вид как совокупность всех организмов, имеющих общего предка с представителями других видов, но отличающихся от них рядом специфических, вновь приобретенных признаков. Филогенетическое древо («древо жизни») показывает, насколько сильно отошли те или иные виды от общего предка после приобретения ими признаков, отсутствующих у предковых форм. На схеме внизу перечислены некоторые из признаков, приобретенных в процессе эволюции рыбами и наземными позвоночными



#### Однако...

Некоторые критики упрекают систематиков-филогенетиков в чрезмерной категоричности. Так, например, дымчатые леопарды, обитающие на о. Калимантан, недавно были выделены в особый вид лишь благодаря темной окраске меха и некоторым другим внешним признакам. По мнению многих ученых, этого явно недостаточно, чтобы обособлять этих зверей от дымчатых леопардов, живущих в Южной Азии

## УНИФИЦИРОВАННЫЙ ПОДХОД

Неразбериха с понятием «вид» побудила некоторых ученых к созданию классификации живых существ, учитывающей как их эволюционную историю, так и молекулярные, экологические, поведенческие и биологические характеристики. Так, Джейсон Бонд из Университета Восточной Каролины провел всестороннее исследование пауков из рода *Proturtekia* (вверху). Он изучил эволюционную историю, экологическую роль и нуклеотидную последовательность ДНК 222 пауков из 78 различных регионов Калифорнии. Анализ полученной информации позволил исследователю разделить род на шесть видов.



вующих концепций вида. С точки зрения биологической концепции вида, не подлежат видовой идентификации «бесполое» коловратки бделлоиды. Но Тим Барраклоу (Tim Barraclough) и его сотрудники из Лондонского имперского колледжа решили изучить этот вопрос иными методами. Они определили нуклеотидную последовательность ДНК животных и воссоздали их эволюционное древо. Оказалось, что оно имеет всего несколько длинных ветвей, каждая из которых заканчивалась густым пучком из коротких веточек. Затем исследователи изучили коловраток, представленных каждой из этих веточек, и обнаружили, что все они обладают строго определенной формой тела. Иными словами, разнообразие коловраток оказалось подлинным фактом: животные образуют своего рода кластеры, служащие, по-видимому, результатом приспособления отдельных линий к различным экологическим нишам. А если эти кластеры не являются видами, то как их в таком случае следует называть?

## В мире микробов

Объектами большинства исследований, посвященных понятию «вид», были растения и животные. Однако современным ученым отлично известно, что фантастическим разнообразием обладает и невидимый миру глаз микробов. Кроме того микробы уже долгие годы остаются неразрешимой загадкой для всех, кто пытается понять природу вида.

Когда в XIX в. микробиологи начали присваивать названия изучаемым ими существам, они, в отличие от зоологов и ботаников, не имели возможности исследовать строение конечностей или цветков. Микробы (особенно бактерии) обладают поразительным внешним сходством. Часть из них имеет форму палочек, а другие — крошечных шариков. Для того чтобы различить две палочковидные бактерии, микробиологам приходится изучать их метаболизм. Одни микробы, например, питаются лактозой, а другие нет. Подобные особенности и позволили микробиологам идентифици-

ровать кишечную палочку, холерный вибрион и многие другие виды микроорганизмов. Но, в отличие от растений и животных, у бактерий отсутствует половое размножение: они попросту делятся надвое. А потому в рамки биологической концепции вида многие микробы не вписываются.

Ситуация стала еще более запутанной, когда ученые начали анализировать ДНК микробов. Они пытались определять различия между ними, сравнивая небольшие фрагменты ДНК, и к своему удивлению обнаружили, что громадные различия в структуре ДНК нередко выявлялись даже у близкородственных микроорганизмов. Так, два вида бактерий, которые исследователи относили к одному роду на основании метаболических характеристик, генетически могли отличаться друг от друга сильнее, чем, например, человек от всех остальных приматов! Кроме того, бактерии, принадлежащие к одному и тому же виду, иногда разительно отличаются образом жизни. Так, одни штаммы кишечной палочки незаметно живут в кишечнике, не причиняя никакого вреда нашему здоровью, а другие могут вызывать смертельно опасные заболевания. «Внутривидовая генетическая изменчивость бактерий настолько велика, что понятие «вид» в этом случае имеет совершенно иное значение, чем в случае многоклеточных животных и растений», — говорит Джонатан Эйзен (Jonathan Eisen) из Калифорнийского университета в Дэвисе.

По мнению некоторых ученых, трудности, связанные с использованием биологической концепции вида применительно к микробам, вполне преодолимы. У бактерий, в отличие от животных, половое размножение отсутствует, но они тоже способны обмениваться генами. Гены от одной бактерии могут переносить вирусы другой, а иногда бактерии попросту поглощают «голую» ДНК и затем встраивают ее в свой геном. Результаты некоторых исследований свидетельствуют



о том, что у близкородственных штаммов бактерий обмен генами происходит более интенсивно, чем у неродственных.

Некоторые ученые решительно настаивают на безоговорочной применимости понятия «вид» к микробам. Они утверждают, что такие микроорганизмы, как коловратки, представляют собой не просто «сборную солянку» разновидностей, а формируют обособленные кластеры, хорошо адаптированные к строго определенным экологическим нишам. Естественный отбор препятствует размыванию границ между этими кластерами, благоприятствуя новым мутантам, обнаруживающим еще более совершенную адаптацию к условиям существования. В каждом кластере «прогрессирует» лишь одна тоненькая линия микробов, — говорит Фредерик Коэн (Frederick Cohan) из Университета Уэсли. — Эта линия и представляет собой вид».

Коэн отыскивал такие виды микроорганизмов в горячих источниках Йеллоустонского национального парка. Микробы здесь образуют четко обособленные генетические и экологические кластеры. Каждая группа микробов, обнаруживающих генетическое родство, занимает в источниках строго определенную нишу (например, слой воды определенной температуры). По мнению ученого, одно это обстоятельство дает право называть такие группы микроорганизмов видами. В настоящее время Коэн разрабатывает свод правил по присвоению названий новым видам микробов, который, по его мнению, возьмут на вооружение и другие биологи.

Коэн убежден, что понимание природы вида у микробов поможет работникам здравоохранения более эффективно действовать во время вспышек неизвестных болезней. Патогенные бактерии нередко развиваются из относительно безвредных микробов, до поры до времени мирно обитающих в организме своих хозяев. Прежде чем они начнут вызывать вспышки болезней, масштабы которых привлекут внимание работников здравоохранения,

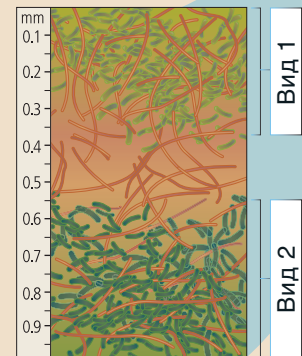
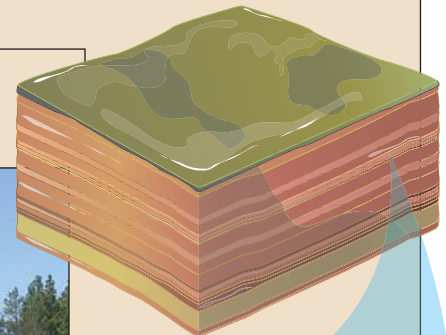
**ЕСТЬ ЛИ ВИДЫ У МИКРОБОВ?**

С трудностями при идентификации видов у микробов биологи сталкивались всегда. Половое размножение у бактерий отсутствует — они попросту делятся надвое. При этом генетические различия между бактериями, предположительно относимыми учеными на основании внешних признаков и особенностей поведения к одному и тому же виду, могут быть весьма значительными. Некоторые микробиологи классифицируют бактерий, принимая во внимание их экологические и генетические характеристики. В одном из горячих источников Йеллоустонского Национального парка (на фото внизу) различные виды цианобактерий рода *Synechococcus* обитают в слоях воды или участках водоема с разной температурой

Бактериальная пленка (в поперечном сечении) на поверхности горячего источника Октопус в Йеллоустонском национальном парке



Бактериальная пленка



Поверхностная бактериальная пленка толщиной всего 1 мм образована разными видами цианобактерий рода *Synechococcus* (в верхнем слое живут желтовато-зеленые бактерии, в нижнем — темно-зеленые).

могут потребоваться десятилетия их эволюции. Классификация же новых видов микробов позволила бы соответствующим органам прогнозировать вспышки заболеваний и надлежащим образом к ним готовиться. Проникновение в тайну вида имеет огромное значение не только для понимания развития жизни на Земле и сохранения существующего биоразнообразия — от этого может зависеть и здоровье всего человечества. ■

Перевод: В.В. Свечников

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА**

- Evolution: The Triumph of an idea. Carl Zimmer. HarperCollins, 2006.
- What evolution is. Ernst Mayr. Basic Books, 2001.
- Speciation. Jerry A. Coyne and H. Allen Orr. Sinauer Associates, 2004.
- Understanding evolution: your one-Stop Source for information on evolution. A Web site created by the University of California Museum of Paleontology: <http://evolution.berkeley.edu/evolibrary/home.php>

LUCY READING-IKKANDA (illustration); DAVID M. WARD Montana State University

# КАК ИЗБАВИТЬСЯ ОТ гельминта-убийцы?

Патрик Скелли



Половозрелый самец шистосомы — гельминт длиной до 1,5 см — циркулирует по кровеносной системе человека в паре с самкой (в нижней части рисунка), которая укрывается в желобке его тела. Название паразита происходит от двух греческих слов: *schisto* — «раздвоенный» и *soma* — «тело»

Червь-кровопийца шистосома — один из самых коварных паразитов человека. Возможно, секрет его живучести удастся раскрыть, используя новые генетические данные

Согласно поверьям, вампиры не отбрасывают тени, не отражаются в зеркале и их нельзя заснять на фото- или кинолентку. Конечно, вампиры — не более чем миф. Однако в природе действительно есть живые существа, в чем-то на них похожие. Это шистосомы, черви-паразиты, путешествующие по кровеносной системе человека и буквально пьющие его кровь. В каком-то смысле они и в самом деле невидимы: их можно сфотографировать, но наша иммунная система их не замечает. Среди паразитарных инвазий шистосомоз, возбудителем которого

и является этот червь, занимает второе место после малярии по числу летальных исходов и влиянию на экономику развивающихся стран. Таково мнение экспертов ВОЗ.

История борьбы с шистосомозом насчитывает не один десяток лет. В частности, предпринимаются попытки создания вакцин, которые мобилизовали бы защитные силы организма на борьбу с инвазией и не дали болезни развиваться. Вакцинация — необходимый компонент комплексной системы мер по искоренению шистосомоза, но пока ее результаты не впечатляют. И все же многие биологи, занимающиеся поисками средств борьбы с этим опасным недугом, не теряют надежды. К числу оптимистов отношусь и я сам. Мне кажется, мы стоим на пороге нового этапа в этой борьбе, и основанием для такого утверждения служит тот факт, что теперь можно детально проанализировать геном паразита и создать эффективные методы исследования его молекулярной организации. Используя эти знания, мы поможем иммунной системе организма обойти защитные системы шистосомы, а также ускорим разработку вакцины.

### Охотники за людьми

Сегодня число больных шистосомозом на земном шаре превысило 200 млн человек. В основном это жители тропических и субтропических регионов, в крови которых постоянно живут черви-паразиты. У детей персистирующая инфекция приводит к задержке роста и умственного развития, кроме того, у больных всех возрастных групп страдают кишечник, мочевой пузырь, селезенка, печень, возникает анемия. Характерные симптомы заболевания — судороги, кровавый понос, опасные для жизни внутренние кровотечения, поражение почек.

Заражение происходит во время купания через воду, загрязненную незрелыми формами паразита — церкариями. Они легко проходят через кожу и слизистые человека и мигрируют во внутривенные сосуды, где через 1–3 месяца

достигают половой зрелости. Половозрелые особи поселяются в венах мочевого пузыря или кишечника и спариваются. Ежедневно самка откладывает до полусотни яиц в тканях разных органов, и если не принимать никаких мер, то концентрация выделяемых ими токсинов быстро достигнет опасного для жизни уровня. К счастью, иммунная система, неспособная распознавать самих паразитов, реагирует на их яйца и блокирует развитие острой интоксикации, но ценой ущерба для организма-хозяина: она провоцирует рубцевание тканей пораженного органа, что часто приводит к его дисфункции. Кроме того, иммунная реакция помогает яйцам пройти через стенки кровеносных сосудов и проникнуть в кишечник или мочевой пузырь, откуда они выводятся из организма с калом или мочой. Из яиц, оказавшихся в воде, выходят мирадии, которые вскоре поселяются в теле промежуточных хозяев — моллюсков, где протекает развитие и размножение личиночных поколений, заканчивающееся формированием личинок — церкариев. Последние попадают в воду и вновь атакуют организм человека.

Ограничить распространение инфекции помогает соблюдение санитарных норм и уничтожение промежуточных хозяев (пресноводных улиток). Однако в странах третьего мира, где ощущается недостаток питьевой воды, этих мер оказывается недостаточно. В 1970-х гг. было разработано противошистосомозное средство — препарат празиквантел, почти не дающий побочных эффектов и относительно дешевый. Даже однократный его прием мо-

жет прервать патологический процесс. Беда, правда, в том, что вскоре происходит повторное заражение, при котором со временем развивается нечувствительность шистосом к празиквантелу. Уже известны случаи, когда обычных доз препарата недостаточно для ликвидации паразитов — первый признак резистентности.

В связи с этим (а также с тем, что всегда проще предотвратить болезнь, чем лечить больного) органы здравоохранения так озабочены созданием вакцин против шистосомоза. Обычно основой вакцины служит убитый или инактивированный патоген либо синтезируемый им специфический белок; они запускают иммунный ответ организма-хозяина аналогично тому, как это происходит при инфицировании. Выбатываемые после вакцинации антитела без промедления реагируют на патоген, проникший в организм, прерывая инфекционный процесс в самом начале.

Никто не ожидал, что создать вакцину против шистосомоза окажется так трудно. Особенности жизненного цикла паразита предполагали, что гельминт-возбудитель будет легкой мишенью для такого мощного оборонительного механизма, каким является иммунная система человека. Однако все обернулось по-другому.

### Как создать вакцину?

Микробиологи привыкли иметь дело с такими объектами, как вирусы и бактерии, которых можно рассмотреть только при большом увеличении. Они в изобилии присутствуют в нашем организме и «прячутся» от

#### ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

- Шистосомоз — поражение внутренних органов гельминтами рода *Schistosoma* — является основной причиной инвалидности и гибели людей, проживающих в самых разных частях земного шара, в первую очередь в тропических и субтропических областях Африки.
- Заболевание поддается лечению, но как правило очень скоро возникает повторная инфекция.
- Выходом из ситуации могло бы стать создание вакцины, однако пока усилия иммунологов не увенчались успехом. Возможно, дело сдвинется с мертвой точки с применением генетических и других методов.

**ФАКТЫ БИОГРАФИИ**

Родина шистосом — Азия. Отсюда паразиты попали в Африку, а затем вместе с чернокожими рабами в Америку.

У шистосом нет анального отверстия, все «шлаки» выводятся у них через рот и попадают в кровь организма-хозяина, с которой разносятся по всему организму.

Самка достигает половой зрелости, только если находится в контакте с самцом. Будучи извлечена из расщелины в теле самца, она становится нежизнеспособной.

Шистосомы, опасные для человека, размножаются в теле пресноводных улиток. Распространение заболевания можно ограничить, уничтожая всех промежуточных хозяев и предотвращая их попадание в новые водоемы — озера или водохранилища. Есть опасение, что возведение дамбы «Три ущелья» в Китае серьезно усложнит ситуацию в этом регионе.

В теле улиток личинки шистосом часто конкурируют с другими паразитами, для которых личинки служат пищей. В качестве одного из способов борьбы с шистосомами рассматривается заселение водоемов их паразитами.

Виды шистосом, заражающие водоплавающих птиц, вызывают у человека зуд, известный под названием «зуд купальщика». Этот феномен обнаружил в 1927 г. паразитолог Уильям Корт (William W. Cort). Он опустил руку в воду, загрязненную личинками «птичьих» шистосом, и описал последствия.



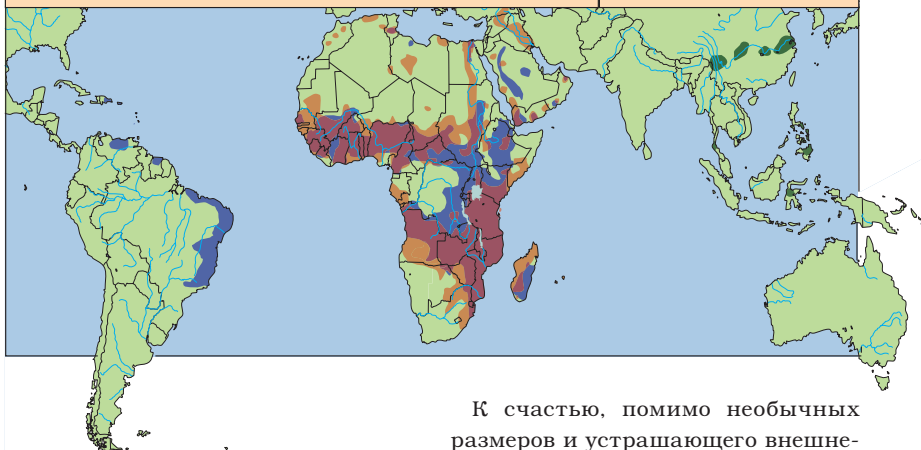
**ОБ АВТОРЕ**

**Патрик Скелли** (Patrick Skelly) получил степень доктора биомедицины в Австралийском национальном институте в Канберре и сейчас работает в качестве старшего преподавателя в Школе медицинской ветеринарии при Университете Тафтса. Он также является президентом Ассоциации паразитологов Новой Англии.

**НЕБЛАГОПОЛУЧНЫЕ РЕГИОНЫ**

Возбудителем шистосомоза у человека являются три основных вида гельминтов — трематод рода *Schistosoma*. Яйца паразита попадают в воду с мочой и фекалиями инфицированного, поэтому болезнь наиболее распространена в регионах с неблагоприятной санитарно-эпидемиологической обстановкой. Примерно 85% случаев заражения приходится на области африканского континента, расположенные южнее Сахары

- ОБОЗНАЧЕНИЯ**
- *Schistosoma mansoni*
  - *S. haematobium*
  - *S. mansoni and S. haematobium*
  - *S. japonicum*



иммунной системы в клетках различных органов и тканей или «выигрывают соревнование» с ней за счет быстрого размножения: одна вирусная частица, попав в организм, может дать начало миллионам, если не миллиардам себе подобных.

Шистосомы же легко увидеть невооруженным глазом: взрослый самец достигает в длину 1,5 см. Гельминты, положившие начало болезни, не размножаются в теле человека, но живут в нем многие дни, месяцы, а иногда и годы (до 40 лет). Их число остается постоянным, если не считать тех новых экземпляров, которые «прибывают» в ходе последующих инвазий.

Надо отметить, что среда обитания шистосом довольно агрессивна. Кровь — не только идеальный источник питательных веществ, но и место, где «патрулируют» основные стражники иммунной системы, отслеживающие чужаков. Впрочем, шистосомы успешно от них ускользают.

К счастью, помимо необычных размеров и устрашающего внешнего вида, у шистосом есть такие особенности, благодаря которым при подходящих условиях иммунная система их обнаруживает. Свидетельством тому служит бурная иммунная реакция на яйца паразита и тот факт, что вещества, из которых построено тело шистосомы, сами по себе «по зубам» иммунной системе. Алан Уилсон (R. Alan Wilson) из Йоркского университета в Англии показал, что если шистосому подвергнуть радиационному облучению в смертельной дозе, а затем ввести экспериментальному животному, то погибающий паразит будет немедленно распознан иммунной системой. По существу, он выполнит функцию вакцины, которая предотвратит последующее заражение при попадании в организм жизнеспособного гельминта. К сожалению, такой способ «вакцинации» для человека не подходит.

Однако опыты на животных показали, что можно попытаться создать недорогие вакцины на основе одного или нескольких белков паразита. Шистосомоз у человека вызывают три вида гельминтов — *Schistosoma mansoni*, *S. haematobium* и *S. japonicum*, и идеальной была бы вакцина, эффективная в отношении всех них. Пока же усилия иммунологов направлены на получение вакцины против шистосомоза, вызван-

СЛОЖНЫЙ ЖИЗНЕННЫЙ ЦИКЛ

**1** Яйца, которые половозрелая самка откладывает в теле человека, попадают в воду с мочой и фекалиями

**2** Из яиц выходят мирацидии, которые проникают в промежуточных хозяев — моллюсков

**3** В теле моллюсков мирацидии развиваются в личинок — церкариев

**4** Зрелые церкарии покидают тело моллюсков, выходят в воду и отправляются на поиски новых жертв. Обычно это происходит в полдень, самое жаркое время суток, когда в водоемах особенно много купающихся

**5** Церкарии проникают через кожу и слизистые в организм человека. Из них развиваются молодые гельминты (шистосомулы), попадающие в кровь

**6** Шистосомулы мигрируют во внутривенные портальные сосуды, где достигают половой зрелости

**7** По кровеносным сосудам половозрелые особи попадают в вены мочевого пузыря или кишечника, где откладывают яйца

**8** Яйца выводятся из организма с калом и мочой и попадают в воду. Цикл повторяется

**КАК ЯЙЦА ГЕЛЬМИНТА ВЫЗЫВАЮТ ХРОНИЧЕСКИЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ**

Яйца шистосом вызывают бурную воспалительную реакцию в тех органах, где они скапливаются в особенно больших количествах. Реакция иммунной системы на яйца *S. mansoni* и *S. japonicum* приводит к поражению печени и кишечника и часто сопровождается кровавым поносом, опасными для жизни внутренними кровотечениями и даже раком прямой кишки. Реакция на яйца *S. haematobium* проявляется повреждением мочевых путей и почек и может провоцировать развитие рака мочевого пузыря

Яйцо шистосомы

ного только одним видом, создание поливалентной вакцины рассматривается как следующий шаг.

В качестве основы для вакцины апробировано уже несколько белков шистосом, но эффективность всех препаратов была меньше ожидаемой. Лишь один из них показался разработчикам обнадеживающим, и они решили провести его полномасштабные клинические испытания (фаза III), последние перед обращением в соответствующие инстанции с запросом о разрешении к применению. Вакцина создана в Институте Пастера (Франция) на основе белка *S. haematobium* глутатион-S-трансферазы, выделенного в 1987 г.

**Изощренная тактика**

В арсенале шистосом имеется несколько инструментов, позволяющих им обойти защитные механизмы иммунной системы человека. Во-первых, они могут выводить из строя ее компоненты, используя целый набор веществ. Так, Калианасундарам Рамасвами (Kalyanasundaram Ramaswamy) и его коллеги из Иллинойского университета показали

в опытах *in vitro*, что шистосомы синтезируют вещества, способные подавлять пролиферацию клеток иммунной системы или вызывать их гибель.

Во-вторых, у шистосом обнаружены гены, сходные с генами человека, экспрессирующимися в клетках иммунной системы, а также гены, которые кодируют рецепторы, сходные с рецепторами цитокинов или ряда гормонов человека. Цитокины регулируют активность клеток иммунной системы, а гормоны обеспечивают дистанционный обмен информацией между клетками. Есть основания полагать, что шистосомы перехватывают сигналы, которыми обмениваются клетки человека, и используют их для отражения иммунной атаки.

В-третьих, у шистосом имеется «плащ-невидимка» — необычная внешняя оболочка, экранирующая шистосом от компонентов иммунной системы. В руках экспериментатора эта мантия мгновенно расплывается, что не позволяет определить ее состав и выяснить, выступают ли из нее наружу какие-нибудь белки. Этот последний вопрос крайне

важен, поскольку мишенью для большинства вакцин служат поверхностные белки или другие вещества, синтезируемые патогеном.

Известно, однако, что «мантия» может адсорбировать вещества, циркулирующие в крови человека, например те из них, которые определяют принадлежность крови к той или иной группе (A, B и т.д.). Возможно, данные вещества экранируют белковые антигены паразита и делают их недоступными для иммунной системы.

**Ответные действия**

Не один десяток лет биологи пытаются найти способ «обезоружить» гельминтов-убийц, используя классические инструменты молекулярной биологии, среди которых — выделение белков шистосом и последовательная идентификация их генов, выяснение функций белков и создание на их основе вакцин. Есть надежда, что с появлением новых технологий этот медленный и трудоемкий процесс станет более эффективным.

Справиться с шистосомами помогло бы создание каталога всех белков

LISA APPELBACHER-SOURCES: CARLO DENEGRI FOUNDATION AND WHO (map); DANIELA NAOMIMOLNAR; NIBSC/PHOTO RESEARCHERS, INC. (egg)

## КАК ШИСТОСОМЫ СТАНОВЯТСЯ НЕВИДИМЫМИ

Шистосомы проявляют чудеса изобретательности, стараясь ускользнуть от всевидящего ока иммунной системы. На схеме представлены лишь некоторые из их

уловок. Чтобы получить эффективную вакцину против шистосомоза, нужно идентифицировать антигены, которые все-таки вызывают иммунную реакцию



### ИНАКТИВАЦИЯ КЛЕТОК ИММУННОЙ СИСТЕМЫ

Личинки шистосом выделяют вещества, которые выводят из строя компоненты иммунной системы, способные обнаружить патоген

Инактивированная клетка

Личинка

Секретируемые вещества

Половозрелые особи — самец и самка

Вена

Внутренняя мембрана

Наружная мембрана

Невидимый покров

Белки шистосомы

Молекула организма-хозяина

### «ПЛАЩ-НЕВИДИМКА»

Взрослые особи, циркулирующие в крови инфицированного, защищены особой оболочкой; она скрывает почти все белки-маркеры, которые могла бы распознать иммунная система

### ОТЛИЧНАЯ МАСКИРОВКА

Поверхность тела паразита адсорбирует вещества, присутствующие в организме человека, например те, которые определяют принадлежность крови к той или иной группе. Такая маскировка тоже вводит в заблуждение иммунную систему

гельминта. Для этого нужно секвенировать геном паразита и идентифицировать белок-кодирующие последовательности. Как и все связанное с шистосомами, эта несложная на первый взгляд задача оказалась настоящей головоломкой. Во-первых, обнаружилось, что геном шистосомы состоит из 300 млн пар нуклеотидов — больше, чем у любого паразита человека, с которым биологам приходится иметь дело. (Например, геном малярийного плазмодия короче в 10 раз!) Во-вторых, обескураживает то, что почти половина геномной ДНК представлена повторами с неизвестной функцией. Наличие такого большого количества «хлама» затрудняет генетический анализ.

И все же усилиями международного коллектива молекулярных биологов, возглавляемого Филипом Ловерде (Philip T. LoVerde) из Юго-Западного фонда биомедицинских исследований, недавно был секвенирован геном *S. mansoni*, и эта информация теперь доступна любому желающему. А биологи из Национального центра по исследованию генома человека в Шанхае близки к идентификации всех активных генов *S. japonicum*.

Расшифровка генома шистосом позволит рассматривать каждый их ген не сам по себе, а как компо-

нент генетической системы. Недавно выяснилось, что некоторые белки шистосом представлены несколькими вариантами. И если создать вакцину на основе одного из них, то паразит ускользнет от иммунной системы, воспользовавшись другим белковым вариантом. Проведя сравнительный генетический анализ генов, кодирующих разные формы белка, можно идентифицировать структурные особенности, одинаковые для всех форм, и опираясь на них, создать вакцину, которая перекроет паразиту пути к бегству.

Алекс Лукас (Alex Loukas) и его коллеги из Института медицинских исследований в Квинсленде (Австралия) подошли к использованию результатов секвенирования генома шистосомы с другой стороны: они попытались идентифицировать гены, которые могли бы кодировать белки, возможно, выступающие из внешней оболочки паразита в окружающую среду. В ходе скрининга были обнаружены белки — так называемые тетраспанины, — которые содержат протяженный домен из гидрофобных аминокислот. Предположительно домен пронизывает наружную мембрану, образуя петлю, выступающую наружу. Недавно Лукас сообщил, что у мышей после введения двух разновидностей белков данной группы, *TSP-1*

и *TSP-2*, существенно снизилась концентрация как зрелых форм гельминтов, так и их яиц. Далее, эта же группа исследователей обнаружила, что в редких случаях резистентности к шистосомам, т.е. способности оставаться здоровыми несмотря на многолетний контакт с паразитами, в крови обнаруживаются антитела к *TSP-2*. У хронических больных ничего подобного не наблюдается. Вероятно, распознавание *TSP-2* является одной из составляющих редкой врожденной иммунной реакции на шистосом, следовательно, белок *TSP-2* можно попытаться использовать для получения вакцины.

Работа австралийских ученых интересна еще по одной причине. Возникает резонный вопрос: почему мы думаем, что молекулы, как правило не вызывающие иммунной реакции организма в период инфекции, проявляют такую способность в составе вакцины? Эксперименты Лукаса, поставленные на мышах, показали, что если данные молекулы предъявляются иммунной системе надлежащим образом, то они действительно индуцируют иммунный ответ.

Параллельно исследованиям генома шистосом биологи занимаются выяснением функций белков, синтезируемых паразитами. Это поможет установить, какие из них могли бы стать основой для вакцин. В чис-

ло кандидатов могут входить белки, необходимые для выживания шистосом или для образования яиц в теле человека. Атака на них со стороны иммунной системы должна приводить к гибели паразита или его яиц.

### Исследования функций

Несколько лет назад мы с Чарлзом Шумейкером (Charles Shoemaker) из Школы ветеринарии при Университете Тафтса пришли к мысли, что основой для вакцин могли бы стать белки, участвующие в транспорте питательных веществ (например, сахаров или аминокислот). Шистосомы, свободно плавающие в крови, поглощают вещества не только через ротовое отверстие, но и через защитную оболочку, используя для этого расположенные на ней молекулы-переносчики. Последние представляются весьма привлекательными в качестве кандидатов на роль компонент вакцины, поскольку, атакуя их, иммунная система наступает и на паразита, лишая его способности поглощать питательные вещества.

Далее наше внимание привлекли белки, секретируемые шистосомами. На первый взгляд идея использовать их для разработки вакцин кажется абсурдной: ведь если иммунная реакция будет направлена на них, то сама мишень — паразит — ускользнет, поскольку секретируемые ею вещества не остаются вблизи нее. Однако дело здесь в другом: если компоненты иммунной системы нейтрализуют эти вещества, то тем самым уменьшается вред, наносимый ими организму-хозяину. Следующим шагом могло бы стать поочередное выключение генов, которые кодируют секретируемые вещества, с тем чтобы выяснить, какие из них наиболее интересны с иммунологической точки зрения.

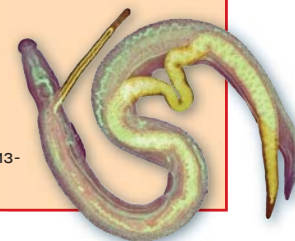
До недавнего времени стандартные методы выключения генов у шистосом не работали. Дело сдвинулось с мертвой точки, когда мы прибегли к новому способу — так называемой РНК-интерференции

### НА ПЕРЕДНЕМ КРАЕ

Наиболее вероятным кандидатом на роль основы для вакцины против шистосомоза служит белок этого гельминта глутатион-S-трансфераза (*Sm28GST*). Он уже прошел несколько стадий тестирования на человеке, доказана также эффективность соответствующей вакцины в опытах на животных: под ее воздействием погибло больше паразитов, чем обычно, а те, которые выжили, откладывали меньше яиц.

Недавно были идентифицированы и другие белки шистосом, перспективные в иммунологическом плане, например тетраспанины, которые пронизывают наружную оболочку шистосом и могут служить мишенью для компонентов иммунной системы. Уже доказана эффективность тетраспаниновых вакцин в опытах на животных.

И, наконец, еще один класс белков, представляющий интерес для иммунологов, — переносчики питательных веществ (они контактируют со средой обитания шистосом, кровью, а потому доступны для иммунной системы) и соединения, секретируемые паразитами и необходимые для поддержания инфекции (среди них — белки, вызывающие повреждения в тканях организма-хозяина или подавляющие иммунитет).



Пара шистосом — самец и самка

(см.: Бартел Д., Ло Н. Геномные цензоры // *ВМН*, № 11, 2003). Теперь мы можем заставить «замолчать» любой из генов, детерминирующих синтез секретируемых шистосомами белков, и не только их.

Биологи намереваются использовать и другие новые инструменты для исследования функций белков шистосом. Их интересует, в частности, где они располагаются и на каком этапе жизненного цикла синтезируются. Пол Бриндли (Paul Brindley) из Университета Дж. Вашингтона, Кристоф Гревельдинг (Christoph Grevelding) из Дюссельдорфского университета в Германии и Эдвард Пирс (Edward Pearce) из Пенсильванского университета работают над созданием методов генетического конструирования гельминтов, к специфическим белкам которых присоединены особые метки. С их помощью можно будет проследить, где синтезируются белки и куда затем транспортируются. Среди прочего, такой подход позволит ответить на вопрос, какие белки входят в состав защитной оболочки и контактируют с окружением. Другие исследователи, возглавляемые Карлом Хофманом (Karl Hoffman) из Уэльского университета, с помощью ДНК-микрочипов идентифицируют гены шистосомы, активируемые на каждой стадии развития. Досконально изучив генетическую конструкцию шистосомы, можно будет установить, какие белки обеспечивают ее жизнеспособность,

и подобрать вещества, выводящие их из строя.

Конечно, до реализации всех новых идей и до создания эффективных вакцин против шистосомоза пока очень далеко. Насколько длинным будет путь, который предстоит пройти, зависит от квалификации, мастерства и интуиции исследователей, а также от уровня финансирования работ. Но уже сейчас очевидно, что исследования ведутся в правильном направлении, и это вселяет надежду. ■

Перевод: Н.Н. Шафрановская

### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

- The Immunobiology of Schistosomiasis. Edward J. Pearce and Andrew S. MacDonald in *Nature Reviews Immunology*, Vol. 2, No. 7, pages 499–511; July 2002.
- Making Sense of the Schistosome Surface. P. J. Skelly and R. A. Wilson in *Advances in Parasitology*, Vol. 63, pages 185–284; 2006.
- Current Status of Vaccines for Schistosomiasis. D. P. McManus and A. Loukas in *Clinical Microbiology Reviews*, Vol. 21, No. 1, pages 225–242; January 2008.
- Полезные сайты: [www.cdc.gov/ncidod/dpd/parasites/schistosomiasis](http://www.cdc.gov/ncidod/dpd/parasites/schistosomiasis) и [www.who.int/topics/schistosomiasis/en](http://www.who.int/topics/schistosomiasis/en)





Габриель Ортобаги и Франсиско Эстева

# рак молочной железы: наступление по всем фронтам

Новейшие методы целевой терапии позволяют подобрать наиболее эффективную для больного схему лечения

**Р**ак молочной железы стоит по частоте встречаемости на первом месте среди онкологических заболеваний у женщин и на втором (после рака легких) по числу унесенных жизней. Но, в отличие от рака легких, в лечении больных раком молочной железы достигнут значительный прогресс: продолжительность жизни женщин с этим недугом за последние 10 лет существенно увеличилась, и вскоре болезнь лишится своего «почетного» второго места.

Отчасти такой прогресс связан с более ранней, чем прежде, диагностикой заболевания благодаря регулярному скринингу пациенток. Однако во многом он определяется успехами в исследовании самого патологического процесса и расширением спектра препара-

тов, комбинируя которые, врач может подобрать схему, оптимальную для каждой больной. Появилась и такая возможность, как адресная доставка лекарственного вещества к специфическим молекулам новообразования.

Опухоль молочной железы стала первой солидной опухолью, для борьбы с которой был применен

данный подход. Произошло это в 1998 г., когда в распоряжении врачей оказался препарат трастузумаб (герцептин). Его мишень, белок *HER2*, стимулирует опухолевый рост, и ускоренное его образование не сулит больной ничего хорошего. Теперь ситуация в корне изменилась — у клиницистов появилось новое оружие против новообразований такого типа.

Следующее десятилетие обещает быть продуктивным для прицельной противораковой терапии. Уже сейчас на животных и больных раком проводятся испытания целого ряда новых препаратов, мишенью которых являются разнообразные молекулы опухоли, играющие определенную роль в ее появлении и росте. Сочетание усовершенствованных традиционных методов и лекарственных средств нового поколения позволит клиницистам подбирать схему лечения, учитывая молекулярные особенности опухоли и тот факт, что рак молочной железы — комплексное заболевание.

## Нынешнее положение дел

Результаты прицельной химиотерапии, учитывающей молекулярные особенности конкретной опухоли, впечатляют, однако не следует забывать и о вкладе в увеличение продолжительности жизни больных раком молочной железы традиционных методов диагностики и лечения. Так, усовершенствование техники сканирования позволяет выявлять болезнь на более ранних стадиях, чем раньше. Это крайне важно, поскольку рак молочной железы относится к числу

## ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

- Благодаря своевременному обнаружению опухолей молочной железы и появлению целевых противоопухолевых препаратов продолжительность жизни больных этим смертельным недугом в развитых странах неуклонно возрастает.
- Многие новые препараты имеют строго направленное действие, что позволяет подобрать схему лечения в соответствии с молекулярными особенностями опухоли.
- Новообразования в молочной железе стали первыми солидными опухолями, для борьбы с которыми были применены препараты направленного действия. Достиженные успехи вселяют надежду на то, что подобный подход можно будет использовать и в случае опухолей другой локализации.

онкологических заболеваний, хорошо поддающихся лечению в самом начале развития патологического процесса. В последнее время широкое распространение получила цифровая маммография, гораздо более чувствительная, чем обычная. Женщины из группы риска проходят ежегодное МРТ-сканирование, хотя по-прежнему при обнаружении каких-либо аномалий при маммографическом или физикальном обследовании проводится ультразвуковая диагностика.

За последние 20 лет хирургическая практика также претерпела серьезные изменения: вместо полного удаления молочной железы даже при поражении небольшой ее части сегодня стараются ограничиваться в подобных случаях лучевой и химиотерапией. Облучение при этом носит строго направленный характер, что позволяет избежать поражения здоровых тканей и органов (прежде всего — легких и сердца).

Более изощренной стала и системная терапия, используемая как адъювантное (вспомогательное) средство. Теперь в арсенале онкологов имеются разнообразные современные препараты, обладающие меньшим побочным действием. Целью адъювантной терапии служит

## ИНТЕРЕСНЫЕ ФАКТЫ

Мутации в гене *BRCA1* повышают вероятность развития рака молочной железы на протяжении жизни в 10 раз, но только в прошлом году стало ясно, почему это происходит. Продукт гена *BRCA1* участвует в репарации ДНК, и когда он перестает функционировать, в других генах накапливаются повреждения, способные привести к превращению клетки в раковую.

В 2002 г. был опубликован доклад, в котором сообщалось о повышенной частоте заболеваемости раком молочной железы среди женщин, получавших гормонозаместительную терапию, в связи с чем ее применение было резко ограничено. Уже через год число диагностированных в США случаев инвазивных форм рака снизилось на 7,3%, а неинвазивных — на 5,5%.

## ОСНОВНЫЕ ВЕХИ

Активная борьба с раком молочной железы началась в XIX в., после того как в 1882 г. была проведена первая мастэктомия. Однако применение терапевтических методов в этой области стало возможно только в 1950-х гг. благодаря успехам, достигнутым в изучении механизмов возникновения и развития патологического процесса

уничтожение раковых клеток, уцелевших после операции или облучения. Как правило, ее применение совершенно необходимо, поскольку даже опухоли небольших размеров дают микроскопические метастазы в разных частях тела. Атакуя невидимые точки опухолевого роста, адъювантная терапия продлевает жизнь больного.

Ее широко применяют и в тех случаях, когда болезнь вышла за рамки начальной стадии. В 1970-х гг. усилиями онкологов, рентгенологов и других специалистов, в число которых входили и авторы данной статьи, был разработан подход к лечению больных с инвазивной опухолью молочной железы. Обычно такие люди попадают в поле зрения врачей слишком поздно. Наш подход заключался в проведении неоадъювантной химиотерапии, благодаря которой опухоль уменьшалась до операбельных размеров, последующем ее удалении и назначении лучевой и химиотерапии. Применение метода «сэндвича» значительно повысило число излеченных больных в последние 30 лет. Даже те, у кого на момент диагностирования имеются метастазы, теперь получают шанс прожить достаточно долго.

Другое направление в лечении — гормонотерапия. Она эффективна по крайней мере в тех случаях, когда опухоль реагирует на эстроген или

1880–1890



Джордж Битсон

Обратное развитие опухоли после удаления яичников или наступления менопаузы навело на мысль, что существует связь между гормональной системой и развитием рака молочной железы.

**1896.** Впервые для борьбы с раком молочной железы удалены яичники. Операцию провел Джордж Битсон (George T. Beatson).

прогестерон. Гормонотерапию начали применять в 1890-х гг., когда было замечено обратное развитие опухолей молочной железы на поздних стадиях после удаления яичников женщинам в пременопаузе. В 1966 г. в различных тканях были идентифицированы рецепторы гормонов. Как показали дальнейшие исследования, до 75% опухолей молочной железы содержали эстрогеновые или прогестероновые рецепторы либо рецепторы обоих типов. Скоро они стали мишенью для химиотерапевтических препаратов.

В 1977 г. впервые для этой цели был использовано новое лекарственное средство — тамоксифен. Оно связывалось с рецепторами эстрогена и предназначалось для лечения пациенток в постменопаузе с опухолью молочной железы, реагирующей на данный гормон. Сегодня его применяют как в лечебных целях, так и для профилактики среди пациентов группы риска. Для женщин в постменопаузе еще более эффективными оказались ингибиторы фермента ароматазы, подавляющие выработку эстрогена в организме.

Итак, рецепторы эстрогена и прогестерона стали первыми молекулярными мишенями для лекарственных веществ, однако они принципиально отличаются от идентифицированных в последние 10 лет. Рецепторы стероидных половых гормонов стимулируют про-

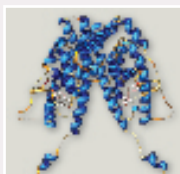
## 1950–1960

**1951.** Обнаружено влияние эстрогена и тестостерона на рост опухолей молочной железы и простаты соответственно.

**1958.** Идентифицированы другие факторы роста, способствующие развитию опухолей.

**1960.** Идентифицирован рецептор эстрогена.

Структура рецептора эстрогена



## 1970–1980

**1976.** Обнаружены онкогены млекопитающих.

**1976.** Начинаются клинические испытания, цель которых — показать, что удаление опухоли с последующей лучевой терапией не менее эффективно, чем мастэктомия.

**1977.** В США одобрен к применению гормонблокирующий препарат тамоксифен, предназначенный для лечения больных с опухолями молочной железы, которые реагируют на эстроген или прогестерон.

**1988.** Результаты клинических испытаний показывают, что химиотерапия уменьшает опухоль до размеров, при которых становится возможным ее удаление.

## 1990–2008

**1994.** Идентифицирован ген *BRCA1*, определяющий предрасположенность к развитию рака молочной железы.

**1997.** В США разрешено применение летрозолола, блокирующего синтез эстрогена, для лечения больных, резистентных к тамоксифену.

**1998.** В США одобрено применение трастузумаба, первого противоопухолевого препарата, оказывающего избирательное действие на определенные молекулярные компоненты опухолей молочной железы.

**2007.** В США разрешено применение лапатиниба, блокирующего распространение сигнала, который стимулирует пролиферацию клеток.

**2008.** В США начинается применение бевацизумаба для лечения больных раком молочной железы. Препарат подавляет образование сети кровеносных сосудов, снабжающих опухоль кислородом и питательными веществами.

лиферацию клеток не только здоровых, но и опухолевых тканей, так что подавление их способности передавать сигналы к росту действительно помогает «держать опухоль в узде». Изменение конформации рецепторов или их функций иногда тоже позволяет влиять на свойства раковых клеток. Однако гены, кодирующие рецепторные белки, редко подвергаются мутациям, а это значит, что не они отвечают за раковую трансформацию клеток.

По-видимому, самым значимым событием в онкологии в «постгормональную» эру стало обнаружение генов (сегодня их называют онкогенами), изменения в которых запускают раковый процесс. Онкогенные мутации, например небольшие изменения в нуклеотидной последовательности в ДНК, могут вывести из строя ген-протектор или активировать онкоген. Иногда клеточная ДНК утрачивает целые гены, а какие-то гены напротив многократно дублируются (*врезка на стр. 63*).

Опухоли можно классифицировать в соответствии с тем, какие гены в их клетках становятся излишне активными или подавленными, и как изменяется поведение кодируемых этими генами белков (становится их больше или меньше, приобретают они новые функции или утрачивают старые и т.д.). Измененные гены могут быть неодинаковыми для разных опухолей.

Такая гетерогенность лежит в основе различий в поведении опухолей молочной железы у разных больных. Одни опухоли обладают ограниченной инвазивностью и почти не дают метастазов, другие быстро разрастаются и образуют очаги роста в разных частях тела. Определив молекулярный профиль конкретной опухоли, можно направленно воздействовать на те механизмы, которые играют основную роль в развитии патологического процесса, выбрав из широкого спектра препаратов ограниченный набор, оптимальный для данного больного. Эффективность такого подхода иллюстрируют успехи, достигнутые в результате использования трастузумаба и других лекарств, мишень которых — белок *HER2*.

### Цель — белок *HER2*

В начале 1980-х гг. исследователи из Массачусетского технологи-

ческого института обнаружили мутантную форму гена, кодирующего *HER2*, в клетках опухолей нервной ткани крыс и назвали данный онкоген *Neu*. Вскоре выяснилось, что он представляет собой аналог вирусного гена *ERBB*, идентифицированного ранее, и теперь его обозначают как *ERBB2*. Белковый продукт гена *ERBB2* близок к одному из мембранных белков, рецептору фактора роста эпидермиса (РФРЭ). Когда был изолирован человеческий вариант *ERBB2*-гена, он был назван геном рецептора фактора роста эпидермиса человека 2 (*HER2*, от англ. *human epidermal growth receptor 2*).

Как оказалось, белки семейства РФРЭ активно участвуют в пролиферации клеток целого ряда опухолей. Присоединив соответствующий активатор, они посылают клетке сигнал, который запускает каскад межмолекулярных взаимодействий, включающих цепочку

### ОБ АВТОРАХ

**Габриель Ортобаги** (Gabriel N. Hortobagyi) — в недавнем прошлом президент Американского общества клиницистов-онкологов, сейчас профессор в области медицинских аспектов онкологических заболеваний молочной железы, руководит междисциплинарной исследовательской программой в Онкоцентре М. Андерсона при Техасском университете. **Франсиско Эстева** (Francisco J. Esteva) заведует лабораторией по изучению опухолей молочной железы в этом же центре, является также ассистентом профессора в отделении молекулярной и клеточной онкологии и занимается «наведением мостов» между фундаментальными исследованиями и практической онкологией.

генов. Вскоре после идентификации *HER2*-гена выяснилось, что в клетках опухоли молочной железы он часто дублирован, и чем больше число его копий, тем хуже прогноз.

Лабораторные исследования подтвердили это наблюдение: введение нескольких копий *HER2*-гена в нормальную клетку часто приводит к ее раковой трансформации, т.е. данный ген относится к категории онкогенов. Обнаружилось, что примерно 20% опухолей молочной железы продуцируют белок *HER2* в избыточном количестве. В конце 1980-х гг. исследователи из фирмы *Genentech*, работая над получением моноклональных антител, которые связываются с рецептором *HER2* и блокируют его активацию, создали препарат трастузумаб. Как показали клинические испытания, он увеличивал продолжительность жизни больных с опухолью молочной железы как на начальных, так и на поздних стадиях.

Открытые успехом, фармакологи продолжили работу и создали еще несколько препаратов на основе антител. Среди них — пертузумаб, который связывается с другим сайтом *HER2*, нежели трастузумаб, и блокирует его взаимодействие с соседним рецептором этого же семейства. Такое блокирование разрывает цепочку, по которой распространялся сигнал к пролиферации. Более того, было показано, что совместное введение трастузумаба и пертузумаба приводило к массовой гибели раковых клеток, синтезирующих *HER2* в избыточном количестве.

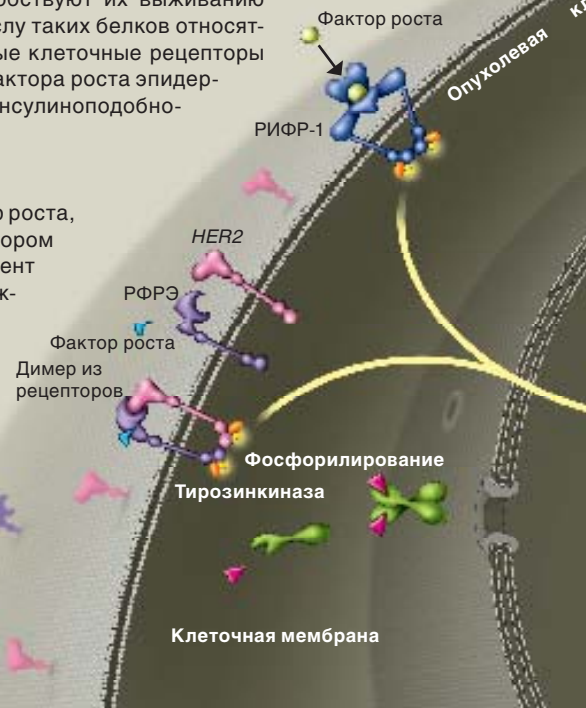
Еще один способ использования антител к рецептору *HER2* состоит в присоединении к ним вещества с сильным токсическим действием. Как только пара токсин/антитело поглощается клеткой, токсин высвобождается и разрушает ее. Данный способ доказал свою эффективность в борьбе с таким грозным заболеванием, как острый миелолейкоз; проводятся также его клинические испытания на больных с метастазирующими опухолями молочной железы.

Избыточная активность определенных белков и генов в клетках опухоли молочной железы запускает цепочку межмолекулярных взаимодействий, которые стимулируют пролиферацию клеток и способствуют их выживанию в неблагоприятных условиях. К числу таких белков относятся в первую очередь поверхностные клеточные рецепторы *HER2* (из семейства рецепторов фактора роста эпидермиса, РФРЭ) и РИФР-1 (рецептор инсулиноподобного фактора роста)

**ПРОЦЕСС ПОШЕЛ**

Рецептор, присоединивший фактор роста, образует димер с соседним рецептором на клеточной поверхности. Фермент тирозинкиназа фосфорилирует каждый рецептор, что служит сигналом к началу клеточной пролиферации. Таким образом, рецепторы факторов роста являются важной мишенью для противоопухолевых препаратов

Подобно другим рецепторам факторов роста, эстрогеновый рецептор после присоединения лиганда образует димер с соседним рецептором. Эта пара посылает сигнал ДНК (справа) к включению генов, обеспечивающих пролиферацию клеток и их выживание

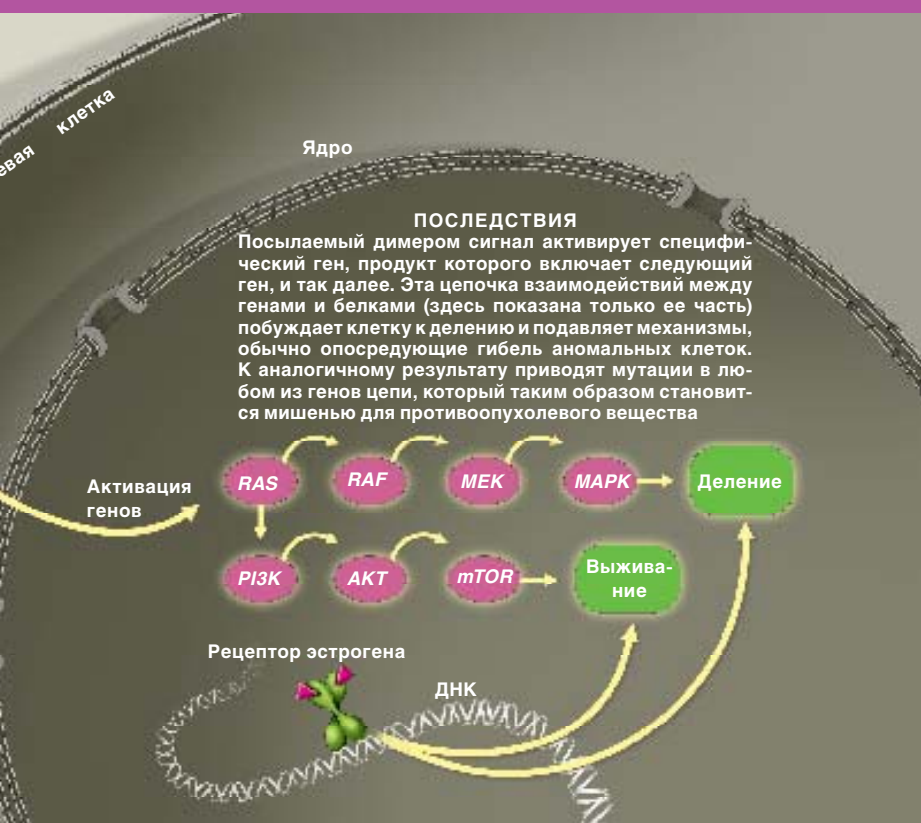


Для того чтобы РФРЭ приобрел способность передавать клетке сигналы к пролиферации, его внутриклеточный домен должен быть фосфорилирован. Фермент тирозинкиназа, катализатор этой реакции, также является мишенью для противоопухолевых веществ, и целый ряд фармацевтических компаний уже проводят клинические испытания ее блокаторов. Один из них, лапатиниб (тикерб), оказывает двойное действие: он блокирует клеточную пролиферацию и стимулирует массовую гибель клеток опухолей молочной железы в культуре.

Из всего сказанного следует, что для повышения эффективности нацеленной на *HER2* терапии имеет смысл использовать комбинацию таких препаратов, как трастузумаб и один из ингибиторов тирозинкиназы, например лапатиниб. Как показывают опыты с использованием культуры клеток опухоли молочной железы, при этом сдерживается пролиферация и повышает-

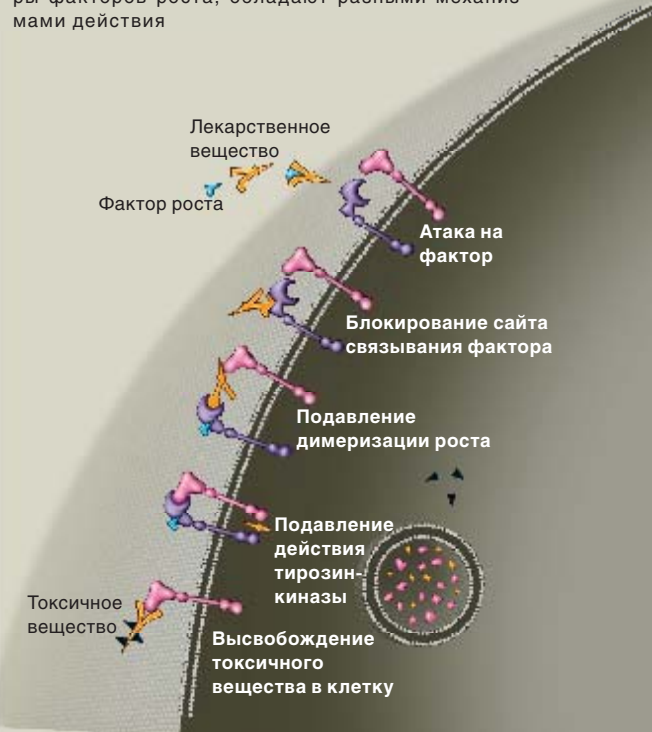
ся частота гибели раковых клеток. Даже те клеточные мишени, в которых после длительной инкубации с трастузумабом возникала резистентность к нему, были по-прежнему чувствительны к лапатинибу. Недавно закончилась III фаза масштабных клинических испытаний на пациентках с *HER2*-гиперпродуцирующей опухолью, давшей многочисленные метастазы и резистентной к трастузумабу. Показано, что комбинация лапатиниб/капецитабин приостанавливает процесс на срок вдвое больший, чем один только капецитабин. Учитывая это, FDA в 2007 г. выдало разрешение на применение данной комбинации для лечения пациенток с метастазирующей опухолью молочной железы. В настоящее время проверяется возможность использования лапатиниба в качестве адъюванта при других состояниях опухоли. Аналогичную проверку проходят и альтернативные ингибиторы тирозинкиназы.

## ОПУХОЛЬ ПОД ПРИЦЕЛОМ



## АТАКА НА КЛЕТОЧНЫЕ РЕЦЕПТОРЫ

Лекарственные вещества, блокирующие рецепторы факторов роста, обладают разными механизмами действия



Поиск разных способов воздействия на одни и те же мишени крайне важен, т.к. раковые клетки часто прибегают к ухищрениям, позволяющим ускользнуть от того или иного препарата. Сейчас онкологи пытаются выяснить, как и почему раковая клетка становится нечувствительной к трастузумабу. С учетом этой информации фармакологи будут вести поиск новых лекарственных средств для лечения больных с *HER2*-гиперпродуцирующими опухолями.

Опыты на лабораторных животных и культурах клеток, проводимые в нашей лаборатории, показали, что раковые клетки обладают целым арсеналом средств, благодаря которым они выживают в присутствии трастузумаба. Среди них повышение уровня рецепторов других факторов роста, например инсулиноподобного фактора роста 1 (ИФР-1). Следует иметь в виду и тот факт, что клетки могут включать ген-супрессор *PTEN*, опосреду-

ющий подавление опухолевого роста. В норме продукт данного гена блокирует путь, позволяющий раковым клеткам игнорировать сигналы, которые «призывают» их к массовой гибели. Нам также встречались клетки, утратившие сайт связывания трастузумаба с *HER2*-рецептором.

Таким образом, выявление новых мишеней для препаратов, атакующих *HER2*-гиперпродуцирующие опухоли, а также мишеней в остальных 80% новообразований, которые несут мутации в *HER2*-генах, — приоритетная задача онкологов.

## Пополнение арсенала

К числу наиболее перспективных с точки зрения химиотерапии мишеней, расположенных на поверхности клеток опухолей молочной железы, относится рецептор инсулиноподобного фактора роста ИФР-1. Мишенями являются и его лиганды — сами факторы роста (ИФР-1 и ИФР-2). Установлено, что

увеличение концентрации ИФР-1 в крови коррелирует с повышением вероятности развития опухолей молочной железы, а многие лабораторные и клинические исследования указывают на роль рецепторов этого гормона в возникновении новообразований в других органах. Рецептор ИФР-1 участвует в регуляции разнообразных внутриклеточных процессов, в частности в формировании клетки и ее передвижении, а также защищает клетку от гибели под действием неблагоприятных факторов. Посылаемые им сигналы опосредуют устойчивость к лучевой и химиотерапии. Как показали опыты на животных, блокирование рецепторов ИФР-1 во время таких процедур повышает чувствительность к ним раковых клеток.

Исследуется также возможность использования ИФР-1-рецепторов как инструмента для предотвращения развития резистентности к другим терапевтическим препаратам — гормонам, трастузумабу

и лапатинибу. Обмен информацией между ИФР-1 и рецепторами других факторов роста (например, эстрогена, *HER2*, ФРЭ) — необходимая предпосылка к возникновению и развитию опухолей молочной железы. Взаимозависимость различных внутриклеточных сигнальных путей, по-видимому, сказывается и на резистентности к различным видам воздействия на опухоль. По нашим данным, блокирование ИФР-1-рецептора с помощью какого-нибудь моноклонального антитела приводит к восстановлению чув-

ствительности клеток к трастузумабу и прерывает связь между ИФР-1 и *HER2*-рецепторами. Кроме того, инактивация ИФР-1-рецептора вызывает гибель резистентных клеток. Далее, лапатиниб, по-видимому, оказывает ингибирующее действие на рецептор ИФР-1 в резистентных к трастузумабу клетках. Это предполагает, что его способность ограничивать пролиферацию клеток определяется не только подавлением активности рецепторов ФРЭ и *HER2*, но и прямым блокированием рецептора ИФР-1.

Сигнальная сеть, охватывающая рецепторы, о которых мы только что говорили, и процессы, управляющие поведением клетки (ее пролиферацией или противостоянием суициду несмотря на повреждение ДНК), устроена чрезвычайно сложно. Однако удалось установить, что те самые ключевые гены, которые поддерживают работоспособность сети, в раковых клетках очень часто несут мутации или неправильно функционируют. Среди них ген *PI3K*, чей продукт химически модифицирует другой белок, АКТ, который в свою очередь модифицирует комплекс под названием *mTOR* (от англ. *mammalian target of rapamycin*, мишень рапамицина у млекопитающих). Цепочка *PI3K-АКТ-mTOR* участвует в расщеплении глюкозы и других важных клеточных процессах, и в раковых клетках она гиперактивирована, что увеличивает их выживаемость. Распространенность данного метаболического пути сдерживает применение в клинике препаратов, которые его блокируют, поскольку разрушены будут не только раковые, но и нормальные клетки.

Тем не менее некоторые *mTOR*-ингибиторы проходят клинические испытания — не только сами по себе, но и как компоненты комбинированной терапии. Результаты исследований, в которых применялся один из таких ингибиторов, антибиотик рапамицин, в сочетании с ингибитором ИФР-1-рецептора, дают основания полагать, что подобная терапия более эффективна, чем монотерапия.

Другой многообещающий подход — комбинирование препаратов, один из которых нацелен на саму опухоль, а другие — на ее окружение. Опухоль секретирует разнообразные факторы роста, которые привлекают к ней эндотелиальные клетки, участвующие в создании сети кровеносных сосудов. Избыточное образование таких важных сигнальных молекул, как фактор роста сосудистого эндотелия (ФРСЭ), делает опухоль более агрессивной и повышает ее инвазивность. Компания *Genentech* разработала препарат бевацизумаб (авастин), монокло-

ПРИЦЕЛЬНАЯ ТЕРАПИЯ		
	Мишень	Препарат
<p>Число препаратов, которые уже применяются для подавления активности специфических белков опухолей молочной железы или проходят клинические испытания, неуклонно растет.</p> <p><b>ТИП ПРЕПАРАТА</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Ингибитор ароматазы (блокирует фермент, катализирующий синтез эстрогена и прогестерона)</li> <li>● Моноклональное антитело (предотвращает активацию клеточных рецепторов)</li> <li>● Ингибитор тирозинкиназы (блокирует передачу сигнала клеточными рецепторами)</li> <li>● Вакцина (стимулирует образование антител к белкам опухоли; может быть создана на основе опухолевых клеток или пептидов)</li> <li>● Другое (ингибиторы прямого действия, действующие на другие компоненты опухоли; генная терапия)</li> </ul>	Рецепторы эстрогена / прогестерона	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Анастрозол</li> <li>● Летрозол</li> <li>● Эксеместан</li> <li>● Тамоксифен</li> <li>● Фулвестрант</li> </ul>
	<i>HER2</i> -рецептор	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Трастузумаб</li> <li>● Пертузумаб</li> <li>● Лапатиниб</li> <li>● NeuVax</li> <li>● dHER2</li> <li>● MVF-HER2</li> <li>● E1A (генная терапия)</li> </ul>
	ИФР-1-рецептор	<ul style="list-style-type: none"> <li>● IMC-A12</li> <li>● CP-751, 871</li> <li>● AMG 479</li> <li>● h7C10</li> <li>● OSI-906</li> </ul>
	<i>PI3K</i> / АКТ / <i>mTOR</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● BGT226</li> <li>● BEZ235A</li> <li>● RAD001</li> <li>● Рапамицин</li> </ul>
	ФРСЭ-рецептор	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Бевацизумаб</li> <li>● Сунитиниб</li> <li>● Ваталиниб</li> <li>● Пазопаниб</li> <li>● AZD2171</li> <li>● AMG706</li> <li>● AMG386</li> <li>● PTC299</li> </ul>
	Другие	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Дасатиниб</li> <li>● THERATOPE</li> <li>● Вакцины на основе дендритных клеток</li> <li>● Вакцина на основе пептида P53</li> <li>● ALT801 (ингибитор p53)</li> <li>● Ad5CMV-p53 (генная терапия)</li> <li>● AZD2281 (ингибитор PARP)</li> <li>● BSI-201 (ингибитор PARP)</li> </ul>

нальное антитело к ФРСЭ, который в 2004 г. был впервые использован для лечения больных, страдающих раком прямой кишки. Клинические испытания препарата на пациентах с раком молочной железы на поздних стадиях показали его ограниченную эффективность, но если больные получали помимо этого капецитабин, то результаты были намного лучше (см.: Джаин Р. Укоротите сосуды — и болезнь отступит // ВМН, № 4, 2008). Далее, показано, что метастазирующая HER2-негативная опухоль молочной железы развивалась медленнее, если больные получали одновременно паклитаксел и бевацизумаб вместо одного паклитаксела. Недавно было выдано разрешение на применение бевацизумаба для лечения больных раком молочной железы. Продолжается также тестирование других ингибиторов фактора роста сосудистого эндотелия, среди них — ингибитор тирозинкиназы сунитиниб (сутент) фирмы Pfizer, мишенью которого служит рецептор ФРСЭ.

Не прекращаются также и фундаментальные биологические исследования канцерогенеза, которые позволят обнаружить новые уязвимые места в опухолях. Тэруми Кови-Сигэмацу (Terumi Kohwi-Shigematsu) из Национальной лаборатории Лоуренса в Беркли идентифицировала ген *SATB1*, который служит «главным регулятором» активности более 1 тыс. генов, влияющих на образование метастазов при опухолях молочной железы. Как показала Кови-Сигэмацу, наличие белка *SATB1* — необходимое и достаточное условие запуска процесса метастазирования. Возглавляемая ею группа уже занимается созданием ингибитора этого белка; его клинические испытания начнутся в ближайшие годы.

Прогресс в области прицельной и персонифицированной терапии во многом зависит от того, насколько успешными будут работы по созданию методов определения молекулярного профиля опухолей. Хорошими инструментами прогнозирования станут составление карты активности генов, а также тесты

## ВСЕМ МИРОМ

Вся мощь прицельной терапии проявляется тогда, когда используется сразу несколько препаратов, каждый из которых направлен на свою мишень. Клинические испытания различных комбинаций позволяют определить, какие из них наиболее эффективны при разных типах опухолей, и выявить взаимодействия между компонентами. Однако такие мероприятия очень трудоемки, и иногда проходит несколько лет, прежде чем удастся получить статистически достоверные данные. Для решения этой проблемы был создан международный консорциум со штаб-квартирами в США и Европе, который должен организовать масштабные клинические испытания в 50 странах в рамках программы *ALTTO (Adjuvant Lapatinib и/или Trastuzumab Treatment Optimization Study)*. Набор добровольцев в США уже начался. Предполагается, что в 1,5 тыс. центрах больные раком молочной железы на стадии I или II с гиперпродукцией белка *HER2* будут проходить курс химиотерапии и получать либо трастузумаб или лапатиниб, либо сначала один препарат, потом другой, либо оба препарата одновременно. В ходе испытаний можно будет впервые сравнить два *HER2*-специфичных препарата с различающимися механизмами действия.

В тестировании примут участие 8 тыс. женщин со всех континентов, что позволит быстро получить результаты и тут же применить их на местах. Кроме того, можно будет выявить различия в эффективности действия препаратов и их токсичности для разных этнических групп. В результате лечащие врачи смогут подбирать схему лечения с учетом особенностей и генетики пациентки, и самой опухоли

на способность организма пациентки метаболизировать лекарственные вещества. Особенно остро стоит эта проблема для тамоксифена, который должен перейти в активную форму уже после введения больной. Известны случаи, когда пациентка является носителем мутаций, замедляющих данный процесс.

Испытания различных комбинаций лекарственных препаратов также не утратили своей актуальности. По их результатам можно будет судить об эффективности применения многоцелевой терапии в тех или иных случаях. Так, недавно начался набор добровольцев из 50 стран для тестирования трастузумаба как такового и в сочетании с другими препаратами (*врезка на этой стр.*).

Осознание важности фундаментальных исследований патогенеза

новообразований в молочной железе и поисков новых способов борьбы с ними уже принесло свои плоды. Стоит только сравнить состояние дел в этой области с тем, чего удалось достичь за последние 10 лет в лечении больных раком легких или головного мозга. Сегодня врачи могут подбирать схему лечения, ориентируясь на молекулярные особенности конкретной опухоли молочной железы, и использовать те препараты и их комбинации, которые лучше всего подходят для данной ситуации. Благодаря этому в последние годы удалось значительно увеличить среднюю продолжительность жизни пациенток, и есть основания полагать, что в следующем десятилетии прогресс будет еще более ощутимым. ■

Перевод: Н.Н. Шафрановская

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

- Molecular Oncology of Breast Cancer. Edited by Jeffrey S. Ross and Gabriel N. Hortobagyi. Jones and Bartlett Publishers, 2005.
- Long-Term Cardiac Tolerability of Trastuzumab in Metastatic Breast Cancer: The M.D. Anderson Cancer Center Experience. Valentina Guarneri et al. in Journal of Clinical Oncology, Vol. 24, No. 25, pages 4107-4115; September 1, 2006.
- Trastuzumab: Triumphs and Tribulations. Rita Nahta and Francisco J. Esteva in Oncogene, Vol. 26, No. 25, pages 3637-3643; May 28, 2007.
- Advances in the Treatment of Breast Cancer. Stacy Moulder and Gabriel N. Hortobagyi in Clinical Pharmacology & Therapeutics, Vol. 83, No. 1, pages 26-36; January 2008.



# нарушения сна:

## КАК ИХ РАСПОЗНАВАТЬ И ЛЕЧИТЬ?

Потребность в сне заложена в человеке генетически, его нарушения, особенно длительные, приводят к понижению работоспособности и ухудшению общего состояния. Изучением этого явления, а также поиском эффективных и безопасных методов нормализации сна в России занимаются ученые Сомнологического центра Миздравсоцразвития РФ и Московского городского сомнологического центра, которыми руководит член-корреспондент РАЕН, доктор медицинских наук **Яков Иосифович Левин**

**З**агадочный мир сна интересовал еще философов древности. Несмотря на то что сон — неотъемлемая и важная часть нашей жизни, систематическое его изучение начато относительно недавно. Как самостоятельная область медицинской науки сомнология — наука о сне — начала формироваться во второй половине XX в., однако пер-

вые исследовательские работы по изучению сна были сделаны в России еще в XIX в. В 1890 г. русский врач-биохимик М.М. Манассеина написала первую научную работу, посвященную особому состоянию человека. Исследованием сна занимался также российский физиолог, академик И.П. Павлов. Создателем отечественной школы сомнологии

стал академик А.М. Вейн. Почти все исследователи в России, занимающиеся изучением сна, так или иначе считают себя его учениками. В свою очередь, Вейн был учеником невролога и нейрофизиолога, академика Н.И. Гращенкова — первого директора Первого медицинского института, выделившегося в 1929 г. из медицинского факультета МГУ.



Исследования показывают, что большинство людей спят намного меньше, чем необходимо. Во время бодрствования человек постоянно что-то делает: ходит, общается, пишет, занимается спортом, выполняет физическую работу и т.д. Когда же он спит, он не связан с физической деятельностью, при этом его мозг не отдыхает, а работает, но по-другому, нежели в состоянии активного бодрствования.

Любой сон состоит из двух фаз: фазы медленного сна (ФМС) и фазы быстрого сна (ФБС). Они принципиально отличаются друг от друга по всем показателям, в первую очередь по мозговой активности (которую отражает электроэнцефалограмма), мышечной активности всего тела, вегетативной деятельности (работа сердца, характер и частота дыхания, артериальное давление и др.). ФМС называют еще ортодоксальным сном, для него характерны снижение частоты сердечных сокращений, ритмичное, медленное дыхание, ослабление мышечного тонуса. На этой фазе человек запасается энергией, компенсируя затраты в период бодрствования. Дополнительные интенсивные физические нагрузки приводят к увеличению данного этапа сна, т.к. требуется большее время для восстановления сил. Также во время ФМС синтезируется гормон роста: как известно, дети и подростки растут ночью. Еще одна функция ФМС — оценка корой головного мозга состояния наших внутренних органов. Они посылают сигналы мозгу о своем функционировании или каких-то нарушениях в их работе.

Быстрый, или парадоксальный сон был открыт в середине прошлого века американским психологом и физиологом, крупнейшим специалистом в области изучения сна Натаниэлем Клейтманом (Nathaniel Kleitman) и его учеником Юджином Азерински (Eugene Aserinsky) из Чикагского университета. Парадокс заключается в том, что при слабой мышечной активности деятельность вегетативной нервной системы активна: могут отмечаться сердечная и дыхательная аритмии, из-

менения артериального давления, фазу быстрого сна сопровождают быстрые движения глазных яблок (см.: Сигел Д. *Зачем нужен сон?* // *ВМН*, № 2, 2004).

Функция ФБС в первую очередь связана с переработкой информации, полученной в бодрствовании, на основе которой создается программа поведения в будущем. Если человек незадолго до сна занимался аналитической, вычислительной, другой деятельностью, требующей умственного напряжения, или смотрел «страшное кино», то длительность ФБС увеличивается, поскольку для обработки дополнительной информации и полученных эмоций требуется больше времени. Стоит отметить, что никакой компьютер не имеет того «уровня интеллекта», каким обладает человеческий мозг.

Для изучения сна визуального наблюдения за спящим недостаточно, необходима объективная информация. В многочисленных исследованиях ученые используют специальную аппаратуру, с помощью датчиков регистрируют различные показатели, главные из которых — мозговая и мышечная активность, движения глаз. При необходимости исследуются также характер и частота дыхания, сердечная деятельность. Все полученные данные обрабатываются с помощью компьютера, на их основе строится гипнограмма, отражающая результаты анализа сна.

В настоящее время в большинстве зарубежных госпиталей имеются сомнологические подразделения — лаборатории или центры, занимающиеся клинической, научной и образовательной деятельностью в области медицины сна. В США, например, аккредитовано более 600 сомнологических центров. Активный интерес к относительно новой области исследований наблюдается и в России, где за последние годы было открыто более 20 сомнологических центров и кабинетов. Многие открытия, сделанные за короткий промежуток времени существования сомнологии как отдельной области науки, уже используются в медицине.

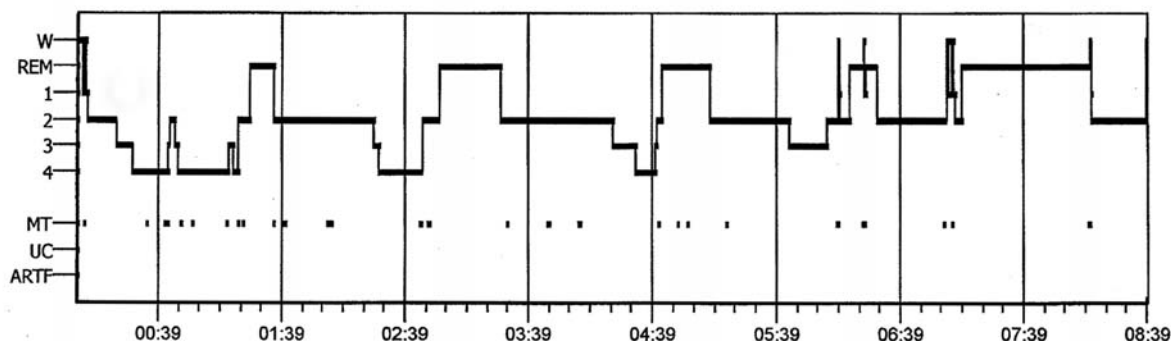
## Голограмма и коэффициент сна

Голографическую теорию функционирования мозга впервые выдвинул Карл Прибрам (Karl H. Pribram), американский нейропсихолог, профессор Стэнфордского университета. Свои идеи он изложил в книге «Язык мозга». Все голограммы обладают рядом свойств, которые делают их потенциально важными для понимания функционирования мозга: во-первых, информация о каждой точке объекта распределяется по всей голограмме и тем самым делает ее устойчивой к разрушению, во-вторых, любая малая часть голограммы содержит информацию обо всем объекте и, следовательно, ее можно восстановить, и, наконец, одновременно могут сохраняться несколько различных «узоров» информации, каждый из которых хранится по всей поверхности и восстанавливается независимо от других.

Я.И. Левин развил идеи К. Прибрама. Известно, что сон состоит из циклов, число которых у человека за ночь достигает шести. Самый важный — первый цикл, который, согласно гипотезе Левина, обладает свойствами голограммы.

Для проверки гипотезы оценивались различные показатели структуры сна на 32 здоровых испытуемых, 34 больных инсомнией (неправильно называемой бессонницей) до и после лечения, и 20 больных инсультом. Проведенные исследования показали, что первый цикл представляет собой голограмму (матрицу), содержащую информацию о показателях всего сна в целом (т.е. показатели первого цикла могут предсказывать аналогичные показатели всего сна). Голографическая функция первого цикла достаточно устойчива к повреждающим воздействиям (инсомния, инсульт) и «срабатывает» даже в условиях грубой церебральной патологии. Второй и третий циклы, вероятно, необходимы для подстройки (коррекции) основной матрицы первого с целью приспособления структуры сна к соответствующим текущим потребностям человека

## ГИПНОГРАММА ЗДОРОВОГО ЧЕЛОВЕКА



Информация о записи	Общая информация	Латентные периоды	Дополнительно
Начало записи : 22:40:04	Длительность : 516,7		Бодрствование во сне : 3,5 0,7%
Окончание записи : 7:19:19	1 Стадия : 6,2 1,2%	1 Стадия : 2,3	Движение : 9,3 1,8%
Продолжительность : 8:39:15	2 Стадия : 242,8 47,0%	2 Стадия : 2,5	Артефакты : 0,0 0,0%
Эпоха : 10	3 Стадия : 44,2 8,5%	3 Стадия : 16,2	Неклассифицировано : 0,0 0,0%
	4 Стадия : 72,7 14,1%	4 Стадия : 24,0	Завершенных циклов : 5
	Дельта - Сон : 116,8 22,6%		Пробуждений : 7
	ФБС : 138,0 26,7%	ФБС : 81,3	

W — бодрствование; REM — ФБС; MT — время движения; UC — неклассифицируемые эпохи; ARTF — артефакты; 1, 2, 3, 4 — стадии ФМС. По оси ординат — время регистрации сна

(см.: На крыльях сна // ВМН, № 3, 2003). Если принцип голографической деятельности первого цикла сна сохраняется, то можно предсказать и сохранение жизни пациента, что особенно важно для больных в острой стадии недуга, пребывающих в отделениях нейрореанимации.

Другими словами, первый цикл сна можно назвать эмбрионом, ядром всего последующего сна в течение ночи. Это некая база, в которой скрывается структура всего дальнейшего сна. А последующие циклы нужны для того, чтобы скорректировать первый, приспособить его к сиюминутным потребностям организма.

С точки зрения доказанной гипотезы становится понятной современная тенденция применения короткоживущих снотворных препаратов (например, иммована), влияющих в первую очередь на первый цикл, через который происходит формирование структуры всего сна в целом.

Профессор Г.В. Ковров и доцент С.И. Посохов, используя 42 различных параметра, рассчитали коэффициент, характеризующий сон в целом. Если эта цифра меньше 10,

то структура сна человека хорошая, если больше 10, то плохая. У больных в остром периоде инсульта эта величина может достигать 220–250. На данную методику получен патент, и она активно используется в оценке характера сна пациентов.

### Музыка и сон

Трудно переоценить роль музыки в жизни человека. Приятная, спокойная мелодия располагает к расслаблению, отдыху. Под бодрую, ритмичную хочется танцевать. Влияние звуков интересует исследователей с давних пор. Но лишь в XIX в. появились первые научные исследования, посвященные воздействию музыки на мозг. В 1871 г. было описано такое явление, как амузия, т.е. нарушение восприятия музыки у больного инсультом. Ученые пришли к выводу, что музыка оказывает стойкое воздействие на центральную нервную систему, причем в восприятие различных мелодий или просто наборов звуков вовлечены многие участки мозга в обоих полушариях. Это было доказано на основе использования современных методов исследований — ЭЭГ (электроэнцефа-

лограммы), ВП (вызванных потенциалов), ПЭТ (позитронно-эмиссионной томографии) и др. При оценке влияния музыки на человека нужно учитывать разные факторы, в том числе правшество-левшество, степень музыкальной подготовки, пол. Так, например, музыканты лучше распознают мелодию правым ухом и используют оба полушария одновременно, а у немусыкантов в процесс вовлекаются левое ухо и правое полушарие. У женщин колебания вегетативных показателей при прослушивании мелодии, как приятной, так и вызывающей отрицательные эмоции, как правило более выражены.

Однако в мировой практике почти нет работ, в которых влияние музыки на сон оценивалось бы с помощью полисомнографии (длительной регистрации физиологических показателей во время сна). Обычно декларируется, что прослушивание спокойной, монотонной, ритмичной мелодии среднего темпа способствует ускорению засыпания. Как известно, таким воздействием обладают колыбельные песни, как народные, так и сочиненные композиторами.

Профессор Я.И. Левин провел исследования влияния на структуру сна музыки, полученной из электроэнцефалограммы (ЭЭГ) посредством специальной компьютерной программы (разработанной Д.Г. Гавриловым). С помощью метода двойного слепого плацебо в контролируемом исследовании было показано, что такая музыка, названная «музыкой мозга», имеет существенное положительное влияние как на субъективные характеристики сна, так и на его структуру. Методика может быть использована при лечении больных инсомнией самостоятельно, или в сочетании с лекарственными средствами. Музыка эффективна также при других нарушениях сна и тревожных, депрессивных, вегетативных расстройствах. Пациент получает диск с записью релаксационной и активационной мелодий и инструкцией, как и когда их слушать. Методику «музыка мозга» могут использовать и здоровые люди — для повышения адаптивных возможностей организма при стрессовой или операторской (т.е. связанной с переработкой большого количества информации в сжатые сроки) деятельности, при принятии адекватного решения в конкретной ситуации. Что представляет собой «музыка мозга», описать непросто, т.к. у каждого человека она имеет свои неповторимые особенности. Методика не имеет негативных эффектов, при почти полном отсутствии противопоказаний результаты ее применения сопоставимы с применением современных снотворных препаратов. «Музыка мозга» используется в терапевтических целях не только в России, но и в ряде других стран: США, Канаде, Италии, Франции.

### Разрушение стрессом

Некоторые пациенты жалуются на то, что они вообще не спят. Однако при объективном обследовании выяснилось, что многие из них спят по 7 часов, что считается нормой. Подобное искаженное восприятие собственного сна называется псевдоинсомнией. Академик А.М. Вейн называл подобное явление агно-

зией, или неузнаванием сна. Люди с таким диагнозом могут быть психически вполне адекватными, однако они не осознают, что ночью спали. Как работает их мозг, до сих пор никто точно не знает. Достоверно известно одно — в мире не зарегистрирован ни один совершенно не спящий человек. И если сон действительно крепкий, то нет смысла лечить его с помощью лекарств. В подобных случаях лучше обратиться к психотерапевту. Если же сон плохой, то прием специальных препаратов, а также прослушивание музыки мозга дают положительные результаты (см.: *Спите на здоровье // ВМН, № 4, 2008*).

## Проблем, связанных со сном, много, какие-то из них решаются достаточно просто, а какие-то все еще представляют серьезные трудности для медиков

Другая серьезная проблема, которой отечественные сомнологи уделяют большое внимание, касается связи стресса и сна, т.к. одна из главных функций сна — антистрессовая. При проведении исследований сотрудниками Сомнологического центра Минздравсоцразвития РФ было установлено, что не долгий по длительности, но сильный по воздействию стресс имеет выраженное негативное влияние на сон. Если стресс становится хроническим, то может развиваться инсомния, поэтому важно правильно защищаться и оберегать себя, насколько это возможно, от нервных потрясений. Одним из популярных средств расслабиться по-прежнему остается алкоголь, однако его потребление в больших дозах может неблагоприятно сказаться на состоянии здоровья и привести к снижению работоспособности на следующий день. Более эффективно применение снотворных препаратов с коротким периодом полувыведения, которые позволяют безопасно «заспать» проблему. Хорошие результаты при защите от стресса дает использование «музыки мозга».

Проблем, связанных со сном, много, какие-то из них решаются достаточно просто, а какие-то все еще

представляют серьезные трудности для медиков. В частности, одной из распространенных проблем остается храп, который имеет множество причин возникновения. Если у человека хроническое воспалительное заболевание горла, то необходимо пройти курс лечения антибиотиками. А так называемый идиопатический (т.е. не имеющий явных причин) храп уменьшается при использовании специальных ротовых приспособлений, например, в виде пустышки. Очень опасна задержка дыхания во сне, или апноэ, которая может привести даже к инсультам и инфарктам. Немало проблем со сном

у детей, включая достаточно часто встречающееся ночное недержание мочи, или энурез. Однако в России детская сомнология находится в зачаточном состоянии. Определенный дискомфорт многим доставляет дневная сонливость. Большое значение в нарушениях сна имеет синдром беспокойных ног. Эти и другие проблемы предстоит решать сомнологам совместно с другими специалистами-медиками. Сон должен быть приятным и реализовывать все возложенные на него природой функции в полной мере.

Ученые разных стран прикладывают большие усилия, чтобы понять, что такое сон и какова его роль в жизнедеятельности человека. Но, несмотря на все усилия, это состояние до сих пор представляет собой загадку. Ясно, что сон очень важен для поддержания жизни и здоровья, ведь все живые существа в той или иной мере спят. Возможно, роль сна в жизни человека будет проясняться по мере того, как будет продвигаться изучение процессов мышления. И наоборот, дальнейшие исследования сна могут пролить новый свет на работу человеческого мозга. ■

Беседовала Фирюза Янчилина

Хани Фарид

# КРИМИНАЛИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЦИФРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Современное программное обеспечение позволяет легко манипулировать фотоснимками и существенно затрудняет выявление подделок. Новая технология предоставила и новые средства обнаружения таких изображений

**В** истории достаточно случаев фальсификации фотографий. Исправлялись снимки Сталина, Мао Цзэдуна, Гитлера, Муссолини, Кастро и Брежнева — от придания более героических поз до удаления изображений врагов или пивных бутылок. Во времена Сталина для создания таких фотографий требовалось много часов кропотливой работы в темной фотолaborатории. Сегодня любой, у кого есть компьютер, может легко

создавать подделки, обнаружить которые очень сложно.

Едва не каждый месяц в новости попадает невыявленная фальшивка. Так, в феврале было обнаружено, что получивший премию снимок стада находящихся под угрозой исчезновения тибетских антилоп, несколько не потревоженных пронесшимся мимо новым скоростным поездом — монтаж. Снимок был опубликован в сотнях китайских газет после помпезного открытия

в середине 2006 г. этой вызывавшей многочисленные споры скоростной линии. Лишь очень немногие люди сразу же обнаружили неувязки, например тот факт, что некоторые антилопы были стельными, а детенышей не было, хотя в то время года, когда поезд начал курсировать, они уже должны были быть. Сомнения стали достоянием общественности, когда снимок был выставлен в пекинском метро в этом году. Тогда стали заметны такие дефекты, как линия «сшивки» двух изображений. Фотограф Лю Вэйцин (Liu Weiqing) и редактор его газеты были уволены, а китайское правительственное агентство новостей принесло извинения за распространение фальшивого снимка и пообещало удалить все изображения, автором которых был Лю Вэйцин, из своих баз данных.

В этом случае, как и во многих других случаях публикации фальшивых изображений, подделку вы-

## ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

- Фальсифицированные фотоснимки, созданные с использованием мощных коммерческих программных средств, появляются постоянно. Это дало толчок развитию новой области — криминалистическому анализу цифровых изображений.
- Многие подделки могут быть выявлены благодаря несовместимостям освещения, диагностируемым, в частности, при исследовании световых бликов на глазных яблоках людей.
- Алгоритм позволяет выявить места, где изображения были клонированы, или где математические свойства изображения не соответствуют математическим свойствам исходного цифрового снимка.



явили бдительные люди, внимательно изучавшие снимки и обнаружившие те или иные дефекты. Но очень часто визуального обследования невооруженным глазом недостаточно для выявления признаков подделки. Поэтому необходимо пустить в дело компьютерные методы, входящие в арсенал криминалистического анализа изображений.

Ко мне часто обращаются представители печати, правоохранительные органы, суды и частные лица с просьбами проверить подлинность изображений. В каждом конкретном случае необходим индивидуальный подход. Например, когда предполагается, что изображение может быть составлено из двух отдельных снимков двух человек, я применяю метод выявления несоответствия в освещении. Если на снимке, представленном на сетевые соревнования по ловле рыбы, изображен улов, я ищу на уровне пикселей артефакты, обусловленные изменением масштаба изображения.

Нестыковки, связанные со сжатием картинки в соответствии со стандартным цифровым форматом *JPEG*, позволили выявить искажения на снимке с экрана, предъявленного в качестве улики в тяжбе о правах на программное обеспечение.

За последние пять лет мои студенты, мои коллеги, я и небольшой, но растущий круг других исследователей создали широкий ассортимент средств выявления подделок в цифровых изображениях. Созда-

Это изображение было изменено в нескольких местах. Для выявления внесенных изменений можно использовать цифровые методы криминалистического анализа изображений, описанные на последующих страницах. Результаты представлены на последней странице

#### ОБ АВТОРЕ

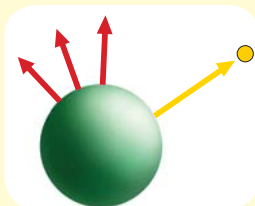
**Хани Фарид** (Hany Farid) — почетный профессор компьютерных наук и заместитель заведующего кафедрой компьютерных наук в Дартмутском колледже, член Института изучения технологий безопасности. В деле распознавания подделанных изображений он сотрудничает с федеральными правоохранительными органами и многими другими клиентами. Он выражает благодарность своим студентам и коллегам, с которыми разрабатывал цифровые методы криминалистического анализа изображений. Это, в частности, Мика Джонсон (Micah K. Johnson), Эрик Ки (Eric Kee), Лю Сивэй (Siwei Lyu), Эйлин Попеску (Alin Popescu), Ван Вэйхон (Weihong Wang) и Джеффри Вудворд (Jeffrey Woodward).

## В РАЗНОМ СВЕТЕ

На изображениях, составленных из частей разных снимков, могут быть небольшие различия в условиях освещения, при которых были первоначально сфотографированы отдельные люди или предметы. Для невооруженного глаза они часто незаметны

На изображении справа моя группа может оценить направление на источник света, падающего на каждого человека и каждый предмет (показаны стрелками). Наш метод основан на простом факте, что освещенность поверхности зависит от ее ориентации (направления нормали к поверхности) по отношению к источнику света. Например, шар освещен сильнее всего со стороны, обращенной к источнику света, и слабее всего с противоположной стороны, с постепенным переходом между этими уровнями в соответствии с углом между нормалью к поверхности в данной точке и направлением на источник света

Чтобы оценить направление на источник света, нужно знать ориентацию данного участка поверхности. В большинстве мест на объекте на изображении сделать это трудно. Исключением является контур, перпендикулярный ориентации поверхности (красные стрелки на изображении шара выше). По результатам измерения освещенности и ориентации в нескольких точках контура наш алгоритм оценивает направление на источник света

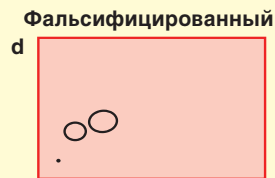
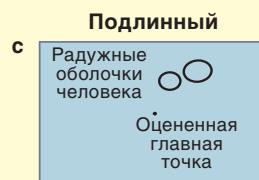
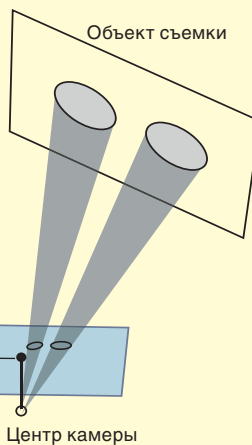
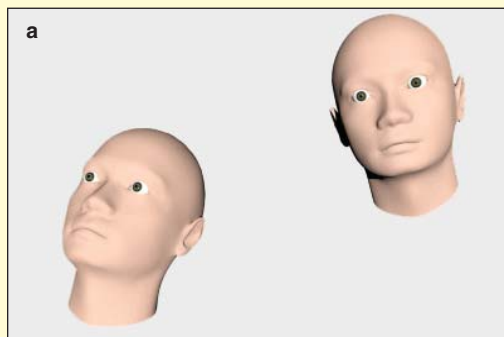


На снимке направление на источник света, падающего на полицейских, не совпадает с направлением на источник света, падающего на уток (стрелки). Дабы удостовериться, что утки были добавлены, необходимо проанализировать другие объекты

## ГЛАЗА И ПОЛОЖЕНИЕ

Изображения глаз могут быть полезны для выявления изменений на снимках, поскольку их форма постоянна

Радужная оболочка глаза имеет круговую форму, но по мере его движения вверх, вниз или в стороны, на снимке она будет иметь все более эллиптическую форму (а). Оценить, как должны выглядеть глаза на снимке, можно, проследив лучи, идущие от них к точке, называемой центром камеры (b). Изображение формируется там, где лучи пересекают плоскость изображения (голубая). Главная точка камеры — точка пересечения плоскости изображения направлением, в котором нацелена камера, — всегда находится вблизи центра снимка



Моя группа использует изображения двух радужных оболочек глаз человека на снимке для оценки направления его взгляда по отношению к направлению на камеру и, следовательно, для оценки положения главной точки камеры (c). Расположение вдали от центра снимка или различие положений главной точки для изображений двух человек свидетельствуют о внесенных изменениях (d). Данный алгоритм применим и к другим объектам, форма которых известна, например к двум колесам автомобиля.

Однако возможности метода ограничены, поскольку он основывается на точном обмере двух радужных оболочек, немного различающихся по форме. Мы с коллегами установили, что данный метод надежен при значительных различиях положений главных точек камеры, например при переносе изображения с края снимка в центр. Судить о значительно меньших перемещениях гораздо труднее

ние каждого нового метода мы начинаем с попыток понять, какие статистические или геометрические свойства искажены данным способом подделки. Затем мы разрабатываем математический алгоритм выявления таких нерегулярностей. Во врезках на последующих страницах описаны пять таких методов.

От подлинности снимков может зависеть, угодит ли кто-то в тюрьму, не окажется ли жалким жульничеством открытие, объявленное революционным прорывом. Поддельные изображения могут повлиять на результаты выборов, как это, похоже, случилось, в 1950 г., когда сенатор Миллард Тайдингз (Millard E. Tydings) потерпел поражение после публикации снимка его беседы с лидером американской коммунистической партии Эрлом Браудером (Earl Browder). Политическая реклама последних лет пестрит поразительным количеством фальшивых фотографий вроде распространенной в 2004 г. через Интернет газетной вырезки, изображающей Джона Керри на сцене рядом с Джейн Фондой во время акции протеста против войны во Вьетнаме в 1970-х гг. Поэтому сегодня важнее, чем когда-либо раньше, знать, можно ли верить увиденному.

### Куда бы вы ни смотрели

Подделки обнаруживаются в самых разных контекстах. Лю Вэйцин был не первым газетным фотографом, кто потерял работу? и чьи снимки были удалены из баз данных в наказание за цифровое мошенничество. Ливанский внештатный фотограф агентства Reuters Аднан Хадж (Adnan Haddaj) десять лет присылал поразительные снимки на тему ближневосточного конфликта, но в августе 2006 г. агентство опубликовало его снимок Бейрута после бомбардировки израильской авиации, где огромные облака дыма были явно добавлены с другого изображения.

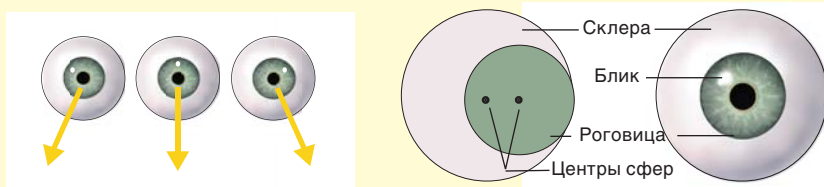
В 2003 г. из *Los Angeles Times* был уволен Брайан Вольски (Brian Walski), когда оказалось что его опубликованный снимок из Ирака составлен из двух отдельных фотогра-

## ПРЕДАТЕЛЬСКИЕ ОГОНЬКИ

Падающий свет отражается от глаз, создавая маленькие светлые точки, называемые бликами. Их форма, цвет и положение кое-что говорят об условиях освещения

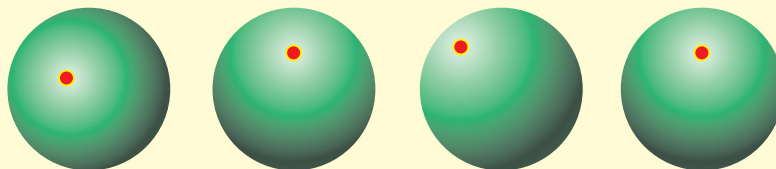


В 2006 г. редактор фотожурнала обратился ко мне по поводу снимка (вверху) звезд фильма «Американский кумир» (*American Idol*), предназначенного для публикации в его журнале. Блики в глазах персонажей на снимке расположены совершенно по-разному (на вставках)



Положение блика говорит о положении источника света (вверху слева). Если направление на источник света (желтые стрелки) перемещается слева направо, так же перемещается и блик

Положения бликов в глазах персонажей приведенного выше снимка настолько не совпадают, что подделка обнаруживается даже невооруженным глазом. Однако во многих случаях требуется математический анализ. Для точного определения положения источника света необходимо учитывать форму глаза, а также взаимную ориентацию глаза, камеры и источника света. Ориентация глаз имеет значение потому, что они не являются точными сферами: прозрачная роговица над радужной оболочкой выдается за пределы сферы. Мы смоделировали это обстоятельство в программе, введя вторую сферу, центр которой смещен от центра склеры (белка глаза), как показано справа на рисунке вверху.

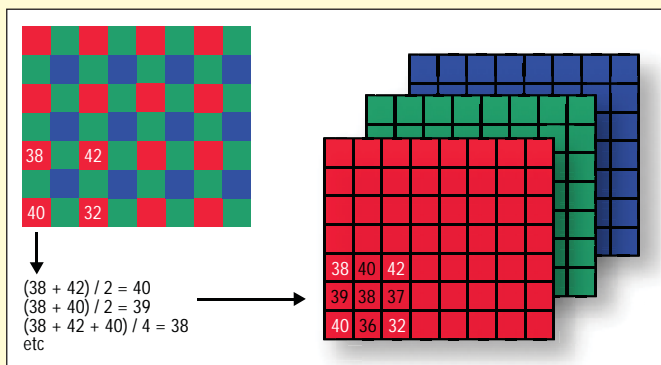


Наш алгоритм рассчитывает ориентацию глаз человека по форме изображений радужных оболочек. По найденным таким образом ориентации глаз (показаны красными точками на зеленых шарах вверху) и положениям бликов программа определяет направление на источник света. Снимок звезд «Американского кумира», вероятнее всего, составлен не менее чем из трех разных исходных фотографий

## ОТПЕЧАТКИ ПАЛЬЦЕВ КАМЕРЫ

Цифровая ретушь редко оставляет видимые следы. Поскольку она может иметь самые разные формы, я хотел создать алгоритм, позволяющий выявлять любые изменения изображения. Метод, разработанный нашей группой, основан на особенности работы практически всех цифровых камер

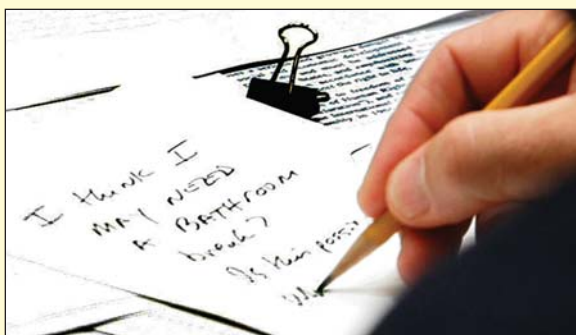
Фотоприемники цифровой камеры образуют прямоугольную сетку пикселей, но каждый пиксель воспринимает только свет в узкой полосе длин волн, выделяемой расположенным перед ним светофильтром. Матрица этих светофильтров находится перед матрицей пикселей. Чаще всего применяется матрица Байера из красных, зеленых и синих светофильтров, вид которой показан справа. При этом каждый пиксель исходных данных содержит только один цветовой канал из трех, необходимых для пикселя стандартного цифрового изображения. Недостающая информация восполняется (процессором самой камеры или программой, которая интерпретирует данные от камеры) путем интерполяции данных от соседних пикселей. Эта процедура называется размозаиванием. Простейший подход состоит в усреднении данных по соседним пикселям, но для получения наилучших результатов применяются и более сложные алгоритмы. Однако какой бы алгоритм размозаивания ни использовался, пиксели окончательного цифрового изображения должны коррелировать с соседними.



Если корреляция пикселей в изображении не соответствует той, которая свойственна предположительно применявшейся камере, значит изображение было каким-то образом отретушировано.

Созданный нашей группой алгоритм отыскивает эти периодические корреляции в цифровом изображении и может выявлять отклонения от них. Если на каком-либо небольшом участке корреляция отсутствует, скорее всего на этом участке были внесены некие изменения. Если модифицировалось все изображение, как при изменении масштаба сильного JPEG-сжатия, корреляция может отсутствовать полностью. Описанный метод позволяет обнаруживать такие изменения, как сделанные агентством Reuters на снимке, переданном с заседания Совета Безопасности ООН в 2005 г. (слева): увеличение контрастности изображения блокнота для улучшения читабельности.

Недостаток этого метода состоит в том, что применяться он может лишь тогда, когда есть основания считать, что анализируемое цифровое изображение оригинально, так как, например, при сканировании отпечатка сканер создаст иные корреляции



фий ради усиления драматического эффекта. Наблюдательный работник другой газеты обнаружил повторение людей на снимке, когда разглядывал его в поисках своих друзей, живущих в Ираке. Вызвали порицание и снимки с обложек журналов *Time* (измененное фото лица О. Симпсона в 1994 г.) и *Newsweek* (голова Марты Стюарт на более стройном теле другой женщины в 2005 г.).

Скандалы сотрясали и научное сообщество. В печально известной статье У Сук Хвана (Woo Suk Hwang) из Сеульского национального университета, опубликованной в 2005 г. в журнале *Science*, сообщалось об 11 колониях стволовых клеток, якобы выращенных исследователями. Независимое расследование показало, что девять из них были фальшивками — «подправленными» изображениями двух реальных колоний.

Майк Росснер (Mike Rossner) вспоминает, что в то время, когда он был выпускающим редактором журнала *Journal of Cell Biology*, до пяти принятых рукописей содержали подложные иллюстрации.

Подлинность изображений может иметь великое множество юридических аспектов, включая вменяемые в вину снимки детей. В 2002 г. Верховный Суд США постановил, что компьютерные изображения несуществующих детей защищены конституцией, отменив часть закона 1996 г., который распространил на них действие федеральных законов против детской порнографии. На слушаниях в Вакапонете (штат Огайо) в 2006 г. защита настаивала, что, если государство не может доказать, что изображения, конфискованные из компьютера подзащитного, реальные, он имел право владеть ими.

В этом деле я выступал свидетелем обвинения, консультируя присяжных о возможностях современных методов обработки изображений и о пределах этих возможностей и представляя данные анализа обсуждаемых снимков с использованием методов отличия компьютерных изображений от реальных. Доводы защиты не имели успеха.

Однако суды нескольких штатов и федеральный суд пришли к выводу, что из-за большой сложности компьютерных изображений присяжным не следует задавать вопроса о том, какие из них реальны, а какие виртуальны. По крайней мере один федеральный судья поставил под сомнение даже способность специалистов делать такие заключения. Как можно после этого доверять цифровым фотографиям, представляемым в суде в качестве улик?



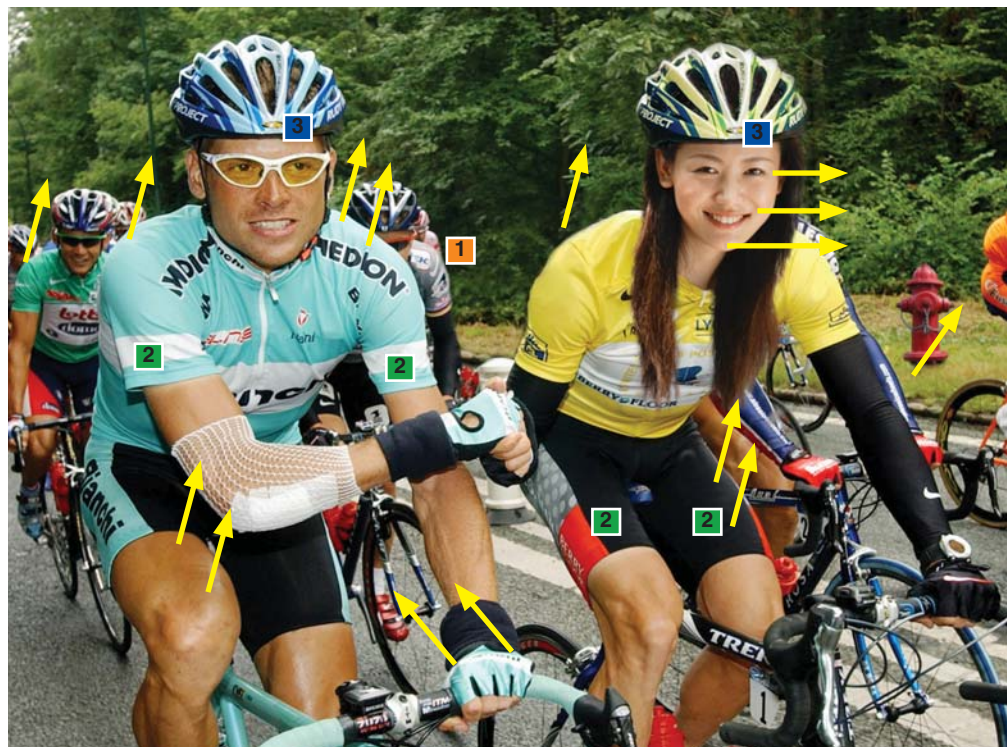
## Гонка вооружений

Методы выявления подделок, описанные во врезках, способны восстановить некоторый уровень доверия к снимкам. Но едва ли можно сомневаться, что как мы продолжаем работать над созданием программ для выявления фальшивок, так и их изготовители будут искать способы перехитрить каждый алгоритм, и к их услугам будут все более сложные программы манипулирования изображениями, разработанные в законных целях. И несмотря на то что некоторые из криминалистических инструментов могут оказаться не очень стойкими перед обманными технологиями (например, создание программы для восстановления корреляции пикселей, ожидаемой в исходном изображении), обмануть другие будет очень сложно. Во всяком случае, это будет далеко за пределами возможностей среднего пользователя.

Методы, описанные в первых трех врезках, основаны на использовании сложных и тонких характеристик освещения и геометрических свойств процесса формирования изображения, изменить которые с помощью стандартных средств редактирования очень трудно.

И как в случае противостояния спама и антиспамовых программ, а также вирусов и антивирусников, не говоря о преступной деятельности вообще, «гонка вооружений» между преступником и криминалистом неизбежна. Однако работа в области криминалистического анализа изображений будет и дальше делать все более трудным создание фальшивок, которые нельзя было бы выявить (хотя никогда не сделает его невозможным).

Криминалистический анализ изображений — довольно молодое направление, но издатели научных материалов и новостей и суды начинают использовать его для проверки подлинности цифровых изображений. Возможно, что в ближайшие 10 лет в результате прогресса в данной области применение криминалистического анализа изо-



бражений станет столь же обычным, как методы физического криминалистического анализа. Я надеюсь, что новая технология в сочетании с разумной политикой и разумными законами поможет справляться с вызовами нашего восхитительного — пусть иногда и трудного — цифрового века. ■

Перевод: И.Е. Сацевич

## ОТВЕТ ИССЛЕДОВАТЕЛЯ

Несоответствие положений бликов в глазах двух велосипедистов на переднем плане (фрагменты внизу) свидетельствует, что сняты они были по отдельности. Направление света, падающего на лицо девушки, не совпадает с направлением света, падающего на ее корпус и на других велосипедистов. На добавленный пожарный гидрант свет падает с третьего направления. Клонированными кустами, травой и бордюром дороги (1) закрыты некоторые велосипедисты на заднем плане, которые присутствовали на исходном снимке. Нарушенная корреляция пикселей может указывать на области, где с помощью ретуши были удалены логотипы (2) и где был переделан шлем девушки (3) — он был взят с изображения ее соседа и перекрашен. Оригинальную фотографию можно увидеть на сайте [www.SciAm.com/jun2008](http://www.SciAm.com/jun2008)

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

- Exposing Digital Forgeries in Color Filter Array Interpolated Images. Alin C. Popescu and HanyFarid in IEEE Transactions on Signal Processing, Vol 53, No. 10, pages 3948-3959. Доступно на [www.cs.dartmouth.edu/farid/publications/sp05a.html](http://www.cs.dartmouth.edu/farid/publications/sp05a.html)
- Detecting Photographic Composites of People. Micah K. Johnson and HanyFarid. Представлено на 6-м Международном симпозиуме по цифровому созданию водяных знаков в Гуанчжоу (КНР) 2007 г. Доступно на [www.cs.dartmouth.edu/farid/publications/iwdw07.html](http://www.cs.dartmouth.edu/farid/publications/iwdw07.html)
- Lighting and Optical Tools for Image Forensics. Micah K. Johnson Ph. D. dissertation, Dartmouth College, September 21, 2007. Доступно на [www.cs.dartmouth.edu/farid/publications/mkjthesis07.html](http://www.cs.dartmouth.edu/farid/publications/mkjthesis07.html)
- Сайт Хани Фариды: [www.cs.dartmouth.edu/farid](http://www.cs.dartmouth.edu/farid)

# как уничтожать ТВЕРДЫЕ БЫТОВЫЕ ОТХОДЫ?



## Увеличение количества отходов — одна из самых актуальных проблем современного мира, для решения которой необходимо создание системы грамотного управления

Согласно утверждению известного русского писателя Н.В. Гоголя, в России две главные проблемы — дураки и дороги. К ним с уверенностью можно добавить третью — свалки. Кучи мусора у нас можно встретить везде: в деревнях, городах, лесах, на обочинах дорог, возле домов. Устроившись летом у любого водоема, всегда можно обнаружить многочисленные объедки, оставленные отдыхающими прямо на пляже. Стихийные свалки у берегов некоторых рек подолгу не убираются, из-за чего зоны отдыха становятся не только неприятными взгляду, но и небезопасными. Проблема несанкционированных сва-

Управление отходами считается экономически выгодным делом. Во многом это объясняется тем, что частным компаниям, которые занимаются утилизацией мусора, существенную помощь оказывает государство. В Польше все внедряемые новые технологии оплачиваются из бюджетных средств. В Великобритании профильные предприятия, выигравшие тендер, получают право заниматься своей деятельностью в течение почти 50 лет. В России же таким организациям нужно ежегодно получать лимиты на захоронение отходов, а каждые пять лет — лицензии. Учитывая специфику нашей бюрократии, сделать это непросто.

### Согласно утверждению Н.В. Гоголя, в России две главные проблемы — дураки и дороги. К ним с уверенностью можно добавить третью — свалки

лок для России очень актуальна. Разумеется, всем хотелось бы, чтобы наша страна хотя бы попыталась подняться до мирового уровня в вопросах чистоты и грамотного управления отходами.

#### России это не выгодно

В последнее время появилось и стало прочно входить в обиход понятие «управление отходами». Это осуществление специализированным предприятием цепочки определенных мероприятий — сбор мусора, сортировка (разделение на ценные и ненужные компоненты), захоронение и уничтожение ненужных фракций (так называемых «хвостов»), использование ценных компонентов для создания новых материалов.

Еще один фактор, сдерживающий развитие в России сферы управления отходами, — низкие тарифы приема мусора (на порядок ниже, чем в развитых странах). В Москве за 1 т бытовых отходов специализированный завод получает примерно 1,5 тыс. руб., в Московской области — меньше 500 руб. При повышении тарифов и наличии помощи государства мусороперерабатывающие предприятия смогли бы значительно повысить свои мощности, внедрить передовые технологии, которыми пользуется весь цивилизованный мир.

Немаловажно и воспитание населения. В советское время у людей не поднималась рука бросить в мусорное ведро даже листок бумаги, т.к. за макулатуру можно было приобрести



В последнее время быстро развивается технология плазменного уничтожения мусора. Лидеры в этой области — США, Япония, Канада. В Германии, в Мюнстере, таким способом уничтожается химическое оружие. В Японии, в Цуруге — перерабатываются слаборадиоактивные отходы с целью уменьшения их объема. Однако такой метод распространения не получил, потому что мощная электрическая дуга разрушает электроды. Чтобы заменить их, оборудование приходится останавливать, что достаточно сложно. Кроме того в качестве плазмообразующего газа в основном используют дорогостоящие инертные газы, несмотря на то что с технологической точки зрения для этой цели лучше всего подходит водяной пар, но он только ускоряет эрозию электродов.

дефицитную книгу. Сейчас полки магазинов завалены всевозможной литературой, и люди перестали копить в своих квартирах газеты и журналы. В мусорные баки летят и ненужные металлические предметы, старая одежда, пластиковые бутылки и многое другое, а все это ценное вторсырье. В развитых странах люди приучены сортировать отходы. Для этого используются мусорные корзины, которые разделены на секции для разных типов мусора. В Москве тоже изредка можно встретить специализированные контейнеры под определенный вид отходов. Но несмотря на это многие не доносят мусор даже до обычной урны, бросают его прямо под ноги.

Следует признать, что без вовлечения государства в воспитательный процесс не обойтись. Причем приучать людей к порядку и чистоте нужно с малых лет, про-

водить разъяснительные работы в детских садах, школах.

### Новые технологии

В мире уже применяются современные технологии утилизации отходов. Свалки мусора в развитых странах давно превратились в промышленные предприятия — полигоны (средние или большие, в зависимости от количества завозимых отходов).

Передовые технологии разрабатываются и в России. Пример — плазмохимический реактор, созданный в новосибирском Институте теплофизики РАН под руководством членкорреспондента РАН М.Р. Предтеченского. В эту установку можно загружать буквально все, в том числе химическое оружие. Органическая часть отходов превращается в экологически чистое газовое топливо, минеральная — в небольшие объемы химически инертного вещества.

В оборудовании, созданном в Новосибирске, используется водяной пар, а электроды имеют почти неограниченный ресурс службы. Кроме того появилась возможность увеличить мощность электрической дуги, что позволяет существенно расширить «список» перерабатываемых веществ. В 2002 г. установка сибиряков получила первую премию на Конкурсе русских инноваций.

В группе плазменных технологий, которой руководит О.М. Тухто, удалось добиться существенного результата: твердые электроды, которые используются в обычных плазмотронах, заменили жидким металлом. В установку загружается самый обычный дешевый металл, который в процессе работы плавится. В ближайшее время новосибирские ученые намерены построить завод по производству плазмохимического оборудования, которое без сомнений будет пользоваться спросом, т.к. одно из его главных достоинств — мобильность (при этом возможен и стационарный вариант); его достаточно легко перемещать на склады отходов, полигоны, в места техногенных аварий.

### У кого-то получается

Есть в России и предприятия, где умеют правильно обращаться с мусором. Например, одно из них освобождает от твердых бытовых отходов половину Санкт-Петербурга. В московском регионе также можно отметить одно из профильных предприятий, расположенное в Люберецком районе ООО «Энерготехника и Технология». Раньше здесь располагался карьер по добыче доломитов. Когда запасы минерала иссякли, огромная яма площадью 12,8 га и глубиной 7 м получила вторую жизнь — ее начали использовать как место для несанкционированного сброса отходов с соседних предприятий. С приходом новых хозяев начались работы по облагораживанию. Днище котлована выстлали водонепроницаемой глиной толщиной в полметра, для того чтобы жидкие продукты,

образующиеся в результате брожения отходов, перестали попадать в подземные водоносные слои. Рабочим приходилось сдвигать свалочный материал, укладывать противофильтрационное основание, затем перекалывать все обратно. Чтобы предотвратить возгорания, отходы пересыпали инертным грунтом, что не только не позволяло мусору разлетаться, но и препятствовало распространению запаха по округе. На 2 м отходов приходилось 30–40 см грунта, этот «слоистый пирог» укатывался, после чего объем отходов уменьшался в три раза.

Затем полигон стал расти вверх, пока не достиг высоты 40 м над уровнем местности. Чтобы такая гора не размывалась и не образовывались оползни, были сооружены наружные стены. Для этого опять использовались грунты, строительные материалы, поверх выкладывался плодородный почвенный слой, который засаживался травой, кустарником, деревьями.

Важная задача — извлечение из полигона метана. Для этого бурятся скважины диаметром от 50 до 80 см, в которые устанавливаются перфорированные трубы, сверху надеваются «оголовники». Все трубы выходят в общий трубопровод, который выводит горячее в накопитель газа. Затем газ поступает на мотор-генератор и, сгорая, вырабатывает тепло и электроэнергию.

Однако хозяева полигона столкнулись с проблемой энергосбережения. Например, в Польше этот вопрос решен: электроэнергия отправляется в общую сеть, и ее производители получают от этого неплохие доходы. Как отмечает председатель совета директоров ООО «Энергетика и Технологии» Н.Г. Векслер, российский полигон потенциально способен обеспечить теплом и электричеством поселок или городок численностью 10–20 тыс. человек.

К концу года, когда начнется извлечение свалочного газа, было решено построить еще тепличный комплекс, который станет главным потребителем вырабатываемой полигоном энергии.

### Передовые методы

Первая мусоросортировочная линия появилась несколько лет назад, она располагалась возле полигона. Из привозимых отходов выбирались ценные компоненты в количестве 15–18%. А это дополнительный доход и некоторое уменьшение объема мусора, идущего дальше на полигон. Через три с половиной года линию демонтировали, а на новой территории предприятия построили целый комплекс. Там работают уже две сортировочные линии, где выбираются ценные фракции, которых более десятка. Производительность каждой линии — примерно 20 т несортированных отходов в час. Многие из выбираемых компонентов прессуются и затем вывозятся потребителям вторсырья. А «хвосты» поступают на установку капсулирования, выдающую до 30 т тюков в час. Из-за недостатка мощностей 20% «хвостов» идет на полигон.

### В советское время у людей не поднималась рука бросить в мусорное ведро даже листок бумаги: за макулатуру можно было приобрести дефицитную книгу

Технология капсулирования — одна из самых передовых не только в Подмосковье, но и в России. В установку поступает отсортированный мусор весом, в зависимости от содержания влаги, от 1,3 до 1,7 тыс. кг. Этот мусор тут же прессуется, а затем обматывается прочной двойной пленкой в шесть слоев, которые скрепляются между собой специальным клеем.

В Люберецком районе решили не отставать от Запада: капсулы, которых за день вырабатывается до 100, пока лишь потенциальное горячее, они складываются на открытой территории, не представляя никакой опасности, т.к. тюки герметичны и могут лежать, не оказывая вредного воздействия на окружающую среду, очень долго — до сотни лет. Когда же возникнет необходимость, капсулы будут использоваться в качестве топлива.

Поступает на предприятие и большое количество крупногабаритного мусора, который вывозится с рынков, предприятий, бункеров возле жилых домов. Специально для древесных отходов установлена «дробилка», перерабатывающая их в щепу, которая закапывается на территории. Через несколько лет это станет естественным удобрением для теплиц.

Используется и другое устройство, для измельчения железобетонных отходов. Из бетона получается щебенка, из арматуры — металлолом. Щебенка идет в основном на собственные нужды, часть продается. Переработка крупного древесного и железобетонного мусора, как и извлечение вторичного сырья, прилично уменьшают объем отходов, сохраняют площади полигона.

В ближайшем будущем планируется создание мусоросжигательного завода, причем не засоряющего

окружающую среду. В производстве будет использоваться пиролиз, т.е. сжигание без доступа кислорода. В результате конечные продукты станут небольшим объемом шлаков, составляющим примерно 15% от объема перерабатываемых отходов, и горячим газом. Примерно таким же способом может вырабатываться дизельное топливо, которого из 1 т мусора можно получить 200 л.

Хочется надеяться, что таких организаций с каждым годом будет становиться все больше. Быть может, тогда и решится наконец в России проблема свалок, которые каждый год «пожирают» многие гектары плодородных земель, загрязняют подземные водные горизонты и ухудшают состояние окружающей среды. ■

Фирюза Янчилина

# ОТОПЛЕНИЕ И ОХЛАЖДЕНИЕ

С ростом цен на нефть, природный газ и электроэнергию для питания обычных отопительных и охлаждающих систем домовладельцы все чаще устанавливают тепловые насосы. Извлекая тепло и холод из атмосферы или грунта, они позволяют получить более высокий КПД и дать экономию средств при длительной эксплуатации.

Наиболее распространены два основных варианта. В системе воздух-воздух используется блок, установленный вне здания и использующий атмосферный воздух в качестве источника или поглотителя тепла. В грунтовых системах теплопередачу осуществляет среда-теплоноситель (хладагент), циркулирующая по трубам, которые уложены в грунт. В обеих системах теплоноситель передается по трубам из внешней среды в блок, находящийся внутри дома, а вентилятор гонит получаемый нагретый или охлажденный воздух по воздуховодам в раз-

ные помещения дома (на илл.). Эти системы часто уподобляют обратимым кондиционерам, которые могут распределять нагретый или охлажденный воздух по всему дому. «При смене времен года достаточно просто щелкнуть переключателем, и поток меняет направление на противоположное», — говорит заведующий отделом рекламы компании Alliant Energy Лео Юди (Leo Udee).

Несмотря на то что обе эти системы потребляют электроэнергию, они экономичнее обычных систем, поскольку для получения тепла или холода они не расходуют топливо, а используют тепло или холод, присутствующие в окружающем воздухе или грунте. Системы воздух-воздух наиболее эффективны при температурах атмосферного воздуха выше 0...1,6° С, поэтому в регионах США с умеренным климатом они преобладают. В более холодном климате к такой системе может быть добавлен небольшой обычный обогреватель, но это увеличивает расходы. Грунтовые системы с трубами, уложенными на глубине 1,8...2,4 м, пригодны в более широком климатическом диапазоне, т.к. температура грунта на такой глубине обычно не опускается ниже 0° С, но их установка обычно стоит дороже.

Тепловые насосы применяются с 1950-х гг., но в последние годы стали более конкурентоспособными, т.к. «КПД электродвигателей и компрессоров повысился, и расходы на их эксплуатацию сократились, а конденсаторы и испарители стали передавать больше тепла, хотя их размеры уменьшились», — говорит вице-президент компании Trane Рэнди Скотт (Randy Scott).

Сегодня на тепловые насосы приходится сравнительно небольшая доля рынка домашних систем отопления и кондиционирования воздуха, но продажи обоих типов систем быстро растут, особенно для замены устаревших систем в уже существующих домах. Поскольку многие дома были построены в 1970-х, 1980-х и 1990-х гг., «их системы приближаются к концу срока своей службы», — говорит Скотт. ■

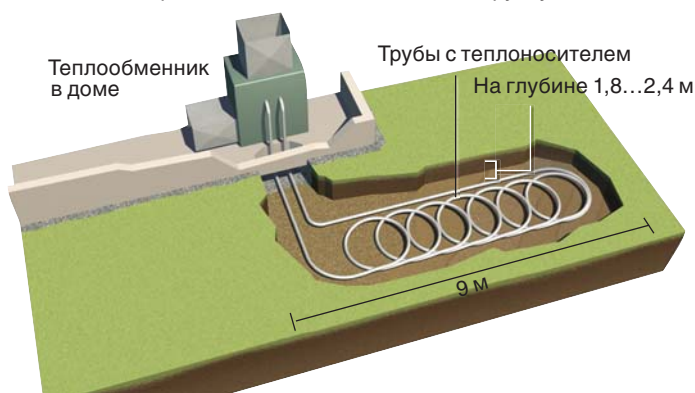
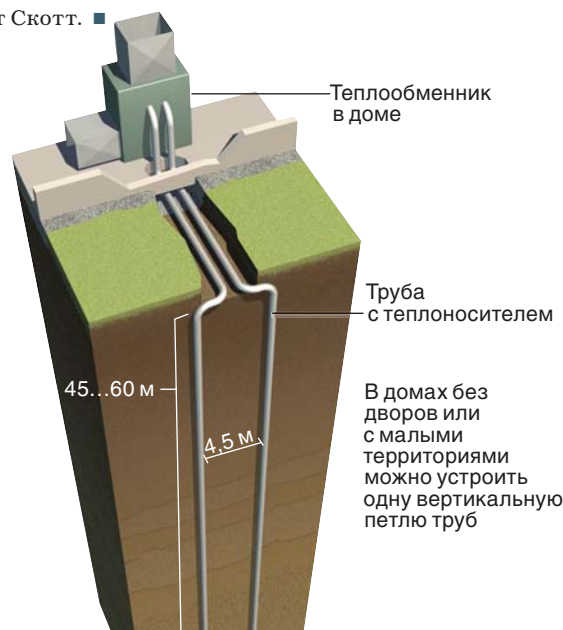
## ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ...

**ПОТЕРЯ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ?** После года эксплуатации до трех четвертей домашних тепловых насосов и централизованных кондиционеров может терять часть теплоносителя, что понижает их КПД на величину до 15%. Обслуживающая компания может за плату пополнить систему теплоносителем.

**ИСКЛЮЧЕНИЕ ХЛОРА.** С 1960-х гг. наиболее распространенным хладагентом в кондиционерах и тепловых насосах стал хлорфторзамещенный углеводород (фреон) HCFC-22, или просто R-22. Но с 2010 г. применение его в новых установках будет запрещено, поскольку он может выделять хлор, разрушающий озоновый слой в атмосфере. Изготовители заменяют его в основном фторзамещенным углеводородом HFC-410A.

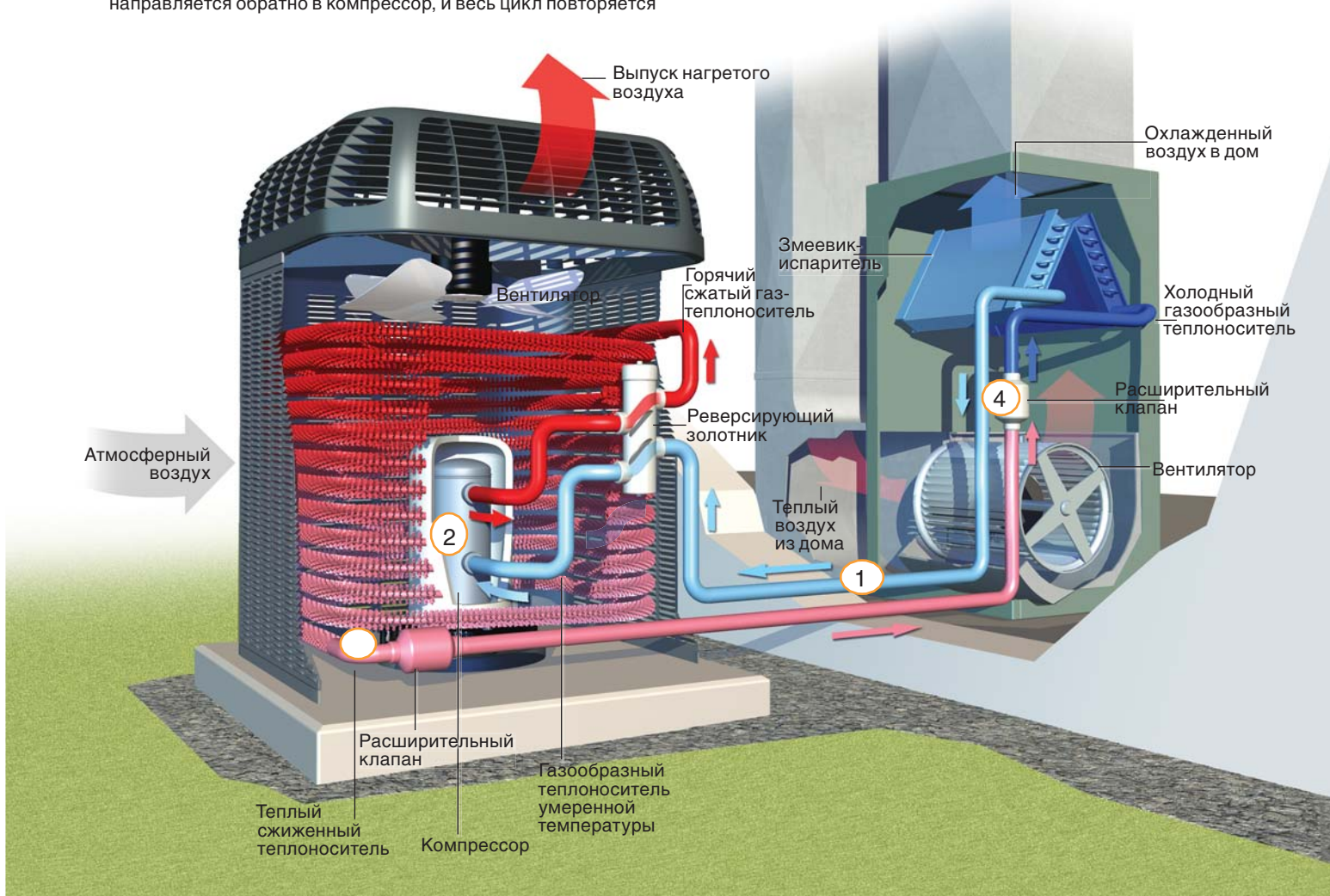
**НАГРЕВ ВОДЫ ОТВОДИМЫМ ТЕПЛОМ.** Летом теплообменники выделяют в атмосферу большое количество тепла. Это тепло можно использовать для нагрева воды, направив горячий теплоноситель по дополнительной трубе в соответствующий теплообменник домовой системы получения горячей воды. Зимой этого избыточного тепла недостаточно, поэтому требуется обычный водонагреватель.

➔ **ГРУНТОВЫЙ ТЕПЛОМЫ НАСОС** работает подобно насосу системы воздух-воздух (илл. на стр. напротив), но вместо использования атмосферного воздуха для нагрева или охлаждения теплоноситель направляется в трубы, проложенные в грунте, от которого он зимой отбирает тепло, а летом отдает его грунту



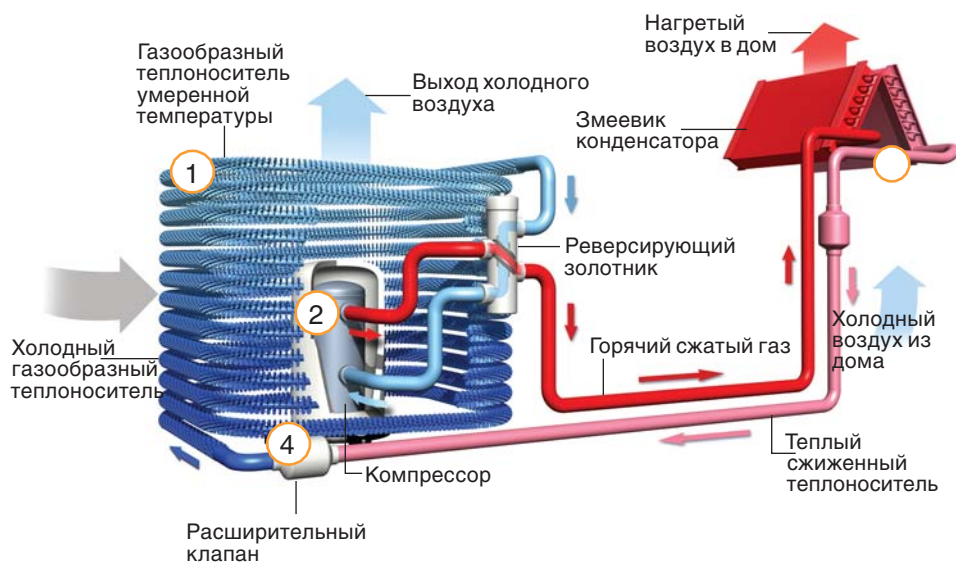
## ОХЛАЖДЕНИЕ ЛЕТОМ

В системах воздух-воздух газообразный теплоноситель комнатной температуры (1) из дома подается в компрессор (2), где превращается в горячий газ. Забираемый из атмосферы воздух отбирает от него тепло, в результате чего газ конденсируется, превращаясь в жидкость (3), которая поступает обратно в дом, где, проходя через расширительный клапан, превращается в холодный газ (4). Вентиляторы прогоняют теплый воздух помещения через испаритель, где воздух охлаждается холодным газообразным теплоносителем. Охлажденный воздух подается в помещения дома. Нагретый газ-теплоноситель направляется обратно в компрессор, и весь цикл повторяется



## ОТОПЛЕНИЕ ЗИМОЙ

Газообразный теплоноситель комнатной температуры (1) в наружном блоке поступает в компрессор (2), где сжимается, в результате чего нагревается и подается во внутренний блок в доме. Здесь в теплообменнике он отдает тепло холодному воздуху для отопления дома. В результате он конденсируется, превращаясь в жидкость (3), которая подается обратно во внешний блок. Там сжиженный теплоноситель приходит через расширительный клапан, превращаясь в холодный газ (4). Расширяясь, он отбирает тепло от окружающего атмосферного воздуха, а затем снова поступает в компрессор для повторения цикла





## Курс минералогии

Эта книга остается одним из наиболее востребованных руководств по минералогии: она содержит исчерпывающие сведения о составе и свойствах минералов, а также изложение принципов классификации минералов.

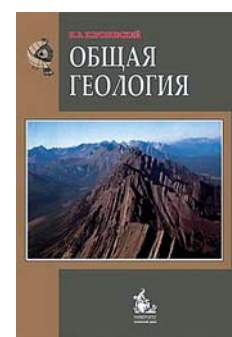
Данное, третье издание опубликовано с изменениями и дополнениями, связанными с развитием минералогии и смежных наук. Уточнены сведения общего характера о минералах, расширены разделы, посвященные особенностям химизма и кристаллического строения минералов, их морфологии и методам исследований.

**Бетехтин А.Г.** Курс минералогии: Учебное пособие. М.: КДУ, 2008.

## Почти все о Земле

В учебнике отражены современные данные и представления о Земле как планете, ее месте в Солнечной системе и во Вселенной, рассмотрены внутреннее строение Земли и методы ее изучения, дано понятие о стратиграфии и геохронологии, строении земной коры и ее вещественном составе.

Рассмотрены все геологические процессы внутренней и внешней динамики, имеется раздел о нелинейных процессах в геологии. В заключении говорится о процессах, в том числе техногенных, изменяющих лик нашей планеты. Книга проиллюстрирована несколькими десятками уникальных цветных фотографий.



**Короновский Н.В.** Общая геология: Учебник. М.: КДУ, 2006



## Развитие медиакультуры в России

Книга представляет собой сборник статей, подготовленный по итогам работы международной научной конференции «Судьба России: вектор перемен», которая прошла в июле 2007 г. в Екатеринбурге и охватила большой круг проблем: исторических, политологических, культурологических, философских.

Одной из примет периода социальной модернизации России на рубеже XX–XXI вв. стало интенсивное развитие медиакультуры как особого типа культуры информационного общества. Авторы сборника показывают, что новые информационно-коммуникационные технологии, в особенности

электронные, трансформируют медиасреду, существенно влияя на массовое сознание, на традиционные виды культуры, на функционирование библиотек, киностудий, музеев, театров. Медиакультура, являясь феноменом эпохи глобализации, воздействует на ценности общества, на мировоззрение разных социокультурных групп, особенно молодежи. Доминирующая тональность современных исследователей медиакультуры варьирует от тревожной до пессимистической. Отдельные авторы говорят об «усталости» от культуры, о традициях печатной культуры, которые уходят в прошлое. Многомерное культурное пространство стало сжиматься до одного измерения — зрелища, а высокое творчество, требующее духовно-нравственного напряжения личности, перестало быть актуальным.

**Медиакультура новой России.** Материалы Международной научной конференции. Екатеринбург — Москва: Академический проект, 2007.



---

# БИОТЕХНОЛОГИИ - ЗДОРОВЬЕ НАЦИИ

Биотехнологии в различных областях промышленности, в фармакологии и медицине, пищевой промышленности, сельском хозяйстве, экологии и энергетике

**5-7 ноября 2008 года**

**РосБиоТех - 2008**

**2-Я БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ  
ВЫСТАВКА-ЯРМАРКА**

**Россия, Москва  
ЭКСПОЦЕНТР, павильон 4**

**Организаторы:**

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное агентство по науке и инновациям  
Биологический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова  
НП «Инноватика»

---

КОНТАКТЫ: (495) 629-57-75, 629-12-56, 629-20-58, 256-05-63  
[www.rosbiotech.com](http://www.rosbiotech.com); [www.salonexpo.ru](http://www.salonexpo.ru)

---



## Взгляд из космоса

Книга представляет собой диалоги между летчиком-космонавтом, физиком, Героем Советского Союза А.А. Серебровым и японским общественным деятелем, президентом международной миротворческой организации, лауреатом Премии мира ООН Дайсаку Икедой. Разговоры затрагивают широкий круг вопросов: от научно-технических до гуманитарных, философских. Серебров работал в орбитальной лаборатории как физик-исследователь, ему принадлежит авторство ряда комических экспериментов по электрофорезу и получению сверхчистых веществ,

по определению структуры верхней атмосферы, по изучению природных ресурсов Земли и условий внутри станции. Космическая наука призвана служить Земле, а космонавты получают беспрецедентную возможность прикоснуться к бесконечности мироздания. В диалогах обсуждаются как конкретные моменты, касающиеся выхода в открытый космос и организации тренировки космонавтов, так и целый ряд глобальных проблем: истощение озонового слоя, загрязнение воздуха, опустынивание, состояние водных источников и почв, угроза снижения биоразнообразия, клонирование жизни. Живая форма диалога, в которой написана книга, позволяет читателю как бы присутствовать при встрече этих удивительных людей — представителей совершенно разных культур, имеющих сходные взгляды.

Икеда Д., Серебров А. Космос. Земля. Человек. Диалоги / Пер. с японского. М.: Изд-во Московского университета, 2006.



## МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ

7-10  
октября  
2008 г.

VI МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ И ВЫСТАВКА

### «ТЕХНОЛОГИИ И ПРОДУКТЫ ЗДОРОВОГО ПИТАНИЯ. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПИЩЕВЫЕ ПРОДУКТЫ»

Расписание научно-технических мероприятий:

- 7 октября: Научно-практическая конференция и выставка  
8 октября: Конференция молодых ученых  
8-10 октября: Workshops. Технический тур

#### Официальная поддержка:

- Министерство образования и науки РФ
- Федеральное агентство по образованию,
- Министерство сельского хозяйства РФ,
- Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Ростехрегулирование),
- Правительство Москвы,
- Российская академия сельскохозяйственных наук,
- ГУ НИИ питания РАМН,
- Ассоциация отраслевых союзов АПК «АССАГРОС»

Россия, Москва, 125080 Волоколамское шоссе, 11  
Аналитический информационный центр  
«МГУПП-Медиа»  
Тел/Факс: (499) 158-70-22, (499) 158-72-35  
Web: [www.mgupp.ru](http://www.mgupp.ru) E-mail: [media@mgupp.ru](mailto:media@mgupp.ru),  
[mgupp-media@mail.ru](mailto:mgupp-media@mail.ru)

Генеральный  
партнер:



ГРУППА «РАЗГУЛЯЙ»

Информационная  
поддержка:



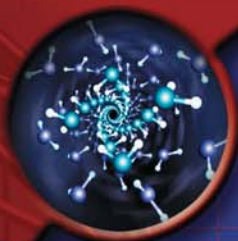
в мире науки

Кондитерское • Хлебопекарное  
производство



Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное агентство по науке и инновациям

# II Международная выставка и конгресс Перспективные технологии XXI века



Нанотехнологии  
и новые материалы



Живые  
системы



Энергетика и  
энергосбережение



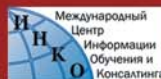
Рациональное  
природопользование



Информационные  
технологии

30 сентября - 3 октября 2008 г., Москва, ВВЦ, пав.55 «Электрификация»

Информационная поддержка:



Тел./факс: +7 (499) 128 8750, +7 (495) 987 4548  
e-mail: pt21@incot.ru, www.incot.ru, www.pt21.ru

# FENS — ЕВРОПЕЙСКИЙ ФОРУМ НЕЙРОНАУК

С 12 по 16 июля в Женеве, Швейцария, прошел 6-й форум европейских нейронаук (*Forum of European Neuroscience, FENS*, <http://fens2008.neurosciences.asso.fr>), который вот уже десять лет проводится раз в два года в разных городах объединенной Европы. В этот юбилейный для *FENS* год была выбрана Женева, город представительств и штаб-квартир (ООН, ВОЗ, ВТО, Красный Крест, ВОТ), расположенная на живописном берегу Женевского озера в окружении хребтов Альп и Юры и знаменитая своим самым высоким в мире фонтаном *Jet d'eau*, который бьет вверх струей на высоту небоскреба в сорок этажей (140 м), выбрасывая каждую секунду до полутонны воды

Свое десятилетие *FENS*, как и полагается юбилею, провел по-швейцарски изысканно, динамично и дорого. Хотя конференция и считается чисто европейской площадкой для ученых (существуют *IBRO World Congress of Neuroscience* и американский *SfN* — аналоги *FENS*), в этот год ее посетил рекордное количество участников (около 5,5 тыс.), приехавших практически из всех стран, где развиваются нейронауки, даже из таких отдаленных, как Бразилия, Южная Корея, Тайвань и Иран. Особенно приятно было встретить на конференции огромное количество русскоговорящих ученых и студентов (на фото), работающих не только в России и других постсоветских республиках, но и в самых престижных американских, английских, немецких и даже японских университетах и лабораториях. Программа конференции была насыщена до предела: всего за пять неполных дней форума был прочитан внушительный объем различных тематических лекций (около 300) и представлено более 3,8 тыс. научных работ в виде постеров, а примерно сотня *high-tech*-компаний, ориентированных на нейробиологию, смогли показать свою новую продукцию.

Проведя небольшой анализ всех научных работ, представленных на форуме, можно легко увидеть, чем

же заняты в данный момент ученые в нейронауках, на чем сфокусированы их исследования, а также на что тратится больше всего денег в данной области. Так, наиболее популярными структурами мозга по-прежнему остаются кортекс — «хранилище» интеллекта (394 работы); гиппокамп — «кладезь» памяти и способности обучаться (346); мозжечок — координатор движений тела в пространстве (89); миндалина — структура, которая знает, чего, где и когда бояться (40), а также спинной мозг (80). В этих частях мозга в основном изучаются молекулярно-генетические механизмы долговременной потенциации и депрессии (38), являющиеся современными клеточными моделями формирования памяти и обучения (237), а также исследуются принципы работы так называемой синаптической (45), структурной и функциональной пластичности (110) мозга и нейрогенеза (54), которые очень важны для восстановления поврежденной нервной ткани и функций (57) после эпилепсии (42), инсультов (19) болезни Паркинсона (48) и Альцгеймера (46), а также других расстройств работы мозга (123), таких как болезнь Гентингтона (20), аутизм (8) и шизофрения (20).

Что касается ученых, то наиболее «плодовитыми» на *FENS* оказались следующие исследователи. Генри Маркграм (Henry Markram),

директор Института мозга и сознания Швейцарского федерального технологического института в Лозанне, соавтор самого большого количества работ — 25 (в среднем небольшая исследовательская группа имеет 3–4 работы), является руководителем большого международного проекта, так называемого *Brain Blue Project*, в задачу которого входит создание самой точной сегодня симуляции работы мозга для создания искусственного интеллекта с использованием суперкомпьютеров *IBM* и реальных лабораторных данных о структуре и принципах работы реального мозга, полученных в ходе научных экспериментов. Так, например, его группе удалось смоделировать часть кортекса с 10 тыс. нейронов, расположенных в трехмерном объеме, отражающую реальную пространственно-функциональную структуру мозга, морфологию каждого нейрона и количество синапсов, а также все их электрохимические и физиологические свойства. Другой исследователь из Центра молекулярной нейробиологии в Гамбурге, Германия, — Мелитта Шахнер (Melitta Schachner), соавтор 18 работ — показала, насколько важны специализированные адгезионные молекулы *NCAM* и *L1*, которые обеспечивают соединение нервных клеток, их аксонов и синапсов между собой, в таких процессах, как функци-



ональное восстановление после травм нервов, нейрогенез, облегчение интеграции эмбриональных стволовых клеток в мозг после трансплантации при болезни Паркинсона, что способствует лучшему восстановлению, а также рассмотрела значение этих молекул для синаптической пластичности, памяти и обучения. Следующий по количеству работ — Олаф Бланке (Olaf Blanke), ученый из Университетского госпиталя в Женеве, Швейцария (14 работ в соавторстве) — исследовал механизмы восприятия мозгом нашего тела, его движений и перемещений в сложном пространстве, где присутствуют одновременно многие стимулы разной модальности. Исследователь из Института физиологии в Мюнстере, Германия, Ганс-Христиан Папе (Hans-Christian Pape), соавтор 10

работ, показал, насколько важна синхронизация активности работы нейронов в гиппокампе, миндалине и префронтальной коре на частоте около 6—8 Гц для запоминания некоего эмоционального события, и что эта память может быть «стерта», если нарушить синхронизацию между указанными структурами.

Среди лекций наибольший резонанс вызывали специальные пленарные лекции, рассчитанные на многотысячную аудиторию и читаемые авторитетными учеными или влиятельными госслужащими. Так, запомнился доклад президента Европейского совета по изучению мозга (*European Brain Council, EBC*) Джеса Олесена (Jes Olesen), в котором прозвучала жесткая аргументация необходимости срочного увеличения финансирования нейронаук. Болезни мозга на сегодняш-

ний день составляют 50% от всех болезней, ведущих к нетрудоспособности человека, или 35% от всех болезней в целом, и эта цифра будет расти по мере старения человечества. Европа же тратит сегодня всего 4,1 млрд евро в год (в разы меньше, чем США), и большинство финансовых вливаний (до 80%) приходят из частного промышленного сектора, от фармакологических компаний, а не со стороны государства. «Внимание общественности сегодня сконцентрировано на таких проблемах, как рак и сердечно-сосудистые болезни, важность фундаментальных и прикладных исследований мозга недооценивают. Эту ситуацию нужно срочно исправлять», — говорит Оlesen.

Следующая конференция *FENS* в 2010 г. состоится в Амстердаме. ■

Олег Сеньков



# БУДУЩЕЕ КОМПЬЮТЕРОСТРОЕНИЯ

На всероссийской научно-практической конференции «Перспективы развития высокопроизводительных вычислительных архитектур. История, современность и будущее отечественного компьютеростроения», посвященной 60-летию Института точной механики и вычислительной техники (ИТМиВТ) им. С.А. Лебедева РАН и проходившей в помещении ФИАН им. П.Н. Лебедева накануне юбилея, рассматривались не только методы оптимизирующей компиляции, суперкомпьютерные технологии для решения стратегически важных задач, мировые тенденции развития вычислительных архитектур, высокопроизводительные процессоры цифровой обработки сигналов векторно-матричной архитектуры и состояние и перспективы развития отечественных аппаратно-программных платформ

серий «Багет», «Мультикор» и «Эльбрус», но также состоялся чрезвычайно важный, необходимый для осознания местоположения и направления движения российской компьютерной науки диалог поколений разработчиков вычислительных средств и систем. Затаив дыхание, слушали студенты и аспиранты, молодые и убежденные сединами ученые рассказ живой легенды отечественного компьютеростроения, заслуженного инженера-исследователя американской корпорации *Intel*, директора по архитектуре подразделения программных решений, член-корреспондента РАН Б.А. Бабаяна о наиболее интересных эпизодах становления отрасли и новейших течениях и современных тенденциях разработки вычислительных архитектур. Были высказаны прогнозные оценки состояния суперкомпьютерных исследований,

повышения отказоустойчивости распределенных систем управления и необходимости расширения сфер деятельности проектных центров компьютеростроения для обеспечения национальной безопасности, анализа вычислительных систем с нетрадиционной архитектурой, перспектив создания программных комплексов оценки производительности вычислительной системы на многоядерных микропроцессорах при решении задач реального времени и многопроцессорных вычислительных структур с динамически реконфигурируемой архитектурой на основе ПЛИС. Проведение юбилейной конференции ИТМиВТ в стенах ФИАН свидетельствовало об общности и неделимости масштабной научной проблематики двух ведущих институтов РАН и единстве российской академической школы. ■

# ПЕРВЫЙ АТОМКОН

В центре научной дискуссии на Первом международном форуме «Атомкон», проходившем в конце июня в ЦВК «Экспоцентр» и включавшем в себя выставку и конгресс по проблематике ядерных исследований, на кону оказалась не только судьба российской энергетики, но и перспективы развития атомных технологий в мире.

Оценка баланса экологических рисков и новых энергетических возможностей превалировала в выступлении главы Росатома С.В. Кириенко. По мнению экс-премьера, инновационной в атомной сфере стала программа по созданию отечественных сверхпроводников для трансформаторов, накопителей, электродвигателей, токоограничителей, генераторов и проводов — мировой рынок к 2015 г. достигнет \$205 млрд с долей рынка российских

сверхпроводников порядка \$40 млрд и инвестициями в \$1 млрд. Водные технологии (ВТ) «Атомэнергопрома» включают в себя инжиниринг, проектирование и технологические решения и производство комплектующих на отраслевых мощностях — из \$365 млрд США мирового рынка к 2015 г. на долю ВТ приходится \$1,3 млрд и \$100 млн инвестиций. В ядерной медицине (ЯМ) основное внимание уделяется радиофармацевтическим препаратам, лекарственным формам радионуклидов и стабильным изотопам — к 2020 г. \$100 млн США инвестиций и доли рынка ЯМ в \$7,5 млрд соответствуют мировому рынку объемом \$40 млрд.

Уникальный опыт развития ядерной энергетики в Японии был озвучен в докладе президента Японского атомного промышленного форума

(JAIF) Такуя Хаттори. В стране, пережившей атомную бомбардировку 1945 г., основу для совершенствования национальной энергосистемы составляют Закон об энергетической политике, Главный энергетический план, Новая энергетическая стратегия и Политика в ядерной сфере, включающая Рамочную программу и Отраслевой энергоплан, регулирующие оборот и стабильный рост качества энерготехнологий. Разработанная концепция трех «Э»: энергобезопасности, экологии и экономического роста, позволившая в короткие сроки достигнуть существенных результатов в восстановлении японской индустрии и ее выходе на лидирующие позиции на мировом рынке, может широко применяться и уже успешно используется в ряде стран для укрепления их национальных промышленно-экономического потенциалов.

Разворот подготовил  
Леонид Раткин  
Фото автора

## НАНО НА НТТМ

Каждый год выставка НТТМ становится открытием: она широко раскрывает двери в мир большой науки творческой молодежи и информирует научную общественность о новейших разработках молодых ученых. Одним из главных открытий и, пожалуй, откровений для посетителей VIII Всероссийской выставки НТТМ стало резкое увеличение экспонатов по проблематике нанотехнологий. Продекларированная и, что важно, профинансированная на высоком государственном уровне стратегическая инициатива нашла достойный отклик в умах и сердцах молодых исследователей и их руководителей, горящих искренним желанием послужить своими талантами на благо отечественной науки.

Новые композиционные материалы — армирующие наполнители,

композиты и матрицы, методика получения радиопрозрачных материалов для изготовления обтекателей антенн РЛС, термозащитные покрытия и нанокompозиты с высокотемпературной окислительностойкой теплоизоляцией для аэрокосмического применения и защитные антиокислительные покрытия были представлены аспиранткой РХТУ им. Д.И. Менделеева Юлией Ананьевой. Эти материалы могут применяться не только в гражданской, но и в спецпродукции, обеспечивая необходимую прочность на уровне мировых аналогов.

Новые методы количественной регистрации магнитных наночастиц *in vivo* и наноконструктор были представлены молодым ученым М.П. Никитиным (МФТИ). Предлагаемый неинвазивный магнитный иммуноанализ с количественным контролем выведения наночастиц из организма способствует повышению эффективности лечения на ранних стадиях заболевания. Творческий коллектив в составе Л.И. Бриттал,

Нгуен Х. Нам, Р.А. Титеева и О.В. Улыбиной с кафедры химии и технологии биологически активных соединений им. Н.А. Преображенского Московской государственной академии тонкой химической технологии им. М.В. Ломоносова разработал методы фотодинамической и борнейтронозахватной терапии для лечения онкологических соединений.

Но еще одним важным открытием НТТМ-2008 стало первое участие в выставке Малой академии наук (МАН) «Интеллект будущего» из Черноголовки. Наследники отечественных академических традиций, члены МАН в подавляющем своем большинстве — дети ученых, работающих в сфере РАН. Их первые шаги робки и несмелы, их первые успехи в науке пока, подобно нано, несоизмеримо малы по сравнению с достижениями всемирно известных исследователей, но их целеустремленность позволяет надеяться на преемственность поколений и наследование лучших традиций в российской науке. ■



# НАУКА ПРАВИТ ЗАКОН

В конце июня в ЦВК «Экспоцентр» прошла крупнейшая в России международная выставка оборудования и технологий для нефтегазового комплекса «НЕФТЕГАЗ». В рамках выставки были проведены Российский нефтегазовый конгресс и пресс-конференции ведущих производителей и поставщиков отраслевых технологий, в частности известной американской многопрофильной диверсифицированной производственной корпорации «ЗМ». Директор департамента продукции для нефтегазовой промышленности компании «ЗМ Россия» Андрей Чичагов отметил инновационный характер разработок, позволяющих увеличить долговечность газонефтепроводов, повысить степень очистки нефтепродуктов и увеличить объем нефтегазодобычи.

Отсутствие в российском законодательстве норм, регулирующих чистоту жидкостей на разрабатываемых месторождениях в зависимости от геофизических свойств нефтяного пласта, и неопределенность требований к содержанию отраслевых технических проектов стали одними из причин проведения совместного выездного заседания Комитета Совета Федерации по природным ресурсам и охране окружающей среды и Комитета Государственной Думы по природным ресурсам, природопользованию и экологии, проходившего летом 2008 г. в г. Нурлат (Республика Татарстан), по итогам которого «ЗМ Россия» предложила внести необходимые изменения и дополнения в законодательные и нормативные документы, регулирующие

правила ремонта и эксплуатации нефтяных скважин. В частности, внедрение в производство качественно новой системы фильтрации жидкостей и растворов для продления сроков эксплуатации нефтегазовых скважин и повышения объемов добычи газа и нефти будет способствовать существенному увеличению эффективности разработки существующих месторождений и снижению экологических рисков.

Таким образом, в современной юридической практике создан положительный прецедент, когда опыт практического применения крупной международной корпорацией инновационной продукции на мировом рынке способствовал устранению недоработок в отечественном законодательстве и гармонизации российских и международных нормативно-правовых документов в преддверии вступления России в ВТО. ■

Леонид Раткин

**ЭЛЕКТРОНИКА**  
КОМПОНЕНТЫ • ОБОРУДОВАНИЕ • ТЕХНОЛОГИИ

# ChipEXPO -2008

ОКТАБРЬ 1-3  
6-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА  
РОССИЯ • МОСКВА • ЭКСПОЦЕНТР

**ПРИ ПОДДЕРЖКЕ:**

Министерство промышленности и энергетики Российской Федерации  
Федеральное агентство по промышленности  
Департамент науки и промышленной политики города Москвы  
Московская торгово-промышленная палата  
Российская Инженерная Академия

**ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА**

CHIP NEWS  
КОМПОНЕНТЫ И ТЕХНОЛОГИИ  
ЭЛЕКТРОНИКА  
РАДИО  
ЭЛЕКТРОНИКА

www.radio.ru

www.chipexpo.ru

СОВМЕСТНО С  
ВЫСТАВКОЙ **DISPLAY**











# I НАЦИОНАЛЬНЫЙ КОНГРЕСС КАРДИОНЕВРОЛОГИЯ

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ И СОЦИАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ РФ  
РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ МЕДИЦИНСКИХ НАУК  
НАУЧНЫЙ ЦЕНТР НЕВРОЛОГИИ РАМН  
НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО НЕВРОЛОГИИ РАМН И МИНЗДРАВСОЦРАЗВИТИЯ РОССИИ  
РОССИЙСКИЙ КАРДИОЛОГИЧЕСКИЙ НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ КОМПЛЕКС

*Уважаемые коллеги !*

## Приглашаем Вас принять участие в I Национальном конгрессе «Кардионеврология»

В рамках Конгресса будут обсуждены:

-  кардиологические аспекты цереброваскулярной патологии
-  неврологические проявления сердечно-сосудистых заболеваний
-  современные алгоритмы фармакотерапии в кардионеврологии
-  церебральные осложнения в кардиохирургии и церебропротекция
-  проблемы нейрореабилитации
-  профилактика в кардионеврологии

В Конгрессе принимают участие ведущие научные и клинические центры России: НЦН РАМН, РКНПК, НЦССХ им. А.Н.Бакулева РАМН, Институт ревматологии РАМН, РНЦХ им. акад. Б.В.Петровского РАМН, Институт хирургии им. А.В.Вишневского, ММА им. И.М.Сеченова, РГМУ, ГОУ ДПО РМАПО, ГНИЦ профилактической медицины и др.

В рамках Конгресса будет работать выставочная экспозиция лекарственных препаратов, медицинского оборудования и средств реабилитации.

**Конгресс состоится 1 - 2 декабря 2008 года  
в здании Правительства г. Москвы  
( ул. Новый Арбат, д.36 )**

Оргкомитет Конгресса:  
Тел.: (499) 740 8079  
Факс: (499) 740 8079  
E-mail: [nko@neurology.ru](mailto:nko@neurology.ru), [www.neurology.ru](http://www.neurology.ru)

Технический организатор Конгресса:  
ООО «ДИАЛОГ»  
Тел/факс: (495) 631 7383

Генеральные спонсоры:



ГЕДЕОН РИХТЕР А.О.

*Основано в 1901 году*



Анатолий Гендин

# токайский ВОСТОРГ

Еще не так давно токайские виноделы были буквально нашими соседями: они живут и работают на северо-востоке Венгрии, у границы с Украиной. Ароматное янтарное вино из этих мест уникально: нигде в большом винном мире ничего подобного нет

**К**ак это обычно и бывает с выдающимися винодельческими регионами, венгерский Токай невелик: примерно 55 км вдоль и около 30 км поперек. В южной его части есть крохотный городок Токай, подаривший всему краю свое имя. Официально регион, расположенный в 250 км к северо-восто-

ку от Будапешта, называется Токай-Хедьялья (*Tokaaj-Hegyalja*, «Токайские предгорья»), но редкий иностранец может правильно произнести такое. Зато отсюда родом самые известные за границей венгерские вина.

Оригинальный холмистый рельеф местности — это остатки бывших карпатских вулканов, исправ-

но функционировавших 15 млн лет назад. Основная масса здешних виноградников находится на высоте от 150 до 250 м над уровнем моря, экспозиция лучших из них идеальна: на юг и юго-восток. Среднегодовая температура на этих склонах примерно 10° С — с легким морозцем зимой и умеренной жарой летом.

Основная часть осадков приходится на начало лета, после чего обычно устанавливается солнечная погода, плавно переходящая в сухую теплую осень. С востока и юго-востока токайское виноделие ограничено рекой Бодрог, впадающей в Тису в неподалеку от Токая. Эти две реки обеспечивают необходи-

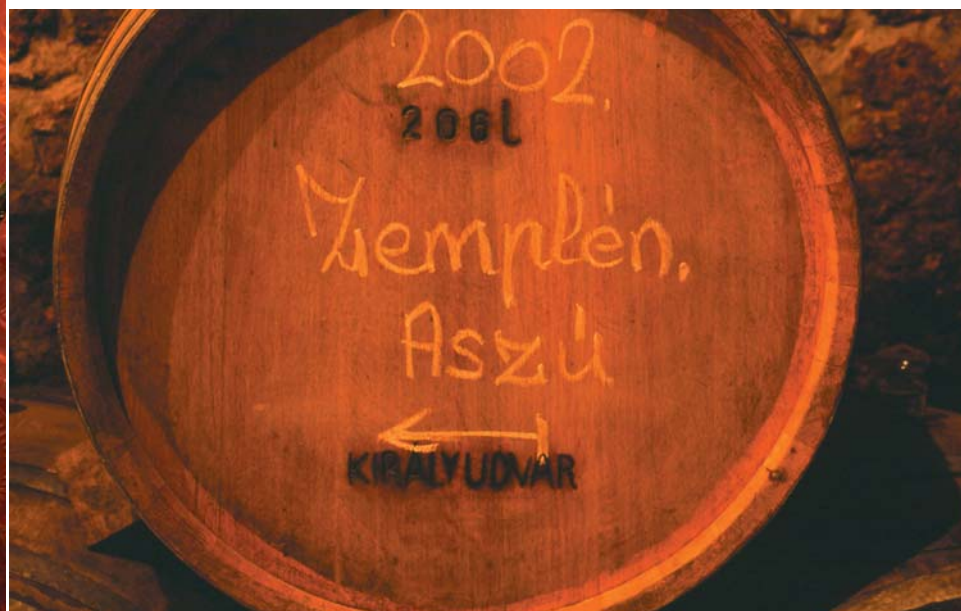
В свое время Советский Энциклопедический Словарь описывал токайское как «десертное вино из белых сортов винограда, преднамеренно пораженных спец. грибком». Между тем проблема как раз в том и состоит, что «преднамеренно» поразить виноградники этим спецгрибком не получается, хотя желающих всегда было

много. Воспроизвести «настоящее токайское» пытались, в частности, и в царском, и в советском Крыму. Но даже в Токае чудесный грибок работает не везде: наиболее эффективен он на низменных участках, поближе к речным туманам.

Именно из этих заизюмленных, «ботритизированных» ягод и получается тот самый винный деликатес, который в 1703 г. удостоился легендарной похвалы из уст Людовика XIV: *Vinum regum, rex vinorum* («Король вин, вино королей»); высочайший комплимент и по сей день здорово помогает токайским виноделам продвигать и продавать их замечательное вино.

Фактически из ягод асу делают несколько совершенно разных продуктов.

Сначала тщательно отобранные заизюмленные виноградники складывают в огромные деревянные кадуски диаметром метра полтора и высотой около метра, где они под собственным весом начинают выделять сок. Он вытекает тонкой струйкой в какое-нибудь банальное ведро или даже яркий



мый уровень влажности, без которого токайские вина просто не получились бы.

Настоящий токайский шедевр, густое и сладкое вино цвета янтаря и красного дерева, называется коротко и звонко — «асу» (*Aszu*). Так же именуются и заизюмленные прямо на лозе ягоды, которые вовремя поразила благословенная «благородная плесень», знаменитая *Botrytis cinerea*: теплые осенние дни, прохладные ночи и влажные туманы, поднимающиеся от речной глади, этой полезной плесени очень способствуют. Она выпивает лишнюю воду из винограда и одновременно приводит к образованию особых ароматических веществ внутри подсушенных ягод — именно поэтому вино из них потом получается не только сладким, но и узнаваемо ароматным. Сбор такого винограда происходит во второй половине октября — начале ноября, то есть позже обычных сроков уборки урожая.





пластиковый тазик. Это самый натуральный виноградный сок, но из изюма, отчего и получается он очень густым и чрезвычайно сладким. Содержание сахара в этой тягучей жидкости медово-янтарного цвета невозможно себе представить — от 450 до 600–700 г на литр, а в особо удачные годы и больше!

После того, как струйка сладчайшего сока из ягод асу иссыкает, начинается процесс производства собственно вина асу. Для этого уже отдавший часть своего сока изюм заливают суслом разной степени ферментации или уже готовым молодым вином и оставляют на срок от 12 до 48 часов в зависимости от температуры окружающей среды. Чрезвычайно важна пропорция, в которой смешивают изюм и сусло или вино; от этого зависит и качество будущего деликатеса, и его цена. Количество ягод асу принято измерять в заплочных корзинах,

в которые складывают срезанные гроздья при уборке урожая; по-венгерски такая корзина называется «путтонь» (*puttony*) и вмещает примерно 25 кг винограда.

Единица измерения объема молодого вина, которым заливают изюм, тоже оригинальна: это маленькая дубовая бочка емкостью 136 л, типичная именно для этого региона, называется она «гёнци» — по названию городка Гёнц к северу от Токая, на самой границе со Словакией, там трудятся едва ли не самые искусные бондари Венгрии. На каждую такую бочку вина отмеряют от трех до шести корзин ягод асу, эту цифру потом обязательно указывают на бутылочной этикетке. Пропитавшиеся молодым вином ягоды асу отправляют на прессование, затем очень сладкое сусло бродит от недели до трех при температуре примерно 20° С, после чего почти уже готовое вино еще долго выдерживается и в бочках, и в бутылках. Существуют минимальные сроки выдержки вина асу перед его бутелированием: по одному году на каждую корзину-путтонь плюс еще два года. Получается, что шестикорзинное вино асу может появиться в продаже не раньше, чем через восемь лет после сбора урожая. На самом деле реальные сроки выдержки почти всегда больше.

В трехкорзинном асу содержится не менее 60 г остаточного сахара на литр, в четырехкорзинном — не менее 90 г/л, в пятикорзинном — не менее 120 г/л, в шестикорзинном — не менее 150 г/л. Количество бутылок шестикорзинного асу урожая конкретного года принято подсчитывать с точностью до единицы; хорошим тоном считается указывать эти цифры на контрэтикетках (скажем, тираж такого вина 1999 г. в токайском винодельческом хозяйстве *Kiralyudvar* составил 2779 бутылок).

Примечательно, что для потребителя пятикорзинное асу довольно часто оказывается предпочтительнее шестикорзинного — и не только из-за относительно щадящей стоимости такого вина, но и благодаря более удачному балансу сахара, кислотности и алкоголя; в последнем, слишком сладком варианте добиться этого баланса гораздо труднее. По этой же причине и многие виноделы предпочитают останавливаться на пяти корзинах.

Изюма из одной заплочной корзины-путтоня хватает всего на литр-полтора сладчайшего сока. Часть этого нектара идет на производство так называемой «асу-эссенции» (*Aszu Eszencia*). Это еще более концентрированное вино асу благородного темно-янтарного цвета,

## ОБ АВТОРЕ

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

при производстве которого количество корзин изюма на одну бочку вина превышает заветную цифру 6. У некоторых виноделов это означает фантастически медленную ферментацию на протяжении двух лет (!) в больших стеклянных баллонах с последующей выдержкой в бочках из венгерского дуба. В результате по бутылкам (вернее, бутылочкам объемом 375 мл) разливают совершенно уникальный продукт: алкоголь — 3%, сахар — 480 г/л, кислотность — 18 г/л. Понятно, что это не только очень редкий, но и очень дорогой напиток. Делают его далеко не каждый год, а только из лучших урожаев и из винограда с самых лучших участков.

Важно не перепутать асу-эссенцию (пусть и слабенькое, но все-таки вино!) с продуктом, который токайцы называют обычной эссенцией: она представляет собой вовсе не вино, а тот самый густой виноградный сок, по цвету и консистенции похожий на мед, который вытекает из ягод асу под их собственным весом в самом начале технологического процесса. Иногда такую эссенцию добавляют в вино асу, чтобы конечный продукт был насыщеннее. Эссенцию особо выдающихся лет (вроде урожая 1993 г.) разливали по бутылкам и продавали отдельно.

Относительно молодое вино асу характерно ароматами свежего абрикоса и персика, цитрусовой цедры, грейпфрута, в нем можно опознать тона благородных грибов, в первую очередь трюфелей; с выдержкой все больше чувствуются сухофрукты, в первую очередь курага, и айва с грушей, проявляются медовые, орехово-каштановые, кофейно-табачные и шоколадные тона, аналогии с восточными сладостями, пряностями и благовониями (сандаловое дерево).

Грамотно сделанные вина асу обладают громадным потенциалом выдержки; с возрастом они становятся все лучше, а с какого-то момента просто сохраняют достигнутый уровень качества. Скажем, шестикорзинное асу исключительного урожая 1972 г. все еще не вы-

зывает никаких нареканий. Вина асу принято пить слегка охлажденными — до 14° С, так лучше чувствуются их уникальные ароматы. Некоторые производители рекомендуют пить их шестикорзинные шедевры охлажденными до «температуры погреба» — а это около 12° С.

Кстати, о погребе. Токайские винные погреба представляют собой длинные (десятки и сотни метров) тоннели диаметром 4–5 м, вырубленные в мягких вулканических породах. Иногда несколько таких параллельных тоннелей, соединенные переходами, расположены на двух-трех уровнях; это самые настоящие лабиринты с крутыми изгибами, затейливыми лесенками и даже веселенькими балкончиками, а входы и выходы находятся в разных зданиях и даже на разных улицах. В этих погребах проходила жизнь не только вина, но и людей; здесь пережидали войны и грабежи, проводили важные общественные мероприятия и даже короновали королей.

Однако токайский винный погреб — это не просто склад для хранения бочек; в нем происходят сложные физико-химические и микробиологические процессы, чрезвычайно важные для успеха всего предприятия. Неизменную в течение года температуру здесь удачно дополняет постоянная высокая влажность (80–85%), которую обеспечивает верный друг токайского винодела — особый грибок, похожий на невесомый мягкий мох, светло-серый в начале своей жизни и бархатно-

черный в зрелом виде. На латыни он так и называется — «подвальный» (*Cladosporium cellare*). Эта полезная плесень покрывает толстым слоем и стены подземных винохранилищ, и сами бутылки на полках и в штабелях, которые не тревожат годами.

Чаще всего для производства вина асу используется виноградный сорт Фурминт (*Furmint*), занимающий примерно 60% всех токайских виноградников. Известны такие вина и из сорта Харшлевелю (*Harslevelu*) и даже из местного муската. Считается, что первое токайское вино в стиле асу появилось в середине XVII в. Когда-то такие вина получались в Токае далеко не каждый год, в среднем 3–4 раза за десятилетие. Со временем виноделы приспособились к погодно-климатическим колебаниям и сейчас делают асу практически ежегодно, вот только объемы производства год на год не приходятся.

Сегодня в официальной зоне токайского виноделия находятся 28 населенных пунктов; только проживающие там виноделы могут использовать на своих этикетках заветное слово *Tokaj*. Как водится в таких случаях, споры относительно исторических прав других деревушек на ценное рыночное имя то затихают, то возобновляются опять. Геополитической пикантности этим дискуссиям добавили территориальные реалии послевоенной Европы: небольшая часть исторической области Токай входит в состав соседней Словакии. ■



## Как прекращаются землетрясения?

Отвечает геофизик из Калифорнийского университета в Риверсайде Дэвид Оглесби (David D. Oglesby)

Упрощая, можно сказать, что землетрясение останавливается, когда вызвавшая его скрытая энергия не может более преодолеть сдерживающее трение.

Чтобы представить себе разрывной процесс, прежде всего важно понять, какие силы вызывают землетрясение. Нагромождения горных пород вокруг трещины — разлома, разделяющего два блока пород, — удерживаются на месте силой трения. Со временем движение блоков земной коры (тектонических плит) заставляет породы вдоль разлома поворачиваться, изгибаться и растягиваться, наполняя их энергией, подобно сжимаемой пружине.

Когда скрытая энергия превысит силу трения, сцепляющую горные породы, образуется разрыв, он растет, и происходит смещение пород вдоль разлома. При этом часть накопленной породами энергии высвобождается, расходясь в разные стороны в виде сейсмических волн, которые, до-

стигая земной поверхности, наносят значительные разрушения.

Землетрясение останавливается, когда иссякает энергия, или увеличение трения оказывается достаточно велико. Оно может закончиться на пути распространения, подобно лыжнику, выехавшему со снега на землю, если, например, столкнется с материалом, который нелегко привести в движение, обладающим большей силой сцепления. Достигнув места, где недавно произошло другое землетрясение, оно также может остановиться, поскольку в данном месте недостаточно накопленной энергии. Формирование разломов может просто прекратиться; для образования разрыва сплошных пород необходимо гораздо большее количество энергии, чем для нарушения существующего разлома.

Однако землетрясения могут также «перепрыгивать» с одного разлома на другой на расстояние до 4 км. И так как предсказать, когда грянет большое землетрясение, сложно, то определить, когда и где оно может закончиться, тоже нелегко. ■



### НЕБОСКРЕБ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

Discovery Channel снял фильм о башне «Федерация» в Москве, чтобы рассказать о самых высоких и самых надежных небоскребах современности

В пятницу 1 августа 2008 г. в Москве телеканал Discovery Channel закончил съемки одного из центральных эпизодов программы «Рожденные в катастрофах» (Built From Disaster). Серия фильмов под таким названием будет посвящена самым передовым инженерным проектам современности, создаваемым с учетом горького опыта катастроф — от землетрясений до атак террористов. Одним из главных героев фильма «Небоскребы» станет деловой комплекс «Федерация», возводимый корпорацией MIRAX-Group, — небоскреб нового поколения, проект которого вобрал все знания, накопленные со времен постройки первой высоты в Чикаго в 1884 г. Съемки проводились британской продюсерской компанией Twofour Communications совместно с российской студией «Паникфильм».

Московская башня «Федерация» не случайно привлекла внимание Discovery Channel. Одна из центральных тем телеканала — суперсовременные, почти фантастические инженерные проекты. Москва обещает в ближайшее время стать площадкой для реализации самых передовых наработок в области возведения небоскребов. Согласно программе развития Москвы, к 2020 г. планируется построить более 200 высотных зданий.

«Федерация» — это исторический проект, который воплощается буквально на глазах у москвичей. И цель Discovery Channel — дать возможность наблюдать за строительством комплекса своим зрителям во всем мире.

Премьера фильма Discovery Channel «Рожденные в катастрофах» ожидается в конце этого года.

# ОЧЕВИДНОЕ — НЕВЕРОЯТНОЕ

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

## 27.09.08 — «ДНК И МОЗГ»

Гость программы — лауреат Нобелевской премии по физиологии и медицине **Джеймс Уотсон**. Джеймс Уотсон — один из самых выдающихся ученых нашего времени, открывший (вместе с Фрэнсисом Криком) молекулярную структуру ДНК. Это открытие определило понимание основ жизни и стало одним из главных научных открытий XX в. С тех пор знания о ДНК значительно расширились: расшифрован геном человека, выяснены функции многих генов. Как ДНК работает в мозге? Какую информацию о мозге несет ДНК? Как гены влияют на работу мозга? Эти и другие проблемы будут обсуждаться в программе.

## 13.09.08 — «ГЕНЕТИКА И ЭВОЛЮЦИЯ ЯЗЫКА»

Гости программы — академик РАН, доктор филологических наук, директор Института мировой культуры МГУ **Вячеслав Всеволодович Иванов** и академик РАН, доктор биологических наук, директор Центра «Биоинженерия» РАН, председатель Научного совета по биотехнологии **Константин Георгиевич Скрябин**. Известно, что язык — это система знаков, служащая средством человеческого общения, и что он возник вместе с человеком в глубокой древности. Серьезное и глубокое изучение языка, его истории позволяет ученым решать такие глобальные проблемы, как возникновение человечества, его распространение по всем континентам и др. В беседе будет проведена параллель между эволюцией человека, его генетикой, и эволюцией сознания и языка.



## Читайте в следующем выпуске журнала

### НЕЙРОФИЗИОЛОГИЯ ТАНЦА

Недавно проведенные первые томографические исследования показали танцоров, что за нашей способностью танцевать скрывается сложнейшая нейронная хореография

### СЛЕДЫ ДАЛЕКОГО ПРОШЛОГО

Современные исследования ДНК предоставляют нам все более ясную картину многотысячелетнего путешествия, начавшегося 60 тыс. лет назад, которое наши предки совершили из Африки в Южную Америку

### САМООРГАНИЗУЮЩАЯСЯ КВАНТОВАЯ ВСЕЛЕННАЯ

Оригинальный подход к давней проблеме квантовой гравитации позволяет понять, как формируются пространство и время

### ПРОСТЫЕ ГРУППЫ В ИГРЕ

Новое поколение головоломок, вдохновленных структурой знаменитого кубика Рубика, дает любителям подобных игр возможность познакомиться с секретами и хитростями математических сущностей под названием «спорадические простые группы»

### МОСКОВСКИЙ МЕТРОПОЛИТЕН: ОБРАЗЫ И СМЫСЛЫ ЭПОХ

Большинство жителей и гостей российской столицы пользуются Московским метрополитеном — достижением науки и техники, произведением искусства. Как создавалась московская подземка?

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

1. Указать в бланке заказа/подписки те номера журналов, которые вы хотите получить, а также ваш полный почтовый адрес. Подписка оформляется со следующего номера журнала.

2. Оплатить заказ/подписку в отделении Сбербанка (для удобства оплаты используйте квитанцию, опубликованную ниже). Оплату можно произвести также при помощи любой другой платежной системы по указанным в этой квитанции реквизитам.

3. Выслать заполненный бланк заказа/подписки вместе с копией квитанции об оплате:

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

**В 2008 г. стоимость подписки составит:**

Для физических лиц: **840 руб. 00 коп.** — на полгода; **1680 руб. 00 коп.** — на год;

Для юридических лиц: **1140 руб. 00 коп.** — на полгода; **2280 руб. 00 коп.** — на год;

Стоимость одного номера журнала: за 2003-2006 гг. — **80 руб. 00 коп.**, за 2007 г. — **90 руб. 00 коп.**, за 2008 г. — **100 руб. 00 коп.**;

стоимость почтовой доставки по России — **40 руб.**

Бланк подписки на журнал размещен на сайте [www.sciam.ru](http://www.sciam.ru); также направляем бланк по факсу или e-mail.

**Уважаемые подписчики! Доставка журнала осуществляется по почте заказным письмом.**

### БЛАНК ЗАКАЗА НОМЕРОВ ЖУРНАЛА

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

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

Ф.И.О. \_\_\_\_\_

Индекс \_\_\_\_\_

Область \_\_\_\_\_

Город \_\_\_\_\_

Улица \_\_\_\_\_

Дом \_\_\_\_\_ Корп. \_\_\_\_\_ Кв. \_\_\_\_\_

Телефон \_\_\_\_\_

E-mail: \_\_\_\_\_

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

\_\_\_\_\_  
 Фамилия, И.О., адрес плательщика

Вид платежа	Дата	Сумма
Подписка на журнал «В мире науки» на _____ номеров		

Плательщик

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

\_\_\_\_\_  
 Фамилия, И.О., адрес плательщика

Вид платежа	Дата	Сумма
Подписка на журнал «В мире науки» на _____ номеров		

Плательщик

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

■ в интернет-магазинах [www.subscribe.ru](http://www.subscribe.ru), [www.russische-presse.de](http://www.russische-presse.de).

■ в книжных магазинах научного центра «ФИЗМАТКНИГА», тел.: 409-93-28.

■ по каталогам:

«Пресса России», подписной индекс 45724 – для физ. лиц; 39869 – для юр. лиц;

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

«Почта России», подписной индекс 16575 – для физ.лиц.; 11406 — для юр. лиц.

■ Подписка на Украине по каталогу подписных изданий агентства KSS, подписной индекс 69970.

