

SCIENTIFIC
AMERICAN

В мире науки

№5 2007

Эволюция
и рак

НА ЗАРЕ ВЕКА РОБОТОВ

Билл Гейтс
утверждает,
что вскоре
они придут
в каждый дом

Смогут ли этанол
заменить бензин?

Управляем геноми

Миссисипи
и исчезнувшие
горы



www.sciam.ru

содержание

МАЙ 2007

ГЛАВНЫЕ ТЕМЫ НОМЕРА:

- 20 ЭНЕРГЕТИКА**
ЭТАНОЛ ДЛЯ АВТОМОБИЛЯ
Мэтью Уолд
Имеют ли экономический, энергетический и экологический смысл попытки заменить нефть этиловым спиртом?
- 28 ПАЛЕОНТОЛОГИЯ**
ДЕТЕКТИВ МЕЛОВОГО ПЕРИОДА
Дэвид Краузе и Реймонд Роджерз
Костям, покоившимся в братской могиле, было не менее 70 млн. лет, однако косвенные улики помогли найти убийцу
- 36 ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**
МЕХАНИЧЕСКОЕ БУДУЩЕЕ
Билл Гейтс
Глава компании Microsoft предсказывает революцию в сфере робототехники
- 44 МЕДИЦИНА**
РАК: ПОРТРЕТ НА ФОНЕ ЭВОЛЮЦИИ
Карл Циммер
Естественный отбор не может избавить человечество от рака и даже способствует возникновению онкологических заболеваний
- 52 НАУКИ О ЗЕМЛЕ**
МИССИСИПИ: ИСТОРИЯ ПРОРЫВА
Рой Ван Арсдейл и Рандел Кокс
В ходе специального геологического исследования установлено, как воссоединились река Миссисипи и Мексиканский залив
- 60 ИННОВАЦИИ**
АНАЛЬГЕТИКИ, БЬЮЩИЕ ТОЧНО В ЦЕЛЬ
Гэри Стикс
Понимание механизмов действия аспирина и виокса может привести к созданию анальгетиков с менее выраженными побочными эффектами
- 64 АТМОСФЕРА**
МЕТАН И ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА
Фрэнк Кепплер и Томас Рекманн
Два года назад были проведены эксперименты, перевернувшие прежние представления ученых о метане в атмосфере
- 70 ПСИХОЛОГИЯ**
ВРЕМЯ ПЕРЕМЕН
Ирина Блинникова, Борис Величковский, Мария Капица и Анна Леонова
Одна из фундаментальных проблем организации поведения человека — как осуществляется переход от одной задачи к другой

Учредитель и издатель: ЗАО «В мире науки»

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

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

Ответственный секретарь: О.И. Стрельцова

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

Выпускающий редактор: М.А. Янушкевич

Спецкорреспондент: Д.В. Костикова

Над номером работали:
И.В. Блиникова, Е.Г. Богадист, А.Н. Божко,
Б.Б. Величковский, О.В. Закутняя, М.С. Капица,
Б.А. Квасов, А.Б. Леонова, Д.А. Мисюров, М.Б. Молчанов,
Т.В. Потапова, Т.Н. Саранцева, И.Е. Сацевич,
В.В. Свечников, М.Г. Смирнова, Е.А. Шаралова,
Н.Н. Шафрановская

Научные консультанты:
профессор, доктор медицинских наук В.С. Баранов;
профессор, доктор физико-математических наук
И.С. Веселовский; профессор, доктор экономических наук
М.В. Конотопов; академик, доктор биологических наук
В.П. Скулачев

Верстка: А.Р. Гукасян

Корректура: Я.Т. Лебедева

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

Главный бухгалтер: Т.М. Братчикова
Помощник бухгалтера: С.М. Амелина

Отдел распространения, подписка: Л.В. Старшинова

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

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

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

Отпечатано в Эстонии, типография Printall
Петербургское шоссе, дом 64а, Таллинн 11415, Эстония
E-mail: myyk@printall.ee
Тел: +372 669-8400; Факс: +372 644-421
Факс отдела маркетинга: +372 669-8426

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

Тираж: 10 000 экземпляров
Цена договорная.

Передача 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, Graham P. Collins,
Steve Mirsky, George Musser, Christine Soares

News Editor: Philip M. Yam

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

Art director: Edward Bell

Vice President and publisher: Bruce Brandfon

Chairman emeritus: John J. Hanley

Chairman: John Sargent

President and chief executive officer: Gretchen G. Teichgraber

Vice President and managing director,
international: Dean Sanderson

Vice President: Frances Newburg

© 2004 by Scientific American, Inc.

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

РАЗДЕЛЫ:

ОТ РЕДАКЦИИ

3 О РЕЗИСТЕНТНОСТИ ПРЯМО И ОТКРОВЕННО

4 50, 100, 150 ЛЕТ ТОМУ НАЗАД

6 СОБЫТИЯ, ФАКТЫ, КОММЕНТАРИИ

- Вопреки традициям
- Всем миром против птичьего гриппа
- Язык и пространственные отношения
- Сверхновая фотомодель
- Эффекты гипоксии
- Геном неандертальца в процессе расшифровки
- Думай о деньгах, будь эгоистом
- Электростимуляция памяти
- Болевые соратники
- Лазерный пинцет
- С кремниевыми наночастицами — на солнцепек
- Виртуальные карты для слепых
- Деревья против рака
- Электричество и ультразвук
- Почему исчезли мамонты

ПРОФИЛЬ

18 ПРИМИРЕНИЕ С СОБОЙ

Филип Росс

Будет ли решена проблема восстановления инсулинпродуцирующих клеток у больных диабетом?

ЛАБОРАТОРИЯ

76 ВЗРЫВНЫЕ ОБЛАКА НА СОЛНЦЕ

Игорь Веселовский и Дмитрий Мисюров

С древних времен человек стремился раскрыть секреты влияния Солнца. Сегодня исследователи пытаются познать природу быстро движущихся облаков в атмосфере ближайшей к нам звезды

НАУЧНОЕ КАФЕ

80 ДЕТИ МАФУСАИЛА

Марина Смирнова

Жить долго и умереть молодым. Возможно ли это?

ЗНАНИЕ — СИЛА

88 ВОССТАНОВЛЕНИЕ КРОВОТОКА

Марк Фишетти

На смену искусственному сердцу приходят левожелудочковые аппараты вспомогательного кровообращения

ОБЗОРЫ:

90 КНИЖНОЕ ОБОЗРЕНИЕ

93 СПРОСИТЕ ЭКСПЕРТОВ

Зачем кошке третье веко?

Почему при тренировках набухают вены?

О резистентности ПРЯМО И ОТКРОВЕННО

Гены устойчивости к антибиотикам распространяются среди патогенных бактерий с угрожающей быстротой. Поэтому исследователи стремятся быть «на шаг впереди», т.е. как можно раньше вмешиваться в процессы, ведущие к привыканию вирусов к лекарственным средствам.

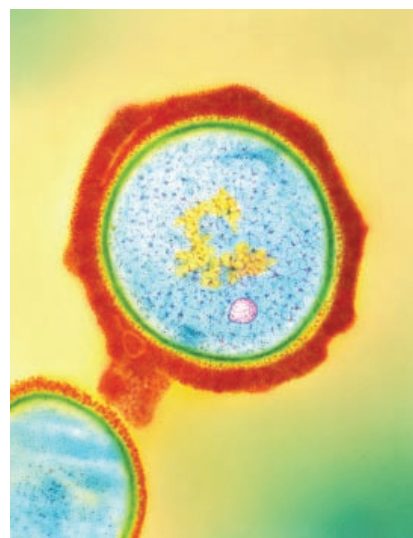
Исследователи из Колорадо провели мониторинг вод реки Каш-ля-Пудр и ее окрестностей с тем, чтобы обнаружить и обезвредить опасную молекулу ДНК. Гены резистентности к антибиотикам были обнаружены и в живых бактериях, и в свободном виде в среде. Больше всего их оказалось в пробах, взятых в районе поселений, сельскохозяйственных угодий и пастбищ.

Достаточно вспомнить прошлогоднюю историю с зараженным шпинатом, и сразу станет ясно, что мы сами делаем все для размножения опасных бактерий, которые потом нас же и атакуют. Штамм *O157:H7 Escherichia coli*, виновник вспышки опасного заболевания летом 2006 г., приобрел вирулентность в среде содержания крупного рогатого скота, где активно применяются антибиотики. И в организме животных, и в продуктах их жизнедеятельности бактерии вступали в «опасные связи» с другими микроорганизмами, обменивая свои нормальные гены на гены резистентности и патогенности. Затем, «вооружившись до зубов», они попадали в гамбургеры,

источники питьевой воды или на соседнюю ферму, где выращивают шпинат.

В январе 2006 г. в Европе был введен запрет на использование антибиотиков в сельском хозяйстве в немедицинских целях, с тем чтобы остановить поток супербактерий с ферм и полей в организм человека. Антибиотик авопарцин, производное ванкомицина, единственный современный препарат, действующий на такие смертельно опасные патогены, как устойчивый к метициллину штамм *Staphylococcus aureus* (MRSA), вообще запрещен к применению. Ранее он широко использовался в животноводстве для ускорения роста животных и имел прямое отношение к появлению резистентных к ванкомицину штаммов *S. aureus* и распространению их в больницах.

В некоторых странах уже принимаются меры по борьбе с MRSA в медицинских учреждениях. Не дожидаясь появления у пациентов симптомов стафилококковой инфекции, в больницах Голландии и Дании изолируют всех поступающих больных из группы риска и проводят тест на наличие MRSA. Такая мера исключает заражение других пациентов и медицинского персонала. Результат налицо: в Дании на долю больных, инфицированных MRSA, приходится менее 1% от числа всех пораженных стафилококком, в США — 64%.



НАСТОЯЩИЕ УБИЙЦЫ: стафилококковые бактерии, резистентные к антибиотикам

США, где MRSA уносит ежегодно 13 тыс. жизней, не прибегают к такой стратегии в целях экономии. Однако выгода эта кажущаяся: на лечение MRSA-инфицированных больных расходуется гораздо больше средств. Тем не менее, центры по контролю и распространению инфекционных заболеваний предпочитают старые гигиенические меры, согласно которым медперсонал должен тщательно мыть руки после общения с каждым больным. Неуклонный рост числа случаев резистентности к самым мощным антибиотикам однозначно указывает на то, что таких мер явно недостаточно. ■

Боязнь автоматизации ■ Гроб с моторчиком ■ Вода в цвету

МАЙ 1957

МАШИННАЯ СИЛА. Лорд Холсбери, британский специалист по промышленным технологиям, стремится изменить негативное отношение в обществе к публицистическому неологизму «автоматизация», ассоциирующемуся с массовой безработицей. В английском журнале *Impact* он пытается объяснить, что автоматизация производства приведет к увольнению лишь низкоквалифицированных рабочих, а этим кадрам и так свойственна высокая текучесть. В то же время, для обслуживания техники потребуются квалифицированный персонал, доля которого будет расти. Однако лорд Холсбери обеспокоен судьбой шахтеров, портовых грузчиков и других людей, чьей деятельности не коснется автоматизация.

МАЙ 1907

ПОВОРОТ К ХУДШЕМУ. В *Scientific American* недавно обсуждалось влияние вращательного движения паровых турбин на повышение давления в хрупком корпусе торпедной лодки. Английские военно-морские

конструкторы доказали, что при медленном погружении лодки в условиях встречной волны гироскопическое сопротивление вращающихся частей механизма турбины изменяют плоскости достигает нескольких тонн, и что подобное давление, будучи не учтенным при проектировании судна, обернется нагрузкой на корпус, превышающей предел его прочности, и гибельной деформацией лодки.

БЕЗЛОШАДНЫЙ КАТАФАЛК. На улицах Парижа недавно появились автомобили-катафалки. В наш индустриальный век трудно обвинить в цинизме нацию, которая находит мрачное удовольствие в похоронах на электрической тяге. Вряд ли кому-то удастся привести достойный аргумент против того, чтобы человека везли на кладбище на автомобиле.

ДИНОЗАВР-ХИМЕРА. «Представив публике первый и единственный в мире полностью собранный скелет ископаемой плотоядной рептилии *Naosaurus*, останки которой были обнаружены в отложениях пермского периода в Техасе, профессор Генри

Осборн (Henry F. Osborn), куратор отделения палеонтологии позвоночных Американского музея естественной истории в Нью-Йорке и автор названия знаменитого ящера *Tyrannosaurus Rex*, совершил весомый вклад в науку. Особое внимание читателей хотелось бы обратить на прекрасный и точный рисунок работы мистера Чарльза Найта (Charles R. Knight), — пишет Уолтер Бисли (Walter L. Beasley). (Прим. ред.: скелет оказался некорректной копией ископаемых останков эдафозавра и диметродона.)

МАЙ 1857

ПАХУЧЕЕ ГОРЮЧЕЕ. Вероятно, жидкая нефть из источников Калифорнии сможет применяться только как мазь от синяков и ревматизма. Несмотря на то, что она отлично горит, пахнет она отвратительно. Однако чтобы избавиться от резкого запаха, можно очистить нефть при помощи кислоты, что вполне осуществимо в наш век передовой химии. Если неприятный запах будет устранен, то можно наладить успешное и прибыльное производство горючего из полученного сырья.

ЧЕМ ЗЕЛЕНЕЕ, ТЕМ ЧИЩЕ. «В резервуарах для хранения питьевой воды в Индии поверхность воды покрыта зелеными водорослями, из-за которых она выглядит не вполне чистой. Но на самом деле водоросли способствуют фильтрации и благотворно влияют на состояние воды. Там, где есть эти растения, водятся мелкие рыбешки и инфузории, также очищающие воду. Чарльз Напье (Charles Napier), проводя инспекцию горных районов Пенджаба, заметил, что водоносы используют воду из такого резервуара, и распорядился немедленно очистить его. После этого вода очень скоро испортилась и была непригодной к употреблению до тех пор, пока водоросли не появились вновь». — *India Annals of Medical Science*.



NAOSAURUS: модель 1907 года сборки

ВЫШЕЛ ИЗ ПЕЧАТИ ОЧЕРЕДНОЙ НОМЕР ЖУРНАЛА «НАУКА И ЖИЗНЬ»

Тематика статей номера, как всегда, широка и разнообразна.

Если развитие капитализма не кончилось крахом и не пошло так, как это предсказывали классики марксизма, то это в немалой степени заслуга английского экономиста Дж.М. Кейнса. Именно его идеи способствовали основательной перестройке капиталистической формации, превращению ее в смешанную систему, в которой действие рыночного механизма, заключенное в цивилизованные рамки законов, увязано с государственным регулированием экономики. Кейнс был не только экономистом-реформатором, но и философом, любителем литературы, музыки, живописи и театра. Будучи богатым человеком, он выступал и как крупный меценат: покупал картины современных ему художников, спонсировал театральные постановки, в особенности балет. Русская танцовщица Лидия Лопухова, покорившая Кейнса и ставшая его женой, как бы замкнула круг его занятий, соединив профессиональные интересы мужа, связанные с экономикой, с его бескорыстной любовью к искусству.

Ст. «Джон Мейнард Кейнс и Лидия».

То, что космос бесконечен, человек воспринимает как истину, не требующую доказательств. Вероятно, так же бесконечен будет процесс его освоения. Каждый шаг на этом пути связан с решением сложнейших технических и биологических проблем. Научные исследования и технические решения, выполненные в XX веке, позволили увеличить длительность непрерывного существования человека в условиях невесомости до 437 суток. Огромная роль в достижении этого выдающегося результата принадлежит космонавтам-исследователям, которые и в космосе и на Земле приближают тот час, когда пилотируемые полеты к другим планетам Солнечной системы станут реальностью.

Ст. «Весомая невесомость (из записок космонавта-исследователя)».

Почему лекарство, которое помогает одному больному, для другого бесполезно, а для третьего и вовсе может оказаться смертельным? Почему одна и та же доза препарата для кого-то недостаточна, а для кого-то уже не безопасна? Чтобы ответить на эти вопросы, необходимо разобраться в превращениях, происходящих с лекарственным веществом в организме, и понять, в какой степени действие лекарства зависит от индивидуальных генетических особенностей. Только тогда можно на строгой научной основе перейти к принципу — лечить не болезнь, а больного.

Ст. «Рецепт на лекарство? Предъявите "метаболический паспорт"!»

Тот, кто никогда не бывал в пустыне, нередко представляет ее в виде большого необитаемого пространства со скудной растительностью. Но такой пустыня становится летом, когда солнце сжигает все и на иссохшей твердой земле не заметно жизни. А весной — во время короткого, но бурного цветения — пустыня выглядит совсем по-другому. Цветущая пустыня — явление удивительно красивое!

Ст. «Пустыня в цвету».

Что такое геопатогенные зоны? Так ли они страшны, как нам внушают со страниц многих печатных изданий? Да и существуют ли они? Современная наука отвечает на этот вопрос исчерпывающе.

Ст. «Мать сыра-земля, геопатогенная».

На высоком берегу Волги, примерно в пятидесяти километрах выше Нижнего Новгорода, расположился древний Городец, основанный как крепость во второй половине XII века для защиты восточных границ Ростово-Суздальского княжества. Но известен Городец не столько почтенным возрастом, отвагой жителей и успехами здешних промышленников и купцов. Нет в Городце ни одного деревянного дома — а сохранилось их, к счастью, множество, — какой бы не был украшен причудливой резьбой.

Ст. «Город мастеров».

Загадочные изображения — предмет рассказов постоянного автора рубрики «Мир увлечений» А.Т. Калинина — могут быть самыми разными.



ВПЕРВЫЕ САТУРН С ДРУГОЙ СТОРОНЫ

ISSN 0028-1263

НАУКА И ЖИЗНЬ

5
2007

● «Конкурентная борьба» и самоорганизация магнитных доменов сродни понятию «жизнь» ● Великий реформатор капитализма Джон М. Кейнс отдавал искусству не меньше страсти, чем экономике ● Ключ к пониманию процессов, происходящих при раке молочной железы, — в сплетении многих наук



● Слоны не любят ходить в гору, и это подчеркивает их ум ● Морской аквариум дома? Это возможно!



В некоторых из них основной сюжет скрывают переплетения линий, какие-то образы становятся видимыми только при определенном повороте или с определенного расстояния. на этот раз речь идет о трансформациях бога Януса.

Ст. «Двуликий Янус».

Для получения качественного урожая со своих соток необходимо потрудиться прямо сейчас. и не на грядках, а в комнате — за столом. о разных способах предпосевной обработки семян — из уст специалиста.

Ст. «Урожай с гарантией».

Вообще, с наступлением дачного сезона актуализируются многие проблемы, в том числе энергетическая, решить которую может помочь покупка мини-электростанции с двигателем внутреннего сгорания. Такие агрегаты продаются теперь на всех строительных рынках, в специализированных магазинах для дачников и еще во многих местах. и здесь специалист дает советы, как правильно сделать выбор и что при этом учесть.

Ст. «Дачные сотки плюс электрификация».

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> и www.nauka-i-zizn.ru, e-mail: mail@nauka.relis.ru.

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

Вопреки традициям

В XIX в. трудно было найти женщину с маленьким ребенком, которая предпочла бы наемный труд домашнему. Исключением считались афроамериканки, получившие место прислуги в богатых домах. Ситуация изменилась в начале XX в., когда появились рабочие места, представлявшие интерес для представительниц прекрасного пола, стремящихся к экономической самостоятельности. Вакантные должности в открывающихся конторах и магазинах как магнитом притягивали честолюбивых мам буквально повсеместно. В Австрии, Бельгии, Нидерландах и особенно в США женщины не желали больше сидеть дома и с небывалым энтузиазмом пополняли ряды работников сферы услуг.

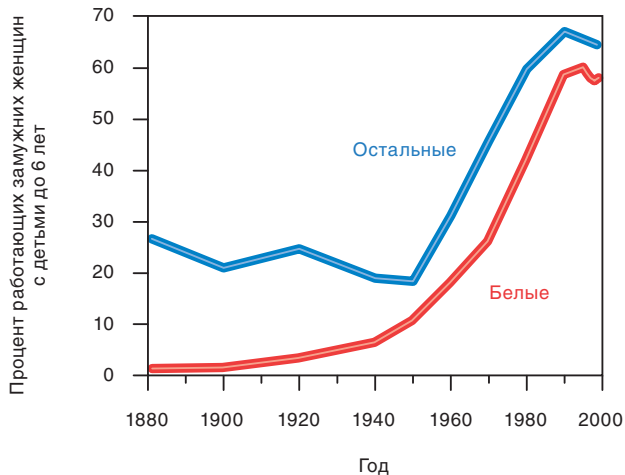
Ранее бытовало мнение, что мать, большую часть времени пропадая на службе, не может должным образом вести домашнее хозяйство и заниматься детьми. Гордон Фриман (Gordon Freeman) из Альбертского университета в статье, опубликованной в 1990 г. в *Canadian Journal of Physics*, высказал мнение, что женщины, стремящиеся сделать карьеру, наносят психологический вред своим детям, которые могут стать наркоманами и алкоголиками или попасть в плохую компанию.

Более глубокие исследования не подтвердили данную теорию. В 2006 г. специалисты Адель Готтфрид (Adele Gottfried) из Калифорнийского университета и Аллен Готтфрид (Allen Gottfried) из Университета в Фултоне подготовили отчет. В нем исследователи не усматривают ни-

Процент работающих женщин с детьми в 2005 г.

Возраст ребенка	Всего	Белые	Темнокожие	Испанцы	Азиаты
Менее 3 лет	55	55	56	41	51
3–5 лет	63	63	66	53	60
6–13 лет	72	72	72	64	69
14–17 лет	78	79	75	66	72

какой связи между занятостью женщин и тем, насколько их чада вовлечены в криминальную деятельность. Неважно, трудится ли она полный день, или частично занята. Ученые приводят данные, свидетельствующие о том, что у работающих матерей дети здоровее, чем у тех, которые сидят дома как минимум два года. Кроме того, отцы начинают принимать более активное участие в воспитании своих наследников, и не только в выходные дни. Они продолжают заниматься своими отпрысками до тех пор, пока те не повзрелеют.



Данное исследование открыло и негативные стороны явления. В семьях белых англоговорящих американцев с работающими матерями у семи-восемилетних малышей отмечалась пониженная любознательность. Более ранние исследования, проведенные в 1996 г., показали, что увеличение числа детей и выход матери на работу могут привести к серьезным проблемам. Работающие родители часто отдают себе отчет в том, что они слишком мало времени проводят с детьми и лишены возможности пообщаться друг с другом. Тем не менее, жизнь показывает, что занятость матерей положительно влияет на семейные отношения.

Основными респондентами исследований выступили представители среднего класса. Для представительниц бедных слоев населения работа и уход за ребенком, часто без отца, превращается в нелегкое испытание. Но в то же время она позволяет таким женщинам материально обеспечить семью, а также самоутвердиться и найти новых друзей.

Роджер Дойл

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

- A Long-Term Investigation of the Role of Maternal and Dual-Earner Employment in Children's Development. Adele E. Gottfried and Allen W. Gottfried in *American Behavioral Scientist*, Vol. 49, No. 10, pages 1310–1327; June 2006.
- Working Mothers and the Welfare State: Religion and the Politics of Work-Family Policies in Western Europe and the United States. Kimberly J. Morgan. Stanford University Press, 2006

Всем миром против птичьего гриппа

В центре внимания российских и американских ученых — огромное количество опасных заболеваний, в том числе птичий грипп, о появлении которого каждое государство в течение суток информирует международные организации. Ведущий научный сотрудник Центра здоровья диких животных ВНИИ природы Росприроднадзора Евгений Кузнецов признает: «Сейчас все мировое сообщество озабочено глобальным мониторингом птичьего гриппа. Уже доказано, что практически все варианты вируса высокопатогенного гриппа птиц возникают среди домашних птиц в Юго-Восточной и Южной Азии. С точки зрения возможности заражения человека это крайне опасные регионы, т.к. они являются своеобразным котлом, в котором "варится" огромное количество людей, домашних и диких птиц, а также свиней, которые считаются очень хорошим резервуаром для человеческих и птичьих вариантов вируса». В связи с растущим количеством новых заболеваний в марте 2007 г. В Москве прошла российско-американская конференция на тему «Способно ли человечество защитить себя от болезней диких животных». Ученые двух стран поделились результатами исследований влияния болезней животных, в частности птичьего гриппа, на жизнь человека. В США, Западной Европе и России не прекращаются работы по выявлению причин этого заболевания и поисков его предотвращения, однако ничего обнадеживающего пока мировая наука сказать не может. Сегодня все боятся, что вирус птичьего гриппа будет передаваться от человека к человеку, и тогда ни одно государство не сможет защититься от него без наличия надежной



вакцины. Это общая проблема для всего человечества, и решать ее тоже нужно всем вместе. В настоящее время в России ведутся испытания Санкт-Петербургской вакцины на добровольцах, подобными исследованиями занимаются также страны Западной Европы и США.

Ученые согласились с тем, что сотрудничество стран-лидеров в области изучения борьбы с болезнями диких животных поможет решить многие проблемы и позволит предотвратить возникновение новых заболеваний, представляющих серьезную угрозу для человечества.

Елизавета Богадист
(По материалам *ScienceRF*)

Язык и пространственные отношения

Исследователи сравнили голландских детей и взрослых, привыкших описывать пространственные отношения с точки зрения говорящего, с группой детей и взрослых одного из намибийских племен охотников, которые обычно при описании пространства используют характеристики, не зависящие от наблюдателя. Ученые прятали кубик под одним из пяти находившихся перед ними перевернутых сосудов и предлагали испытуемым найти такой же кубик под одной из чашек, стоявших перед ними. Голландцы быстрее обнаруживали кубик, если его местонахождение можно было соотнести с местоположением экспериментатора (например, они говорили при этом: «Кубик находится слева от исследователя»).

Напротив, намибийцы быстрее справлялись с заданием в «геоцентрических» условиях («Кубик находится ближе к северу»). Геоцентрическими характеристиками предпочитали руководствоваться в этом тесте и четырехлетние немецкие дети, а также человекообразные обезьяны. По мнению авторов эксперимента, обнаруженные различия между немецкими и голландскими детьми, использовавшими при выполнении теста «эгоцентрические» ориентиры, связаны с влиянием языка на врожденные предпочтения в понимании пространственных отношений.

Дэвид Биелло

СВЕРХНОВАЯ ФОТОМОДЕЛЬ

Расширяющаяся оболочка сверхновой звезды была зарегистрирована российскими астрофизиками в результате обзора неба в жестком рентгеновском диапазоне с помощью обсерватории «Интеграл».

Галактический объект *RX J1713.7-3946*, который представляет собой остаток вспышки сверхновой звезды, впервые был обнаружен орбитальной рентгеновской обсерваторией *ROSAT* (Германия/США/Великобритания, 1990–1999 гг.), на изображении которой объект представлял собой протяженный источник мягкого рентгеновского излучения с максимальным размером около 70 угловых минут.

Внимание астрофизиков он привлек позже, когда была высказана гипотеза о том, что остатки оболочек сверхновых звезд, и в том числе оболочка *RX J1713.7-3946*, является местом ускорения элементарных частиц (протонов и электронов), то есть одним из источников космических лучей. В пользу этого предположения говорили исследования спектра излучаемых объектом фотонов,

выполненные с помощью данных обсерватории *ASCA* (Япония, 1993–2001 гг.). Однако только этой информации было недостаточно для подтверждения гипотезы.

Трудность в изучении источников космических лучей состоит в том, что они отклоняются от первоначальных траекторий магнитным полем Галактики, и восстановить по ним картину происходящего в местах их рождения не представляется возможным. Альтернативой может служить наблюдение за фотонами высоких энергий (рентгеновский и гамма-диапазоны), которые рождаются при процессах ускорения электронов и протонов, а также при взаимодействии этих частиц с атомами межзвездной среды. Энергетический спектр излучения от источника космических лучей и его интенсивность могут многое рассказать о механизмах ускорения частиц.

Распределение поверхностной яркости оболочки *RX J1713.7-3946* в жестком рентгеновском диапазоне (17–60 килоэлектрон-вольт, кэВ) было впервые построено Романом Кривоносом и его коллегами из Института космических исследований РАН и Института астрофизики Общества им. Макса Планка (Германия) по данным телескопа *IBIS*, основного прибора орбитальной обсерватории «Интеграл» (Европейское космическое агентство). На изображении, полученном по данным телескопа *IBIS*, объект *RX J1713.7-3946* виден как протяженная структура размером около 24 угловых минут.

Полученное изображение хорошо совпало с более ранними изображениями источника. Первое из них, сделанное в мягком рентгеновском диапазоне энергий (0,5–2,5 кэВ), принадлежит обсерватории *ROSAT*. Второе было получено в 2006 г. с помощью сети наземных черенковских телескопов *H.E.S.S.*, зафиксировавших сверхвысокоэнергичное (до 10 тера-

электрон-вольт) гамма-излучение от объекта. Совпадение морфологии в разных диапазонах подтверждает гипотезу об ускорении космических лучей в оболочке сверхновой.

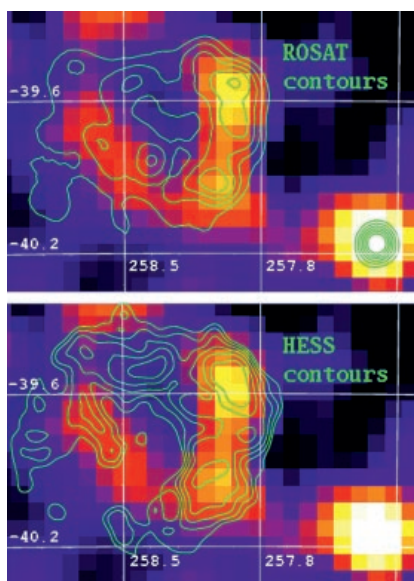
Источником излучения оболочки на энергиях рабочего диапазона «Интеграла» предположительно служит синхротронное излучение электронов, разогнанных в магнитном поле оболочки до энергий в 100 ТэВ.

Открытие стало частью более широкой работы — обзора всего неба в жестком рентгеновском диапазоне с помощью телескопа *IBIS*, проведенного на основе четырех лет работы обсерватории. Это фактически первый подобный обзор, выполненный с помощью «Интеграла», так как ранее обсерваторию использовали в большей степени для глубокого изучения отдельных участков небесной сферы.

«До сих пор использовать данные «Интеграла» для изучения популяций источников, в особенности внегалактических, было сложно, поскольку большая часть неба еще не была «осмотрена», — пояснил Роман Кривонос, научный сотрудник Института космических исследований РАН. — Поэтому в 2005–2006 гг. мы провели целенаправленные наблюдения прежде не исследованных участков неба и к настоящему моменту завершили полный обзор небесной сферы в жестком рентгеновском диапазоне (17–60 кэВ)».

В ходе обзора было обнаружено 400 источников по всему небу. Большая часть их (213) принадлежит нашей галактике. Из оставшихся источников 136 — внегалактические, включая активные ядра галактик и 3 галактических скопления. Природа 49 источников пока не определена. Глубина обзора составила 70–100 мегапарсек (1 парсек = $3 \cdot 10^{16}$ м) в зависимости от направления, что соответствует размерам локальной Вселенной.

Ольга Закутняя



Контуры источника *RX J1713.7-3946*, полученные *ROSAT* и *H.E.S.S.*, наложенные на изображение «Интеграла»



23 - 24 МАЯ 2007

МОСКВА,
ЦЕНТР МЕЖДУНАРОДНОЙ
ТОРГОВЛИ

e→learnexpo

[www.elearnexpo.ru]

eLearnExpo Moscow

4-я Московская международная
выставка и конференция
по электронному обучению

2007

eLearnExpo Moscow – это

- ✓ Крупнейшее международное событие в области обучения и управления персоналом компаний с использованием информационно-коммуникационных технологий
- ✓ Свыше 50 российских и зарубежных экспонентов, представляющих широкий круг оборудования, программного обеспечения и услуг, предназначенных для малых, средних и крупных предприятий, а также университетов и школ
- ✓ Факты, тенденции и перспективы мирового рынка e-Learning
- ✓ Доклады, семинары, мастер-классы и круглые столы по наиболее актуальным вопросам использования технологий e-Learning с участием ведущих специалистов со всего мира
- ✓ Возможность ознакомиться с опытом компаний, успешно внедривших технологии e-Learning

РЕКЛАМА.



Для получения пригласительного
билета зарегистрируйтесь на:

[www.elearnexpo.ru]

Организатор: ITE LLC Moscow
Москва, 129110 ул. Щепкина д.42., стр. 2, 4 этаж.
Контактное лицо: Алла Хайкина
Тел.: +7 (495) 935 73 50
Факс: +7 (495) 935 73 51
E mail: khaikina@ite-expo.ru



Генеральный
информационный спонсор:



эффекты гипоксии



Российские ученые Санкт-Петербургского Института физиологии им. И.П. Павлова РАН пришли к выводу, что нехватка кислорода, которая наблюдается, например, в горах, снимает стресс, и что регулярные гипоксические процедуры способны победить нервные расстройства. Опыты проводились на крысах, которые были помещены на два часа в барокамеру с пониженным, как на пятикилометровой высоте, давлением — 360 мм ртутного столба вместо обычных 760. Процедура повторялась

несколько раз, т.к. устойчивый эффект гипоксии достигается только после этого. Затем крыс выпустили в клетки с электропроводящим полом, где они периодически получали разряды тока в течение часа. Эта ситуация повергла грызунов в длительную депрессию, что проявилось в их поведении, а также в гормональном составе крови животных.

Оказалось, что крысы после испытаний физиологически почти не отличались от своих сородичей, не попавших под импульсы электрического тока. У тех же, кто не побывал в барокамере, под действием тока нарушились функции гипофиз-адреналовой системы, они были малоподвижными, чаще замирали или прятались.

Ученые сделали вывод, что кратковременная нехватка кислорода повышает устойчивость не только к самой гипоксии, но и к эмоциональным стрессам. Антидепрессивный эффект в таких условиях был ими обнаружен впервые. Физиологи полагают, что гипобарическая гипоксия нормализует гормональную регуляцию и запускает работу генов, отвечающих за антиоксиданты и другие ферменты. Поэтому барокамера предлагается учеными как альтернатива химическим антидепрессантам.

Екатерина Шарапова
(По материалам журнала «Химия и жизнь»)

геном неандертальца в процессе расшифровки

Исследования окаменелой бедренной кости неандертальца возрастом 38 тыс. лет помогут восстановить первую полную геномную последовательность ближайшего



родственника *Homo sapiens*. Взяв образцы костной ткани, две группы исследователей, используя разные методики, получили частичные последовательности ДНК и сравнили их с ДНК человека. Два генома идентичны как минимум на 99,5% (для сравнения: геномы человека и шимпанзе сходны на 98,8%). Неандертальцы и люди произошли от общего предка примерно 500–700 тыс. лет назад (точнее определит более тщательный генетический анализ) и прекратили интербридинг около 370 тыс. лет назад. Геномная последовательность неандертальца поможет ответить на некоторые интригующие вопросы, — например, спаривались ли с неандертальцами люди, мигрировавшие из Африки в Европу 30–40 тыс. лет назад. Текущее состояние исследований не подтверждает этой возможности, но и не исключает ее категорически. Результаты изысканий были опубликованы в ноябрьских *Nature* и *Science*.

Никхиль Сваминатан

думай о деньгах, будь эгоистом

Деньги — это стимул для того, чтобы хорошо работать, но и причина для более эгоистичного поведения. Психологи из Университета Миннесоты недавно доказали: чем больше человек думает о деньгах, тем меньше он склонен оказывать помощь другим. В ходе эксперимента исследователи показывали одним добровольцам слова-сигналы, связанные с темой финансов, такие как «зарплата», или изображения купюр. Другим же участниками исследований предъявлялись нейтральные стимулы. Далее испытуемые выполняли различные задания, не связанные с деньгами, но показывающие их социальное поведение

в различных ситуациях. Оказалось, что люди, думающие о деньгах, меньше склонны просить чьей-либо помощи перед лицом сложной или даже невыполнимой задачи. При этом они испытывают и меньшее желание помочь кому-либо.

Кьяра Кертин



электростимуляция ПАМЯТИ

Пропускание слабого электрического тока через головной мозг спящих испытуемых-добровольцев помогло им при воспоминании слов. Перед сном студентам предлагали запомнить 46 пар слов, из которых они затем могли вспомнить 36 пар. После сна, вызванного стимуляцией мозга слабым током, испытуемые вспоминали в среднем 41,2 пар слов, в то время как у студентов контрольной группы, не подвергавшихся воздействию электрического тока, показатель составлял 39,5 пар. Существует

предположение, что улучшение памяти обусловлено синхронизирующим действием электрической стимуляции на активность нейронов мозга. Исследователи намерены изучать продолжительность и выраженность благотворного воздействия сна на память. Ведь и нарушение глубокого сна, и ухудшение памяти обычно начинаются у людей в одном и том же возрасте — примерно в 40 лет.

Дэвид Биелло

БОЛЕВЫЕ соратники

Три типа молекул, обнаруженных в яде паука, помогут изучить работу болевых рецепторов сенсорных нейронов. Введение очищенных токсинов тарантула в ткани лап вызывало у мышей сильные болевые реакции, сопровождавшиеся облизыванием воспаленных конечностей. Мыши генетической линии, лишённые соответствующих рецепторов, на введение яда не реагировали. Пептиды, выделенные из яда тарантула, воздействуют на те же болевые рецепторы, что и капсаицин (вещество, содержащееся в жгучем перце). Но, в отличие от капсаицина, они активируют их с наружной стороны мембраны нервных клеток, что позволяет использовать их для изучения работы болевых рецепторов, не прибегая к разрушению нейронов.

Элисон Снайдер



ЛАЗЕРНЫЙ ПИНЦЕТ



а) Поле суперконтинуума белого света, созданное фотонно-кристаллическим волокном
 б) Радуга, наблюдаемая при прохождении белого света через призму (изображение с сайта ultrafastoptics.ee.psu.edu)

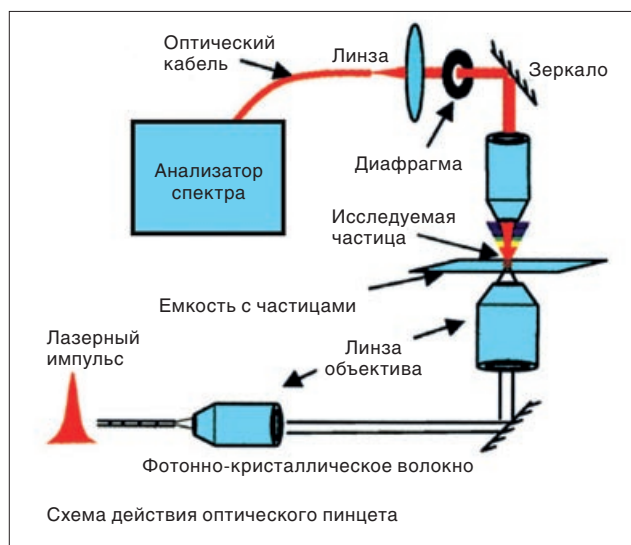
Группе, которую возглавляет Чживень Лю (Zhiwen Liu), одной из первых удалось добиться объемного удержания и манипулирования микроскопическими объектами с помощью излучения белого лазера (см.: Альфано Р. Луч белого света // ВМН, № 4, 2007). Возможно, «пинцет» будет использован для проведения оптической рассеивающей спектроскопии удерживаемого объекта в широком диапазоне волн. Таким образом, исследователи смогут определять размеры, форму, показатель преломления и химический состав интересующего их объекта — что и было продемонстрировано группой Лю на примере трех полимерных микросфер различных размеров.

Конфокальный микроскоп, в который установлен белый лазер, можно использовать как аппарат для скоростной съемки. На создание одного кадра у модернизированного устройства уходят лишь десятые доли секунды, в то время как обычные приборы затрачивают на такую операцию одну секунду и более. По мнению доктора Лю, разработанный под его руководством прибор может быть востребован биологами и медиками, поскольку многие биологические процессы протекают как раз

в интервалах, измеряемых десятками долями секунды. В перспективе новый прибор позволит классифицировать удерживаемые частицы методом лазерной спектроскопии.

Созданный группой Лю прибор был подробно описан в работе *White Light Supercontinuum Optical Tweezers*, представленной на Конференции по лазерам и электрооптике, проходившей 27 мая в Балтиморе (США). Кроме того, о пинцете говорится в статье *Manipulation and Spectroscopy of a Single Particle by Use of White-light Optical Tweezers*, опубликованной в журнале *Optics Letters*.

(По материалам сайта Elementy.ru)



С КРЕМНИЕВЫМИ НАНОЧАСТИЦАМИ — НА СОЛНЦЕПЕК

Исследователи из Московской академии тонкой химической технологии и МГУ разработали солнцезащитное средство, использование которого не приводит к возникновению кожных заболеваний. Солнцезащитные кремы защищают кожу от ожогов и вредного влияния ультрафиолета: повреждения коллагена, мутаций ДНК и даже нарушений работы иммунной системы, порой влекущих за собой рак. В основу действия заложены физические принципы отражения, поглощения, Рэлеевского рассеяния УФ-излучения или его преобразования в излучение другого спектрального диапазона. Но современные фотопротекторные кремы обладают побочными эффектами, ведущими к кожным заболеваниям и нарушению синтеза

витамина D. Новый крем содержит нанокристаллический кремний, полностью поглощающий УФ-излучение нежелательного диапазона и пропускающий лучи, необходимые для синтеза витамина D. Достигается это за счет полидисперсности кристаллических частиц кремниевого порошка. Выбор исследователей пал на это вещество благодаря его исключительным электронным и оптическим свойствам. Ширина запрещенной зоны нанокристаллов кремния зависит от их размера. Поэтому изменение этого параметра позволяет сдвигать область поглощения в требуемый спектральный диапазон, а значит, строго дозировать попадание на кожу УФ-излучения.

(По материалам журнала «Наука и жизнь»)



ЮРИСТЪ

ИЗДАТЕЛЬСКАЯ ГРУППА

РОССИЯ, 105187
Москва, ул. Щербаковская, д. 50/52
тел.: (495) 234-83-16

Учебная, научная, деловая и справочная
литература по юриспруденции

- свыше 10 лет на рынке учебной и профессиональной юридической литературы
- сотрудничает с авторскими коллективами ведущих вузов России
- высокий уровень подтвержден дипломами международных выставок, ярмарок и конкурсов



Наши книги вы можете приобрести:

Книготорговое объединение «Юристъ-Гардарика»
105082, г. Москва, ул. Ф. Энгельса, д. 75,
стр. 10 (ст. метро «Бауманская»)
Телефон/факс: (495) 363-0634, 363-0635, 363-0636

Книготорговое объединение
«АкадемикА»
117997, г. Москва, ул. Профсоюзная, д. 90
Телефоны: (495) 334-7250, 334-8998
Факс: 8-499-724-3976

Виртуальные карты для слепых

Не так давно исследователи из Греции разработали новую систему, которая способна преобразовывать видеоизображение в виртуальные трехмерные интерактивные карты для незрячих людей.

«Давайте представим, что я слепой, но вместе с тем я очень хочу пройти по Нью-Йорку, — говорит Константин Мустакас (Konstantinos Moustakas), ведущий разработчик проекта виртуальной картографии, выпускник Фессалонского Университета Аристотеля (Фессалоники, Греция). — Вполне очевидно, что в этом случае мне никак не обойтись без карты».

Конечно, архитекторы порой создают трехмерные модели для слепых, но, к сожалению, они предназначены только для персонального пользования. Бумажные выпуклые карты с бороздками, обозначающими дороги, тоже не идеальны, поскольку не содержат в себе всей необходимой информации. Система Мустакаса, представляющая собой цифровую версию диорамы, наиболее адекватно отражает окружающий мир и может быть одновременно доступна людям со всех концов земного шара. Дополнительная же информация предоставляется в виде аудиозаписей.

Для того чтобы построить виртуальную диораму, разработчики



сначала снимают на видео архитектурную модель. Затем получившееся изображение, кадр за кадром, обрабатывается с помощью специального программного обеспечения. Принцип его работы прост: как только угол обзора камеры меняется, программа автоматически отслеживает все новые детали конструкции, попадающие в поле зрения аппаратуры, и определяет их точные очертания и местоположение. На основе полученных данных создается трехмерная решетка силовых полей, используемая при создании итоговой виртуальной модели.

Интерфейс состоит из двух составляющих, призванных имитировать давление на руку пользователя со стороны силового поля, обозначающего границы виртуальной модели здания. Соответственно, одна из частей — киберперчатка, надетая на руку пользователя, а вторая — так называемый «призрачный рабочий стол» (*The Phantom Desktop*), оказывающий соответствующее сопротивление единичному усилию со стороны руки, выполняющей в данном случае функции трости для слепого.

Виртуальные осязаемые карты, также известные как «сенсорные», создавались и раньше, с использованием возможности стереоскопического изображения, что требовало специальной аппаратуры. В отличие от них, система Мустакаса работает с обыкновенной видеокамерой. Мустакас также разработал систему, которая способна преобразовывать изображение с традиционных бумажных карт в полностью трехмерные аналоги. Пользователю нужно всего лишь пробегать пальцами или указкой по улицам, отмеченным на виртуальной карте бороздками, в то время как в наушниках автоматически будут воспроизводиться их названия.

Мустакас протестировал обе системы на 19 незрячих людях. От учас-

тников эксперимента требовалось идентифицировать строения в виртуальном пространстве и благополучно пройти из одного места в другое.

Согласно исследованиям, опубликованным в журнале *IEEE Multi-Media*, испытуемые предпочли использовать виртуальные дорожные карты для ориентирования в городе, и виртуальные диорамы для выяснения расположения небольшой группы домов. В настоящее время Мустакас работает над объединением этих двух систем.

Дэн Джейкобсон (Dan Jacobson), заместитель председателя комиссии по картам и графическим разработкам для незрячих Международной ассоциации картографов, заявляет, что технология Мустакаса полезна не только для слепых, но и для зрячих людей. Например, сенсорные карты могут использоваться зрячими людьми, страдающими рассеянным вниманием. Кроме того, с помощью этой системы человек может получить информацию о предметах, находящихся вне его поля зрения. «В виртуальной реальности можно облететь вокруг здания и увидеть, что находится за ним», — говорит Джейкобсон.

Реджинальд Голлидж (Reginald Gollidge), профессор географии из Калифорнийского Университета в Санта Барбаре, на протяжении 15 лет руководивший исследованиями и разработкой систем виртуальной картографии, отмечает, что, несмотря на очевидные достижения Мустакаса, предлагаемая аппаратура слишком громоздка и требует подключения к розетке. Поэтому она удобна только для планирования путешествия, а в дороге ее использовать пока невозможно. К сожалению, незрячие люди вряд ли в ближайшее время смогут полностью отказаться от собак-поводырей или трости, передвигаясь в реальном мире.

Рейчел Росс

ДЕРЕВЬЯ против рака

В ОАО «Институт прикладной биохимии и машиностроения» под руководством кандидата биологических наук Владимира Васильевича Туркина была разработана технология, жизненно важная для десятков тысяч пациентов. Она позволила получать любое количество паклитаксела — основы одного из самых эффективных и дорогих препаратов для лечения некоторых видов онкологических заболеваний, в том числе рака легкого, яичников и молочной железы. Полученная субстанция, по мнению ученых, дешевле и по структуре ничем не отличается от обычной.

В природе паклитаксел есть только в коре редкого и очень медленно растущего дерева — тихоокеанского тиса. Чтобы получить необходимое

количество лекарства для лечения одного пациента, нужно ободрать кору с 10–12 взрослых деревьев.

Когда еще в 1970-х гг. прошлого века были обнаружены удивительные свойства паклитаксела, ученые не переставали искать способы более дешевого его получения.

Метод, который предлагают использовать специалисты ОАО «БИО-ХИММАШ», правильнее отнести к области биотехнологии, т.к. исследователи научились выделять лекарство из культуры клеток тиса, выращенных в специальном «инкубаторе» — ферментере.

Когда можно ожидать появления биотехнологического паклитаксела, точнее, препарата на его основе? По мнению ученых, уже через



полтора-два года лекарство может оказаться на аптечных прилавках.

Михаил Молчанов
(По материалам журнала
«Химия и жизнь»)

Электричество и ультразвук

Не так давно ученые, пропуская через крохотные нанопровода ультразвук, сумели добиться небольшого накопления электрических зарядов на их концах. Если бы стало возможным получить из них электрический ток, то можно было бы совершенно неожиданным способом обеспечить питанием миниатюрные устройства.

Ни для кого не секрет, что нанороботы можно имплантировать в тело человека, и с их помощью следить за уровнем сахара в крови. Датчики, которые способны в боевых условиях по запаху определить области, пораженные отравляющим газом, можно было бы распылить в окружающую среду. Но сколь простыми или сложными ни были бы механизмы, они все равно не работают без внешних источников энергии, от которых

зависят и их габариты. Специалист по нанотехнологиям Чжун Линь Ван (Zhong Lin Wang) из Технологического института штата Джорджия отмечает, что, кроме того, в батареях используются токсичные химикаты, и к тому же они нуждаются в периодической замене. Поэтому он занялся поисками миниатюрного и экологичного источника энергии.

Чжун Линь Ван исходил из того, что нанопровода, сделанные из оксида цинка, обладают пьезоэлектрическими свойствами, т.е. при деформации на концах таких проводов образуется электрический заряд. Вместе со своими коллегами он сумел вырастить на подложке из полупроводникового материала целый лес проводников, над которым поместил рифленый силиконовый электрод.

Ультразвук, проходя сквозь такую конструкцию, вызывает колебания электрода и изгибает проводки в разные стороны. Возникающие в результате заряды оседают на металлическом покрытии электрода, а скопление из 500 нанопроводков может вырабатывать ток величиной в 1 наноампер.

Исследователь утверждает, что для обеспечения энергией простейшего электронного прибора, такого, например, как диод или транзистор, необходимо повысить напряжение в устройстве с 1 мВ до по меньшей мере 0,5 в. В своем интервью еженедельнику *Science* он заявил, что намерен сгруппировать такие нанопроводники в ряды, а для накопления полученной энергии добавить в схему конденсаторы.

Дж.Р. Минкел

ПОЧЕМУ ИСЧЕЗЛИ МАМОНТЫ

Господствующие гипотезы вымирания мамонтов не выдерживают критики

Любимая тема многих научных дискуссий — загадка вымирания динозавров. Однако ученые до сих пор ломают головы о причинах вымирания мамонтов, которые жили значительно позже пресмыкающихся гигантов, соседствуя с человеком. Согласно одной из гипотез исчезновения мамонтов, они пали жертвой минерального дефицита. Речь идет о «геохимической модели», согласно которой из-за кардинальной смены геохимических ландшафтов в вюрмский ледниковый период (приблизительно 20 тыс. лет назад), когда оледенение захватило большую часть Северной Америки, Скандинавский полуостров, север Европы и Восточно-Европейской равнины, гигантские животные столкнулись с нехваткой макро- и микроэлементов, необходимых для нормального обмена веществ, т.е. наступил минеральный голод.

В пользу этой гипотезы говорят, в частности, находки, сделанные близ Шестаково (Кемеровская область), где были обнаружены кости вюрмских мамонтов с явными признаками остеодистрофических болезней. Да и некоторые другие данные говорят о том, что в Западной Сибири мамонты вюрмского периода мигрировали к выходам минерализованных вод и пород, таким как кальциево-магниевый натриевый солонец близ Шестаково или кальциево-натриевый солонец у Волчьей Гривы (Новосибирская обл.).

Однако, как считает Павел Пучков из Института зоологии им. И.И. Шмальгаузена Национальной академии наук Украины, гипотеза вымирания мамонтов из-за минерального дефицита противоречит многим фактам. Крупные и сред-



растительноядные (к которым относятся и мамонты) населяют почти все материковые ландшафты Земли, в том числе и неблагоприятные с точки зрения одного или нескольких элементов в почвах, водах и корме. В частности, оба вида современных слонов (африканский и индийский) ведут вполне благополучную жизнь в минерально-неблагополучных районах. Кроме того, по мнению Пучкова, «минеральноедефицитные» заболевания, которые перечисляют авторы гипотезы, не свойственны диким животным и присущи лишь домашнему скоту преимущественно высокопродуктивных пород, к тому же завезенных в чуждые им регионы. Дикие животные, не лишённые естественного отбора, способны к физиологической регуляции минерального обмена.

«Едва ли мамонты были менее выживших зверей устойчивы к минеральному дефициту. Одно то, что они населяли огромную территорию трех континентов, весьма гетерогенную в плане подстилающих пород, климата и ландшафтов, заставляет думать, что их способность к физиологическому, поведенческому и эволюционному приспособлению к вариациям геохимического ландшафта не уступала таковой у современных слонов и копытных», — считает украинский палеонтолог.

Что же касается находки костей вюрмских мамонтов с явными признаками «минеральноедефицитных» болезней, то «она не означает, что заболел и умер весь вид».

Одновременно Павел Пучков не согласен и с другой гипотезой вымирания мамонтов, в соответствии с которой причиной их гибели стало увеличение снежности северной Евразии в голоцене — эпохе четвертичного периода, которая началась примерно 10 тыс. лет назад и длится по сей день. Мамонты, как подчеркивает ученый, были больше и сильнее любых выживших копытных. У них были более высокие ноги, раздвижные пальцы, а подпальцевые подушки позволяли существенно менять ширину ступни, что облегчало ходьбу по глубокому снегу и по грязи в распутицу. Толстая кожа ног и их жесткие волосы спасали от травм, система глубоких борозд на подошвах облегчала передвижение по льду, а бивнями звери крушили наст. Кроме того, вопреки ошибочным утверждениям, травоядные мамонты вполне могли переключаться зимой на веточный корм. Животные-исполины были куда более трудной добычей даже для очень сильных хищников, чем другие выжившие растительноядные. Более того, добывание пищи и прочая деятельность мамонтов облегчали передвижение и питание других крупных и средних растительноядных и хищных млекопитающих.

Отчего же на самом деле погибли мамонты? Вопрос остается открытым.

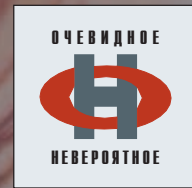
(По материалам журнала «Наука и жизнь»)

«ОЧЕВИДНОЕ — НЕВЕРОЯТНОЕ» НА КАНАЛЕ «РОССИЯ»

С 12 февраля 2007 г. вновь выходит программа «Очевидное — невероятное», теперь на телеканале «Россия». После закрытия на канале ТВЦ одна из самых старейших и авторитетных программ отечественного телевидения возобновляется в четвертый раз.

Впервые программа «Очевидное — невероятное» вышла в эфир Центрального телевидения в 1973 г. Затем в 1997 г. программа выходила на каналах «Прометей» и РТР, а в 2002 г. перешла на канал ТВЦ, где просуществовала до лета 2006 г.

Содержание программы остается неизменным — обсуждение с крупными учеными самых интересных и актуальных проблем науки и цивилизации. Главная задача нового цикла — формирование в обществе сознательного отношения к науке как к важнейшей части культуры. Бессменный ведущий программы — профессор Сергей Петрович Капица.



ЭФИР — ПО ПОНЕДЕЛЬНИКАМ ДВА РАЗА В МЕСЯЦ В 00.35.

РЕТРОСПЕКТИВА

12 ФЕВРАЛЯ

«УПРАВЛЕНИЕ КЛИМАТОМ»

Гости — Ю.А. Израэль, академик РАН, директор Института глобального климата и экологии Росгидромета и РАН и В.В. Клименко, доктор технических наук, профессор, заведующий лабораторией глобальных проблем энергетики Московского энергетического института. Ученые доказали цикличность изменения климата на Земле. Сегодня мы находимся на пике потепления, после которого начнется цикл похолодания. Нужно ли регулировать климат или довериться естественному ходу событий?



26 ФЕВРАЛЯ

«БУДЕТ ЛИ ЖИЗНЬ НА МАРСЕ?»

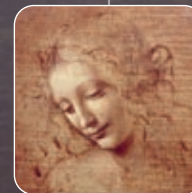
Гости — И.Г. Митрофанов, доктор физико-математических наук, заведующий лабораторией Института космических исследований РАН и В.И. Шематович, доктор физико-математических наук, ведущий научный сотрудник Института астрономии РАН. Ученые считают, что Марс — единственная точка в Солнечной системе, где есть условия для присутствия людей. Насколько реально освоение Марса? Можно ли там создать инфраструктуру? Сможет ли человечество перебраться на Марс в случае глобальной катастрофы?



5 МАРТА

«С ЧЕГО НАЧАЛОСЬ ИСКУССТВО: ОБРАЗЫ ПРОШЛОГО И НАСТОЯЩЕГО»

Гости — Е.Г. Дэвлет, доктор исторических наук, ученый секретарь Института археологии РАН, президент Сибирской ассоциации исследователей первобытного искусства и Борис Жутковский, художник, фотограф, публицист, кинематографист и путешественник. Творчество древних людей началось с наскальной живописи. Что они рисовали? В чем заключалось их удивительное мастерство? Что они хотели рассказать о себе и о своей жизни? Понятны ли нам их образы и сюжеты? Влияют ли они на современных художников? Что нового и необычного показывают последние археологические открытия?



9 АПРЕЛЯ

«ПАРАДОКСЫ ЭКОНОМИЧЕСКОГО НЕРАВЕНСТВА»

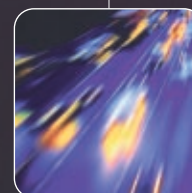
Гости — Митрополит Смоленский и Калининградский Кирилл, руководитель Отдела внешних церковных сношений Русской православной церкви и А.Ю. Шевяков, доктор экономических наук, профессор, директор Института социально-экономических проблем народонаселения РАН. Экономическое неравенство — проблема, которую человечество не смогло решить в прошлом веке. В чем парадокс этой проблемы в нашей стране? Почему в России с ее неисчерпаемыми природными ресурсами так велика степень неравенства?



23 АПРЕЛЯ

«НЕВИДИМЫЙ МИР НАНОТЕХНОЛОГИЙ»

Гости — М.В. Ковальчук, директор Российского научного центра «Курчатовский институт», доктор физико-математических наук, профессор, член-корреспондент РАН и О.С. Нарайкин, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Прикладная механика» Московского государственного технического университета им. Баумана. Нанотехнологии не только изменили представление человека о мире, но и создали новый наномир. Что происходит в этом микроскопическом мире? Какие проблемы человека и общества могут быть решены с помощью нанотехнологий? Какие новейшие открытия сделаны в этой области?



Филип Росс

примирение с собой

Будет ли решена проблема восстановления инсулинпродуцирующих клеток у больных диабетом?

Пять лет назад сотрудница Медицинской Школы Гарварда Дениз Фаустман (Denis Faustman) заявила, что вылечила больных диабетом мышей, вырастив у них здоровые производящие инсулин бета-клетки. Благодаря ее открытию от ежедневных уколов инсулина могут избавиться более миллиона пациентов, больных диабетом 1-го типа (или юношеским, инсулинзависимым диабетом). Но воспроизвести результаты ее эксперимента другим исследователям не удалось, и они обвинили Фаустман в том, что она жестоко обманула больных людей. Однако в марте журнал *Science* сообщил, что три независимые группы исследователей повторили эксперимент и смогли остановить развитие диабета у подопытных мышей. «Фантастические результаты для групп, каждой из которых Фонд исследований юношеского диабета (JDRF) за три года работы выделил по \$1 млн. На доказательство моей неправоты», — говорит Фаустман. В свое время представители фонда отказались поддерживать ее, заявив, что они не в состоянии субсидировать все предлагаемые им проекты. Исследовательница же предполагает, что они просто не смогли преодолеть свои предубеждения: до недавнего



ДЕНИЗ ФАУСТМАН: ВОССТАНОВИТЕЛЬ ОСТРОВКОВ

■ Фаустман показала, что инсулинпродуцирующая функция клеток островков Лангерганса у больных диабетом первого типа может быть восстановлена. Позже она представила данные о новообразовании островков и предположила, что трансплантированные клетки селезенки превращаются в функционирующие островки.

■ Диабет 1-го типа (инсулинзависимый) является результатом аутоиммунной атаки на клетки островков поджелудочной железы, в отличие от сахарного диабета 2-го типа, при котором организм становится устойчивым к воздействию инсулина.

времени считалось, что бета-клетки не восстанавливаются. Несмотря на трудности и негативное отношение научного сообщества к ее раз-

работкам Фаустман все же получила \$11 млн. Сейчас она адаптирует «мышиную» терапию к испытаниям на людях.

Работа 50-летней исследовательницы подрывает основы теории диабета, суть которой такова: стволовые клетки, еще не дифференцировавшиеся в клетки какой-либо конкретной ткани, могут развиваться в производящие инсулин бета-клетки и так обеспечить восполнение пораженной ткани.

Фаустман считает, что совершила свое открытие случайно. Ранее она занималась трансплантацией островков Лангерганса (образований поджелудочной железы, содержащих бета-клетки) от нормальных мышей грызунам, лишившимся их из-за диабета 1-го типа. При такой форме заболевания иммунная система ошибочно атакует свои собственные группы клеток как «чужие». В результате, чтобы контролировать изменяющийся уровень глюкозы в крови, пациенты вынуждены несколько раз в день делать инъекции инсулина. Для подавления аутоиммунной реакции Фаустман вводила мышам коктейль из бактериальных стимуляторов — адъювант Фрейнда, который заставляет организм больного грызуна вырабатывать сигнальное химическое соединение (*TNF*-альфа), разрушающее активированные иммунные клетки, особенно те, которые нацелились на островки. В эксперименте островки трансплантировали в одну из почек больных мышей. Благодаря выработке *TNF*-альфа, после операции трансплантаты успешно приживались, начинали продуцировать инсулин и устанавливали нормальный контроль над содержанием сахара в крови. Затем Фаустман решила изъять у двух мышей почки с подсаженными островками, чтобы понять, как это повлияет на их состояние. На следующий день после операции оба животных уже бежали по клетке, и уровень сахара в их крови был нормальным — около 110 мг сахара на децилитр крови. Т.е. после трансплантации у мышей каким-то образом восстановились собственные островки.

К сожалению, положительный результат от подобного лечения был недолговечным: со временем

возобновлялась аутоиммунная реакция. Чтобы решить эту проблему, Фаустман воспользовалась результатами исследований трансплантологов, обнаруживших, что клетки печени и селезенки могут воздействовать на иммунную систему реципиента, заставляя ее идентифицировать подсаженную ткань как свою собственную. В то же время часть клеток селезенки находится в недифференцированном состоянии и способна преобразовываться в другие ткани («взрослые» стволовые клетки), в том числе в клетки островков Лангерганса. Таким образом, клетки селезенки, подсаженные от здоровой мыши, могли побудить иммунную систему больного грызуна «не бороться с собой» и избавиться от диабета.

В 2003 г. Фаустман изложила результаты своих исследований в журнале *Science*, что спровоцировало лавину критики со стороны ряда известных исследователей, включая коллег по Гарварду Дайану Мэтис (*Diane Mathis*) и Кристофа Бенойста (*Christophe Benoist*). И все же, по словам Уильяма Ахерна (*William Ahearn*), представителя *JDRF*, публикация привлекла внимание фонда.

В марте 2007 г. все три рабочие группы, субсидируемые *JDRF*, заявили о первых положительных результатах, однако этим все и ограничилось. Исследователи из Чикагского университета, Вашингтонского университета в Сент-Луисе и из Диабетологического Центра Джослина (в котором работают вышеупомянутые критики Мэтис и Бенойст), в отличие от Фаустман, вылечили только половину больных мышей. Кроме того, исследователям не удалось обнаружить свидетельств превращения селезеночных клеток в инсулин-продуцирующие бета-клетки.

Интересные данные были получены группой исследователей, возглавляемой Национальным Институтом Здоровья. Ученые сообщили, что им удалось вылечить семь мышей из восьми не только от диабета, но и от синдрома Шегрена, еще одного аутоиммунного заболевания, поражающего слюнные железы.

Исследователи продемонстрировали здоровый рост новых островков и их эквивалентов, производящих слюну. Ева Мизи (*Eva Mezey*) из НИЗ окрасила срезы обеих тканей двумя способами, в одном случае — чтобы отметить секрецию (неважно, слюны или инсулина), а во втором — для обозначения присутствия мужской *Y*-хромосомы. Благодаря этой кропотливой процедуре ученые доказали утверждение Фаустман, что клетки селезенки способны перерождаться в клетки обоих видов ткани: инсулино- и слюнопроизводящей.

Добившись успеха в опытах с грызунами, ученые попытались перейти к человеку, но это оказалось не так просто. Израильские исследователи применили методику Фаустман к пациентам с диабетом 1-го типа, используя *TNF*-стимулятор *BCG*, действующий значительно мягче, чем адъювант Фрейнда, и давно применяющийся в медицине. Попытка оказалась успешной, однако дальнейшие изыскания в Канаде и США не подтвердили эффективности подобной терапии.

Только начавшая стихать критика в адрес Фаустман возобновилась. Но исследовательница была уверена, что знает механизм происходящего, и решила, что проблема не в самой методике, а в конкретных приемах ее реализации. Поэтому ей не оставалось ничего иного, как проверить данные, полученные коллегами, — и она обнаружила, что дозировки *BCG* в Израиле были в 50 раз выше, нежели в последующих экспериментах. Теперь Фаустман разрабатывает биомаркер, который бы проиллюстрировал, действует ли *BCG* (даже в концентрации ниже терапевтической дозы) на иммунные клетки, атакующие островки.

Исследовательницу не огорчает критика, обрушившаяся на ее работу: «Над этой проблемой сейчас работает такое количество ученых, что если считать подражание высшей формой лести, то я должна чувствовать себя крайне польщенной». Осенью она планирует протестировать новую версию терапии в собственной клинике. ■



Этиловый спирт может вытеснить бензин только тогда, когда он будет производиться не из зерен, а из стеблей кукурузы

Мэтью Уолд

ЭТАНОЛ ДЛЯ АВТОМОБИЛЯ

Использование
этилового спирта
в качестве
горючего —
отдаленная
перспектива?

Аэровокзал в Сиу Фоллз, шт. Южная Дакота, ничем не отличается от других. Его единственная достопримечательность — бледно-зеленый гоночный автомобиль, украшенный надписями, гласящими, что его мотор работает на этиловом спирте. Но если вы захотите прокатиться на такой машине и обратитесь в бюро проката, то наткнетесь на объявление, напоминающее клиентам, что не следует заправлять баки таких автомобилей продающимся в этих местах горючим — смесью бензина E85 с этиловым спиртом, т.к. мотор может выйти из строя.

В США увеличивается производство этанола, что связано с необходимостью перехода на новое топливо. Сокращение объемов импорта нефти началось еще 40 лет назад, и именно тогда энергетические компании начали строить сотни атомных электростанций. В августе 2005 г. Конгресс принял законопроект, предусматривающий увеличение объемов производства этилового

спирта к 2012 г. до 27,75 млрд. л в год, (в 2005 г. было 14,8 млрд. л). Некоторые специалисты заявляют, что благодаря налоговым льготам и субсидиям можно получить запланированное количество данного вида топлива еще задолго до названного срока. По их мнению, затраты на переработку растительного сырья в этанол значительно ниже, чем стоимость бензина (\$0,66/л).

По данным Ассоциации возобновляемого топлива, объем производства этилового спирта в США в 2006 г. превысил 18,5 млрд. л, т.е. вырос на 50%. Однако это немного по сравнению с потреблением бензина и дизельного топлива, составляющим 518 млрд. л в год. Заместитель министра энергетики США по вопросам эффективности и возобновляемым источникам энергии Энди Карснер (Andy Karsner) заявил, что «из-за высоких цен на нефть в стране растет интерес к альтернативным видам топлива. Все это напоминает нефтяную лихорадку в Пенсильвании в 1850-е гг.»

Весь этанол, используемый в качестве автомобильного топлива, добывают из кукурузы, и его производство весьма энергоемко. В некоторых исследованиях говорится, что на получение этилового спирта из данного растения уходит больше энергии, чем этанол дает при использовании в двигателе внутреннего сгорания. В других работах отмечается, что эта технология вовсе не уменьшает выброс парниковых газов по сравнению с получением бензина из сырой нефти.

С экономической и с экологической точек зрения производство этилового спирта будет бессмысленным до тех пор, пока не будут созданы эффек-

тивной рабочей силы не позволяют использовать данную культуру так, как это делает Бразилия. Поэтому, чтобы производство этанола из целлюлозы стало целесообразным, необходимо усовершенствовать технологические процессы.

Возобновляемый источник энергии? Не может быть!

Большая часть этилового спирта продается в США как добавка к бензину и может составлять до 10% от общей массы. Это максимальное количество, которое можно использовать в двигателях автомобилей без ущерба для них. (В США такая смесь называется E10 и мо-

уплотнители и систему подачи. Под E85 переоборудовано несколько миллионов машин, однако эта смесь продается только на нескольких сотнях заправочных станций.

Несмотря на определенные ограничения в применении этанола, объем его производства из кукурузы увеличивается. По мнению законодателей, представляющих сельскохозяйственные штаты, этиловый спирт — возобновляемый источник энергии, поскольку кукурузу можно выращивать из года в год. Как считают в Ассоциации возобновляемого топлива, потребление 27,75 млрд. л этилового спирта в год уменьшит на 179 млн. баррелей импорт нефти, что соответствует импорту за 15 дней для всей американской экономики.

Однако с производством связано гораздо больше проблем, чем кажется. Стандартному баррелю (155,4 л) этилового спирта соответствует около 103,6 л бензина, т.к. он содержит всего 84,4 мегаджоуля энергии против 125,5 мегаджоулей в обычном неэтилированном бензине. Это означает, что если вы наполните бак топливом E85, пробег автомобиля будет на треть меньше, т.е. чтобы проехать одно и то же расстояние, водителям придется купить этого топлива гораздо больше, чем бензина.

Другая сложность связана с тем, что для получения этилового спирта из кукурузы нужно очень большое количество природного газа, т.к. он производится так же, как и алкогольные напитки: дрожжи поглощают сахар, и получаются спирт и углекислый газ. Сырье перегоняют, выпаривая спирт, затем его переводят из газообразного в жидкое состояние. Природный газ используется для нагревания в технологическом цикле, поэтому для производства 3,7 л этилового спирта, содержащих 84,4 мегаджоуля энергии, в настоящее время потребляется около 37,9 мегаджоулей, полученных из природного газа.

В 1990-е гг., когда Конгресс США законодательно поддерживал экономику сельскохозяйственных

По иронии судьбы, для производства американского этилового спирта из кукурузы США придется увеличивать импорт природного газа

требуются технологии. Для этого спирт необходимо получать не из зерен кукурузы, а из древесного материала или целлюлозы, в которой находящиеся в связанном виде сахара трансформируются, и в результате получается этиловый спирт. Сахарный тростник, который содержит больше сахаров, чем стебли кукурузы и травы, конечно же, является лучшим растительным сырьем для выпуска такого вида горючего. Климатические условия США и отсутствие

жест использовать обычными машинами. Октановое число E10 составляет 90. В некоторых районах, прежде всего, в штатах сельскохозяйственного пояса, водители могут приобрести смесь E85, состоящую на 85% из этилового спирта и на 15% из обычного неэтилированного бензина. Такое топливо можно использовать в специальных двигателях как «гибкое горючее» (FFV). Если мотор не адаптирован к такому горючему, то этанол может разрушать

ОБЗОР: МИФ И РЕАЛЬНОСТЬ

- Несмотря на то, что политики активно выступают за производство этилового спирта из выращиваемой в США кукурузы для замены импортной нефти, с точки зрения энергетических затрат в такой переработке мало смысла. Для этого нужно большое количество ископаемого топлива.
- Исследования показывают, что при производстве этилового спирта из зерен кукурузы выделяется почти такое же количество парниковых газов, как при получении бензина из нефти. Использование такого горючего в двигателях внутреннего сгорания не влияет на загрязнение окружающей среды.
- Для производства данного вида топлива из целлюлозы, содержащейся в стеблях кукурузы, злаков и трав, требуется гораздо меньше ископаемого топлива, чем при получении его из зерен кукурузы. Однако компаниям приходится искать перспективные организмы для выработки ферментов, необходимых для переработки сырья в биореакторах.

ОТ СКВАЖИНЫ ДО КОЛЕС: КАК ПРОИЗВОДИТСЯ ГОРЮЧЕЕ

Переработка нефти в бензин, а кукурузы в этиловый спирт и их доставка на заправочные станции проходит несколько этапов. Некоторые из них энергоинтенсивны и требуют потребления большого количества ископаемого топлива

Потребляемое топливо



Дизельное топливо

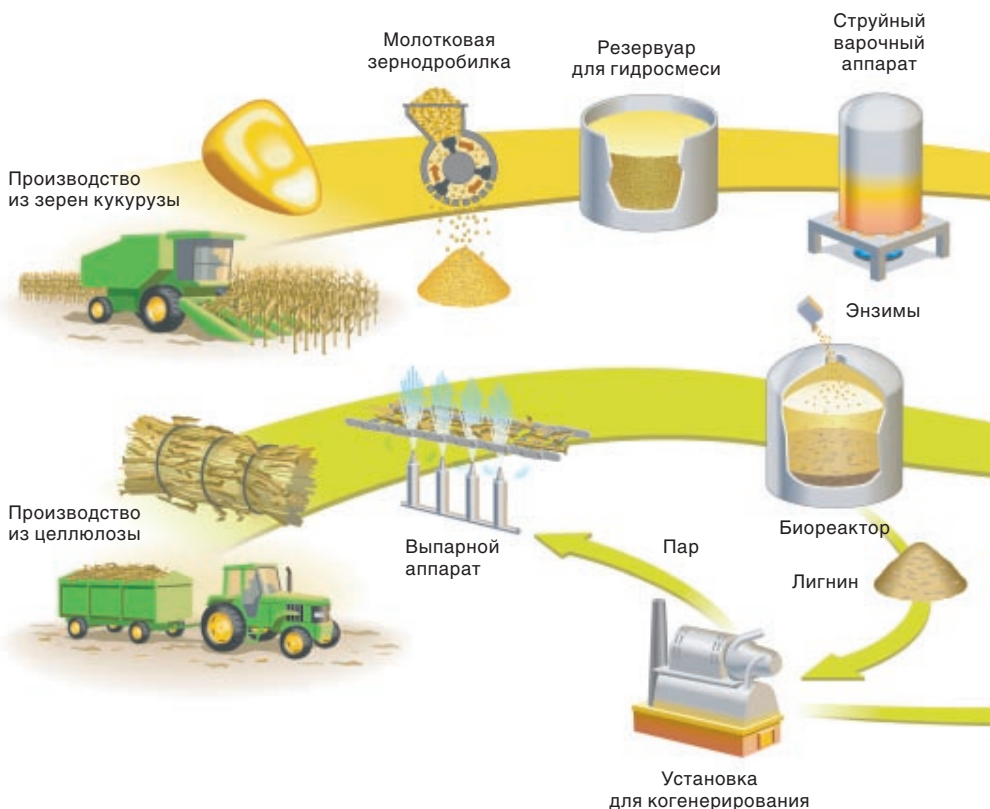


Природный газ



ЭТИЛОВЫЙ СПИРТ ИЗ ЗЕРЕН ИЛИ ИЗ СТЕБЛЕЙ КУКУРУЗЫ

Начальные этапы переработки зерен кукурузы и целлюлозы в этиловый спирт существенно отличаются друг от друга. Прежде чем попасть в ферментер, зерна измельчаются, подвергаются термическому воздействию и разминаются. Целлюлозу обрабатывают паром, чтобы обнажить волокна, которые в биореакторе энзимы превращают в сахара. Компании же стремятся найти наиболее эффективные биореакции, но единственный результат — получающийся при этом лигнин, который можно сжигать, чтобы одновременно получать пар и электроэнергию. Перегонка обоих видов сырья дает барду, ценный побочный продукт, который после переработки можно использовать как корм для животных



штатов и стимулировал производство этилового спирта, природный газ был дешевым и стоил в среднем около \$3 на 1055 мегаджоулей. Прошлой зимой цена достигла \$14 на 1055 мегаджоулей и продолжает расти. Сторонники производства этанола подчеркивают, что данное горючее — залог устойчивой энергетики будущего. Однако использование столь большого количества природного газа не обеспечивает стабильности даже в настоящем, т.к. его добыча в США сокращается, а в Канаде она отстает от потребления. По иронии судьбы, производство

ОБ АВТОРЕ

Мэтью Уолд (Matthew L. Wald) — корреспондент газеты «Нью-Йорк таймс», пишет о переработке нефти, производстве электроэнергии, об электромобилях и гибридных автомобилях. В настоящее время работает в Вашингтоне.

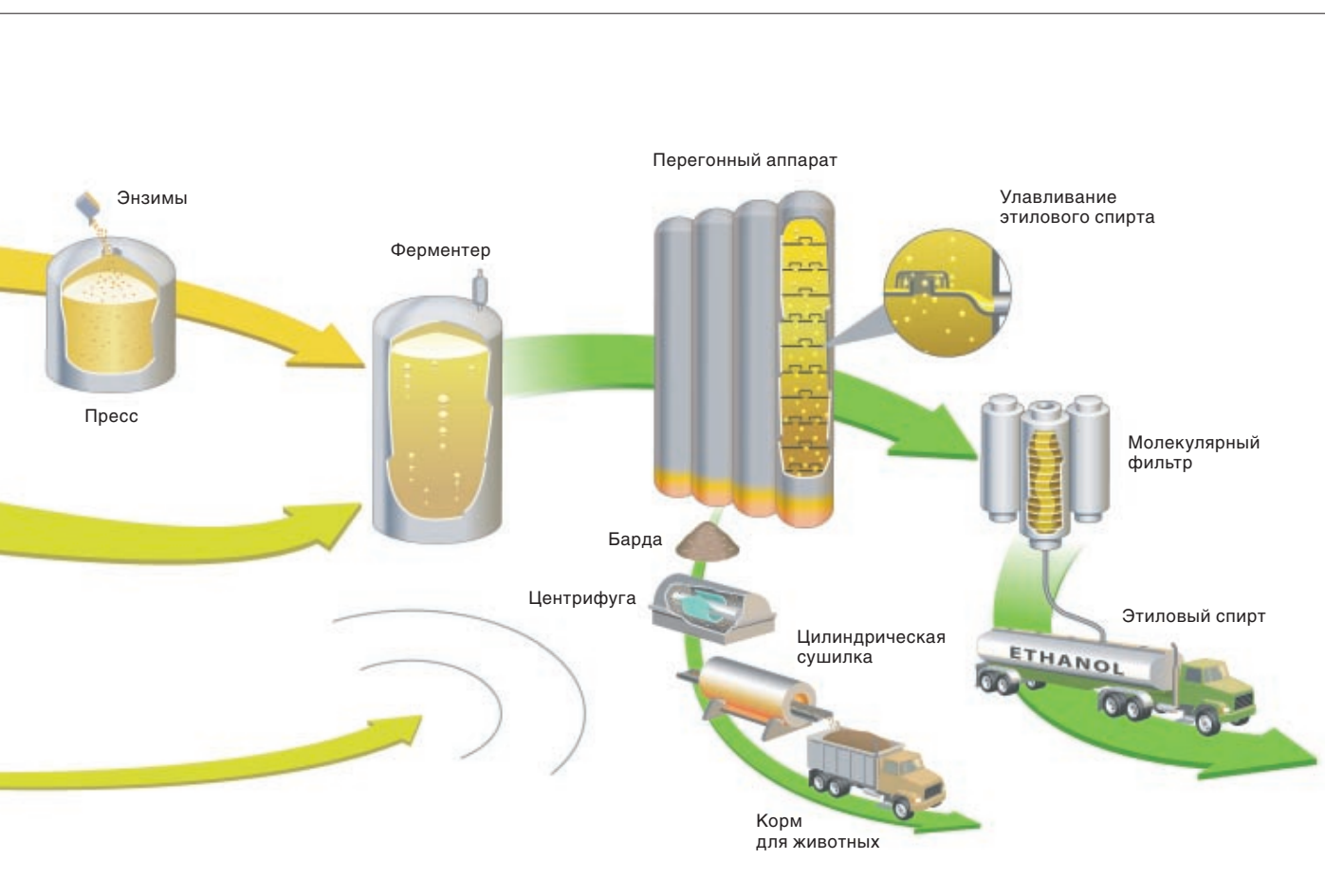
американского этанола потребует увеличения импорта природного газа из других стран.

В качестве альтернативного варианта некоторые производители этилового спирта сжигают уголь, который как источник энергии совершенно не соответствует определению «чистый» и «возобновляемый». Теоретически спиртовые заводы могут работать на электроэнергии, но в любом случае это приведет к увеличению объемов потребления угля или газа.

Большие проблемы возникают при транспортировке спиртосодержащего топлива: его сложно прокачивать по трубопроводам, поскольку он соединяется с водой. При производстве этанола задействованы и другие энергоресурсы, в том числе и дизельное топливо для грузовиков, которые доставляют его на рынок, на нем же работают комбайны, убирающие урожай кукурузы, для

выращивания которой нужны удобрения, при производстве которых расходуется природный газ.

Все вышеперечисленные затраты играют важную роль при подсчете «энергетического баланса» производства этилового спирта. В 2005 г. профессор Дэвид Пиментел (David Pimentel), специалист по сельскому хозяйству из Корнеллского университета, заявил, что для получения такого вида горючего нужно больше энергии, чем ее выделяется при его сжигании. Критики такой точки зрения подчеркивают, что Пиментел занижает ценность побочных продуктов, часть которых можно скормить скоту (благодаря чему отпадет необходимость выращивать дополнительное количество кукурузы) и завышает производственные затраты, включая стоимость питания рабочих на заводах, выпускающих спирт. Однако, по мнению экспертов, если этанол имеет



энергетическую ценность, то выигрыш все равно невелик. В исследовании Американского института биологических наук, проведенном в том же году, было показано, что топливо, получаемое из зерен кукурузы, дает всего на 10% больше энергии, чем затрачивается на его производство, в отличие от горючего, получаемого из бразильского сахарного тростника.

Майкл Вонг (Michael Wang), эколог из Центра транспортных исследований при Аргоннской национальной лаборатории, подсчитал, что для производства 1055 мегаджоулей этилового спирта необходимо затратить 780,7 мегаджоулей ископаемого топлива. Этиловый спирт рекламируют как биотопливо, однако на самом деле он оказывается продуктом сжигания ископаемого топлива.

Влияние потребления этанола на уровень выброса парниковых газов, как отмечал в статье,

опубликованной в январе 2006 г. в журнале *Science*, Александр Фаррел (Alexander Farrel), помощник профессора энергетики и ресурсов Калифорнийского университета в Беркли, «неоднозначно». Сравнив результаты различных исследований, Фаррел и его соавторы пришли к выводу, что с точки зрения загрязнения окружающей среды, производство этилового спирта с использованием природного газа лишь незначительно лучше, чем потребление бензина. При расчетах учитывалось, что при производстве и сжигании 1 л бензина выделяется 2,1 кг углекислого газа.

Срок эксплуатации или политический цикл?

Анализ различных видов горючего действительно кажется новой идеей людям, формирующим политику в области энергетики США. Впервые вместо того, чтобы оценивать выигрыш при переводе БТЕ с малым

тепловыделением в БТЕ с высоким тепловыделением (например, угля в электричество или сырой нефти в бензин) исходя просто из цен, эксперты начинают также учитывать потери энергии и выброс загрязняющих веществ.

Повлияют ли эти оценки на формирование политики? Например, сторонники биогорючего, энергии ветра и солнца создали организацию под названием «25x25». Ее члены стремятся, чтобы 25% вырабатываемой в США энергии к 2025 г. поступало из возобновляемых источников. Организацию поддерживают десятки членов Конгресса, и тем не менее на пресс-конференции, состоявшейся в Вашингтоне прошлой весной, ее руководители даже не могли сказать, какой из источников энергии — ветер, солнце, этиловый спирт или прямое сжигание биомассы — должен стать приоритетным. ▶

ТОПЛИВО ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ГОРЮЧЕГО

Для производства бензина и этилового спирта сжигается разное количество ископаемого топлива (природного газа, нефти и угля), с соблюдением всех этапов: начиная от добычи нефти или выращивания кукурузы, заканчивая поставкой. Приведенные ниже цифры — средние значения, взятые из шести исследований, проведенных сотрудниками Калифорнийского технологического института



«Гниль из джунглей» острова Гуам (гриб *Trichoderma reesei*) помогает разлагать целлюлозу на сахара, из которых путем перегонки может быть легко получен этиловый спирт



Мегаджоули энергии ископаемого топлива, необходимые для производства одного мегаджоуля горючего

Внезапный интерес к этиловому спирту был вызван неудавшейся попыткой поэкспериментировать с «рецептом» бензина. В 1980-е гг. некоторые штаты установили жесткие требования на содержание кислорода в бензине, что было непродуманной затеей сделать выхлоп автомобиля чище. В связи с этим многие нефтеперерабатывающие предприятия стали добавлять в бензин не этиловый спирт, а метил-трет-бутиловый эфир, который при утечках бензина в почву сразу же проникал в грунтовые воды и водоемы.

Закон об энергетике, принятый в 2005 г. в США, отменил льготы на использование метил-трет-бутилового эфира, и нефтеперерабатывающие предприятия перестали добавлять его в бензин, а для производства высокооктанового топлива стали использовать этанол.

Стебель, а не початок

В производстве этилового спирта существует еще одна проблема — кукуруза. Эта культура выращивается сейчас в избытке, но даже этого недостаточно, чтобы удовлетворить потребность США в горючем. В феврале 2005 г. Пиментел написал сенатору от штата Аризона Джону Маккейну (John McCain), что для получения 12,58 млрд. л этилового спирта нужно около 14% урожая кукурузы, а 100% урожая кукурузы обеспечило бы 7% горючего, потребляемого машинами.

Более перспективным представляется получение этилового спирта из целлюлозы, входящей в состав стеблей кукурузы и других растений, которые не считаются сельскохозяйственными производственными культурами. По данным министерства сельского хозяйства и других ведомств, за счет этого сырья можно было бы обеспечить производство такого объема этилового спирта, который позволил бы на треть сократить потребление бензина в США. И выброс углекислого газа автомобилем, работающим на таком горючем, был бы гораздо меньше,

если учитывать диоксид углерода, который поглотят новые растения, высаженные взамен переработанных на этанол.

При развитой технологии возможно получение из целлюлозы двух видов топлива — этилового спирта для автомобилей и твердого топлива для промышленных объектов. Корпорация *Iogen* из Оттавы прогнозирует, что когда она построит установку для коммерческого получения данного вида горючего, энергия, выделяющаяся при сжигании лигнина, обеспечит потребности производства. Несмотря на то, что при его сгорании выделяется углекислый газ, при выращивании новой кукурузы или проса газы поглощаются. Ученые из корпорации *Iogen* предвидят использование более дешевого сырья, включая целлюлозу, содержащуюся в бумаге, например, в той, на которой напечатан этот журнал (ее можно использовать после того, как вы его прочитаете).

Однако проблемы остаются. Главная из них — научиться управлять природными процессами разложения целлюлозы. Сахара, содержащиеся в волокне, нельзя перегнать в этиловый спирт, пока они не освободятся от лигнина под воздействием энзимов, вырабатываемых бактериями или низшими грибами. Эти бактерии живут в зарослях джунглей в отдаленных угол-



низший гриб с острова Гуам, который ученые корпорации называют «гнилью из джунглей», экспериментировала с ДНК этого организма с тем, чтобы он производил больше

коммерчески жизнеспособными лишь через пять лет. ■

Перевод: Т.Н. Саранцева

Если компании сумеют добиться получения энзимов в достаточном количестве, этиловый спирт, произведенный из целлюлозы, вытеснит бензин

ках нашей планеты или в желудке термита, и их сложнее «акклиматизировать» в США, чем дрожжи. Трудно представить себе, что они будут размножаться в резервуаре из нержавеющей стали на 7,4 тыс. л. в количествах, необходимых для промышленного производства этилового спирта.

Корпорация *Iogen*, использующая в процессе получения этанола

необходимого энзима. Другие исследователи применяют энзимы, полученные из съедобных грибов. Компания *Agrivida* из Кембриджа стремится при помощи биотехнологий вырастить кукурузу, содержащую энзимы, благодаря которым она легче разлагается. В сентябре 2006 г. министр энергетики США Сэмюел Бодмэн (Samuel Bodman) заявил, что новые технологии могут стать

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

■ Ethanol Fuels: Energy Balance, Economics, and Environmental Impacts Are Negative. David Pimentel in *Natural Resources Research*, Vol.12, №2, pages 127-134; June 2003. www.ethanol-gec.org/netenergy/neypimentel.pdf

■ Updated Energy and Greenhouse Gas Emissions: Results of Fuel Ethanol. Michael Wang in the 15th International Symposium on Alcohol Fuels, September 26-28, 2005. www.transportation.anl.gov/pdfs/TA/354.pdf

■ Plan B 2.0: Rescuing a Planet under Stress and a Civilization in Trouble. Expanded and updated edition. Lester R. Brown. W.W.Norton, 2006. 25x `25 Vision on renewable energy: www.25x25.org/

Крупный плотоядный динозавр *Majungatholus* погиб примерно 70 млн. лет назад в северо-западной части Мадагаскара. Участники экспедиции осторожно извлекли из горной породы его останки, включавшие нижнюю челюсть с острыми зубами, завернули в гипсовые бинты и отправили в лабораторию США. Здесь специалисты внимательно изучили кости и определили возможные причины смерти животного



Дэвид Краузе и Реймонд Роджерз

детектив МЕЛОВОГО ПЕРИОДА

О раскрытии преступления по горячим следам не могло быть и речи: костям, покоившимся в братской могиле, было не менее 70 млн. лет. Однако косвенные улики указывали на личность убийцы

Огромный скелет лежал на левом боку, шея и голова откинута назад — драматическое воплощение смерти. В положении его передних и задних конечностей на первый взгляд не было ничего необычного, однако, присмотревшись, можно было обнаружить множественные вывихи и переломы кистей и стоп. Поврежден был и череп животного, а кончик его хвоста отсутствовал вовсе. Поблизости были рассеяны многочисленные останки других существ. Одни сохранились почти полностью, от других уцелели лишь черепа или отдельные кости. Что за чудовищная гекатомба? Погибли ли все эти животные здесь, или после смерти их останки каким-то образом оказались перенесены на место наших раскопок? Умерли они одновременно или же погибали друг за другом в течение длительного периода времени? И, наконец, что стало причиной трагедии?

Участники нашей экспедиции (малагасийские и американские палеонтологи и геологи) летом 2005 г. обнаружили в древних осадочных

породах северо-западного Мадагаскара крупное захоронение скелетов животных. В процессе изучения ископаемых останков мы получили массу интереснейшей информации, но не менее захватывающим оказалось и само «детективное расследование на месте преступления».

Раскопу было присвоено условное название МАД05-42, в зашифрованном виде обозначающее время, место и порядковый номер находки. Затем мы приступили к идентификации найденных окаменелостей и сразу пришли к выводу, что большая часть их — останки различных видов динозавров.

Надо сказать, что обнаруженное нами «кладбище» динозавров было далеко не единственным в северо-западной части Мадагаскара. За 10 с лишним лет геологических исследований на острове мы открыли несколько похожих захоронений в полусухих степях неподалеку от деревни Беривотра. В слоях горной породы мы обнаружили массу скелетов ископаемых животных — крупных и мелких, старых и молодых. ►

Из глубины веков

Все найденные нами окаменелости содержались в осадочной горной породе, известной как формация Меварано и залегавшей на несколько десятков метров ниже слоев, образовавшихся 65 млн. лет назад, ког-

Меварано. Радиоактивный анализ вулканической породы в более глубоких пластах показал, что им около 66 млн. лет. Морские отложения, входящие в состав почвы, содержали раковины и крошечные скелеты одноклеточных микроорганизмов,

не могли быть связаны с глобальным вымиранием видов, произошедшим только несколько миллионов лет спустя.

На данном этапе исследований на помощь нам пришла тафономия — наука о «судьбе» органических останков живых существ. Она изучает изменение костей после смерти животных, характер их повреждений (например, хищниками или падальщиками) и процессы фоссилизации, т.е. превращения костей в камень.

Когда мы провели тафономическое исследование ископаемых останков из карьера МАД05-42, сразу же стало ясно, что их обладатели погибли в разное время (в течение нескольких недель или месяцев). У каждого животного была своя посмертная история. Так, например, часть скелетов сохранилась почти полностью, а от других уцелели лишь разрозненные фрагменты. Одни кости остались практически неповрежденными, а поверхность других была существенно разрушена дождем и ветром. И хотя мы не смогли точно определить, на протяжении какого времени формировалось захоронение животных, смерть, несомненно, застигла их не в один и тот же день.

Место трагедии

Пролить свет на причины гибели динозавров может геологическая история Мадагаскара. В начале мезозойской эры (250 млн. лет назад) остров располагался в самой середине Гондваны (южной половине суперконтинента Пангея) между будущими Африкой, Индостаном и Антарктидой. Затем под влиянием тектонической активности литосферные плиты начали расходиться, и в начале юрского периода (160 млн. лет назад) Мадагаскар отделился от Африки и вместе с Индостаном и Антарктидой переместился к югу. В позднем меловом периоде (88 млн. лет назад) он вновь приблизился к африканскому континенту, остановившись примерно в 450 км от его побережья.

После воссоединения с африканской литосферной плитой остров

да с лица Земли исчезли все динозавры и многие другие животные. Первоначально обнаруженные нами костеносные слои располагались на 44,5 м ниже горизонта, сформировавшегося во время массового вымирания животных, и на 14,5 м ниже верхней границы формации

чей возраст соответствовал завершению (но не самому концу) мелового периода. Таким образом, все хронологические данные указывают на то, что животные, найденные в карьере МАД05-42, умерли примерно 70 млн. лет назад, т.е. каковы бы ни были причины их гибели, они

160 млн. лет назад Мадагаскар отделился от Африки и вместе с Индостаном и Антарктидой переместился к югу

ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВИДЕТЕЛЬСТВА

Пролить свет на причины массовой гибели животных в карьере МАД05-42 помогает геологическая история Мадагаскара. В начале мезозойской эры (250 млн. лет назад) эти земли находились в самом центре Гондваны. Тектоническая активность изменила расположение литосферных плит, и в начале раннего мелового периода (130 млн. лет назад) остров оказался примерно в 400 км от побережья Африки. Затем он примкнул к африканской литосферной плите и медленно переместился к северу. К моменту гибели динозавров северная часть Мадагаскара находилась на уровне 30° ю.ш., а характерной особенностью местного климата было чередование длительных периодов засухи и сезонов интенсивных дождей



СМЕРТЕЛЬНЫЕ РЕЦИДИВЫ

Изучение ископаемого материала из карьера МАД93-18 свидетельствует о том, что случаи массовой гибели животных на древнем Мадагаскаре были периодическими, и это происходило гораздо чаще, чем в других частях света. Исследователи обнаружили здесь три напластованных друг на друга костеносных слоя горных пород. В частности, из земли были извлечены почти полные скелеты крупных динозавров-завроподов *Rapetosaurus* (внизу слева и внизу справа), а также кости многих других неизвестных науке животных, например, примитивной птицы *Rahonavis osromi* (справа)



передвинулся к северу и занял свое нынешнее положение в тропическом поясе Южного полушария. Но около 70 млн. лет назад, когда погибли найденные нами живот-

сегодня проходит через южную часть острова), следовательно, находилась в зоне субтропического климата. В настоящее время большинство пустынь и полупустынь

крупномасштабной циркуляции атмосферы, при которой в субтропических широтах к поверхности Земли опускаются массы горячего сухого воздуха, которые, излившись дождями, освободились от влаги над тропическими широтами.

В поздний меловый период на Мадагаскаре господствовал полусухой сезонный климат, на что указывает и характер горных пород формации Меварано. Самым красноречивым свидетельством этого стали красные окисленные палеопочвы (древние почвы), содержащие прекрасно сохранившиеся отпечатки вертикальных корней растений. Подобное строение корневой системы ▶

Убийца динозавров действовал на протяжении длительного периода времени, подстерегая жертв на берегу рек, куда они приходили по собственной воле

ные, северная часть Мадагаскара располагалась на уровне примерно 30° ю.ш., т.е. довольно далеко от тропика Козерога (который

планеты располагаются между 15° и 30° к северу и югу от экватора. Существование областей засушливого климата связано с характером

CATHERINE FORSTER Stony Brook University; (top); DESIRE RANDRIAMARISTA Centre ValBio (International Training Center for the Study of Biodiversity) (bottom left); RAYMOND R. ROGERS (bottom right)



Судя по составу древних почв и горных пород, в поздний меловый период на Мадагаскаре царил полусухой климат. Вертикальные отпечатки древних корней (*внизу справа*) свидетельствуют о том, что местные растения хорошо приспособились к засушливым условиям существования, поглощая влагу из глубинных слоев почвы. Поверхность многих реликтовых корней была покрыта карбонатом кальция, что свойственно растениям из сухих регионов. Характер отложений в руслах рек (*два верхних снимка*) указывает на значительные колебания в них уровня воды. В период засухи к обмелевшим рекам для утоления жажды приходили динозавры и другие животные, находя здесь свою смерть. Так, карьер МАД05-42, где было обнаружено массовое захоронение костей, представляет собой именно такое древнее русло

характерно для флоры, приспособившейся к засушливым условиям и извлекающей влагу и питательные вещества из глубоко залегающих почвенных горизонтов. Кроме того, многие реликтовые корни формации Меварано покрыты коркой

карбоната кальция, что наблюдается в основном в полусухих и сухих регионах планеты.

Характер отложений в руслах мелких рек указывает не только на субтропическое прошлое Мадагаскара, но и на значительные (возможно, сезонные) колебания уровня воды в его древних водоемах.

Причина трагедии

Костеносные слои мадагаскарских горных пород содержат останки разнообразных видов животных: динозавров, как в карьере МАД05-42, или представителей нескольких таксономических групп, как в карьере МАД93-18, где были найдены скелетные фрагменты рыб, черепах,

ОБ АВТОРАХ

Реймонд Роджерз (Raymond R. Rogers) и **Дэвид Краузе** (David W. Krause) проводят раскопки и изучают богатые окаменелостями костеносные слои Мадагаскара с 1996 г. Роджерз — декан геологического факультета Мак-Алестерского колледжа и научный сотрудник Геологического музея в Чикаго, а также Музея науки в Миннесоте. Краузе — профессор факультета анатомии Стони-Брукского университета и научный сотрудник Геологического музея в Чикаго.

Непосредственными причинами смерти могли стать обезвоживание, тепловой удар, истощение и даже отравление испорченной водой

Динозавры и другие животные наверняка приходили к рекам для утоления жажды, в поисках корма или укрытий. По одному из таких древних русел были рассредоточены и кости, обнаруженные в карьере МАД05-42.

змей, крокодилов, трех видов динозавров, птиц и млекопитающих. Их неразборчивый убийца не считался ни с размерами своих жертв, ни с их возрастом или видовой принадлежностью. Вряд ли все они пали жертвой какого-нибудь плотоядного

ПОЖИРАТЕЛИ ДИНОЗАВРОВ

Ничто в природе не происходит напрасно. Массовая гибель животных на Мадагаскаре в поздний меловый период обеспечила кормом разнообразных некрофагов, т.е. существ, питающихся трупами. На некоторых костях динозавров мы обнаружили следы деятельности таких насекомых: повреждения имели вид овальных углублений длиной примерно 1 см в тех частях костей, которые когда-то состояли из губчатого вещества. По-видимому, трупы животных облепляли жуки, которые кормились мертвечиной, а затем откладывали здесь яйца. Вылуплявшиеся личинки тоже питались гниющим мясом и выгрызали своими мощными челюстями в костях углубления, в которых окукливались.

Падалью питались не только насекомые: мясом погибших сородичей не брезговали и динозавры. На некоторых костях мы нашли отметины от зубов семиметрового динозавра-теропода майюнгатолюса (*Majungatholus*). Часть обглоданных костей принадлежала *Rapetosaurus* — ранее неизвестному науке длинношеему динозавру-завроподу. Но особенно лакомыми оказались ребра и позвонки самих майюнгатолюсов. Каннибализм нередко встречается и у современных животных, а среди динозавров он был особенно широко распространен, хотя в карьере МАД05-42 нам удалось обнаружить только один такой пример. К сожалению, характер зубных отметин, оставленных одним майюнгатолюсом на костях другого, не позволяет точно определить, убил ли динозавр своего сородича «на обед» или кормился уже его останками.



Овальные углубления в костях динозавра (снимок вверху) прогрызли личинки жуков-падальщиков, которые питались мясом трупа, а затем откладывали в него свои яйца (рисунок внизу)



Глубокие царапины на кости, испещренные более тонкими бороздками, точно соответствуют размеру зубов и межзубных промежутков майюнгатолюса. Различимы даже мелкие следы от пальчатых передних и задних краев зубов динозавра

динозавра, крокодила или другого хищника, поскольку все охотники обычно выказывают некоторые предпочтения в выборе своих жертв. Здесь же наблюдается беспорядочное скопление костей самых разных животных.

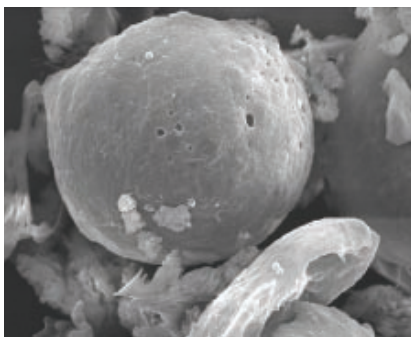
Нет никаких свидетельств и того, что причиной гибели динозавров

стала болезнь. Поскольку смерть настала их в разное время, из числа возможных причин следует исключить и такие стихийные бедствия, как землетрясения, наводнения и пожары. Убийца динозавров действовал на протяжении длительного периода времени и подстерегал жертв на берегу рек, куда они приходили

по собственной воле. В нашем распоряжении оказались неопровержимые доказательства того, что «преступник» совершал свои темные дела в разных местах, но его почерк всегда оставался неизменным.

Приняв во внимание вышеназванные обстоятельства, исследователям удалось вычислить наиболее

Динозавров убила засуха. Животные собирались в иссохших речных руслах, где погибали от нехватки воды и пищи. Непосредственной причиной их смерти могли быть обезвоживание организма, тепловой удар, истощение или даже отравление испортившейся водой, которую они пили из мелких стоячих водоемов. Останками «лакомились» другие обитатели здешних мест: крупный динозавр майюнгатолос питался трупами рапетозавров (на переднем плане), но не брезговал и своими сородичами (на заднем плане слева). Падалью кормились птицы (*Rahonavis*) и другие некрофаги, например, насекомые. Когда засуха сменялась ливнями, наступал конец и их пиршествам. Дожди смывали с берегов ил и песок, толстый слой которых в течение 70 млн. лет надежно защищал кости динозавров от разрушения



В горной породе, содержащей кости динозавров, были найдены споры водорослей, чье ядовитое цветение могло отравить воду в пересыхающих лужах, из которых пили животные

вероятного убийцу динозавров. Имя его — засуха. Животные Мадагаскара обитали в субтропической экосистеме с преобладанием засушливого сезонного климата. В поисках воды они собирались в руслах пересыхающих рек вокруг оставшихся небольших луж и погибали по мере их высыхания и оскудения источников пищи.

Непосредственными причинами смерти могли стать обезвоживание, тепловой удар, истощение и даже отравление испорченной водой. Мы располагаем убедительными свидетельствами того, что в стоячих

водоемах, у которых собирались динозавры, вполне могло происходить массовое размножение водорослей. Майкл Завада (Michael Zavada), специалист по пыльце растений мелового периода из Государственного университета Западного Теннесси, обнаружил в горной породе, содержавшей кости животных, крошечные споры водорослей, способных вызывать токсическое цветение воды.

Но почему скелеты умерших животных так хорошо сохранились до наших дней? На поверхности земли, где бродят падальщики, а палачи



лучи солнца превращают в прах даже самые крупные кости, останки живых существ подвергаются быстрому разрушению. Уцелеть они могут только в том случае, если сразу же после смерти организма окажутся в толще почвы.

Останкам животных из карьера МАД05-42 повезло: засуха, долго иссушавшая русла мадагаскарских рек, закончилась, и сменившие ее дожди быстро наполнили их водой и обломками горных пород. Вязкая масса зеленого ила и песка покрыла кости толстым защитным слоем.

Снова и снова на остров обрушились смертоносные засухи, жертвами которых становились все новые животные. Но затем опять возвращались дожди, и смытая ими с поверхности земли илистая почва

погребала скелеты в братской могиле. Через 70 млн. лет каменный саркофаг раскололся и приоткрыл миру тайну гибели древних ящеров. ■

Перевод: В.В. Свечников

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

- *Monsters of Madagascar*. John Flynn and David Krause in *National Geographic*, Vol. 198, No. 2, pages 44–57; August 2000.
- *Cannibalism in the Madagascan Dinosaur Majungatholus atopus*. Raymond R. Rogers, David W. Krause and Kristina Curry Rogers in *Nature*, Vol. 422, pages 515–518; April 3, 2003.
- *The Natural History of Madagascar*. Edited and translated by Steven M. Goodman and Jonathan P. Benstead. University of Chicago Press, 2004.

В будущем лишь малая часть роботов будет походить на человекоподобные машины из научно-фантастической литературы. Большой частью это будут мобильные устройства, выполняющие работы по дому



Билл Гейтс

МЕХАНИЧЕСКОЕ будущее

Microsoft
предсказывает
революцию в сфере
робототехники

В середине 1970-х гг., когда мы с Полом Алленом (Paul Allen) основали компанию *Microsoft*, ЭВМ использовали только крупные компании и государственные учреждения, а о персональных компьютерах и речи быть не могло. Дело в том, что электронно-вычислительные машины были узкоспециализированными устройствами, а потому обычные пользователи не понимали, как их использовать вне офиса, довольствуясь выпускаемыми тогда простенькими видеоиграми. В те годы информационная отрасль развивалась медленно, т.к. не было общих стандартов и платформ.

Современная робототехника проходит те же этапы развития, что и компьютеры 30 лет назад: существуют либо специализированные устройства, такие как промышленные роботы, механические руки, применяемые в хирургии, роботы-разведчики, роботы-миноискатели, роботы-пылесосы, либо роботизированные игрушки. Однако отрасль быстро

развивается. Исследователи пытаются научить машины зрительному восприятию и перемещению в пространстве. Так, в 2004 г. Управление перспективных исследовательских программ (*DARPA*) организовало конкурс «Крепкий орешек» (*Grand Challenge*), участники которого должны были создать беспилотное транспортное средство, которое смогло бы самостоятельно преодолеть 230 км. в пустыне Мохава. В итоге лучший из экипажей, пройдя всего 12 км пути, разбился. Но уже в 2005 г. пять неуправляемых машин благополучно дошли до финиша (см.: Гиббз У. Триумф роботов // *ВМН*, № 4, 2006).

Однако у робототехнических компаний нет стандартных операционных систем, которые могли бы обеспечить работу одних и тех же утилит на разных автоматах. Стандартизация процессоров и другого оборудования для роботов делает лишь первые шаги, и лишь немногие программы, созданные для одной машины, могут быть использованы в других. В результате исследователь, ▶

создающий нового робота, как правило, начинает с нуля.

Все же, несмотря на все сложности, те, кто занят в сфере робототехники, от профессоров до предпринимателей и студентов, полны энтузиазма, напоминая мне о поре создания *Microsoft*, когда мы с Полом Алленом искали пути развития новых технологий и мечтали, чтобы компьютеры были доступны каждому. И сегодня, анализируя тенденции развития робототехники, я представляю себе будущее, где роботы станут незаменимыми помощниками людей в их повседневной жизни. Возможно, человечество находится на пороге новой эры,

Герон Александрийский проектировал различные механизмы, один из которых будто бы даже говорил. Отмечу, что исследователи-механики всегда хотели наделять свои детища чертами человека. Первым проектом подобного рода считается набросок, сделанный Леонардо да Винчи в 1495 г., на котором схематически изображен механический рыцарь, способный сидеть и двигать руками и ногами.

В прошлом веке книги и фильмы о роботах сделали человекоподобные механизмы привычным явлением. Люди готовы к тому, что когда-нибудь машины станут их компаньонами. Однако для того чтобы

Научить роботов оценивать ситуацию и быстро реагировать на происходящее оказалось гораздо сложнее, чем полагали исследователи

когда персональные компьютеры сойдут со столов и позволят нам видеть, слышать, осязать и, возможно даже, манипулировать предметами на расстоянии.

От научной фантастики к реальности

Слово «робот» придумал чешский писатель Карел Чапек в 1921 г., однако идея использования искусственных помощников людей появилась задолго до этого. Так, в древнегреческой мифологии боги-кузнецы создавали механических слуг из золота, а в В. н.э. великий инженер

это случилось, разработчикам умных машин необходимо ответить на множество вопросов.

Например, научить роботов оценивать ситуацию и быстро реагировать на происходящее оказалось гораздо сложнее, чем полагали исследователи. Выяснилось, что привить машине естественные для человека способности, такие как ориентирование в комнате, реакция на звуки, восприятие речи, манипуляция различными предметами необыкновенно трудно (см.: *Игры разума. По материалам беседы с К. Анохиным // ВМН, № 6, 2006*). ▶

ОБЗОР: РОБОТЫ БУДУЩЕГО

- Сегодня у специалистов в области робототехники возникают примерно те же трудности, что и 30 лет назад у разработчиков ЭВМ. Из-за отсутствия общих стандартов и платформ создателям роботов приходится начинать разработку каждого нового творения практически с нуля.
- Необходимо научить роботов лучше воспринимать происходящее в окружающем их пространстве и принимать соответствующие решения. Снижение стоимости вычислительной мощности и датчиков, происходящее в последнее время, позволяет модернизировать умные машины в этом направлении.
- Строители роботов могут использовать средства разработки, позволяющие создавать программы, подходящие для разных типов машин.

Связь домашних роботов и персональных компьютеров облегчит жизнь человеку. Например, офисный служащий следит за охраной своего дома, уборкой, раскладыванием выстиранного белья и уходом за своей прикованной к постели матерью, контролируя работу домашних роботов на экране своего ПК. Кроме того, роботы смогут обмениваться информацией между собой и домашним компьютером



РОБОТ И ПК РАБОТАЮТ ВМЕСТЕ

Робот-уборщик



Робот-дозатор для пищи и лекарств



Видеокамера

Робот-газонокосильщик



Персональный компьютер

Робот-бельеукладчик



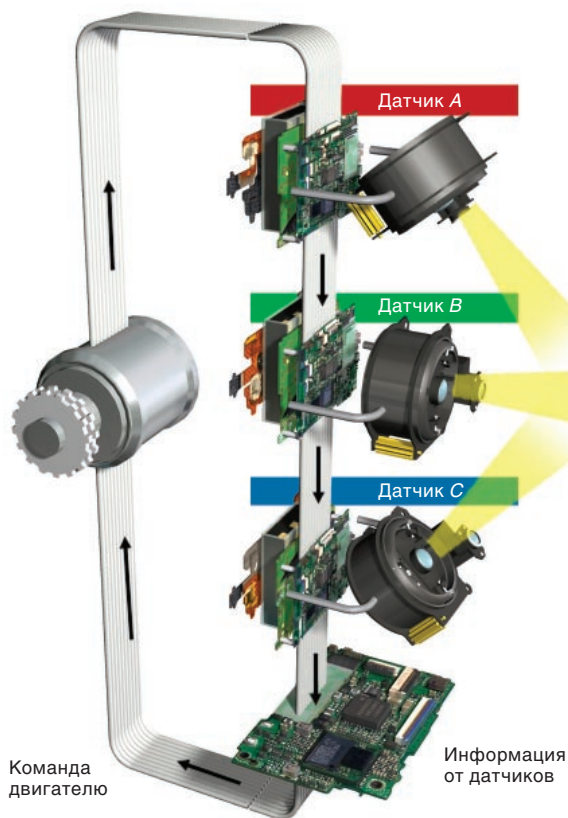
Робот-охранник



ЧЕМ НАДЕЖНЕЕ ПРОГРАММА, ТЕМ МЕНЬШЕ АВАРИЙ

Не так просто обработать данные от трех датчиков *A*, *B* и *C* (на рисунке отмечены красным, зеленым и синим цветом). Обычная программа сначала считывает данные со всех детекторов, затем обрабатывает полученную информацию и дает команды двигателям робота. Далее система производит повторное считывание и т.д., и если новые данные, полученные датчиком *A*, указывают на то, что робот находится в начале лестницы, а программа еще не закончила обработку данных, полученных ранее, устройство не успеет остановиться и скорее всего упадет. Это происходит из-за длительного периода срабатывания. Избежать этого можно с помощью программы, которая разделяет потоки данных от разных датчиков

ТРАДИЦИОННЫЙ ПОДХОД



НОВЫЙ ПОДХОД



Однако работы в этом направлении ведутся, и одним из факторов, помогающих исследователям, стала растущая доступность вычислительных мощностей. Один мегагерц, стоивший в 1970 г. больше \$7 тыс., сегодня можно приобрести за несколько центов. Подешевел и мегабит памяти. Падение цен позволило ученым провести разработки, совершенствующие роботов. Так, современные программы

распознавания речи прекрасно различают слова, но необходимо создать алгоритмы, которые могли бы понимать значение написанного. Расширение возможностей компьютеров позволит создателям роботов решить эту задачу. Также снизились цены и на аппаратуру, необходимую для управления робототехническими созданиями. Так, например, для обеспечения устойчивого контакта между роботом

и двигателем необходимы лазерные дальномеры, позволяющие определять расстояния до предметов. Несколько лет назад стоимость одного такого датчика составляла около \$10 тыс., сегодня его можно купить за \$2 тыс.

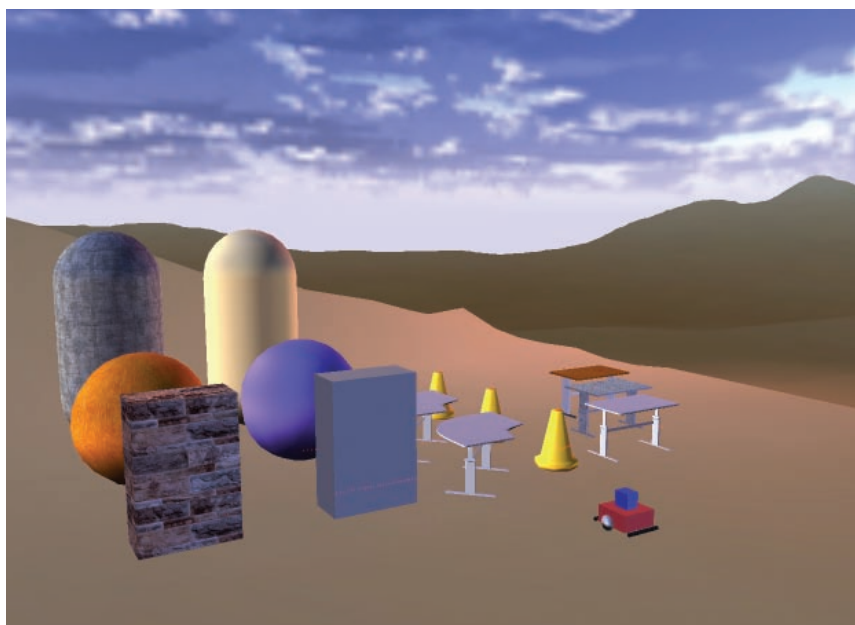
Сейчас разработчики систем с использованием искусственного интеллекта могут за разумные деньги оснастить свои детища системой навигации GPS, видеокameraми

и множеством дополнительных детекторов, в результате чего возможности современных роботов увеличиваются.

Основное направление

В феврале 2004 г. я посетил несколько университетов США, включая Университет Карнеги-Меллон и Массачусетский технологический институт. В каждом вузе по окончании лекции мне показывали наиболее интересные разработки, выполненные на компьютерных факультетах, и практически всегда одна из представленных работ относилась к области робототехники.

Я был поражен всеобщим энтузиазмом по отношению к искусственному интеллекту. Многие считают, что робототехническая промышленность находится на рубеже технологического переворота, и для свершения революции необходимо найти способ объединить раздробленную робототехнику. В 1970-х гг. для ПК был разработан язык программирования BASIC, позволяющий создавать программы, подходящие для всех типов компьютеров, что и стало фактором, определившим развитие компьютерной отрасли. Значит, необходимо найти элемент, создание которого сыграет роль BASIC для роботов. В Microsoft была собрана группа исследователей под руководством Крэга Манди (Craig



Моделирование функционирования робота в трехмерной виртуальной среде помогает робототехникам проводить анализ и юстировку работы своих созданий до проведения полигонных испытаний. При компьютерном моделировании возможна симуляция воздействия гравитации и трения

исполнительным органам, т.е. проблеме «параллелизма». Роботы чаще всего исполняют традиционные однопоточные программы, представляющие собой сложный цикл, в котором сначала считываются и обрабатываются данные с датчиков, после чего даются команды, определяющие поведение машины. У этого метода управления есть очевидный недостаток — длительный период срабатывания системы. Например,

так, чтобы один и тот же программный код одновременно выполнялся на нескольких машинах. А поскольку на смену однопроцессорным приходят многопроцессорные компьютеры, для стопроцентного использования всех возможностей новых систем программы должны обеспечивать решение задачи параллелизма.

Для этого можно использовать многопоточные программы (предполагают выполнение кода более чем в одном потоке). Однако их создание — одна из труднейших задач программирования. Облегчить ее можно, используя метод CCR (*concurrency and coordination runtime*), предполагающий использование последовательности ▶

Роботы чаще всего исполняют традиционные однопоточные программы, представляющие собой сложный цикл

Mundie), чтобы создать набор программных средств, которые должны стать основой, позволяющей любому человеку, знакомому с азами программирования, моделировать универсальные прикладные программы для роботов.

В процессе работы группа решила одну из самых сложных задач робототехники: как одновременно обрабатывать все данные, поступающие от ряда датчиков, и давать соответствующие команды

если данные, полученные от датчика, указывают на то, что робот подъехал к краю обрыва, а программа находится в начале цикла расчета движения, то пока новая информация будет обрабатываться, робот скорее всего успеет упасть в пропасть.

Конечно же, проблема параллелизма стоит не только перед робототехникой. Сегодня, когда все больше прикладных программ пишется для распределенных компьютерных сетей, инженеры пытаются сделать

ОБ АВТОРЕ

Билл Гейтс (Bill Gates) — соучредитель и председатель крупнейшей в мире компании по разработке программных средств Microsoft. Еще в 1970-х гг., будучи студентом Гарвардского университета, Гейтс разработал язык программирования BASIC для своего первого микрокомпьютера MITS Altair.

Сегодня уже создано множество роботов. В 2005 г. беспилотный автомобиль *Stanley*, построенный командой Стэнфордского университета, выиграл соревнование «Крепкий орешек», организованное агентством *DARPA*, проехав больше 210 км. Компания *iRobot* выпускает роботы-минискатели *Packbot EOD* и роботы-пылесосы *Roomba*. А инструментарий *Lego Mindstorms* для создания и программирования роботов стал самым продаваемым продуктом в истории датской компании *Lego Group*, производящей игрушки



программных кодов, каждый из которых выполняет свою, определенную функцию, в результате чего обеспечивается параллельность действий. Библиотека *CCR*, задуманная как удобный инструмент, предназначенный для использования всех возможностей многопроцессорных и многоядерных систем, оказалась идеальной для робототехники. Применение библиотеки для кодирования систем управления роботом уменьшает период срабатывания системы.

мобильным беспроводным аппаратам, которые управляются настольными ПК. А если объединить устройства, управляемые ЭВМ, в группы, с их помощью можно выполнять конкретные задачи, такие как изучение рельефа морского дна или посадка растений.

Методы *CCR* и *DSS* — ключевые элементы набора библиотек *Microsoft Robotics Studio*, который станет основой для программистов-робототехников. Кроме того, в комплект входит ряд средств, упрощающих

востребованными. Вполне вероятно, что они смогут стать помощниками для престарелых людей и инвалидов, сотрудничать с солдатами, строителями и медиками, обслуживать промышленное оборудование, работать с опасными химическими веществами и контролировать трубопроводы в недоступных для человека местах.

Однако будут ли роботы похожи на человека? На этот вопрос однозначного ответа нет. По мере того как новые роботизированные машины интегрируются в быт человека, они все меньше напоминают двуногих андроидов из научно-фантастических фильмов. Ясно одно: когда эти устройства станут доступными, они повлияют на повседневную жизнь людей, так же как изменили нашу реальность персональные компьютеры. ■

Перевод: И.Е. Сацевич

По данным Международной федерации робототехники, к 2008 г. в мире будет функционировать около 9 млн. механизмов на основе искусственного интеллекта

Кроме решения задачи параллелизма, работа группы Манди упростила написание распределенных прикладных программ для роботов, применив децентрализацию выполняемого кода (*decentralized software services, DSS*). В результате применения этого метода программный код делится на части, которые выполняются независимо друг от друга. Работу *DSS* можно представить в виде расположенных на странице Интернет-обозревателя изображений и текстов, которые могут подгружаться с нескольких серверов одновременно. В случае отказа какого-либо компонента робота *DSS* не вызывает перезагрузки всей системы, позволяя отключить, перезапустить или даже заменить неисправный элемент. А если использовать беспроводные каналы для передачи данных, контролировать и перенастраивать робота можно дистанционно. Более того, *DSS*-приложение не обязательно размещать в самом роботе, распределив управление между несколькими компьютерами, находящимися вне механизма.

Я уверен, что благодаря технологии децентрализации программ возникнет совершенно новый класс роботов, функционирующих подобно

программированию роботов, в том числе инструменты, позволяющие перед проведением испытаний производить моделирование и наблюдать поведение роботов в виртуальной трехмерной среде. В результате *Microsoft* планирует создать систему, которая позволит творцам роботов интегрировать различные периферийные устройства и программы в свои творения.

Будем ли мы называть их роботами?

Как скоро роботы станут частью повседневной жизни? По данным Международной федерации робототехники, к 2008 г. в мире будет функционировать около 9 млн. механизмов на основе искусственного интеллекта. В Южной Корее Министерство информации и связи к 2013 г прогнозирует появление роботов-помощников в каждом доме, а Японская ассоциация по вопросам робототехники информирует, что к 2025 г. оборот робототехнической отрасли составит более \$50 млрд.

Однако, как и в 1970-х гг., когда зарождалась идея повсеместного внедрения персональных компьютеров, невозможно точно предсказать, в какой из сфер деятельности человека роботы будут наиболее

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

Более подробную информацию о робототехнике можно найти на следующих сайтах:

- Центр новаторской робототехники: www.cir.ri.cmu.edu
 - Проект DARPA «Grand Challenge»: www.darpa.mil/grandchallenge/
 - Международная федерация робототехники: www.ifr.org
 - Проект The Robotics Alliance Project: www.robotics.nasa.gov
 - Ассоциация робототехнических отраслей: www.roboticsonline.com
 - Институт робототехники: www.ri.cmu.edu
 - Музей роботов: www.thetech.org/robotics/
- Технические детали, а также информация о наборе *Microsoft Robotics Studio* имеется на сайте msdn.microsoft.com/robotics
- Российский портал о роботах: www.robot.ru



Карл Циммер

рак:

ПОРТРЕТ НА ФОНЕ ЭВОЛЮЦИИ

Естественный отбор не может избавить человечество от рака. Некоторые исследователи полагают, что он даже снабжает организм инструментами, способствующими возникновению опухолей

Живые организмы в ходе эволюции выработали удивительные по своей сложности адаптационные механизмы, однако остались беззащитными перед многими болезнями. Самая страшная из них и, возможно, самая загадочная — рак.

Злокачественная опухоль прекрасно приспособлена к выживанию. Ее клетки продолжают делиться спустя долгое время после отпущенного природой срока, они внедряются в соседние ткани и, постоянно увеличивая свою численность, разрушают их, заставляя организм обеспечивать себя энергией. Однако опухоли — это не паразиты, хитроумным путем проникшие в организм извне. Они состоят из клеток нашего же тела, правда, не подчиняющихся его законам. Медики отмечают одну странную особенность: для женщин вероятность возникновения той или иной формы рака на протяжении всей жизни составляет 39%, а для мужчин — 45%.

Рак до сих пор остается головоломкой для эволюционных биологов. Если естественному отбору оказалось под силу создать такие сложные адаптивные «конструкции», как глаз или иммунная система, то почему он не смог избавить человеческий

род от рака? Считается, что все дело в природе эволюционного процесса. Естественный отбор снабдил человека защитными механизмами, противостоящими раку, но не искоренил саму болезнь. Насколько бы странным это ни казалось, случилось даже нечто обратное: некоторые адаптивные инструменты, выработанные под действием естественного отбора, взяты на вооружение раковыми клетками.

Исследование эволюционных аспектов рака только начинается. И пока дело ограничивается дебатами по поводу соответствующих механизмов и обсуждением различных гипотез. В медицинских кругах высказываются сомнения в перспективности нового направления с точки зрения его практической значимости. Биологи-эволюционисты соглашаются с медиками в том, что говорить об открытии новых способов лечения рака пока не приходится, но в то же время считают, что исследование истории заболевания может выявить новые детали, которые в противном случае остались бы незамеченными.

У истоков

Рак стал платой за многоклеточное устройство организма. Наши ▶

одноклеточные предшественники размножались простым делением. Клетки животных, появившихся примерно 700 млн. лет назад, воспроизводятся таким же путем, с использованием молекулярных механизмов, которые они унаследовали у своих одноклеточных предков. Но при этом в процессе размножения происходит специализация клеток с образованием различных тканей. Сложные многоклеточные организмы, населяющие сегодня Землю, начали формироваться с появлением новых генов, которые контролировали процесс клеточного деления. Например, они останавливали воспроизведение клеток, когда орган достигал нужных размеров. Но вместе с успехом пришла и угро-

организму, обходить защитные барьеры иммунной системы, инициировать образование кровеносных сосудов, снабжающих опухоль кислородом.

Все это — воссоздание в нашем организме того эволюционного процесса, благодаря которому животные приспосабливаются к окружающей среде. Естественный отбор отдает предпочтение особям, ставшим в результате мутаций более успешными с репродуктивной точки зрения, чем все остальные. Изменения закрепляются в популяции и становятся все более распространенными в череде поколений. Говоря о раке, мы переходим с уровня организмов на клеточный уровень. Мутации, приводящие к раковому перерож-

мутации, уменьшающие вероятность немедленной гибели наших предков от рака в случае его возникновения, повышали их репродуктивный потенциал. Тем не менее, миллионы людей ежегодно умирают от онкологических заболеваний.

К числу наиболее действенных природных средств борьбы с раком относятся белковые ингибиторы опухолевого роста. Некоторые из них отслеживают процесс клеточного деления и, как только он начинает приобретать черты бесконтрольности, инициируют гибель клеток или их быстрое старение. В последнем случае клетки не погибают, но перестают делиться. Белковые ингибиторы делают многое для спасения организма, однако недавно исследователи обнаружили одну странную вещь: в каком-то смысле было бы лучше, если бы их не было вовсе.

Для изучения действия одного из таких белков, *p16* (точнее, белка *p16-Ink4a*), Норман Шарплесс (Norman E. Sharpless) из Северокаролинского университета в Чэпел-Хилл создал линию генетически модифицированных мышей, у которых отсутствовал *p16*-ген. Исследователь сообщил, что, как и ожидалось, грызуны, неспособные синтезировать белок *p16*, заболевали раком чаще, чем не модифицированные особи. Но утрата *p16*-гена приводила и к другим последствиям: клетки старых мышей вели себя так же, как и у молодых животных.

В одном из экспериментов исследователи провели сравнительное изучение двух групп пожилых грызунов. У одной первой группы ген *p16* работал нормально, у животных второй он отсутствовал. У грызунов обеих групп ученые вывели из строя клетки поджелудочной железы, вырабатывающие инсулин. Нормальные мыши перестали синтезировать этот гормон и вскоре погибли от диабета, а у генетически модифицированных были диагностированы лишь слабые признаки заболевания, и они выживали. Оказалось, что у них предшественники инсулинпродуцирующих клеток сохранили

Естественный отбор снабдил человека защитными механизмами, противостоящими раку, но не искоренил саму болезнь

за. Любая делящаяся клетка тела может начать мутировать, что положит начало ее превращению в раковую. «С каждым клеточным делением мы рискуем встать на путь раковой трансформации», — говорит Юдит Камписи (Judith Campisi) из Национальной лаборатории им. Лоуренса в Беркли.

Спонтанные мутации могут привести, например, к тому, что клетка выйдет из-под контроля и начнет неограниченно долго делиться. Последующие изменения еще более усугубят ситуацию: аномальные клетки смогут распространяться по всему

дению, ускоряют процесс деления несущих их клеток. Даже в пределах одной опухоли появляются более адаптированные клетки, чем их соседи. «Это похоже на эволюцию по Дарвину, за исключением того, что все процессы протекают в пределах одного органа», — говорит Наталья Комарова из Калифорнийского университета в Ирвине.

Линия обороны

Наш организм имеет целый арсенал средств борьбы с раком. По-видимому, он сформировался под действием естественного отбора, поскольку

ОБЗОР: РАК И ЭВОЛЮЦИЯ

- Естественный отбор располагает ограниченными возможностями для предотвращения рака. Защитные механизмы, которые выработались у человека под его влиянием, только отсрочивают начало заболевания до достижения преклонного возраста, а не искореняют его полностью.
- Естественный отбор благоприятствует некоторым генам, опосредующим возникновение рака или переход его в более агрессивную форму.
- Изучение эволюции рака поможет взглянуть на заболевание под другим углом зрения и найти новые подходы к его лечению.

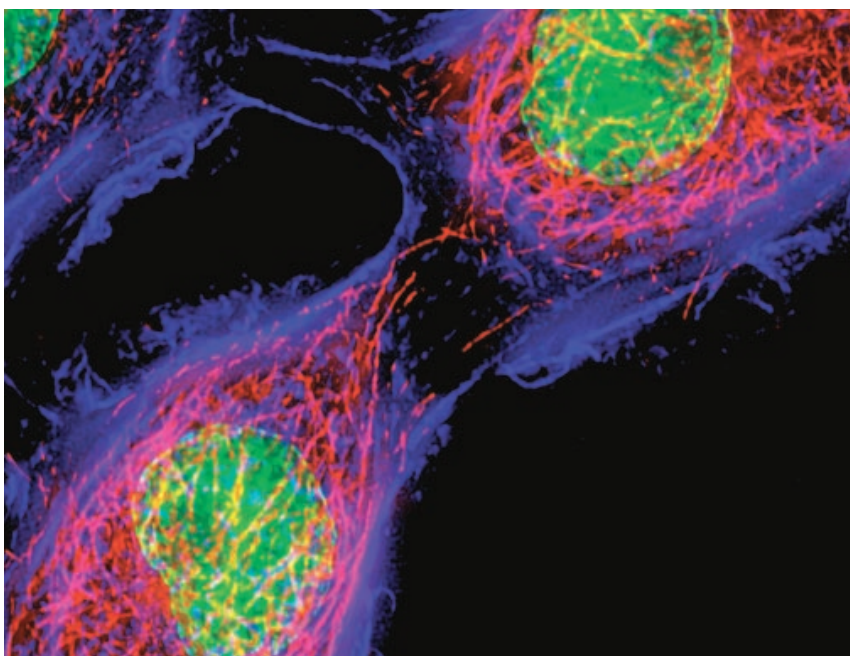
способность к быстрой пролиферации и восстановили численность популяции клеток поджелудочной железы. Аналогичные результаты были получены при проверке клеток крови и головного мозга: белок *p16* защищал животных от рака, но ускорял процесс старения.

Данные результаты подтверждают гипотезу Камписи: естественный отбор отдает предпочтение особям, синтезирующим такие белки, как *p16*, но не безоговорочно. Если белки становятся слишком агрессивными, они ускоряют процессы старения организма-хозяина, приближая его смерть.

Отсрочить неизбежное

Механизм защиты от рака, возможно, не должен обладать способностью полностью его искоренять. Если он просто отсрочит образование опухоли до той поры, пока человек доживет до преклонного возраста, он уже обеспечит превосходство того, кто этим механизмом обладает, над теми, у кого он отсутствует. Например, первые смогут иметь больше детей. Конечно, не очень-то милосердно со стороны естественного отбора обрекать стариков на тяжелую болезнь. Но, как отмечает Ярле Брейвик (Jarle Breivik) из Университета Осло, «естественный отбор не отдает предпочтения каким-то генам только потому, что они обеспечивают индивиду долгую счастливую жизнь. Его задача — сохранить способность генов к распространению в популяции».

Такие противораковые белки, как *p16*, обеспечивают превосходство молодых индивидов над старыми. Когда *p16* подталкивает клетку к ее возрастному порогу, она не просто перестает делиться: в ней нарушается белковый баланс, и среди белков, которые она начинает синтезировать, появляется фактор роста сосудистого эндотелия (*VEGF*), провоцирующий образование новых кровеносных сосудов. По ним к клеткам поступают питательные вещества, что стимулирует их воспроизведение. Таким образом, у людей молодого возраста основная функция белка



Клетка на последней стадии деления

p16, по-видимому, заключается в подавлении деления раковых клеток. Но со временем *p16* переключается на создание растущей популяции старых клеток, что может повысить вероятность развития рака у людей преклонного возраста.

Еще один способ отсрочить запуск ракового процесса — создать несколько линий обороны. Изучение канцерогенеза толстой кишки показывает, что раковая трансформация клеток этого органа может произойти только после появления мутаций в нескольких генах. Конечно,

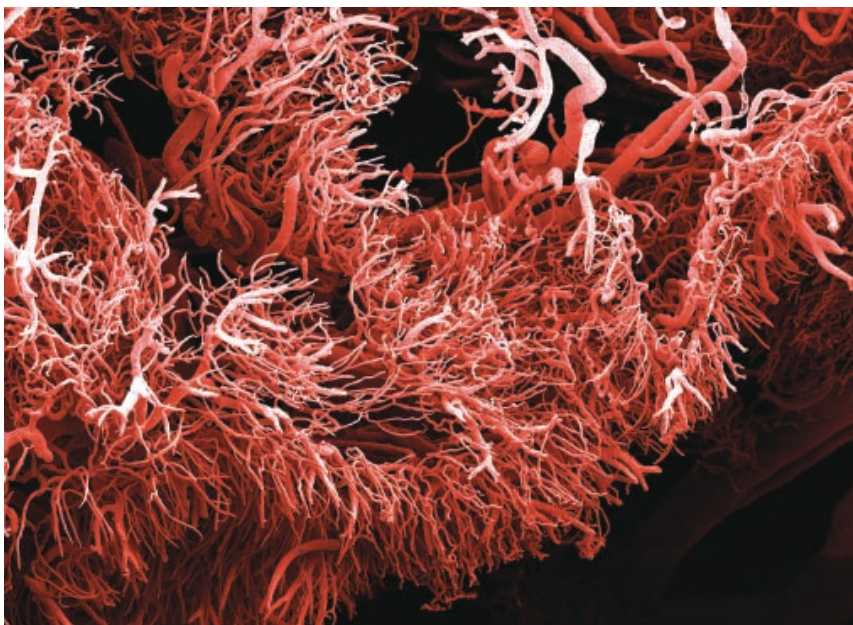
Однако не для всех форм рака характерна именно такая возрастная зависимость. Например, жертвами рака сетчатки (ретинобластомы), как правило, становятся дети. Леонард Нанни (Leonard Nunney) из Калифорнийского университета в Риверсайде полагает, что виной тому — факторы эволюционного характера. По его мнению, для клеток толстой кишки вероятность приобретения вредоносных мутаций гораздо выше, чем для клеток сетчатки. Прямая кишка — относительно крупный орган, он состоит из боль-

Каждое клеточное деление сопряжено с риском раковой трансформации

это не гарантия того, что у человека не возникнет данной формы рака, — по имеющимся данным, она занимает третье место среди всех онкологических заболеваний. Однако тот факт, что в клетке должно произойти несколько мутаций, и только после этого она станет раковой, уменьшает вероятность возникновения рака толстой кишки в молодом возрасте. Заметим, что средний возраст его диагностирования — 70 лет.

Они делятся все то время, пока человек живет: старые клетки умирают, а их место занимают новые. Связанный с этим риск компенсируется эволюционными привилегиями, которые получают механизмы защиты клеток прямой кишки от раковой трансформации.

Сетчатка же является самым маленьким кусочком живой ткани, какой только можно вообразить. Ее клетки перестают делиться, как ▶



Слепок кровеносных сосудов, пронизывающих опухоль

только ребенок достигает пятилетнего возраста. При том небольшом числе делений, которые происходят за это время, клетки просто не успевают превратиться в раковые, но за очень малым исключением. Ретинобластома — чрезвычайно редкое заболевание. Поскольку риск настолько мал, естественный отбор не может зафиксировать новые защиты от этого вида рака. Любой такой механизм оказал бы ничтожное влияние на средний репродуктивный успех популяции.

Раковые клетки вооружаются

Как показали недавние исследования, гены в ходе естественного отбора изменялись таким образом, что раковые клетки становились более агрессивными. Дивергенция наших далеких предков и других приматов

ОБ АВТОРЕ

Статьи **Карла Циммера** (Carl Zimmer) об эволюции часто появляются на страницах *New York Times*, *National Geographic* и других изданий. Карл Циммер — автор пяти книг, в том числе «Царь Паразит» (*Parasite Rex*) и «Душа обретает плоть» (*Soul Made Flesh*). Сейчас он работает над книгой о бактерии *Escherichia coli*.

произошла примерно 6 млн. лет назад, и все это время у них вырабатывались адаптационные механизмы, влияющие на их образ жизни. Были выявлены два типа генов: одни не претерпели никаких изменений со времени появления гоминидов,

другие, напротив, испытывали жесткое давление естественного отбора и трансформировались существенным образом. Оказалось, что к числу особенно изменившихся генов относятся те, которые имеют отношение к развитию рака.

Исследователи полагают, что адаптивные преимущества, связанные с этими генами, перевешивают тот ущерб, который они могут нанести организму. Один из таких наиболее кардинально эволюционировавших генов кодирует фермент под названием синтаза жирных кислот (*FAS*, от *fatty acid synthase*). Нормальные клетки используют его как катализатор синтеза жирных кислот, которые выполняют

в организме множество функций: они входят в состав биологических мембран, играют роль энергетических депо и т.д. В опухолях, однако, *FAS* синтезируются с гораздо большей скоростью. Этот фермент важен для раковых клеток, поскольку блокирует работу гена, детерминирующего их гибель. Сравнив нуклеотидные последовательности *FAS*-гена у человека и других млекопитающих, Мэри О'Коннелл (Mary O'Connell) из Дублинского университета и Джеймс Макинерни (James McInerney) из Национального университета Ирландии обнаружили, что у человека этот ген подвергся мощному давлению естественного отбора.

Макинерни полагает, что существенное увеличение размеров и потенциала головного мозга человека были бы невозможны без появления новых типов жирных кислот, которые были необходимы нейронам для образования мембран синаптических структур. «Одной из предпосылок к увеличению головного мозга стала способность нашего организма синтезировать жиры», — считает

Раковая опухоль напоминает плаценту: она способна иницировать образование новых кровеносных сосудов и быстро разрастаться

исследователь. Но могло случиться так, что с новыми адаптациями появились и новые возможности для раковых клеток. Например, жиры могли стать для них дополнительным источником энергии.

Многие быстро эволюционирующие гены, ассоциированные с раком, кодируют белки, которые образуются в тканях, участвующих в репродуктивном процессе. К числу таких тканей относится плацента. Бернард Креспи (Bernard Crespi) из Университета Саймона Фрейзера в Британской Колумбии и Кайл Саммерс (Kyle Summers) из Университета Восточной Каролины полагают, что такие гены участвуют в эволюционной борьбе организмов матери и плода.

Естественный отбор отдает предпочтение генам, помогающим получить ребенку максимум питательных веществ от матери. Связь между организмами матери и плода осуществляется через плаценту, которая активно внедряется в ткани беременной, стараясь высосать из нее все соки. С другой стороны, естественный отбор благоприятствует генам, помогающим производить на свет здоровое потомство. Если женщина потратит все силы на вынашивание первого ребенка, то следующие дети будут слабыми. Поэтому в ее организме вырабатываются соединения, ограничивающие поток питательных веществ от нее к плоду.

Гены, обеспечивающие образование более качественной плаценты, могут быть взяты на вооружение раковыми клетками: если в норме они молчали, то теперь активизируются. Способность инициировать образование новых кровеносных сосудов и быстрый рост идет на пользу опухоли ровно в той же степени, что и плацента. Несмотря на то, что в норме молчащие гены в случае активации могут «придать силы» раковым клеткам, естественный отбор оставляет их, поскольку они же обеспечивают успешное развитие плода. «Можно поддерживать генные варианты, которые помогают плоду получить чуть больше положенного, — говорит Креспи, — но когда этот «плод» достигнет 60 лет, вероятность заболеть раком у него может увеличиться на несколько процентов. Тем не менее, такие гены сохраняются, т.к. это дает быстрый положительный результат».

Другой тип быстро размножающихся клеток — спермии. Если клетки плаценты делятся только в течение нескольких месяцев, то спермии образуются десятилетиями. Гены, функционирующие в таких клетках, относятся к числу наиболее быстро эволюционирующих в геноме человека. Ген, который обеспечивал более быстрое размножение какой-нибудь мужской половой клетки у нашего далекого предка, становился более многочисленным в популяции

спермиев. Это означает, что он с большей вероятностью попадал в яйцеклетку и передавался будущим поколениям.

К несчастью для нас, гены, которые обеспечивают быстрое деление мужских половых клеток, могут делать то же самое в отношении раковых клеток. В норме в половых клетках они блокированы.

Полагают, что в раковых клетках благодаря мутациям такая блокировка снимается и начинается их быстрое деление.

Как и почему

Эволюционные биологи надеются, что их исследования помогут в борьбе с раком. Возможно, они не только раскроют причину того, почему ▶

ЭВОЛЮЦИЯ ОДНОГО ИЗ ОНКОВИРУСОВ

По оценкам Американского общества борьбы с раковыми заболеваниями, в 17% случаев (более 1,8 млн. в год) рак вызывают вирусы или другие инфекционные агенты. Исследование их эволюции поможет найти новые способы борьбы с онкологическими заболеваниями. Одним из таких патогенов служит папилломавирус, причастный к большинству из полумиллиона случаев рака шейки матки, диагностируемых ежегодно. Под влиянием папилломавируса клетки организма хозяина продолжают делиться спустя долгое время после отмеренного им природой срока и не могут репарировать мутации в своей ДНК.

Исследователи реконструировали некоторые этапы эволюционной истории папилломавируса, основываясь на результатах сравнительного анализа генома сотен его разновидностей.

Папилломавирусы, составляющие обширное семейство, обнаружены в организме большинства позвоночных и обычно приводят к развитию бородавок и других доброкачественных образований. Предки *Homo sapiens*, появившегося примерно 200 тыс. лет назад в Африке, уже были носителями некоторых штаммов этого вируса, способных инфицировать исключительно человека.

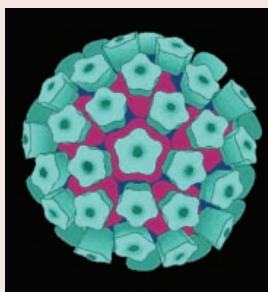
Примерно через 100 тыс. лет *Homo sapiens* расселился по другим континентам, а вместе с ним распространился и вирус. По мере обо-

сoblения человеческих популяций существующие в них папилломавирусы тоже изолировались друг от друга. Таким образом, генеалогия вирусов и генеалогия человека тесно связаны. Так, древнейшие их штаммы более всего распространены среди жителей Африки. Коренные жители Америки являются потомками жителей азиатского континента, в «кровном родстве» находятся и соответствующие папилломавирусы.

Исследователей интересует и другой вопрос: какие изменения претерпевает папилломавирус на пути

превращения в онковирус? Изучение механизма таких превращений приобретает особое значение в связи с разработкой вакцин против папилломавирусной инфекции. FDA разрешила к применению вакцины против наиболее опасного штамма папилломавируса человека, *H16*. Но, как пока-

зывают исследования, папилломавирусы человека приобретают в результате рекомбинации гены, участвующие в развитии ракового процесса. Происходит это крайне редко, но в случае пандемии папилломавирусной инфекции вероятность такой рекомбинации многократно возрастает. Поскольку любая вирусная инфекция ослабляет организм человека, в него могут проникнуть другие штаммы папилломавируса, а на их основе появиться другие онкогенные штаммы, против которых имеющиеся вакцины будут бессильны.



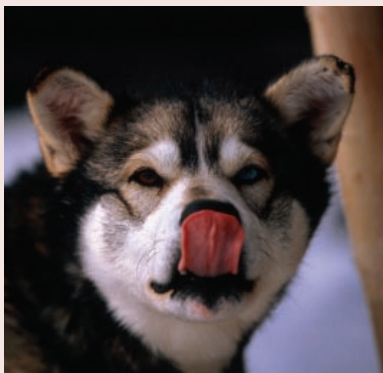
Компьютерная реконструкция папилломавируса человека

РАК У СОБАК

Саркома Стикера, встречающаяся у собак, может передаваться как половым путем, так и при прямом контакте с опухолью. Обретя нового хозяина, раковые клетки быстро делятся, образуют опухоли размером с грейпфрут, которые затем постепенно исчезают. Раньше думали, что это заболевание, как и рак шейки матки, вызывают онковирусы. Но позже выяснилось, что раковые клетки напрямую передаются от одного животного к другому уже многие сотни лет.

Группа ученых из Университетского колледжа Лондонского университета недавно проанализировала геном клеток саркомы Стикера, взятых от собак из самых разных уголков земного шара. Обнаружилось, что в генетическом отношении опухоли гораздо ближе друг к другу, чем сами животные. В ходе дальнейших исследований выяснилось, что клетки всех опухолей принадлежат к одной линии раковых клеток (см.: Чой Ч. Рак передается половым путем // *ВМН*, № 11, 2006; Уайлдэсин К. и Уотерс Д. Собаки помогут победить рак // *ВМН*, № 4, 2007). «Мы имеем дело со случаем

эволюционного превращения раковых клеток в преуспевающего паразита всемирного масштаба», — заявили исследователи в статье, опубликованной в прошлом году в журнале *Cell*.



Благодаря лайкам саркома Стикера начала распространяться среди собак несколько веков назад

Помимо саркомы Стикера описано всего несколько других случаев рака-«паразита». Он встречается, например, у тасманийского дьявола и передается от одного животного другому во время драк. Почему же

рак такого типа не стал повсеместным явлением? Ответ на этот вопрос можно найти, обратившись к проблеме трансплантации органов. Самая большая опасность, которая подстерегает пациента при данной операции, — отторжение пересаженной ткани, т.е. атака на нее со стороны иммунной системы организма-хозяина. Такая реакция на «чужое» свойственна всем позвоночным. Возможно, она возникла миллионы лет назад для защиты от рака-«паразита».

Однако саркома Стикера за время своего существования выработала механизмы, позволяющие обойти эту линию обороны организма. Клетки опухоли имеют очень мало поверхностных белков, служащих у позвоночных маркерами «свой/чужой». Иммунная система не распознает их и не уничтожает немедленно, а разрушает опухоль в течение нескольких месяцев. Однако отдельные клетки выживают и остаются в организме даже после того, как сама опухоль исчезает. Таким образом, в отличие от обычного рака, который «умирает» вместе с гибелью организма-хозяина, рак-«паразит» живет веками.

естественный отбор не избавил человечество от этой болезни, но и решат самую серьезную проблему, стоящую перед онкологами: появление опухолей, не реагирующих на лекарственные препараты.

Случаи устойчивости раковых клеток к химиотерапевтическим средствам встречаются все чаще. Это напоминает развитие резистентности к противовирусным препаратам вируса иммунодефицита человека (вируса СПИДа). Мутации, благодаря которым раковые клетки перестают реагировать на химиотерапию, позволяют им выиграть соревнование с более уязвимыми клетками. Изучение эволюции вируса СПИДа помогло ученым разработать новые стратегии преодоления резистентности. Теперь они занимаются аналогичными исследованиями в отношении раковых клеток.

Большинству специалистов в области биологии рака идеи эволюционных биологов по поводу канцерогенеза представляются пока некоей экзотикой. Однако отдельные исследователи воспринимают их всерьез. Они полагают, что после установления причины быстрой эволюции

побочный продукт эволюционного процесса», — говорит он. Однако исследователь не склонен придавать такого уж большого значения быстро эволюционирующим генам, ассоциированным с раком.

Некоторые специалисты в области канцерогенеза *a priori* относят

Исследование эволюционных аспектов рака поможет выяснить, почему его так трудно искоренить

генов, имеющих отношение к сперматогенезу, удастся найти способы борьбы с его патологиями.

Берг Фогельштайн (Bert Vogelstein) из Медицинского института Ховарда Хьюза тоже считает полезным посмотреть на рак через призму эволюции. «В каком-то смысле онкологические заболевания — это

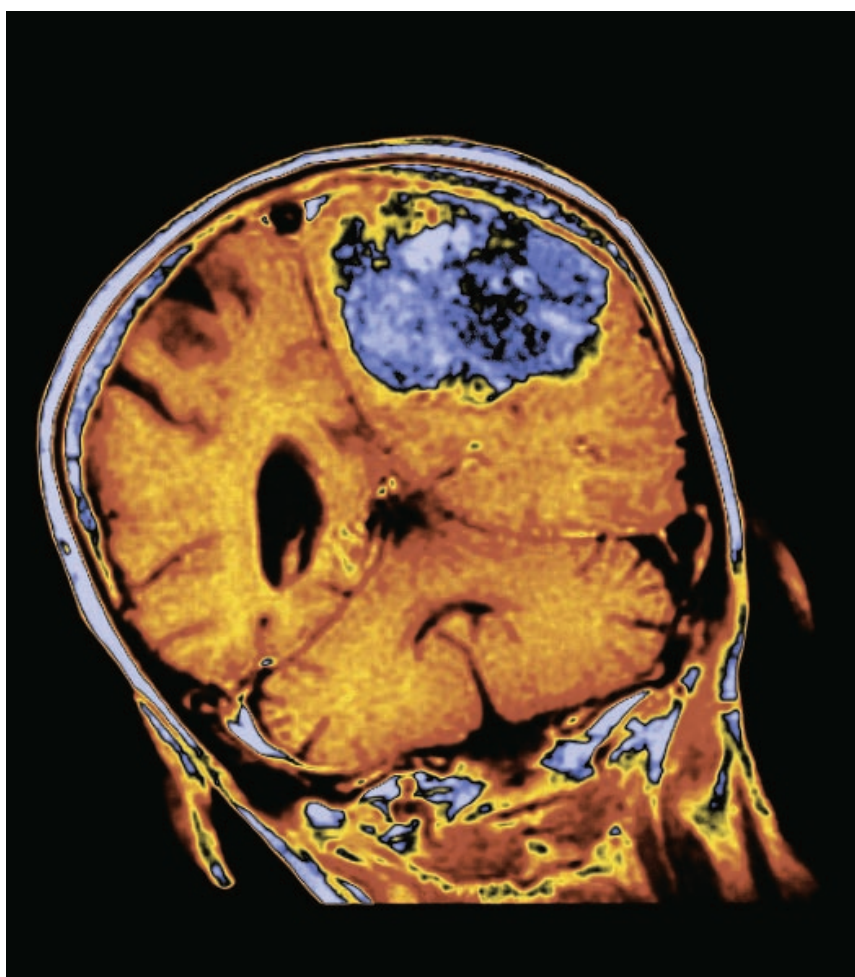
ся с подозрением к эволюционному подходу в онкологии. Кристофер Бенц (Christopher Benz) из Института геронтологических исследований имени Бака заявляет, что любые предположения подобного рода не заслуживают внимания, пока они не подкреплены экспериментальными данными — точно так,

как это бывает со всеми другими гипотезами. Креспи к подобному скептицизму давно привык. По его мнению, причина такого отношения заключается в несходстве тех вопросов, которыми задаются биологи-эволюционисты и онкологи. «Первые спрашивают — почему, а вторые — как», — говорит он.

Возможно, задавая иные вопросы, эволюционные биологи внесут свою лепту в прояснение спорных моментов в тех подходах, которые применяют специалисты в области биологии рака. Одна из таких проблем — правомочность использования мышей в качестве моделей с последующей экстраполяцией полученных данных на человека. Некоторые полагают, что подобный перенос некорректен, поскольку у грызунов своя эволюционная история. 100 млн. лет назад, когда произошло разделение мышей и наших предков, у обоих видов набор генов был одинаков. Но с тех пор одинаковые гены эволюционировали с разной скоростью. Такие ассоциированные с раком гены, как *FAS*, претерпели у человека существенные изменения как раз в последние 5 млн. лет и существенно отличаются от аналогичных генов у грызунов.

У экспериментальных животных спектр моделей канцерогенеза намного уже. Дело в том, что в лабораторных условиях спаривание мышей происходит чаще, чем у их диких сородичей, поскольку ученым нужно получить как можно больше детенышей за минимальное время. Такие манипуляции могут приводить к изменению эволюционного поведения экспериментальных животных: они вкладывают больше ресурсов в рост и развитие и раньше достигают половой зрелости. В то же самое время искусственный отбор может быть отбором на устранение противораковых защитных механизмов.

Исследование эволюционных аспектов рака поможет выяснить, почему искоренение этой патологии оказалось настолько трудной задачей. «Окончательно решить данную проблему нельзя, — говорит Брейвик.



Опухоль головного мозга (синий цвет)


— Рак представляет собой неизбежное следствие устройства нашего организма и способа его функционирования. А мы — временное пристанище, сооруженное генами для

передачи их следующим поколениям. Избавиться от рака можно лишь одним способом: изменить способ воспроизводства человека». ■

Перевод: Н.Н. Шафрановская

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

- Evolutionary Biology of Cancer. Bernard J. Crespi and Kyle Summers in *Trends in Ecology and Evolution*, Vol. 20, pages 545–552; 2005.
- Human Papillomavirus Type 16 and 18 Variants: Race-Related Distribution and Persistence. L.F. Xi, N.B. Kiviat, A. Hildesheim, D.A. Galloway, C.M. Wheeler, J. Ho and L.A. Koutsky in *Journal of the National Cancer Institute*, Vol. 15, pages 1045–1052; August 2, 2006.
- Clonal Origin and Evolution of a Transmissible Cancer. Claudio Murgia, Jonathan K. Pritchard, Su Yeon Kim, Ariberto Fassati and Robin A. Weiss in *Cell*, Vol. 126, pages 477–487; August 11, 2006.
- Ageing: Balancing Regeneration and Cancer. Christian M. Beausejour and Judith Campisi in *Nature*, Vol. 443, pages 404–405; September 28, 2006.
- Positive Selection in the Evolution of Cancer. Bernard J. Crespi and Kyle Summers in *Biological Reviews*, Vol. 81, pages 407–424; 2006.



Рой Ван Арсдейл и Рандел Кокс

МИССИССИПИ: ИСТОРИЯ ПРОРЫВА

Южная часть реки Миссисипи (*синий цвет*) протекает по подковообразной низменности (*лиловый цвет*), отделяющей горы Уошито на западе от расположенных на востоке Аппалачей. Своим появлением дельта Миссисипи обязана прохождению Северной Америки над геологической «горячей точкой» — мощным источником тепловой энергии, находящейся, по всей видимости, рядом с ядром Земли

В незапамятные времена внутреннюю часть Северной Америки отделяла от Мексиканского залива горная гряда. Как и почему она разрушилась, открыв путь на юг реке Миссисипи, установило специальное геологическое исследование

Разглядывая карту мира, легко заметить, что континенты вокруг Атлантического океана можно было бы сложить в единое целое, словно кусочки какой-то гигантской картинки-головоломки — стоит лишь аккуратно передвинуть Западную Африку к восточному побережью США и подтянуть в Мексиканский залив верхний конец Южной Америки. Собственно, именно так они и располагались несколько сотен миллионов лет назад — факт, который давно известен геологам, отчасти благодаря тем следам, что оставили движения литосферных плит, сформировавшие ландшафт планеты.

В восточной части США столкновение с Африкой подняло горы Аппалачи до высот, каких достигали, пожалуй, лишь Скалистые горы. А «стыковка» с Южной Америкой привела к образованию гор Уошито, которые протянулись сегодня с запада на восток через штаты Оклахома и Арканзас, а когда-то плавно переходили в южные Аппалачи, создавая единую цепь Уошито-Аппалачи. Но однажды горный массив оказалась расколотым на две части, что открыло путь реке Миссисипи,

которая с тех пор впадает в Мексиканский залив. Авторы настоящей статьи посвятили 10 лет изучению этого впечатляющего явления и попутно разгадали многие загадки североамериканской геологии: например, почему в штате Арканзас находят алмазы, и отчего крупнейшее землетрясение в регионе произошло вовсе не в штатах Калифорния или Вашингтон, как следовало ожидать, а в Миссури.

В разломе, что пролег между горами Уошито и Аппалачи, сегодня расположена дельта Миссисипи. Здесь, под громадной низменностью в форме подковы, залегают огромные пласты песчаных, илистых и грязевых отложений, оставшихся со времен прежнего Мексиканского залива, воды которого впервые покрыли эти земли около 85 млн. лет назад, в поздне меловой период, когда по Земле еще бродили динозавры, и отступили лишь десятки миллионов лет спустя.

Возникает соблазн предположить, что воды залива просто затопили пониженный участок континента, а потом ушли, оставив после себя тонкий слой наносов. Однако такое заключение было бы неверным. Геологи давно выяснили, что нижний пласт отложений лежит на глубине около 2,6 тыс. м ниже нынешнего уровня моря. Очевидно, что данный внутриконтинентальный участок существенно опустился, а протекавшая здесь в древности река, которая была когда-то центром водосбора обширной территории к северу или к востоку, неожиданно поменяла направление и потекла на юг, превратившись таким образом в знакомую нам Миссисипи. Вопрос в другом: почему данный участок земли вдруг опустился?

Земля пришла в движение

Поиск ответа на геологическую загадку следует начать с некоторых хорошо известных событий, происходивших задолго до образования дельты Миссисипи, когда море кишело членистоногими трилобитами. На протяжении большей части палеозойской эры (545–245 млн. лет ▶

назад) регион, который стал впоследствии территорией США, окружал океан. Однако 300 млн. лет назад (примерно в то время, когда появились первые рептилии) огромные массы суши — будущие Северная и Южная Америка, Африка и Евразия — объединились и образовали гигантский суперконтинент, которому геологи дали название Пангея. В результате их столкновения возникло несколько вытянутых горных массивов, в том числе и горная цепь Уошито-Аппалачи. В течение следующих 70 млн. лет эта протянувшаяся с востока на запад гряда разделяла внутреннюю часть огромного континента. Реки, зародившиеся среди скал, текли либо на юг, в сторону будущей Южной Америки, либо на север — в те земли, которым предстояло стать Северной Америкой.

Примерно 230 млн. лет назад (когда на Земле появились первые динозавры) Пангея начала разрушаться. Неудивительно, что линия ее разлома прошла именно там, где ее части когда-то соединились, — сразу же за дугообразной горной цепью Уошито-Аппалачи. Гигантские осколки Пангеи расходились, образуя Атлантический океан и Мексиканский залив. Но если Атлантика и сегодня продолжает расширяться, то Мексиканский залив перестал увеличиваться около 145 млн. лет назад (примерно тогда появились первые птицы).

ОБЗОР: ПУТЬ РЕКИ

- Горы Уошито в штатах Арканзас и Оклахома соединялись когда-то с южными хребтами Аппалачей, образуя единую горную цепь, поэтому у внутриконтинентальных рек было лишь два пути к морю: на север или на запад.
- В середине мелового периода, при прохождении Северной Америки над временно активизировавшейся горячей точкой в мантии Земли, произошло поднятие участка горной цепи, расположенного чуть севернее Мексиканского залива. В результате образовалось приподнятое плато, которое со временем было практически «смыто» эрозией и низведено до уровня прилегающих земель.
- После прохождения региона над горячей точкой и опускания земли морская вода заполнила большую подковообразную впадину, в которую отныне могли стекать реки континентального водосборного бассейна. Миссисипи продолжает сегодня течь по своему извилистому руслу на юг через отложения, заполняющие впадину.
- Прохождение Северной Америки над горячими точками мантии Земли стало также причиной землетрясений в некоторых внутренних частях континента.

На протяжении следующих десятков миллионов лет горы Уошито-Аппалачи сплошной стеной стояли вдоль северной границы Мексиканского залива, преграждая внутриконтинентальным рекам путь на юг, в Мексиканский залив. Данный вывод подтверждают и геологические особенности региона. В те времена вдоль изрезанного волнами северного побережья залива располагались отмели с коралловыми рифами, которые позднее превратились в мощные известняковые отложения, богатые нефтью, — геологи обнаружили такие подводные пласты на всем побережье, от полуострова Флорида до севера Мексики. Но кораллы не переносят загрязнения воды илом и глиной; между тем такая мощная река, как Миссисипи, всегда несет большое количество грязевых наносов. Следовательно, в те времена она не могла впадать в залив.

На протяжении миллионов лет побережье Мексиканского залива оставалось геологически стабильным, континенты больше не сталкивались и не отодвигались друг от друга. Однако примерно 95 млн. лет назад спокойствие было нарушено: началось вспучивание земной коры, которое затнулось на 10 млн. лет. Оно охватило обширное пространство, распространившись от южной части штата Луизиана в северном направлении, к юго-востоку штата Миссури, и от

нынешней реки Теннесси — в западном направлении, до современного города Литл-Рок, штат Арканзас. Иначе говоря, речь идет о той самой территории, которую мы именуем сегодня дельтой Миссисипи.

Результатом процесса вспучивания стал свод — ориентированное на северо-восток широкое плато, которое поднялось на весьма значительную высоту — около 2–3 км над уровнем моря (для сравнения: высота Тибетского плато составляет около 5 км). Доказательства существования на месте дельты Миссисипи столь крупной возвышенности носят косвенный, хотя и вполне убедительный характер. Например, как показало тщательное исследование, гравий, обнаруженный геологами в разных точках к востоку от изучаемой области, был принесен туда в результате мощного движения вздыбившейся земли, отбросившей груды камней в восточном направлении.

Еще более неоспоримым доказательством массивированного поднятия земной коры можно считать подозрительное отсутствие в глубинах дельты Миссисипи примерно трехкилометровой горной породы, сформировавшейся до поздне-мелового периода. Мы полагаем, что за 10 млн. лет, находясь так высоко над уровнем моря, все недостающие слои породы должны были полностью разрушиться. Ведь возвышенности в большей степени подвержены процессу постоянного выветривания, которому за миллионы лет удавалось превратить в песок даже огромные горные массивы.

Следующим важным геологическим событием стало опускание территории будущей дельты Миссисипи, которое, по оценкам геологов, происходило на данном отрезке от 85 до 24 млн. лет назад. Теперь тот же самый участок земли, что некогда поднялся на высоту в 2–3 км, двинулся в обратном направлении и со временем опустился примерно на столько же ниже уровня моря. Таким образом, гребень высокой дугообразной горной цепи оказался на дне океана и постепенно

покрылся слоем морских отложений толщиной 2,6 тыс. м.

Горячая точка, поднятие и опускание

Какой же процесс мог поднять, а затем опустить огромный по площади участок земной коры в пределах достаточно короткого с геологической точки зрения периода? В результате исследований мы постепенно пришли к выводу, что территория нынешней дельты Миссисипи некогда прошла над горячей точкой мантии нашей планеты. Горячей точкой называется глубинный источник чрезвычайно высокой тепловой энергии, расположенный, скорее всего, где-то возле основания мантии Земли (мощный слой между земной корой и ядром планеты). От поверхности такие горячие точки отделяют почти 3 тыс. километров раскаленной горной породы мантии и земная кора.

Когда над подобным тепловым источником проходит литосферная плита, на ее поверхности нередко образуется четкая цепочка вулканов (например, Гавайские острова). Они могут располагаться отдельно друг от друга либо соединяться в непрерывную гряду. Приведем для наглядности такой пример: если над неподвижно закрепленной газовой горелкой горизонтально пронести стальную тарелку, на ее доннышке останется полоса опаленных огнем отметин — примерно то же самое происходит при прохождении литосферной плиты над горячей точкой.

Мы смоделировали движение Североамериканской литосферной плиты в тот период. По нашим расчетам, в то же время, когда центральная и восточная часть США проходила над Бермудской горячей точкой (которая позднее породила вулкан, превратившийся в самый крупный из Бермудских островов), произошло и поднятие территории дельты Миссисипи. Раскаленная поднимающаяся магма, образовавшаяся под воздействием высокой температуры, надавила снизу на земную кору и вызвала ее термальное расширение. ▶

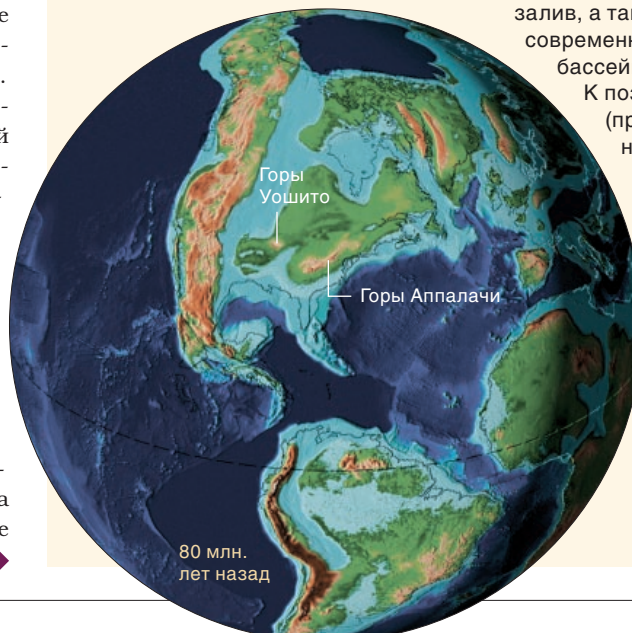
КАРТИНЫ ДАЛЕКОГО ПРОШЛОГО



Реконструкция тектоники плит показывает эволюцию горного барьера, долгое время не позволявшего рекам срединной части Северной Америки течь к морю на юг, как это делает сегодня Миссисипи. Около 200 млн. лет назад (вверху) вся суша мира сошлась воедино и образовала гигантский суперконтинент Пангея. Столкновения материков вызвали образование различных горных массивов, включая горную цепь, сплошной стеной вставшую вдоль южной и восточной сторон Североамериканской литосферной плиты. Реки внутреннего водосборного бассейна Северной Америки не могли преодолеть столь мощное препятствие и устремили свои воды на север или на запад.



Горная цепь Уошиито-Аппалачи устояла и после того, как Юкатанская плита сместилась южнее, а Африканская совсем отделилась от Северной Америки. В результате таких перемещений к началу мелового периода (около 140 млн. лет назад) образовались Мексиканский залив, а также значительная часть современного Атлантического бассейна (в середине).



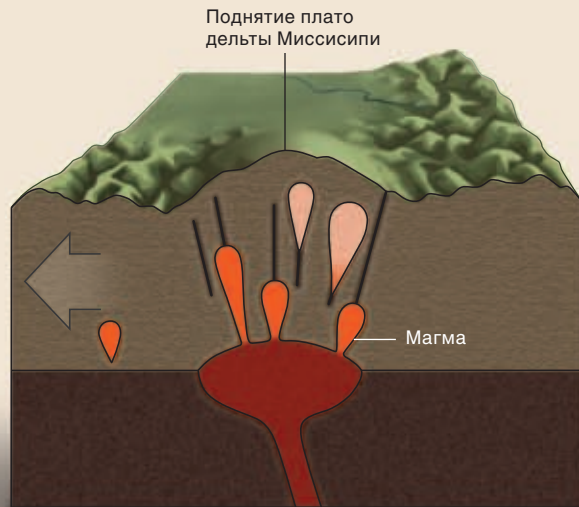
К позднемеловому периоду (примерно 80 млн. лет назад) горную цепь расщепила громадная низменность к северу от Мексиканского залива, воды которого устремились в образовавшийся проем. То было время глобального повышения уровня моря, когда океан затопил континентальные низинные территории по всему миру (внизу).

КАК РАЗОРВАТЬ ГОРНУЮ ЦЕПЬ

Некогда непрерывную горную цепь Уошито-Аппалачи разделила надвое дельта Миссисипи, образовавшаяся в результате прохождения этой части континента над горячей точкой мантии Земли



1 В раннемеловый период плюм (извергаемая Бермудской горячей точкой вертикальная струя расплавленных горных пород) находился западнее грабена долины Миссисипи — зоны древних крутонаклонных разломов. Высокая горная цепь Уошито-Аппалачи преграждала путь рекам внутриконтинентального водосборного бассейна и вынуждала их течь на север или на запад



2 В середине мелового периода в результате движения литосферной плиты грабен долины Миссисипи расположился над Бермудской горячей точкой именно в тот момент, когда во всем мире происходила активизация этих мощных глубинных источников тепловой энергии. Вверх по разломам потекла магма, которая привнесла сюда большой объем горных пород, что вызвало термическое вспучивание верхнего слоя плиты. В итоге произошло поднятие большого участка территории, и образовалось плато дельты Миссисипи

Прямым подтверждением данного процесса можно считать такие своеобразные вулканические образования, как кимберлитовые трубки, в которых некоторым счастливицам удастся найти алмазы (желающие попытать счастья могут отправиться в парк «Алмазный кратер» недалеко от курорта Хот-Спрингс, штат Арканзас). Кроме того, во многих местах, прошедших когда-то

над Бермудской горячей точкой, периодически встречаются специфические породы, образующиеся при остывании раскаленной магмы. Подобные отложения находят от центральной части штата Канзас, где их возраст определен в 115 млн. лет, до срединных областей штата Миссисипи, где они немного моложе — 70 млн. лет. Подобная возрастная прогрессия соответствует скорости

перемещения североамериканского континента с востока на запад над горячей точкой.

Таким образом, нам удалось понять, какие процессы вызвали поднятие, а затем опускание территории нынешней дельты Миссисипи. При движении вверх образовался высокий свод, гребень которого примерно повторял очертания русла нынешней реки Миссисипи. За последующие 10 млн. лет горный массив был разрушен дождем и ветром и низведен практически до уровня моря. А затем, когда вследствие движения литосферной плиты данный участок ушел с Бермудской горячей точки, земная кора под ним остыла, сжалась и ушла на 2,6 тыс. м ниже уровня моря.

Может показаться странным, что земля опустилась на такую глубину. Но не следует забывать, что горные породы здесь сначала были подняты на большую высоту, а потом

ОБ АВТОРАХ

Рой Б. Ван Арсдейл (Roy B. Van Arsdale) и **Рандел Т. Кокс** (Randel T. Cox) интересуются причинами землетрясений в центре литосферных плит. Ван Арсдейл, которому в 1979 г. Университетом Юты была присвоена степень доктора геологии, является в настоящее время профессором Мемфисского университета. В последние 15 лет он уделял особое внимание изучению геологии сейсмозоны города Нью-Мадрид. Кокс получил ученую степень доктора в Миссурийском университете в городе Колумбия в 1995 г., сегодня он также занимает профессорскую должность в Мемфисском университете. Сейчас он работает над изучением эволюции дельты Миссисипи и окружающих территорий, документацией доисторических землетрясений во внутренних районах США и в Центральной Америке, а также геологическими эффектами вулканических горячих точек.



3 Вода и ветер со временем разрушили вновь образовавшийся горный массив, причем эрозией были срезаны верхушки нескольких плутонов (массивов кристаллизовавшихся горных пород, образовавшихся когда-то из магмы, которая поднялась с больших глубин, остыла и затвердела, не достигнув поверхности). Срезание плутонов — признак происходившей здесь эрозии

4 В позднемеловой период, после ухода грабена дельты Миссисипи от Бермудской горячей точки, поднятый участок земли остыл и опустился. Поскольку уровень моря в то время был относительно высок, данная территория была затоплена водой. Теперь реки внутриконтинентального бассейна, включая предшественницу нынешней Миссисипи, могли течь на юг через новую дельту, постепенно заполняя ее наносами

срезаны эрозией. Остывшая и сжавшаяся земная кора уже не вернулась к своей исходной конфигурации — в ее верхней части отсутствовал пласт высотой в 2–3 км. В итоге образовалась впадина, которая была заполнена водами Мексиканского залива.

Нашу позицию относительно геологической истории здешних мест «подтвердили» алмазоносные горные породы Арканзаса. Судя по их характеру, они образовались из материнской магмы, которая поднялась из мантии в самую верхнюю часть земной коры, остановилась примерно в километре от поверхности и затвердела. В нашем случае, как показывают геологические исследования, большинство горной породы в верхних слоях отличалось сильной эрозией и оказалось погребенной под отложениями позднемелового периода. Именно такая картина и должна была сложиться, если

поднятие и эрозия сопровождалась внедрением магмы вплоть до того момента, когда участок земной коры опустился ниже уровня моря, а впадина была затоплена океанской водой и со временем заполнена морскими отложениями.

Сомнительные вопросы

В нашем сценарии есть два аспекта, которые могут, на первый взгляд, вызвать сомнения. Первый из них состоит в том, что гребень свода, некогда занимавшего территорию дельты, был сориентирован в направлении с юго-запада на северо-восток, т.е. почти под прямым углом к маршруту перемещения литосферной плиты над Бермудской горячей точкой. Если считать, что именно она вызвала образование свода, то может показаться странным, почему направление движения плиты не согласуется с расположением гребня.

Однако такое несоответствие вполне объяснимо. На дне Атлантического океана, там, где ныне находится Бермудская горячая точка, существует Бермудское поднятие — изогнутое желобом образование, ориентированное на северо-восток, т.е. также практически перпендикулярно к маршруту перемещения горячей точки. Объясняется подобная странность тем, что в морском дне в данном районе имеется ряд крутонаклонных разломов, которые идут с северо-востока на юго-запад и прорезают земную кору насквозь. По этим трещинам, как предполагается, происходило излияние магмы, образовавшей Бермудское поднятие, т.е. возвышенность на участке дна, относительно удаленном от горячей точки. Если такое объяснение верно, то оно снимает первый спорный вопрос в нашей теории, поскольку под дельтой Миссисипи также находятся идущие с севера на восток ▶

РАСПОЛОЖЕНИЕ ГОРЯЧИХ ТОЧЕК

Движение Северной Америки над Бермудской горячей точкой, а также над точкой Грейт-Метеор показано с помощью нанесенных на карту «маршрутов» — линий, соединяющих те места на поверхности Земли, что прошли над этими глубинными источниками тепловой энергии (оранжевые линии). Влияние горячих точек на литосферную плиту Северной Америки различно. Увеличение устья Миссисипи в северо-восточном направлении произошло вследствие протекания горячей магмы по уже существовавшим ранее разломам (желтые линии в пределах устья) — так же, как и удлинение с северо-востока

на юго-запад Бермудского поднятия на дне Атлантического океана. В результате прохождения плиты над горячей точкой Грейт-Метеор появилась цепь подводных гор Новая Англия. Продвижение Северной Америки над горячими точками вновь активизировало древние разломы в рифтовых системах центральных районов США, долины Миссисипи и Святого Лаврентия, что стало причиной землетрясений у южной части центральной Североамериканской рифтовой системы, в городах Нью-Мадрид (штат Миссури) и Чарлстон (штат Южная Каролина), а также в районе реки Святого Лаврентия в Канаде.



древние рифтовые сбросы, по которым точно так же могла изливаться активизированная Бермудской горячей точкой магма, образовавшая структурно-поднятый участок земной коры, вытянутый с юго-запада на северо-восток.

Вторая потенциальная «ложка дегтя» в нашей версии: почему Бермудская горячая точка спровоцировала столь бурные события именно на участке будущей дельты Миссисипи, тогда как в других частях североамериканского континента она оставила весьма незначительный след? Думаем, что и здесь у нас есть объяснение. Дело в том, что Бермудская горячая точка

оказалась под участком дельты именно в тот период истории нашей планеты, когда глубинные источники энергии по всему свету изливали огромное количество магмы. Происходящее в такие моменты резкое усиление магматической активности и повышению выделения тепла геологи называют термином «суперплюм» (среди прочих его характерных проявлений следует назвать формирование многочисленных алмазонасных кимберлитовых трубок). Итак, можно предположить, что прорезанная разломами земная кора на участке будущей дельты Миссисипи просто оказалась в нужное

время в нужном месте, т.е. там, где обычно спокойная Бермудская горячая точка вдруг «включилась» на полную мощность.

Таким образом, как нам представляется, именно прохождение Североамериканской литосферной плиты над временно активизировавшейся Бермудской горячей точкой стало причиной того, что часть земной коры, некогда покрытая горами, превратилась во впадину. В результате внутриконтинентальный водоток поменял свое направление, и речная вода, которая раньше, вероятно, текла на север или на запад, устремилась к Мексиканскому заливу.

Землетрясения были и будут

Дополнительным свидетельством, подтверждающим нашу модель, может быть геологическое событие, имевшее место менее 200 лет назад. 7 февраля 1812 г. крупнейшее из зарегистрированных в здешних местах землетрясений разрушило город Нью-Мадрид, штат Миссури. Подземные толчки, сила которых, по оценке сейсмологов, достигала 8 баллов по шкале Рихтера, оказались настолько мощными, что на одном из участков даже изменили русло Миссисипи.

Может показаться странным, что столь масштабное бедствие случилось в обычно спокойной центральной части континента, удаленной от краев литосферной плиты, где происходит дробление и смещение блоков горных пород, а потому нередки землетрясения. Однако внутриконтинентальные катаклизмы подобного рода вполне возможны в местах со старой, нарушенной земной корой. Как раз на такой древней, покрытой разломами рифтовой системе долины Миссисипи (или, иначе, на Разломе Рилфут) расположен город Нью-Мадрид. Впрочем, в большинстве регионов (включая все восточное побережье США), которые лежат на прорезанной древними разломами земной коре, землетрясения крайне редки.

Понять, почему именно дельта Миссисипи подвержена землетрясениям, помогает изучение геологии города Чарлстон, штат Южная Каролина. Он также находится в сейсмической зоне и в 1886 г. был разрушен сильным землетрясением. Подобно Нью-Мадриду, Чарлстон располагается на древней, испещренной разломами земной коре. А объединяет обе сейсмические зоны то обстоятельство, что однажды они прошли над Бермудской горячей точкой. Западнее, вблизи линии перемещения над горячей точкой, неподалеку от города Манхэттен, штат Канзас, лежит и аномально сейсмичная южная часть центральной Североамериканской рифтовой системы. След горячей точки пролегает также через рифтовую систему Святого

Лаврентия — наиболее активную зону на востоке Канады. В меловой период эта область прошла над горячей точкой Грейт-Метеор, получившей свое название в честь подводной горы в Атлантическом океане, где в геологически недавние времена отмечалась подводная вулканическая деятельность.

Таким образом, становится очевидным, что при прохождении литосферной плиты над горячей точкой может происходить повторная активизация древних разломов в земной коре, вызывающая периодическое смещение блоков горных пород. Такая подвижка может произойти и через миллионы лет, поскольку земной коре требуется продолжительное время, чтобы окончательно осесть после нагревания и поднятия. Составленная нами модель

объясняет не только особенности формирования участка дельты Миссисипи, но и отвечает на вопрос, почему восточные районы Северной Америки, удаленные от границ литосферных плит, отличаются повышенной сейсмичностью. Тот факт, что столь разные явления, как землетрясения в Канаде и месторождение алмазов в штате Арканзас, так хорошо вписываются в нашу схему образования дельты Миссисипи, подтверждает наши выводы. Странно осознавать, что течение могучей реки Миссисипи когда-то практически целиком зависело от процессов, происходивших на глубине 2,9 тыс. км, на границе между мантией и ядром Земли. Такова таинственная взаимосвязь событий в различных частях нашей планеты. ■

Перевод: А.Н. Божко



В 1886 г. землетрясение повергло в руины город Чарлстон, штат Южная Каролина. Причиной бедствия стало смещение блоков горных пород вдоль древних разломов — запоздалая реакция нахождение данной территории над Бермудской горячей точкой примерно 60 млн. лет назад

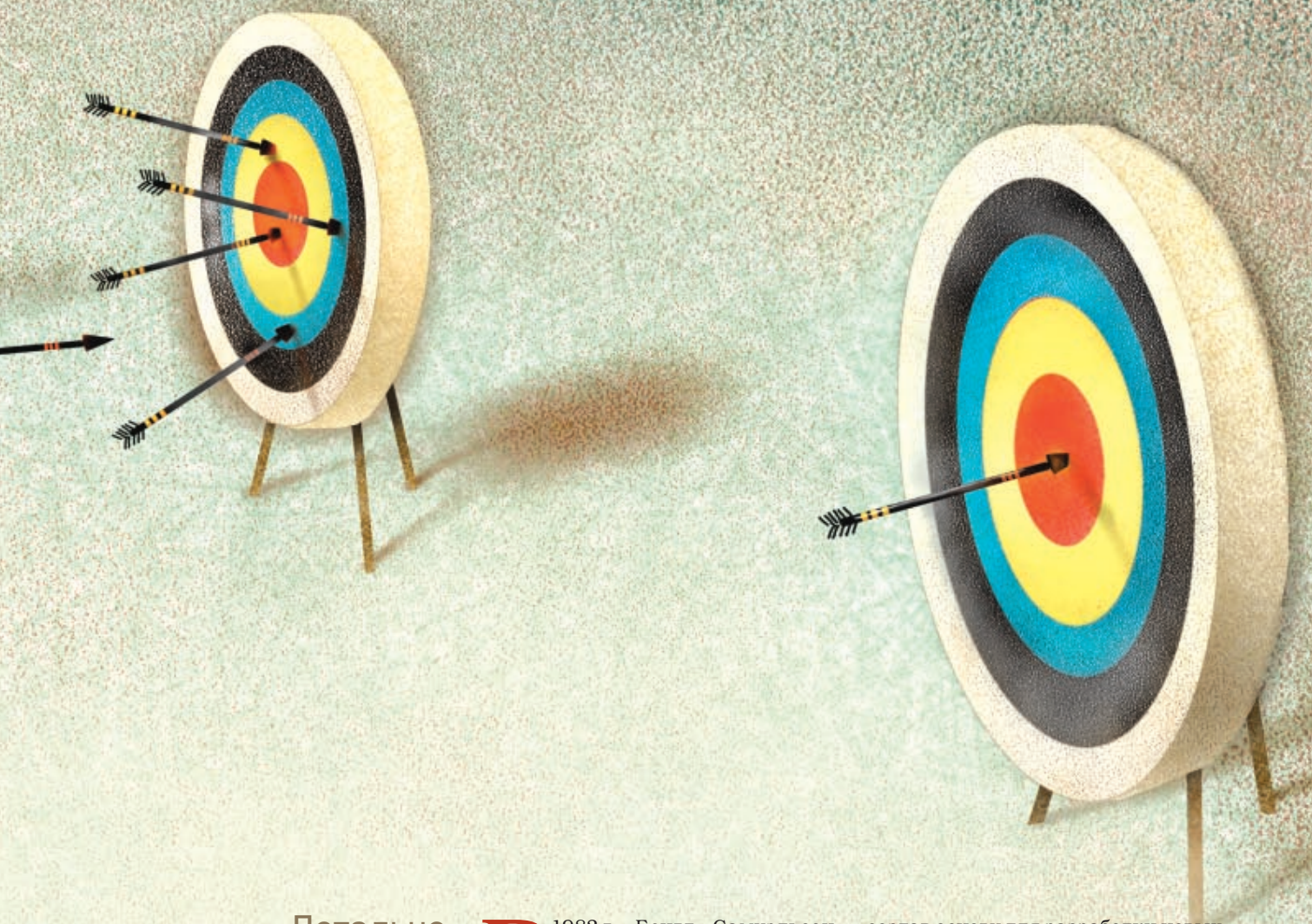
ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

- A Major Earthquake Zone on the Mississippi. Arch C. Johnston in *Scientific American*, Vol. 246, No. 4, pages 60-68; April 1982.
- Latest Pulse of Earth: Evidence for a Mid-Cretaceous Super Plume. Roger L. Larson in *Geology*, Vol. 19, pages 547-550; 1991.
- Hotspot Origin of the Mississippi Embayment and its Possible Impact on Contemporary Seismicity. Randel T. Cox and Roy B. Van Arsdale in *Engineering Geology*, Vol. 46, pages 201-216; 1997.
- The Mississippi Embayment, North America: A First Order Continental Structure Generated by the Cretaceous Superplume Mantle Event. Randel T. Cox and Roy B. Van Arsdale in *Journal of Geodynamics*, Vol. 34, pages 163-176; 2002.



Гэри Стикс

**анализетики,
бьющие
точно в цель**



Детально
разобравшись
в механизмах
действия аспирина
и виокса,
биотехнологи,
возможно,
смогут создать
анальгетики с менее
выраженными
побочными
эффектами

В 1982 г. Бенгт Самуэльсон (Bengt Samuelsson) получил Нобелевскую премию по физиологии и медицине за работу по воссозданию точной картины синтеза в организме простагландинов. Эти гормоноподобные вещества участвуют в регуляции различных биологических процессов, в частности, возникновении боли, повышении температуры тела и развитии воспаления. Все они блокируются такими препаратами, как аспирин или ибупрофен.

Исследование простагландинов, проводившееся в шведском Королевском институте (в стенах которого всегда проходит отбор претендентов на получение Нобелевских премий), имеет долгую историю. Ее начало датируется 1935 г., когда были открыты производные жирных кислот. В последние годы Самуэльсон добился больших успехов в изучении биохимии простагландинов,

создав основу для разработки новых обезболивающих и противовоспалительных лекарственных средств, более безопасных, чем ныне существующие, в частности, препараты группы COX-2-ингибиторов.

Простагландиновое «дерево» и его ветви

Самуэльсон показал, что простагландины синтезируются в ходе последовательных ферментативных превращений арахидоновой кислоты клеточных мембран (рис. на стр. 62). Образующиеся при этом соединения выполняют в организме целый ряд регуляторных функций: контролируют сокращения матки при родах и во время менструации, а также вызывают защитную воспалительную реакцию в ответ на инфекцию или повреждение.

Аспирин и другие нестероидные противовоспалительные средства (например, ибупрофен) блокируют ▶

АСПИРИН, ВИОКС...

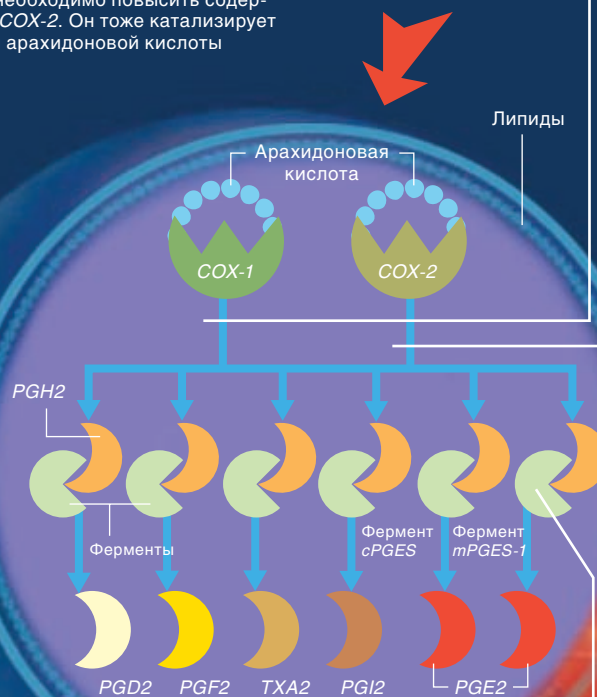
Одна из причин возникновения боли и лихорадки заключается в образовании большого количества простагландина *E2* (*PGE2*) клетками, участвующими в развитии воспаления. Такие нестероидные противовоспалительные средства, как аспирин или виокс, блокируют работу ферментов, задействованных в синтезе простагландинов (см. две верхние вставки справа). Однако не все простагландины оказывают на организм нежелательное действие. Напротив, некоторые из них полезны, и их дефицит приводит к серьезным проблемам. Поэтому перед фармакологами стоит задача найти такие агенты, которые блокировали бы только избыточный синтез *PGE2*, не влияя на образование других, полезных простагландинов. Один из таких агентов — *mPGES-1* (см. нижнюю вставку справа).

1 Синтез простагландинов в большинстве клеток начинается с биохимических превращений арахидоновой кислоты. Такие реакции катализируются ферментом *COX-1*. При повреждении тканей макрофаги и другие участвующие в возникновении воспаления субстанции оповещаются о том, что им необходимо повысить содержание другого фермента — *COX-2*. Он тоже катализирует реакции биотрансформации арахидоновой кислоты

2 При совместном действии *COX-1* и *COX-2* из арахидоновой кислоты образуется простагландин *E2* (*PGE2*)

3 *PGE2* с помощью других ферментов последовательно превращается в другие простагландины и тромбоксаны, каждый из которых выполняет свою функцию. Все образовавшиеся простагландины, в том числе и участвующий в возникновении боли *PGE2*, в конце концов, высвобождаются из клетки и воздействуют на клетки-мишени

Сигнал, оповещающий о повреждении ткани и начале воспаления



МЕХАНИЗМ ДЕЙСТВИЯ АСПИРИНА

Аспирин и другие нестероидные противовоспалительные средства блокируют работу ферментов *COX-1* и *COX-2*, что останавливает синтез всех простагландинов, в том числе и оказывающих защитное действие на организм

МЕХАНИЗМ ДЕЙСТВИЯ ИНГИБИТОРОВ ФЕРМЕНТА *COX-2*

COX-2 участвует в возникновении боли и воспаления, опосредуя повышение уровня *PGE2* через использование метаболической реакции, катализируемой ферментом *mPGES-1*. Блокируя работу фермента *COX-2*, виокс, целебрекс, бекстра и другие ингибиторы препятствуют такому повышению. Прием упомянутых блокаторов наносит меньший вред слизистой желудка, чем прием, например, аспирина, потому что в организме поддерживается нормальный уровень *PGE2* благодаря действию *COX-1* и фермента *cPGES*. Однако ингибирование *COX-2* приводит к уменьшению уровня *PGI2*, который оказывает защитное действие на сердечно-сосудистую систему, а это повышает риск инфаркта и инсульта

МЕХАНИЗМ ДЕЙСТВИЯ ИНГИБИТОРОВ ФЕРМЕНТА *mPGES-1*

Работа над созданием таких агентов только начинается. Они должны специфически блокировать *mPGES-1*, который образуется в больших количествах при участии *COX-2* в клетках, отвечающих на сигнал о воспалении. Подавляя работу только *mPGES-1* и никак не влияя на ферменты, ответственные за поддержание нормального уровня простагландинов, можно контролировать содержание *PGE2* и снимать боль, не опасаясь негативных последствий для сердечно-сосудистой системы и желудочно-кишечного тракта

ПРОСТАГЛАНДИНЫ И ИХ ДЕЙСТВИЕ



Простагландин *D2* (*PGD2*)
Участвует в регуляции сна и аллергических реакций



Простагландин *F2* (*PGF2*)
Регулирует сокращение матки при родах и менструации



Тромбоксан *A2* (*TXA2*)
Приводит к сужению кровеносных сосудов и способствует образованию тромбов



Простагландин *I2* (*PGI2*)
Приводит к расширению кровеносных сосудов и препятствует образованию тромбов. Защищает слизистую желудка и снижает риск сердечно-сосудистых заболеваний



Простагландин *E2* (*PGE2*)
Участвует в возникновении боли, воспаления и лихорадки, защищает слизистую желудка

работу двух ферментов — циклооксигеназ 1 и 2 (*COX-1* и *COX-2*), которые катализируют ранние этапы образования простагландинов. В результате весь конвейер по их синтезу останавливается.

Однако при этом аспирин и сходные с ним препараты создают новые проблемы. Перекрывая биосинтез простагландинов, ответственных за инициацию воспаления, аспирин попутно останавливает образование производных арахидоновой кислоты, которые защищают слизистую желудка от воздействия соляной кислоты и пищеварительных соков. В 1990-х гг. фармацевтические компании разработали препараты виокс, целебрекс и другие специфические *COX-2*-блокаторы. При этом активность *COX-1* не уменьшалась, и какое-то количество простагландинов, защищающих слизистую желудка, все-таки образовывалось.

Вскоре выяснилось, что блокирование *COX-2* — вовсе не безобидная мера. Оно приводит к уменьшению количества не только простагландина *E2* (*PGE2*), играющего важную роль в возникновении боли и воспаления, но и простациклина-2 (*PGI2*) — кардиопротектора, который расширяет кровеносные сосуды и предотвращает агрегацию тромбоцитов. Сообщение об этом появилось в 1999 г. в статье Гаррета Фицджералда (Garrett A. FitzGerald) из Медицинского центра Пенсильванского университета, опубликованной в журнале *Proceedings of the National Academy of Science USA*. Фицджералд показал также, что, несмотря на падение уровня *PGI2* после приема ингибитора *COX-2*, количество тромбксана, другого простагландина, образующегося в ходе метаболизма арахидоновой кислоты, остается на прежнем уровне. В противоположность простациклину-2, тромбксан вызывает сужение кровеносных сосудов и способствует агрегации тромбоцитов. Такой дисбаланс повышает вероятность образования тромбов и риск инфарктов и инсультов. О своих экспериментах Фицджералд неоднократно

сообщал на конференциях в 1997 г., за год до того, как был одобрен к применению целебрекс, первый ингибитор *COX-2*. Как раз в то время, когда группа Фицджералда обнаружила первые признаки неблагополучия с использованием ингибиторов *COX-2* в медицине, Самуэльсон получил фермент человека, участвующий в синтезе *PGE2*.

Исследования Фицджералда и Самуэльсона не остались без внимания. Их взяла на заметку небольшая компания *Biolipox*, созданная в 2000 г. двумя учеными из Королевского института с целью разработки противовоспалительных средств для лечения респираторных заболеваний. За основу были взяты недавно открытые вещества класса эоксинов, служащие продуктами метаболизма арахидоновой кислоты. Год спустя компания расширила сферу своей деятельности и приобрела у Королевского института лицензию на работу с ферментом под названием синтаза микросомного простагландина *E* (*mPGES-1*). Вещество, избирательно блокирующее ферментативный синтез *PGE2*, могло бы устранять боль и снимать воспаление, не вызывая при этом осложнений со стороны желудочно-кишечного тракта и сердечно-сосудистой системы, поскольку оно не влияет на уровень *PGI2*. «Мы поняли, что на его основе можно создать нестероидные противовоспалительные препараты третьего поколения», — поясняет Шарлотта Эдениус (Charlotte Edenius), директор по научной работе фирмы *Biolipox*.

Все силы — на поиски ингибиторов

Сегодня Бенгт Самуэльсон занимает в компании *Biolipox* должность научного консультанта и члена совета директоров. А Берингер Ингельхайм (Boehringer Ingelheim), создатель *COX-2*-ингибитора, в 2005 г. подписал с фирмой соглашение о финансировании исследований *mPGES-1* и последующем лицензировании ингибиторов, чтобы довести до конца разработку и вывести их на рынок.

На фермент обратили внимание и другие фирмы: ежегодный объем продаж ненаркотических анальгетиков на сумму более \$10 млрд и ниспровержение спьедестала *COX-2* не могли остаться незамеченными. Компания *Merk* сообщила о своих исследованиях ингибитора *mPGES-1*, фирма *Pfizer* подала заявку на патентование мыши с нокаутированным геном *mPGES-1*, не остались в стороне и другие гиганты фармацевтического рынка. «Тектонические плиты пришли в движение», — заметил Фицджералд.

Результаты дальнейших испытаний виокса могут притормозить выход на рынок любых новых противовоспалительных средств. В 2006 г. в журнале *Trends in Pharmacological Science* появилась статья, озаглавленная примерно так: «Есть ли основания считать *mPGES-1* достойной мишенью в борьбе с болью?» Авторы опасаются, что сложность метаболизма простагландинов серьезно затруднит создание новых лекарств. Блокирование *mPGES-1* может привести к снижению уровня *PGE2*, но параллельно повысить уровень другого простагландина, что приведет к непредсказуемым физиологическим последствиям. Кроме того, в возникновении боли могут участвовать многие другие простагландины помимо *PGE2*.

Ответы на все эти вопросы могут дать только клинические испытания на безопасность и эффективность. Несколько обнадеживают результаты экспериментов на мышцах с нокаутированным *mPGES-1*-геном. Как показали опыты, проведенные в 2006 г. Фицджералдом, нокаутирование приводит к повышению уровня кардиопротектора *PGI2*, при этом содержание вредного для сердечно-сосудистой системы тромбксана остается прежним. Свертываемость крови и артериальное давление тоже не изменяются.

В настоящее время продолжают поиски веществ, которые усиливали бы последствия блокирования *mPGES-1*, и делаются осторожные шаги к переходу от опытов на мышцах к клиническим испытаниям. ■

Перевод: Н.Н. Шаfranовская



Фрэнк Кепплер и Томас Рекманн

Метан

И ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА

Как быть, если вы открываете нечто, явно противоречащее тому, что пишут в учебниках? Два года назад авторы данной статьи провели эксперименты, перевернувшие прежние представления ученых о биологическом получении метана

Согласно общепринятой точке зрения, метан могут производить только микробы, активно размножающиеся в отсутствие кислорода (анаэробные бактерии). Однако в результате проведенных исследований выяснилось, что зеленые растения также выделяют его в довольно большом количестве.

Как известно, метан (CH_4) — основной компонент природных, попутных нефтяных, рудничного и болотного газов. Он стал важным источником энергии, и если учитывать ограниченность запасов нефти на нашей планете, скорее всего, будет оставаться таковым. В результате человеческой деятельности и под действием природных факторов каждый год в атмосферу его выбрасывается примерно 600 млн. метрических тонн. Ранее считалось, что больше всего CH_4 выделяется при гниении неископаемых органических материалов под воздействием анаэробных микробов на болотах, топлях и затопляемых рисовых плантациях, а также в качестве побочного продукта пищеварения в кишечниках крупного рогатого скота, овец и термитов. Выброс метана происходит при пожарах в лесах и саванне,

при сжигании ископаемого топлива (врез на стр. 67). В 2001 г. члены Межправительственного комитета по изучению изменений климата пришли к выводу, что основные источники выделения метана, возможно, выявлены, несмотря на то, что доля каждого из них не была точно определена.

Тем не менее, некоторые наблюдения не находили убедительного подтверждения. Например, причина значительных флуктуаций атмосферного метана в ледниковые периоды и во время потеплений осталась загадкой. В 2001 г. ученые не могли поверить в прямое выделение метана растениями, поскольку никто не предполагал, что возможно его биологическое выделение, вызванное чем-то иным, а не процессами с участием анаэробных бактерий.

Воздействие 1 кг метана на Землю увеличивает парниковый эффект в 23 раза больше, чем такое же количество углекислого газа. Однако в атмосферу каждый год попадает гораздо больше последнего. За 150 лет концентрация метана в атмосфере повысилась почти втрое. Будет ли она продолжать расти в XXI в.? Можно ли уменьшить выброс газа? ►

Поразительное открытие

Несколько лет назад, работая в Управлении сельского хозяйства и продовольственных наук Северной Ирландии, мы обнаружили, что большая часть хлорметана (газа, содержащего хлор и разрушающего озон в атмосфере) обязана своим появлением уже зрелым растениям. Как и метан, он появляется при горении биомассы. Не выделяет ли его живая зеленая масса?

Собрав 30 различных видов листьев и трав из районов с тропическим и умеренным климатом, мы поместили их в небольшие камеры с типичными концентрациями атмосферного кислорода. К нашему удивлению, все сухие части растений выделяли метан. Обычно

Проведя аналогичные эксперименты с живой зеленой массой (*врез на стр. 68*), мы обнаружили, что уровень выброса CH_4 в 10–100 раз превышает тот, что был у высушенного материала. После серии экспериментов мы исключили возможность того, что метан производят бактерии, которые размножаются в отсутствие кислорода. Стало ясно, что живые растения выделяют значительное его количество. Пока неизвестен механизм этого явления, но мы предполагаем, что здесь может быть задействован пектин, т.е. вещество, находящееся в клетках трав и листьев.

Какова доля CH_4 , выделяемого растениями, в общем количестве этого газа, которое поступает в атмосфе-

Нобелевской премии 1995 г., и его коллеги заново проанализировали сделанные в 1988 г. замеры проб воздуха из венесуэльской саванны. Они пришли к выводу, что растения в этом районе могут выделять от 30 до 60 млн. метрических тонн метана. Крутцен заявил, что в 1988 г., согласившись с общепринятым мнением, согласно которому CH_4 может вырабатываться только под действием анаэробных бактерий, он упустил возможность сделать столь важное открытие. Несмотря на поддержку нашей работы, многие ученые скептически относятся к возможности выделения метана растениями, и особенно к оценке того, сколько они его производят. Остается дожидаться независимого подтверждения сделанных в лаборатории открытий.

Мы собрали 30 различных видов трав и листьев деревьев. К нашему удивлению, все они выделяли метан

грамм высушенного материала воспроизводит от 0,2 до 3 нанограммов (нанограмм равен одной миллиардной грамма) CH_4 в час. Эти сравнительно малые количества было трудно отследить даже при использовании сверхчувствительного оборудования. Задача была тем более сложной, что необходимо было дифференцировать метан, выделяемый растениями, и его высокий фоновый уровень в окружающем воздухе. Наполнив камеры перед началом каждого эксперимента воздухом, из которого был удален данный газ, мы смогли измерить его количество, воспроизводимое тканью сухих трав.

Значительная часть земного шара покрыта зеленой массой, и благодаря ей, как выяснилось, ежегодно выбрасывается 60–240 млн. метрических тонн метана, что составляет от 10% до 40% ежегодного глобального выброса.

Группа физиков-экологов из Гейдельберга (Германия) вела наблюдение за атмосферой Земли на основе данных, получаемых из космоса. В 2005 г. замеры, произведенные со спутников, показали «облака» метана над тропическими лесами (*стр. 69*).

После того, как в январе 2006 г. были опубликованы наши данные, Пاول Крутцен (Paul Crutzen), лауреат

Разгадывая головоломку

На протяжении ряда лет климатологи не могли понять, почему флуктуации уровней метана происходят параллельно с изменениями глобальной температуры. Известно, что бруски льда хранят информацию о составе атмосферы и изменчивости климата почти миллион лет назад, а крошечные пузырьки воздуха, заключенные в них, показывают сравнительные концентрации атмосферных газов в прошлом. Изучая их, мы видим, что существовавшая в древние времена разница уровней содержания углекислого газа в атмосфере тесно связана с изменением глобальных температур: в ледниковые периоды концентрация CO_2 низка, во времена потеплений она возрастает. В целом, такая тенденция характерна и для метана, однако причина этого была неясна. Ученые пытались использовать модели переувлажненных земель для воссоздания вариаций уровня CH_4 в прошлом. Тем не менее, исследователям оказалось не под силу воспроизвести существовавшие и согласовавшиеся с имевшимися данными различия в уровнях этого газа в атмосфере Земли в ледниковые и межледниковые периоды.

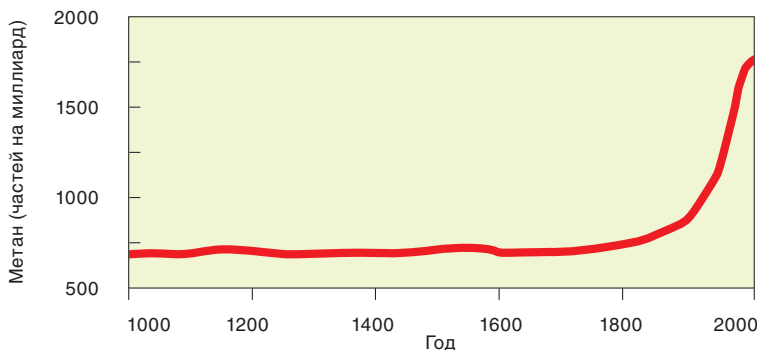
ОБЗОР: СЮРПРИЗ ПРИРОДЫ

- Согласно общепринятой точке зрения, метан вырабатывается микробами, размножающимися в отсутствие кислорода. Однако эксперименты, проведенные группой ученых, в которую входили авторы статьи, неожиданно показали, что этот природный газ выделяют растения.
- Вначале была сделана неверная интерпретация открытия, согласно которой леса, выделяющие CH_4 , могут стать виновниками глобального потепления. На самом деле растения не способствуют увеличению выбросов метана.

ТОЧКА ЗРЕНИЯ, ИЗЛАГАЕМАЯ В УЧЕБНИКАХ

За 150 лет выброс метана в атмосферу увеличился примерно втрое (на графике), и сегодня он составляет около 600 млн. метрических тонн в год. CH_4 , как и углекислый газ, задерживает тепло в атмосфере Земли и поэтому способствует глобальному потеплению. Согласно традиционной точке зрения, весь природный выброс метана в атмосферу считался результатом деятельности бактерий, быстро размножающихся в болотах, на рисовых плантациях, в пищеварительных системах термитов и жвачных животных. Анализ источников CH_4 в окружающей среде (на секторных диаграммах) показал, что значительное увеличение концентраций метана с середины 1800-х гг. стало следствием хозяйственной деятельности человека. В это время возросло потребление ископаемого топлива для получения энергии, а в связи с приростом населения начались более интенсивное выращивание риса и разведение скота. Мы не ставим под сомнение причины увеличения концентрации метана в атмосфере, однако оценки сравнительных уровней его выбросов из природных источников придется пересмотреть

КОНЦЕНТРАЦИЯ МЕТАНА В АТМОСФЕРЕ



ВЫБРОСЫ МЕТАНА

Доиндустриальные времена:
233 млн. метрических тонн в год



В наши дни:
600 млн. метрических тонн в год



Гидраты метана возникают при высоком давлении, которое создается на дне океанов. Возможно, очень большое количество CH_4 существует в осадочных породах. Внезапное его выделение из них в атмосферу считали одной из возможных причин быстрого глобального потепления в отдаленном прошлом Земли. Однако результаты последних исследований брусков полярного льда показывают, что находящиеся в морях гидраты метана были стабильными, по меньшей мере, на протяжении последних 40 тыс. лет. Поэтому можно предположить, что они не влияли на резкие изменения содержания метана в атмосфере в последний ледниковый период.

Растительность Земли очень чувствительна к изменениям окружающей среды, и общее ее количество

на планете зависело от климатических условий в ледниковые периоды. Примерно 21 тыс. лет назад рост растений в лесах Амазонки был в два раза менее интенсивным, чем в наши дни, и, таким образом, тропические леса могли выделять значительно меньше метана. С тех пор глобальная температура на поверхности Земли и концентрация углекислого газа возросли, что привело к усилению роста зеленой массы, которая стала выделять все больше CH_4 . Аналогичные изменения климата, возможно, происходили и на других этапах истории Земли, особенно в моменты массового вымирания видов, например, на стыке пермского и триасового периодов (250 млн. лет назад) и на границе триасового и юрского периодов (200 млн. лет назад). Чрезвычайно

высокие концентрации углекислого газа в атмосфере и повышение температуры, по-видимому, привели к значительному увеличению ▶

ОБ АВТОРАХ

Фрэнк Кепплер (Frank Keppler) и **Томас Рекманн** (Thomas Röckmann) впервые обнаружили выделение метана растениями, когда работали в Институте ядерной физики им. Макса Планка в Гейдельберге (Германия). В 2000 г. Кепплер занимался изучением экологической геохимии в Гейдельбергском университете. Недавно он создал свою исследовательскую группу при Химическом институте им. Макса Планка в Майнце. С 2005 г. Рекманн преподает в Институте исследования морей и атмосферы в Утрехте, Нидерланды.

НОВАЯ ТОЧКА ЗРЕНИЯ

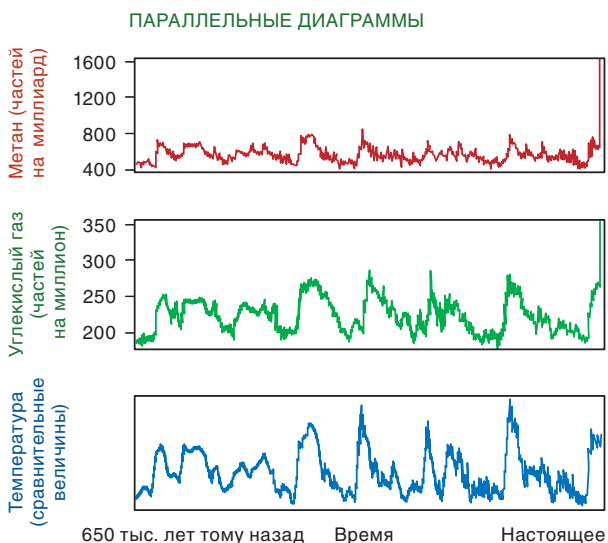
Исследователи обнаружили, что метан выделяют живые и засохшие части растений. Данный важный источник выброса CH_4 не замечали до тех пор, пока не были проведены соответствующие эксперименты. Из воздуха в специальных камерах был удален весь метан, и исследователи установили, что его количество, выделяемое растениями, ничтожно мало. Новая точка зрения помогает объяснить непонятные колебания уровней метана, отражающие соотношения уровней углекислого газа и глобальных температур



Проведенный авторами статьи эксперимент выявил ничтожно малое количество метана, производимого живыми растениями (на фото — райграс)



(на графиках). Ученые проследили за этими изменениями, изучая бруски льда, находящиеся внутри которых пузырьки воздуха хранят информацию о составе атмосферы почти миллион лет назад, а концентрации дейтерия во льду предоставляют сведения о температуре. Высокие концентрации углекислого газа в атмосфере и повышение температуры, скорее всего, привели к значительному увеличению растительности, что и сопровождалось соответствующими выбросами метана.



Брусок льда (дальнее фото слева) содержит пузырьки воздуха, по которым можно определить состав атмосферы в древние времена. Под микрографом в тонком срезе (фото слева) они темные и имеют 1–3 мм в диаметре

биомассы. Такие глобальные периоды потепления, вероятно, сопровождались массовым выделением метана растениями и дополнительным потеплением. Выбросы CH_4 могли быть в 10 раз выше, чем сейчас.

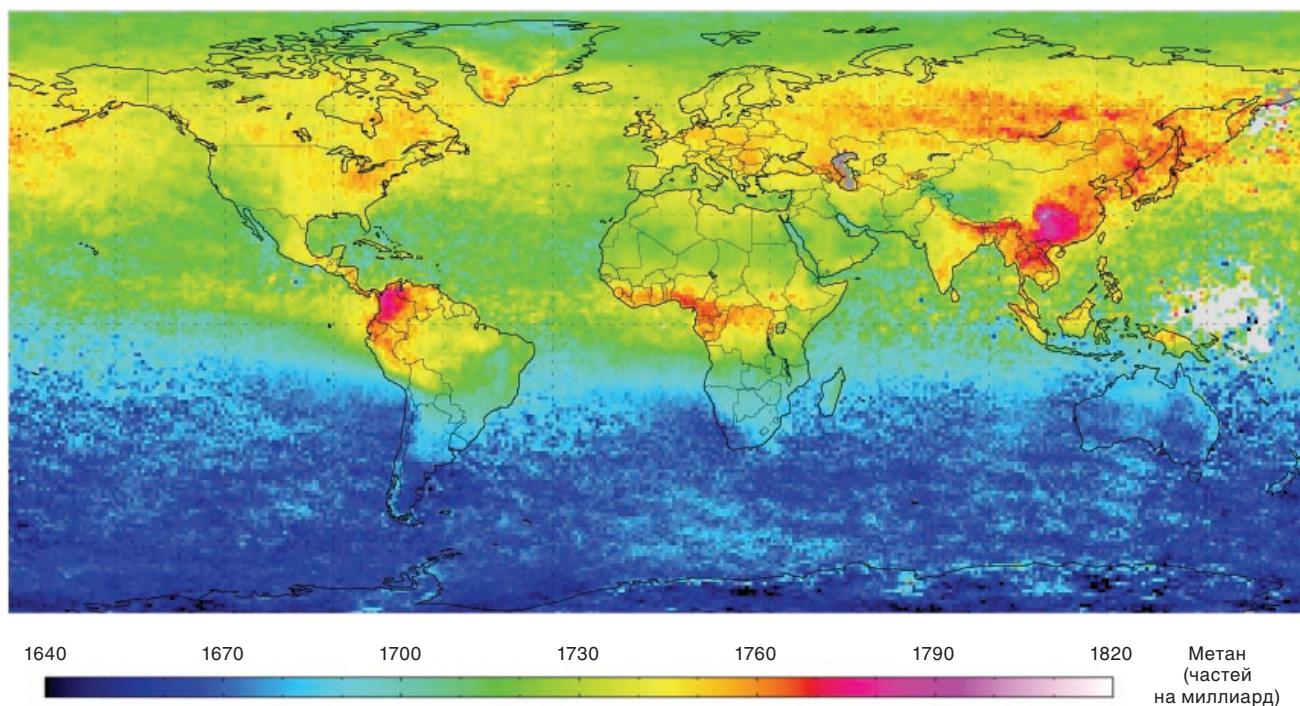
Средства массовой информации

К сожалению, интенсивное освещение в СМИ привело к неверной интерпретации полученных нами

результатов. Однажды мы увидели на первой полосе уважаемой газеты заголовок: «Глобальное потепление — вините леса». В связи этим мы сочли необходимым опубликовать сообщение для печати, где говорится о том, что если полученные нами результаты верны, растения выделяют в атмосферу метан уже сотни миллионов лет. Эти выбросы способствовали природному парниковому эффекту, без которого, как мы

знаем, жизнь в том виде, в каком она есть, была бы невозможна. Однако зеленые насаждения не могут быть источником значительного увеличения концентраций CH_4 с момента начала индустриализации: это стало следствием человеческой деятельности.

Наше открытие привело также к спекуляциям на тему, что выделение данного газа растениями может уменьшить или даже перевесить



В 2005 г. физики и экологи наблюдали облака метана над тропическими лесами

эффект удержания углерода на основе программ восстановления лесов. Если бы данные предположения соответствовали действительности, это имело бы важные последствия для стран, стремящихся воплотить в жизнь положения Киотского протокола, направленные на минимизацию глобального выброса углерода. Однако подсчеты показывают,

В пылу полемики люди забыли, что леса — зеленые легкие нашей планеты, они выделяют кислород, благодаря которому возможна жизнь, а также формируют природную среду, поддерживающую биологическое разнообразие. Изменение климата связано прежде всего с широкомасштабным сжиганием ископаемого топлива во всем мире.

деятельности, например, вследствие сжигания ископаемого топлива. Однако значительное влияние растений на изменение глобального климата, наблюдаемое в прошлом, маловероятно сегодня, т.к. вырублено слишком много лесов. ■

Перевод: Т.Н. Саранцева

Значительная часть земного шара покрыта зеленой массой, благодаря которой, как выяснилось, ежегодно выбрасывается 60—240 млн. метрических тонн метана, что составляет от 10% до 40% ежегодного глобального выброса

что озеленение планеты для улавливания углекислого газа намного полезнее для климата, чем незначительное негативное воздействие на окружающую среду от выбросов небольшого количества метана, в результате которого общее поглощение углерода может сократиться на 4%.

Поскольку с повышением температуры растения начинают выделять метан более интенсивно, мы можем ожидать еще большего потепления. Данный порочный цикл был бы природным явлением, если бы не скорость, с которой происходит потепление, увеличивающаяся главным образом из-за антропогенной


ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

■ The Changing Atmosphere. Thomas E. Graedel and Paul J. Crutzen in *Scientific American*, Vol. 261, №3, pages 58–68; September 1989.

■ Climate Change 2001: The Scientific Basis. Edited by J.T. Houghton, Y. Ding, D.J. Griggs, M. Noguer, P.J. van der Linden, X.Dai, K. Maskell and C.A. Johnson. Cambridge University Press, 2001. В режиме реального времени — по адресу: www.ipcc.ch/

■ Methane Emissions from Terrestrial Plants under Aerobic Conditions. Frank Keppler, John T.G. Hamilton, Marc Brass and Thomas Rockmann in *Nature*, Vol. 439, pages 187–191; January 12, 2006.

■ Methane Finding Baffles Scientists. Quirin Schiermeier. *Ibid.*, page 128.



Ирина Блинникова, Борис Величковский, Мария Капица и Анна Леонова

ВРЕМЯ ПЕРЕМЕН

Сегодня у психологов вызывает особый интерес одна из фундаментальных проблем организации поведения: как человек осуществляет переход от одной задачи к другой, почему прерывается выполняемое действие, и какие факторы влияют на смену целей

С середины 90-х гг. прошлого века в когнитивной психологии стали активно изучать ситуацию смены задач (*task-switching*), которая позволяет выявить закономерности, лежащие в основе сложной познавательной и исполнительной деятельности.

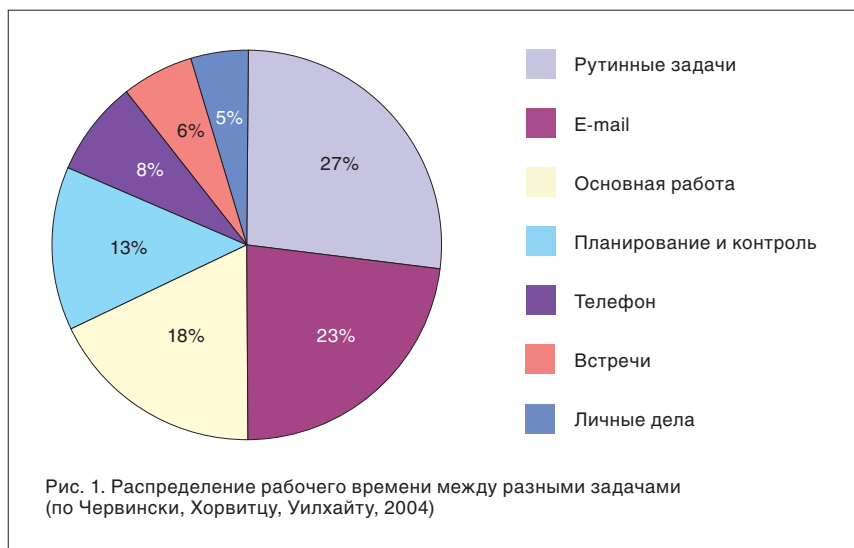
Исследователи вспомнили работу американского психолога Артура Джерсилда (Arthur Jersild), опубликованную в 1927 г. И описывающую эксперимент, в котором испытуемым предлагалось выполнять в случайном порядке простые арифметические операции (либо вычитать «3», либо прибавлять «6») с двузначными числами, расположенными в столбик. Оказалось, что переход от вычитания к сложению (или наоборот), занимал примерно на 1 сек больше, чем переход от сложения к сложению или от вычитания к вычитанию. Джерсилд назвал это добавочное время «ценой переключения» с задачи на задачу. Спустя полвека известные когнитивные психологи Амос Спектор и Ирвинг Бидерман (Amos Spector, Irving Biederman) воспроизвели этот эксперимент и получили похожие результаты. А еще через 20 лет начался настоящий бум исследований в этой области. Были модернизированы экспериментальные схемы, предложены более изощренные объяснительные модели, продемонстрированы любопытные феномены.

Наиболее очевидным является эффект сознательной подготовки к переключению. В исследовании Роберта Роджерса и Стефана Монселла (Robert Rogers, Stephen Monsell) было показано, что знание о том, какие задачи потребуются решать, существенно уменьшало «цену переключения», т.к. заранее формировалась установка на решение определенных задач (*task-set*). Поскольку и в этих случаях время перехода не сводилось к нулю, то было высказано предположение, что «цена переключения» включает затраты на формирование установки и еще на какие-то дополнительные процессы.

Другой эффект был впервые описан Аланом Олпортом (Alan Allport)

и его коллегами. В одном из их экспериментов испытуемым предъявлялись слова, обозначающие цвета. Цвет чернил, которым было напечатано слово, не совпадал с названием цвета. Например, слово «красный» писалось синими чернилами. В одной серии испытуемые должны были читать слова, в другой — называть цвет чернил, в третьей — делать это попеременно. Известно, что определение цвета букв является более сложной задачей и занимает больше времени, чем чтение слов (это явление получило название «эффекта Струппа»). При необходимости выполнять эти задачи поочередно временные затраты еще больше возрастают. Однако оказалось, что имеет значение, повышается или понижается сложность задачи при переключении. Если испытуемый совершал переход от сложной задачи (назвать цвет букв) к простой (прочитать слово), то «цена переключения» была существенно выше, чем при обратном переходе от чтения к называнию цвета. Переключение с простой задачи на более сложную «стоило» существенно меньше (или «не стоило ничего»), чем с более сложной на простую. Получалось, что формирование установки на более сложную задачу требует меньше времени. Было высказано предположение, что «цена переключения» включает не только механизмы выбора необходимой программы, но и торможение уже действующей. Кроме того, были выявлены особенности перехода от одной задачи к другой, задействующие одну и ту же или разные когнитивные системы. Так, переход от вычитания к сложению и обратно «стоил дороже» по сравнению с переключением между операциями вычитания простого числа из двузначного или с подбором антонима к предъявленному слову.

На первый взгляд, сделанные выводы кажутся искусственными. Однако эти закономерности действуют и в реальной жизни. В частности, хорошо бы учителям взять на заметку, что ученики будут больше успевать на уроке, если они будут заранее ►



знать о предстоящих заданиях; что после сложной самостоятельной работы в середине урока школьникам требуется существенное время для перехода к более простым упражнениям; и что легче попеременно выполнять задания по русскому и по математике, чем переключаться с выполнения одного типа математических задач на другой. Надо сказать, что и в когнитивной психологии исследователи все чаще обращаются к естественным ситуациям смены задач.

Смена задач в повседневной жизни и работе

Американские специалисты в области когнитивных наук Мэри Червински, Эрик Хорвитц и Сьюзен Уилхайт

(Mary Czerwinski, Eric Horwitz, Susan Wilhite), которые разрабатывают сложное программное обеспечение в компании *Microsoft*, обратились к анализу повседневной деятельности компьютерных пользователей. Они просили участников исследования записывать в дневнике все, что с ними происходило в течение рабочего дня с указанием времени начала и окончания каждого события или действия. При анализе полученных данных подсчитывались частота разных событий, суммарное время, затрачиваемое на них, а также субъективный рейтинг сложности переключений. Оказалось, что на выполнение основных проектов в среднем тратится 18% рабочего дня, а остальное время

уходит на рутинные операции и различные дополнительные задания (рис. 1). Интересно, что компьютерные пользователи, вынужденные держать в голове как минимум десять разных дел, работают, не прерываясь и не переключаясь с задачи на задачу, в среднем только три минуты. Было показано, что иногда человек легко возвращается к основной деятельности, но в ряде случаев возврат сопровождается существенными трудностями. По аналогии с «ценой переключения» здесь может идти речь о «цене возвращения», которая зависит от типа, сложности и длительности прерванной работы, а также от числа прерываний и характера дополнительных задач.

Переход от одной задачи к другой исследуется не только в трудовой деятельности, но и при моделировании бытовых ситуаций. В одном из исследований испытуемые должны были заваривать растворимый кофе. Этот процесс был строго регламентирован: сначала насыпать кофе в чашку с кипятком, потом добавить в него сливки, потом сахар, каждый раз тщательно размешивая ложкой. Если участников эксперимента не отвлекали, они не делали ошибок. Но в 80% случаев их прерывали и просили выполнить другое задание (решить арифметический пример), а затем продолжить заваривать кофе. Если испытуемых отвлекали в середине процесса приготовления кофе, они делали значительно больше ошибок, чем когда их прерывали на этапе завершения. Полученные результаты можно объяснить тем, что, переключаясь на дополнительную задачу, испытуемые должны удерживать в оперативной памяти информационный контекст основной деятельности. Поэтому чем ближе к завершению, тем меньше информации необходимо помнить, и тем меньше ошибок делает человек. Этот, на первый взгляд, чисто житейский эксперимент, на самом деле представляет собой типичный способ верификации сложной компьютерной программы, моделирующей процессы выполнения последовательности операций.

ОБ АВТОРАХ

Блинникова Ирина Владимировна — кандидат психологических наук, доцент Московского государственного лингвистического университета, старший научный сотрудник Лаборатории психологии труда МГУ. Научные интересы — когнитивная психология, ментальные репрезентации, регуляция когнитивных процессов.

Величковский Борис Борисович — младший научный сотрудник Лаборатории психологии труда МГУ. Научные интересы — когнитивная и математическая психология, моделирование когнитивных и регуляторных процессов.

Капица Мария Сергеевна — кандидат психологических наук, старший научный сотрудник Лаборатории психологии труда МГУ. Научные интересы — когнитивная и инженерная психология, психология компьютерного пользователя.

Леонова Анна Борисовна — доктор психологических наук, профессор, заведующая Лабораторией психологии труда МГУ. Научные интересы — психология труда и организационная психология, процессы регуляции деятельности и функциональных состояний.

Хотя в большинстве случаев «цена переключения» достаточно мала (иногда она не превышает долей секунды), но при необходимости частых переключений секунды превращаются в минуты и даже часы. Согласно Джошуа Рубинштейну, Дэвиду Мейеру и Джеффри Эвансу (Joshua Rubinstein, David Meyer, Jeffrey Evans), потери на переключения могут составлять до 40% вре-

дополнительных задач в контекст выполнения основной, т.е. задачи как бы «вкладывались» одна в другую. Участник эксперимента, находясь в одной из комнат лаборатории, должен был вносить правку в электронную версию текста научной статьи, следуя редакторским пометкам в ее печатном варианте. Кроме исправления орфографических ошибок ему нужно было впечатать несколько

операции на скорость выполнения и продуктивность деятельности.

Проанализировав полученные данные, мы выявили, что в разных условиях испытуемый применяет разные когнитивные и поведенческие стратегии, выбор которых зависит, во-первых, от объективных условий текущей деятельности и ее напряженности, во-вторых, от оценки испытуемым субъективной сложности новой задачи, в-третьих, от индивидуальных особенностей испытуемых, таких как навыки работы на компьютере, интерес к выполняемой работе, а также от когнитивных стилей, интеллектуального потенциала.

На выполнение основных проектов в среднем тратится 18% рабочего дня, а остальное время уходит на рутинные операции и дополнительные задания

мени выполнения двух альтернативных задач. Это становится особенно критичным в ситуациях, связанных с риском, опасностью, требующих быстрого принятия решения. Самым наглядным примером являются попытки совместить управление автомобилем с разговором по мобильному телефону, настройкой радиоприемника или восприятием информации на рекламных щитах.

Моделирование смены задач в лаборатории

В Лаборатории психологии труда Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова на протяжении последних 10 лет проводятся исследования выполнения сложной компьютеризированной деятельности в условиях прерываний и переключений.

В одном из экспериментов, где моделировалась деятельность сотрудника современной редакции, нас интересовало то, как люди справляются с необходимостью чередовать несколько заданий, какие стратегии при этом наиболее эффективны и зависят ли они от личностных качеств человека и его состояния. Мы попытались понять, как соотносится функционирование когнитивных и исполнительных систем, задействованных в сложной трудовой деятельности.

Наша экспериментальная парадигма предполагала включение

фрагментов и перенести абзацы с одной страницы на другую. При выполнении одной из этих операций экспериментатор прерывал его, используя либо телефон, либо электронную систему сообщений (ICQ), и просил выполнить либо простое, либо сложное дополнительное задание.

Экспериментатор находился в соседнем помещении. На его монитор подавался микшированный видеосигнал, сочетавший видеоизображение испытуемого и «картинку» с его дисплея, а также временной код (рис. 2). Это позволяло в режиме реального времени наблюдать за испытуемым и точно определять функциональный момент ввода дополнительной задачи. Например, когда участник эксперимента набирал текст, дополнительное задание вводилось после того, как он заканчивал печатать две полные строки, а когда он должен был переносить абзац, команда о переключении поступала, когда выделенный фрагмент копировался в буфер и исчезал с экрана. Одновременно все фиксировалось на видеопленку и затем анализировалось.

Обработка видеозаписей включала покадровый анализ с фиксацией времени каждой операции и переходов от одной задачи к другой. Затем с помощью современных методов статистической обработки проверялась влияние разных способов введения дополнительной задачи, ее сложности и типа прерываемой

Характеристики задач и стратегии переключения

Момент ввода дополнительных задач или, другими словами, тип прерываемой операции представлял для испытуемого разную сложность. Набор текста на компьютере оказывался гораздо менее трудным, чем перенос абзаца. В последнем случае переносимый фрагмент исчезает с экрана, и человек должен удерживать в памяти все детали переноса, что увеличивает нагрузку на оперативную память и создает дополнительное напряжение.

Кроме типа прерываемой операции в эксперименте проверялось влияние сложности дополнительной задачи. Простая задача, состоявшая в использовании опции «Статистика», занимала приблизительно 15 сек. При этом редактируемый текст оставался в поле зрения испытуемого, что в значительной мере облегчало возвращение к прерванной работе. Сложная задача занимала гораздо больше времени (в среднем 60 сек) и предполагала уход в другое «окно», где испытуемый должен был найти ссылку в длинном списке литературы или заполнить анкету, а потом вернуться к основной деятельности. Было обнаружено, что тип прерываемой операции и сложность дополнительного задания взаимосвязаны и существенным образом влияют на характер работы в условиях смены задач. ▶

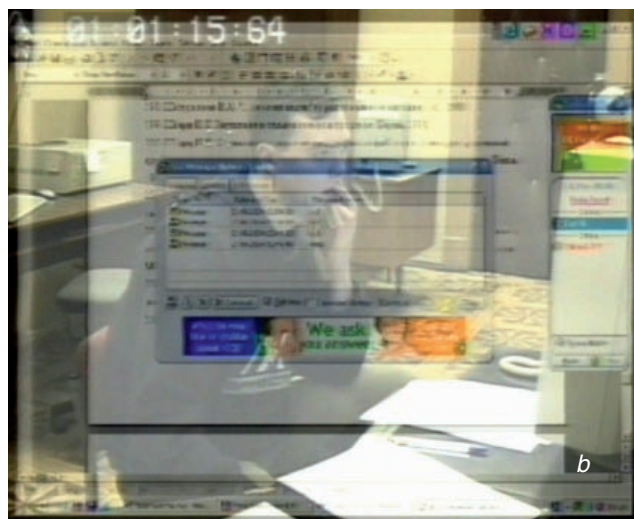
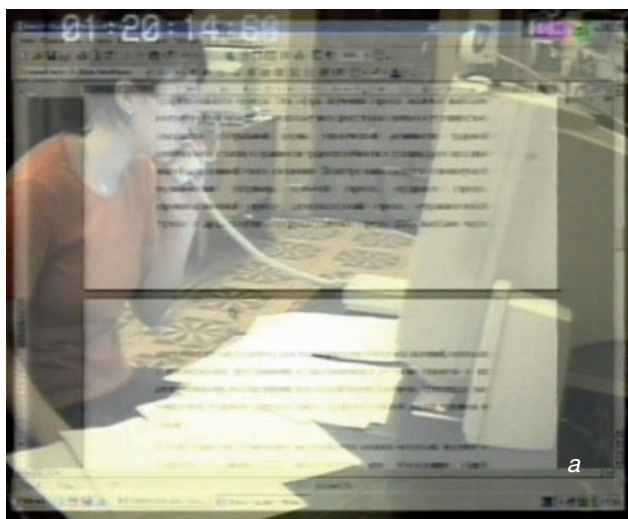


Рис. 2. Изображение на экране экспериментатора. Микшируется видеозапись поведения испытуемого с изображением на его компьютере и таймером: а) испытуемый получает команду от экспериментатора по телефону, б) испытуемый работает с электронной системой сообщений

Испытуемые использовали две когнитивные стратегии выполнения чередующихся задач, проявляющиеся в разной «цене переключения» и «цене возвращения».

Для первой стратегии характерен быстрый переход к дополнительному заданию (низкая «цена переключения») и достаточно быстрое возвращение к прерванной деятельности (низкая «цена возвращения»). Эта стратегия оказывалась эффективной лишь при переходе к простому заданию, независимо от того, в какой момент текущей деятельности оно вводилось. По мере усложнения дополнительного задания эффективность такой спонтанной и непосредственной стратегии падала: резко возрастало время выполнения дополнительного задания, и быстрые переходы от одной задачи к другой не компенсировали этих временных затрат.

Можно предположить, что в случае использования этой стратегии испытуемые не прилагают каких-либо дополнительных усилий для подготовки к переключению, а сразу переходят к выполнению нового задания, уверенные, что легко справятся с чередующимися заданиями. Выполнение двух задач как бы «распараллеливается»: испытуемый, делая новое задание, удерживает информационный контекст основного, т.е. сохраняет в оперативной памяти

все его детали, что неизбежно сопровождается увеличением нагрузки на когнитивную систему. При простых задачах это срабатывает, а при сложных ведет к резкому замедлению выполнения.

Вторая стратегия в определенном смысле противоположна первой. Для нее характерны высокие «цена переключения» и «цена возвращения», при этом медленный переход к дополнительному заданию сочетается с быстрым его выполнением. Эта стратегия использовалась, когда сложное дополнительное задание вводилось в напряженный момент переноса абзаца. В этих случаях, по всей видимости, испытуемый проделывал предварительную обработку задания, для того чтобы зафиксировать прерываемую операцию и сохранить ее контекст в долговременной памяти, что позволяло полностью переключиться на выполнение дополнительного задания. Поскольку ему не требовалось распараллеливать свои когнитивные ресурсы, он быстро справлялся с дополнительным заданием. Возврат к основному заданию требовал извлечения прерванного контекста из долговременной памяти, что вело к увеличению «цены возвращения». В целом, если судить по общим временным затратам, для сложных дополнительных заданий вторая стратегия эффективнее первой.

Телефон или ICQ: что лучше?

В исследовании были получены любопытные данные о влиянии способа введения дополнительного задания. Команда о переходе к другому заданию давалась либо по телефону, либо с помощью электронной системы сообщений (ICQ). Мы предполагали, что в зависимости от способа введения будут меняться как исполнительные стратегии испытуемых, так и временные параметры выполнения чередующихся задач.

Результаты показали, что всех участников эксперимента можно разделить на две подгруппы. В первой оказались те, кому было проще выполнять чередующиеся задачи, если они вводились с помощью ICQ, а телефонные звонки негативно влияли на их работу. Также для этой подгруппы была характерна высокая скорость работы на компьютере с меньшими энергетическими затратами. Неудивительно, что испытуемые, лучше владеющие компьютерными навыками, могли воспользоваться преимуществами электронной системы сообщений. Однако не совсем понятно, почему телефонные звонки для них оказывались дезорганизующим фактором. Можно предположить, что в этом случае звонки вырывают человека из виртуального пространства и разрушают цепочки высокоавтоматизированных

операций. Как показали многочисленные исследования, деятельность, осуществляемая без сознательного контроля, характеризуясь высокой скоростью и продуктивностью, с трудом поддается модификациям. Именно поэтому она больше страдает от прерываний.

Во второй подгруппе оказались те испытуемые, для которых, напротив, электронные сообщения служили более дезорганизирующим фактором, чем телефонные звонки. У них скорость работы на компьютере была меньше, и, по-видимому, многие операции не были автоматизированы и осуществлялись в режиме сознательного выполнения. Сознательный контроль, в отличие от автоматизированного, последователен, фрагментарен, однако позволяет достаточно просто модифицировать деятельность, менять местами фрагменты выполнения, переключаться на решение дополнительных задач. В целом, как ни парадоксально, на менее умелых пользователей ПК внешние прерывания оказывали менее негативное влияние.

Личностные свойства и стратегия переключения

Существование разных стратегий и предпочтений у испытуемых заставило нас обратиться к поиску возможного влияния индивидуальных особенностей на выполнение чередующихся задач. Мы предположили, что в условиях переключений с задачи на задачу существенную роль могут играть «когнитивные стили», т.е. индивидуальные способности обработки человеком информации, и такие личностные свойства, как интеллектуальный потенциал, экстраверсия, стабильность, уровень согласия и самоконтроля.

Среди когнитивных стилей мы выбрали полезависимость-полenezависимость, импульсивность-рефлексивность, а также степень ригидности-гибкости когнитивного контроля. Полезависимые люди в отличие от полenezависимых склонны опираться на ситуационные факторы (внешние обстоятельства, общий информационный контекст,

чужое мнение и т.д.) в процессе принятия решений. В нашем исследовании полезависимость проявлялась в возрастании «цены переключения» и «цены возвращения» при выполнении чередующихся задач.

Импульсивность и рефлексивность проявляются в скорости принятия решения. Рефлексивные люди действуют по принципу: «Семь раз отмерь, один отрежь». Мы предполагали, что рефлексивные испытуемые будут медленнее переключаться на дополнительную задачу, что, однако, не подтвердилось. Зато они тратили больше времени на выполнение задачи и не так решительно, как импульсивные, возвращались к основной деятельности.

Степень ригидности когнитивного контроля оказывала влияние на скорость переключения к дополнительной задаче. Ригидные испытуемые не могли быстро отвлечься от выполняемой работы, когда экспериментатор предлагал им новое задание. Однако на скорость возвращения к основному заданию этот фактор влияния не оказывал.

Среди измерявшихся личностных свойств существенную роль в выполнении чередующихся задач играл только уровень интеллектуального потенциала испытуемых. Те, у кого он был выше, значительно медленнее переключались на дополнительную задачу. Это можно объяснить тем, что люди с более высоким интеллектуальным потенциалом тщательнее планируют сложную деятельность и тратят больше времени на подготовку к переключению.

Если мы попытаемся проанализировать весь объем существующих данных о цене и факторах переключений с задачи на задачу, то мы столкнемся с множеством противоречивых сведений, объясняемых разными моделями. На наш взгляд, необходимо перейти к более экологически валидным экспериментальным процедурам, обратиться к реальным условиям деятельности. Важно учитывать тот факт, что люди выполняют задачи не только с помощью автоматических ментальных механизмов. Они сами принимают

решения и выбирают стратегии своей деятельности. Используемые стратегии не всегда бывают эффективными, что открывает широкое поле для обучения и тренировки. Также необходимо разрабатывать компьютеризированные средства поддержки работы в условиях множественных переключений с задачи на задачу. ■

Эта работа была поддержана Российским фондом фундаментальных исследований (проект 05-06-80366)

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

- Блинникова И.В., Капица М.С. Осознаваемые и неосознаваемые стратегии одновременного выполнения нескольких задач. Вестник МГЛУ, серия «Педагогическая антропология», 2005.
- Леонова А.Б., Блинникова И.В., Капица М.С. Эффекты прерываний и регуляция деятельности: Опыт применения структурно-интегративного подхода к оценке состояния человека. В сб.: Психология психических состояний / Под ред. А.О.Прохорова. Вып. 5. Казань: Изд-во Центр Инновационных технологий, 2004, с. 298-319.
- Allport, A., Styles, E.A., & Hsieh, S. (1994) Shifting intentional set: Exploring the dynamic control of tasks. In C. Umiltà & M. Moscovitch (Eds.) Attention and performance (Vol. 15, pp. 421-452). Cambridge, MA: MIT Press.
- Botvinick, M., & L. Bylisma (2005) Distraction and action slips in an everyday task: Evidence for a dynamic representation of task context. *Psychonomic Bulletin and Review*, 12 (6), 1011-1017.
- Czerwinski, M., Horvitz, E. & Wilhite, S. (2004). A Diary Study of Task Switching and Interruptions. In *Proceedings of ACM Human Factors in Computing Systems CHI 2004*, p. 175-182.
- Jersild, A.T. (1927) Mental set and shift. *Archives of Psychology*, whole number 89.
- Monsell, S. (2003) Task switching. *Trends in Cognitive Sciences*, 7, 3, 134-140.
- Rogers, R.D., & Monsell, S. (1995) Costs of a predictable switch between simple cognitive tasks. *Journal of Experimental Psychology: General*, 124, 207-231.



Игорь Веселовский и Дмитрий Мисюров

ВЗРЫВНЫЕ ОБЛАКА

НА СОЛНЦЕ

Исследователи пытаются познать природу быстро движущихся грибовидных облаков в атмосфере Солнца. Такие облака возникают при взрывных процессах и могут распространяться в гелиосфере

Эруптивные процессы при сильных солнечных вспышках и корональных выбросах массы часто сопровождаются выбросом вещества в межпланетное пространство. Скорость солнечного ветра при этом может превышать 2 тыс. км/с, вследствие этого выброшенное вещество вместе с имеющимися в нем довольно сильными магнитными полями долетает от Солнца до Земли иногда за половину суток и производит целый ряд возмущений в околоземном космическом пространстве и на самой поверхности Земли. Наиболее изученными последствиями являются ионосферные и геомагнитные бури. Впервые солнечная вспышка была описана в научной литературе после наблюдения событий на Солнце 1 сентября 1859 г., когда ее независимо обнаружили Р. Кэррингтон и М. Ходжсон на изображениях нашего светила в белом свете.

Однако в ту пору еще не было достаточно полных и точных представлений о солнечном ветре, которые сложились лишь спустя столетие. Не вполне понятной была и связь сильной геомагнитной бури, последовавшей спустя примерно 12 ч после солнечной вспышки. Известный английский физик Дж. Дж. Томсон вообще категорически отвергал возможность существования причинно-следственной связи между событием на Солнце и геомагнитными бурями.

Поиски истины

Дальнейшая история исследований в области солнечно-земной физики полна не менее серьезных заблуждений. Так, известный астрофизик И. С. Шкловский, приглашенный К. И. Грингаузом для теоретической интерпретации данных, полученных его группой на первых советских ракетах, запущенных в сторону Луны в 1959 г. и ныне признанных как первое в мире непосредственное наблюдение плазмы солнечного ветра в межпланетном пространстве, в своей книге «Физика солнечной короны» резко критиковал теоретические представления

о перманентном сверхзвуковом расширении солнечной короны. Но заблуждался не он один. Английский геофизик С. Чепмен, который ввел в научный обиход термин «геомагнетизм», также настаивал на том, что солнечная корона в целом статична. Научные споры не затихали на протяжении многих лет, в том числе и тогда, когда огромное количество фактов (в первую очередь, наблюдения кометных хвостов, вариаций галактических космических лучей и геомагнитных возмущений, а затем и прямые данные космических измерений в межпланетном пространстве) уже свидетельствовали об обратном — о перманентном и динамическом характере движений во внешней короне и межпланетной плазме, которая служит ее продолжением в виде солнечного ветра.

Грибовидные облака

Образование грибовидного облака после сильного взрыва в земной атмосфере — хорошо известное и всесторонне изученное искусственное явление. Нечто похожее происходит и в естественных условиях, когда быстро поднимающееся и растущее грозное облако или облако от вулканического взрыва принимает форму «наковальни». Независимо от происхождения облака в атмосфере, такая сплюснутая сверху форма возникает по очень простой причине — из-за его сильного торможения окружающим газом. Оказывается, что сходные взрывные явления и сопровождающие их процессы могут происходить и на Солнце. Важное отличие состоит в том, что движущие импульсы таких взрывов на Солнце имеют совсем иную физическую природу, а торможение плазменных облаков в мобильном солнечном ветре не столь легко заметить. Сложное происхождение этих явлений, их магнитогидродинамическая и кинетическая природа сейчас тщательно изучаются. Несомненно, что наиболее сильные взрывы зарождаются уже в самих недрах, то есть под поверхностью видимого нам Солнца. Поэтому их подготовка и начальное развитие ►

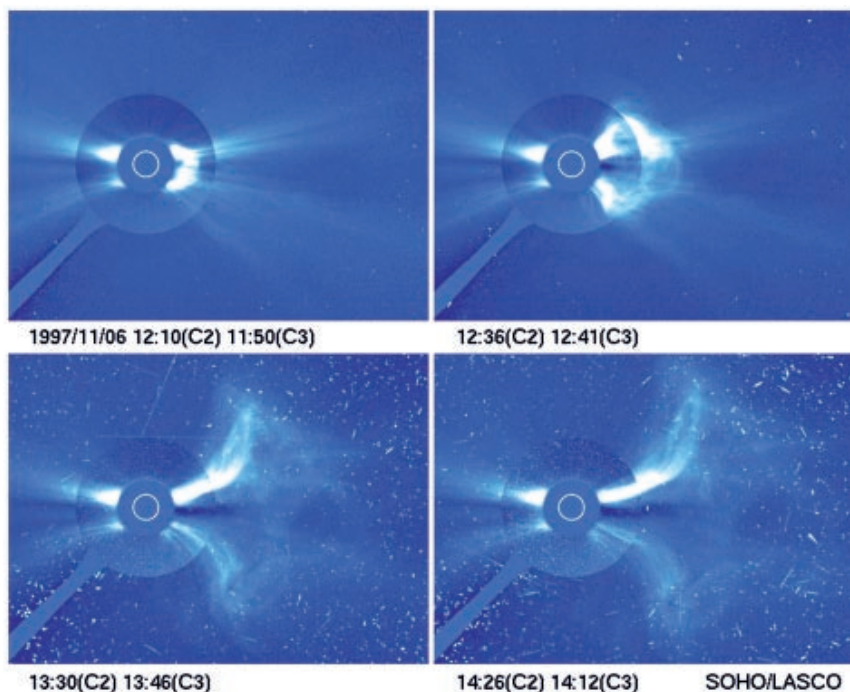


Рис.1. Грибовидное облако, наблюдавшееся на Солнце 6 ноября 1997 г. в белом свете. Изображение получено в космосе с помощью коронографа *LASCO/C2* на солнечной и гелиосферной обсерватории *SOHO*

скрыты от прямого наблюдения, их можно проследить лишь методами гелиосейсмологии, которые сейчас успешно развиваются.

На Солнце, так же как и в земной атмосфере, после сильных взрывов могут образовываться облака различной формы, в том числе и грибовидные (рис.1), огромного размера, сравнимые с радиусом самого Солнца и превышающие его. Они

быстро растут, расширяются во все стороны, их вершина поднимается в поле зрения коронографов и уносится вместе с потоком солнечного ветра в межпланетное пространство. Масса такого облака может составлять более 10^{15} г. Скорость движения достигает 1-2 тыс. км/с, а иногда и более. Температура внутри такого облака неоднородна, некоторые участки его нагреты до ко-

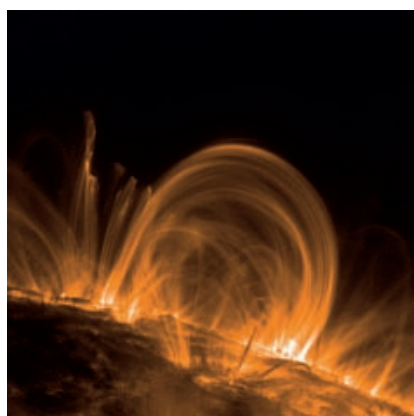


Рис.2. Корональные петли различной формы, видимые во время солнечной вспышки в ультрафиолетовом излучении. Снимок сделан с помощью телескопа на ИСЗ *TRACE*

рональных температур, измеряемых миллионами градусов, а другие могут содержать в себе также и более холодное вещество солнечных протуберанцев. По своему составу это водородная плазма, то есть протоны и электроны с примесью других ионов, среди которых наиболее обильными являются ядра гелия. Группой исследователей Научно-исследовательского института

ядерной физики МГУ им. М.В. Ломоносова и Института космических исследований РАН недавно было сделано наиболее полное описание грибовидных облаков на Солнце. Кроме того, существует киноархив, полученный с помощью широкоугольных коронографов *LASCO*, расположенных на борту солнечной и гелиосферной космической обсерватории *SOHO*, успешно работающей на орбите на протяжении последнего десятилетия.

Движущиеся облака на Солнце

Ранее многими исследователями предполагалось, что все без исключения корональные выбросы массы и солнечные вспышки порождаются или сопровождаются топологическими изменениями крупномасштабного магнитного поля в солнечной короне, так называемым «магнитным пересоединением», т. е. образованием открытых магнитных конфигураций.

Однако, выяснилось, что хотя в короне действительно происходят существенные изменения и движения, петлеобразная и арочная структура магнитного поля в целом сохраняется гораздо дольше, чем длятся вспышки или эрупции вещества. Зрительные эффекты наложения часто создают иллюзию образования «островов» и «точек пересечения» в структуре искривленных

Образование грибовидного облака после сильного взрыва в земной атмосфере — хорошо известное и всесторонне изученное искусственное явление

и движущихся плазменных петель. В действительности это всего лишь проекционные эффекты трехмерных образов на картинную плоскость. Разобраться в столь запутанных изображениях бывает не столь просто. Не всегда помогают даже кинофильмы, но иногда это удается сделать.

Одна из важных причин таких деформаций и движений — дрейф

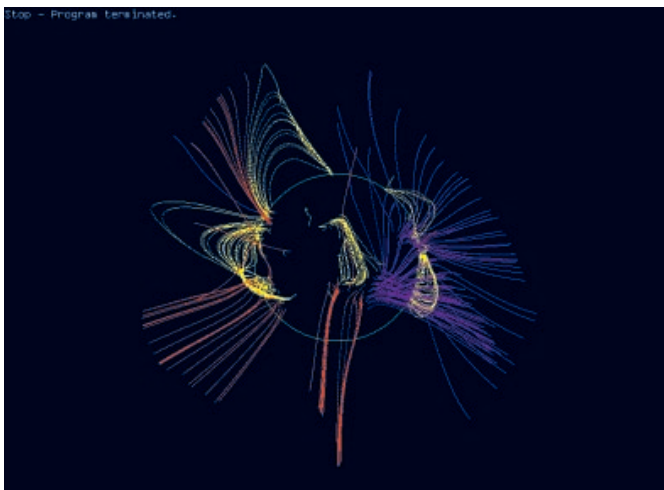


Рис. 3. Кадр из кинофильма, иллюстрирующего модель развития эруптивного протуберанца и коронального выброса массы

плазмы в скрещенных магнитных, а также электростатических и индукционных электрических полях. Другая, не менее важная причина — нестационарные движения плазмы вдоль петель и трубок магнитного поля (сифонные течения и волны). Последовательные изображения корональных петель, полученные при наблюдении солнечной

процессы крупномасштабной топологической перестройки поля не являются причинами возникновения солнечных вспышек и корональных выбросов массы. Во многих случаях такая перестройка поля действительно происходит, но она лишь следствие плазменного выброса и развивается после него. О необходимости осторожно-

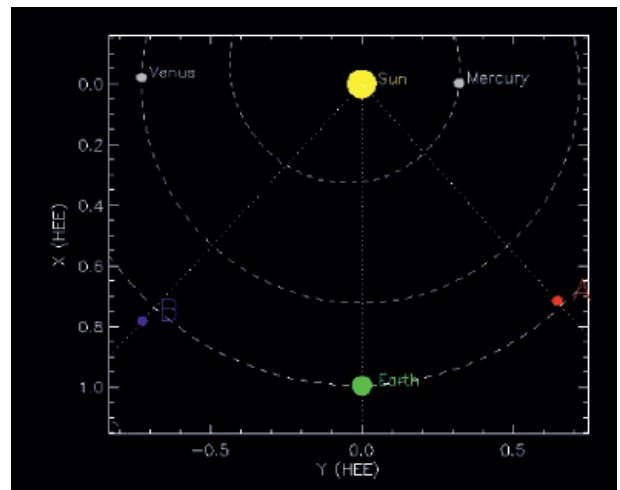


Рис. 4. Расположение космических аппаратов STEREO (A, B) относительно Солнца и Земли, каким оно будет 25 октября 2008 г.

Несмотря на то, что в короне происходят существенные изменения и движения, петлеобразная и арочная структура магнитного поля в целом сохраняется

короны в ультрафиолетовом излучении во время солнечной вспышки (рис. 2) и кадр из кинофильма, сделанного на основе иллюстративной модели развития эруптивного протуберанца и коронального выброса (рис. 3), позволяют проследить сложную эволюцию системы петель и трубок, изменяющих свой размер, ориентацию в пространстве, яркость, общую геометрическую форму.

Таким образом, становится очевидным, вопреки сложившимся представлениям, что «магнитное пересоединение», «размыкание и разрыв линий магнитного поля, вмороженного в плазму» и тому подобные идеализированные


го обращения с концепцией «вмороженности поля в вещество» много лет назад предупреждал сам ее создатель (шведский астрофизик, лауреат Нобелевской премии Ханнес Альвен), однако его голос не был услышан многими исследователями, и они продолжали строить нереалистические модели, имеющие мало общего с наблюдаемыми явлениями. Что касается тонких плазменных и токовых слоев, то они действительно могут образовываться в следе за быстро движущимся корональным выбросом массы. Тогда они видны как вновь возникшие длинные «лучи», подобно кометному хвосту или магнитосферному шлейфу.

Ключ к решению проблемы

25 октября 2006 г. в рамках космической миссии STEREO NASA были запущены два космических аппарата с идентичным оборудованием, в том числе коронографами и телескопами. Их основная задача — вести наблюдения за Солнцем и окружающей его внутренней гелиосферой одновременно из двух разных точек с орбиты Земли (рис. 4). Примерно так же мы смотрим на мир двумя глазами под разными углами зрения и воссоздаем трехмерный образ окружающего нас объемного мира. В ходе выполнения этой миссии, рассчитанной на два года, впервые будут получены стереоскопические изображения и кинофильмы движущихся облаков на Солнце и в солнечном ветре, что позволит уточнить представления об их форме и природе. ■

ОБ АВТОРАХ

Игорь Stanisлавович Веселовский — профессор, председатель секции «Солнечный ветер и гелиосфера» Научного совета РАН по солнечно-земной физике, главный научный сотрудник НИИЯФ МГУ им. М.В. Ломоносова.
Дмитрий Мисуров — корреспондент журнала «В мире науки».



Марина Смирнова

ДЕТИ **Мафусаила**

Человек мечтает жить долго, но при этом ему хочется оставаться физически молодым. Возможно ли замедлить, отменить или обратить вспять процессы, сокращающие нашу жизнь?

Вопросы искусственного омоложения и продления жизни волновали человечество с давних пор, не оставляют равнодушным они его и сейчас. Неслучайно и в наши дни люди зачитываются романами Оскара Уайльда «Портрет Дориана Грея», Роберта Энсона Хайнлайна «Дети Мафусаила», а пьеса Бернарда Шоу «Назад к Мафусаилу» и комедия Карела Чапека «Средство Макропулоса» с неизменным успехом идут на театральных подмостках. Почему до сих пор нашу фантазию будоражит образ Мафусаила — одного из патриархов, праотцев человечества, родившего сына в 187 лет, самого старого человека, чей возраст — 969 лет — указан в Библии? Не хотим ли мы узнать, каков наш «мафусаилов век»?

Время нашей жизни

Многие исследователи считают старение накоплением поврежденной клеточных структур, которое заканчивается гибелью клетки, что увеличивает количество вредных мутаций, ухудшает работу генома и приводит к постепенному угасанию жизненных функций и смерти организма. Таким образом, согласно общепринятой точке зрения, старение человека, как и любого другого живого существа, неизбежно так же, как изнашивание механизма. Существуют и другие взгляды на эту проблему. По остроумному замечанию украинского геронтолога в.П. Войтенко, нелепо говорить о том, что наш организм дряхлеет так же, как машины и агрегаты, потому что совершенно очевидно, что телега стареет иначе, чем лошадь. Дело в том, что живые организмы располагают системами репарации, исправляющими возникающие повреждения, и эти системы могли бы обеспечить существенное увеличение продолжительности активной, полноценной во всех отношениях жизни. Если допустить, что в геноме живого организма записана специальная программа старения, способствующая ускорению совершенствования

биологических видов, то ее можно «взломать», и человек сможет долго оставаться молодым.

У всех организмов разное биологическое время: например, мышь живет несравнимо меньше человека. Несмотря на то, что геномы человека и шимпанзе совпадают на 98,8% (по данным международного консорциума по картированию генома шимпанзе), представители вида *Homo sapiens* могут прожить 100 лет (максимальная достоверно зарегистрированная продолжительность жизни — 122 года), а обезьяны доживают максимум до 56.

Существует гипотеза, что продолжительность жизни млекопитающих, как правило, тем больше, чем длиннее период зародышевого развития — эмбриогенеза, который у слонов и людей наиболее продолжителен. Некоторые американские исследователи говорят о влиянии на естественную продолжительность жизни генетики вида (например, когда мутация единственного гена мыши может положить начало поколению с продолжительностью жизни на 50% больше обычной). Но они отмечают, что это не может быть единственной причиной. Точно так же и высокая скорость метаболизма, несомненно «укорачивающая» жизнь, совершенно не обязательно приводит к тому, что большие животные с медленным метаболизмом переживут небольших. Например, собаки мелких пород обычно живут дольше крупных, а попугай может прожить столько же, сколько и человек (см.: Райт К. *Время нашей жизни* // ВМН, № 1, 2003).

Ожидаемая средняя продолжительность жизни людей в развитых странах составляет 70 лет. Что касается биологического возраста человека, то в ходе эволюции происходит его оптимизация: сейчас верхняя граница молодости сместилась к 44 годам, а среднего возраста — к 60. Возможно, это связано с тем, что для человека более всего важно развитие мозга, накопление опыта и завершение формирования сознания, что, собственно, и отличает нас от всех других животных. А это в полной ▶



мере происходит в зрелом, а не в юном возрасте. Однако, возможно, человек живет дольше многих братьев наших меньших еще и затем, чтобы успеть передать жизненный опыт молодому поколению путем социального наследования. При этом немаловажную роль могут играть психологические факторы, такие как эмоциональная поддержка со стороны окружающих, чувство ответствен-

и иммунной системами. Было установлено, что с возрастом синтез пептидов, транскрипционных факторов, вырабатываемых в таламусе и влияющих на производство Т-лимфоцитов, замедляется, что приводит к сокращению численности их популяции и ослабляет иммунную систему. Но если ввести пептиды извне, то можно поднять уровень Т-лимфоцитов до нормы и повлиять на нега-

Максимальная достоверно зарегистрированная продолжительность жизни человека — 122 года

ности за судьбы своих близких, умение противостоять стрессовым ситуациям, небольшие дозы которых, как было недавно установлено, могут способствовать продлению жизни. Остается неясным, какие биохимические механизмы отвечают за такого рода регуляцию продолжительности жизни человека.

Почему мы стареем

Исследователи из НИИ акушерства и гинекологии им. Д.О. Отта РАМН на основании многолетних наблюдений и экспериментов пришли к выводу, что старение связано не только со сбоями в работе генома, но и с ухудшением функционирования органов, управляющих эндокринной

тивны процессы. Так, в экспериментах было показано, что введение регуляторных пептидов (тималина и эпителина, полученных из тимуса и эпифиза) лабораторным животным позволяло большинству их них доживать до видового предела в полном здравии.

Некоторые исследователи считают универсальным маркером старения мелатонин, т.к. его уровень в крови коррелирует с возрастом как у человека, так и у шимпанзе. Этот гормон, вырабатываемый в эпифизе, координирует биологические ритмы, стимулирует иммунную систему, защищает геном от повреждений, регулирует обмен веществ и уничтожает свободные радикалы,

негативно воздействующие на организм и способствующие старению. Мелатонин синтезируется в темноте, поэтому его концентрация в крови ночью в 30 раз выше, чем днем. Свет, в том числе электрический, замедляет и останавливает этот процесс, поэтому российских исследователи рекомендуют придерживаться нормальных биоритмов, соблюдать режим дня и ночи. Тем более что суточные смены света и темноты управляют физиологическими процессами, функционирующими согласно 24-часовому (циркадному) циклу. Неслучайно многие долгожители живут «по солнцу», т.е. рано ложатся и рано встают. Однако, несмотря на то, что циркадные ритмы синхронизируются со сменой света и темноты, вышеприведенных мер недостаточно. Предполагается, что на увеличение продолжительности жизни человека и сохранение ее качества, помимо ряда других факторов, о которых будет сказано ниже, влияет то, что мы называем здоровым образом жизни: оптимизация режимов бодрствования и сна, сбалансированная диета, индивидуальная терапия, рациональный отдых, оптимальные физические нагрузки и ограничение калорийности питания.

В последнее время появились экспериментальные подтверждения того, что продлить молодость можно различными способами, например, ограничением калорийности питания, что увеличивает чувствительность к инсулину, снижающуюся с возрастом. Но у некоторых животных, на которых проводились подобные опыты, наблюдалось ухудшение качества их существования, страдала репродуктивная функция, а сами они уменьшались в размерах. Поэтому прежде чем принимать те или иные меры, связанные со здоровьем, всегда необходимо проконсультироваться у специалиста. Предлагаемые меры эффективны, однако их нельзя считать панацеей от всех бед или универсальным способом продления физически активной и умственно полноценной жизни.

Как найти средство Макропулоса?

Установлено, что сразу по завершении роста организма начинают развиваться такие хронические возрастные заболевания, как инфаркт, инсульт, рак, диабет, подавление иммунитета, дегенерация сетчатки, остеопороз и т.д. Нельзя сбрасывать со счетов и нейродегенеративные старческие заболевания — болезни Альцгеймера, Паркинсона, хорею Гентингтона, при которых запускается целый каскад изменений в головном мозге, приводящий либо к нарушениям памяти (в первую очередь при болезни Альцгеймера), либо к нарушениям двигательных фун-

нео Э., Ригамонти Д. И Цукато К. Загадка хореи Гентингтона // *ВМН*, № 4, 2003; Холл С. Виагра для мозга // *ВМН*, № 12, 2003; Лосано А. И Каля С. Новые подходы к лечению болезни Паркинсона // *ВМН*, № 10, 2005; Вульф М. Альцгеймер не пройдет // *ВМН*, № 9, 2006).

Как замедлить, остановить или обратить вспять процессы старения, обеспечить при этом человеку качественную и полноценную в физическом и умственном плане жизнь? Таким вопросом задается ряд исследователей. В наши дни существует два основных традиционных подхода кувеличению продолжительности жизни. Первый — победить

дегенеративные болезни, онкология и пр.). Их профилактика могла стать одним из возможных средств продления периода активного долголетия (о современных демографических проблемах, в том числе о возможных последствиях старения населения, см.: Капица С.П. *Демографическая революция и будущее человечества* // *ВМН*, № 4, 2004; Перепись как зеркало демографии (По материалам беседы с руководителем Федеральной службы государственной статистики В.Л. Соколыным) // *ВМН*, № 7, 2004; Андреев Е. И Вишневецкий А. *Россия через 100 лет* // *ВМН*, № 8, 2004).

Второй путь — попробовать воздействовать на гены, связанные со старением, которых к настоящему времени известно около полутора десятков. Это возможно на основе внедрения новой технологии биочипов, существенно упрощающей массовое генетическое тестирование населения и позволяющей направленно воздействовать на работу «генов старения» с помощью уже известных геропротекторов, т.е. витаминов, комплексонов, биологически активных пептидов, о чем уже шла речь ранее. При этом многие исследователи, в том числе профессор в. С. Баранов, считают, что оптимальные результаты в плане продления активного долголетия и борьбы со старостью могут быть достигнуты только путем совмещения для каждого человека профилактики и лечения возрастных заболеваний с мерами, предлагаемыми так называемой медициной антистарения, и на основе учета сведений, содержащихся в «генетическом паспорте» человека — его уникальной базе ДНК-данных, представляющей собой результат тестирования генетических вариантов всех жизненно важных систем обеспечения. Однако достаточно ли этого, чтобы долго оставаться молодым?

Коварный кислород

Согласно еще одному взгляду на проблему старения, в основе всего, что происходит с возрастом с клеткой, органами и организмом в целом, ▶

Профилактика, своевременная диагностика и лечение возрастных заболеваний могут стать одним из путей продления активного долголетия

кций (как при болезни Паркинсона). Невозможно не учитывать и старческое слабоумие — сенильную деменцию, описываемую в психиатрической литературе как старческий (или сенильный) психоз, сопровождающийся прогрессирующим распадом психической деятельности. На лечение и уход за такими больными только в США тратятся миллиарды долларов в год (см.: Катта-

старческие болезни с помощью новейших достижений медицинской науки. В том числе в задачу нового ее направления, названного предикативной (предсказательной) медициной, входит досимптоматическое выявление лиц, составляющих группы высокого риска по наиболее частой мультифакториальной патологии (сердечно-сосудистые заболевания, диабет, остеопороз, нервно-



SOURCE: www.picture-newsletter.com

лежит биохимия. С этой точки зрения рассматривается «свободнорадикальная» теория старения, согласно которой основными агентами, повреждающими белки и другие макромолекулы, служат активные формы кислорода (АФК), губительному воздействию которых противостоит антиоксидантная система организма.

Академик В.П. Скулачев, директор НИИ физико-химической биологии им А.Н. Белозерского, декан факультета биоинженерии и биоинформатики МГУ, изучая молекулярные механизмы, пришел к выводу, что главными нашими врагами являются ядовитые АФК (активные формы кислорода), которые образуются в митохондриях — внутриклеточных органеллах, ответственных за внутриклеточное дыхание.

Известно, что кислород сжигает питательные вещества в нашем организме, обеспечивая тем самым получение энергии, необходимой для жизнедеятельности. Более 90% кислорода, поглощающегося в процессе клеточного дыхания, которое при- сущее всем организмам, живущим

в содержащей кислород среде (т.е. в аэробных условиях), восстанавливается до воды путем присоединения к O_2 четырех электронов и четырех протонов ($O_2 + 4e^- + 4H^+ \rightarrow 2H_2O$). Эта сложная реакция катализируется специальными белками-ферментами, заключенными в митохондрию. Однако иногда в химических (неферментативных) реакциях происходит гораздо более простой процесс одноэлектронного восстановления кислорода (около 2% поглощаемого O_2) в супероксид (O_2^-), что долгое время считалось неизбежной расплатой за кислородную энергетику. Однако, как выяснилось, дело не в том, что организму не удается полностью исключить более примитивную реакцию, а в том, что существуют специальные белки-ферменты, ответственные за образование супероксида — предшественника еще более ядовитых форм, например, радикала гидроксила (OH^-). Нередко продукты такого типа образуются снаружи клетки и защищают ее от патогенных бактерий, однако в некоторых случаях они вырабатываются внутри клетки и убивают ее.

Именно так описывается запрограммированная смерть клетки, так называемый апоптоз, за открытие механизмов которого в 2002 г. С. Бреннеру, Дж.Э. Салстону и Х.Р. Хорвицу была присуждена Нобелевская премия по физиологии и медицине.

Запрограммированная смерть

В.П. Скулачев считает, что по такому же сценарию, как апоптоз, осуществляется самоубийство митохондрии (митоптоз), коллективное самоуничтожение групп клеток и органов в процессе эмбрионального развития (органоптоз), а также биохимическая самоликвидация организма, которую он назвал феноптозом. Но иногда такой самоликвидации может не происходить.

Скулачев утверждает: «Старение есть ослабление с течением времени жизненных функций, повышающее вероятность смерти». Однако он не согласен с общепринятой песимистической точкой зрения, согласно которой изнашивание и гибель живых существ неизбежны. Он



Примеры нестареющих организмов

считает старение организмов одним из механизмов ускорения естественного отбора. Следовательно, это программа, заложенная в гены природой, и ее можно вывести из строя, сломать и тем самым выключить механизм, сокращающий нашу жизнь. В подтверждение своей точки зрения он приводит примеры животных, которым неведомо старение, — например, бактерии, которые делятся до тех пор, пока существует питательная среда. Более высоко организованный гриб подоспора утрачивает способность к старению, если нарушается функция митохондрий, и вместо 20 дней начинает жить годами. Гигантские черепахи, жемчужницы, щуки, гренландские киты, африканский грызун голый землекоп и некоторые другие животные, а также растения, размножающиеся вегетативно, продолжают активно жить и сохраняют репродуктивную функцию до тех пор, пока не умирают от других причин, не связанных со старением.

Недавно К.-У. Фрелих с сотрудниками описали запрограммированную смерть у дрожжей. Отмечена она и у простейших (тетрахимен), и у ряда многоклеточных организмов, размножающихся только единожды. Например, у клеща



охраняла. Трагического события не произойдет, если у женской особи удалить обе оптические железы. По данным Дж. Водинского, такая операция вчетверо продлевает жизнь животного, т.е. если жизненный цикл мелких кальмаров обычно не превышает двух лет, то они смогут доживать лет до восьми.

Тихоокеанский лосось к моменту нереста ускорено стареет (у него развивается остеопороз, падает иммунитет, истончается кожа,

еще долгое время. Атлантический лосось может не стареть и прожить по крайней мере еще один сезон (по данным в.В. Зюганова), если в его жабрах поселятся личинки моллюска жемчужницы, которые каким-то образом останавливают процесс дряхления.

Более того, у многих видов животных, включая приматов, самка умирает вскоре после того, как прекращается репродуктивный период, в отличие от женщин, чья жизнь на этом не заканчивается. В рамках концепции фенотоза это означает, что сигнала смерти, включающегося у старых обезьян после потери детородной способности, у женщин нет, или по каким-то причинам он не принимается организмом к исполнению.

В настоящее время группой Скулачева исследуются все типы самоликвидации живых систем (апоптоз, митоптоз, органоптоз и фенотоз), связанные с продукцией ядовитых форм кислорода (АФК).

Антиоксиданты

В лаборатории в.П. Скулачева синтезировали антиоксидант *SkQ*, который воздействует на митохондрии и борется с ядовитыми формами кислорода. Исследователи полагают, что, прервав процесс образования супероксида, можно было бы ▶

Программы самоликвидации действуют не только на уровне клетки, но также на субклеточном и надклеточных уровнях: самоуничтожаться могут даже организмы

Adactylidium потомство прогрызает себе путь на волю из тела матери, вызывая ее гибель.

Нередко поведенческая или биохимическая программа самоубийства включается при половом акте или после него. У кальмаров самец разрывает самке кожу, подсаживает сперматофор и умирает, а затем, после появления потомства, уходит из жизни и мать. Самка осьминога теряет аппетит и погибает от истощения после того, как маленькие осьминоги вылупятся из яиц, которые она отложила и ревностно

появляются амилоидные бляшки и т.д.) и гибнет, а его разлагающееся тело поедают рачки, которые, в свою очередь, служат пищей для мальков. Иными словами, лосось приносит себя в жертву собственным детям. Но умирает он не из-за крайнего истощения, как думали раньше, а вследствие включения особой биохимической программы, в которой ключевую роль играют стероидные гормоны. Если затормозить их образование, удалив надпочечники или гонады, то он сможет оставаться молодым

АПОПТОЗ: САМОУБИЙСТВО КЛЕТОК



отменить или хотя бы заменить программу старения, т.к. есть все основания считать, что главным источником АФК при старении служат именно эти органеллы.

Действие вещества SkQ на основе «Скулачев-ионов» основано на свойствах входящего в его состав специального положительно заряженного гидрофобного иона, который проходит через мембрану и накапливается внутри митохондрии под действием разности электрических потенциалов между внутренним пространством митохондрии и цитозолем клетки. По предварительным результатам исследований, проведенных в. П. Скулачевым совместно с профессором В.Н. Анисимовым из НИИ онкологии им. Н.Н. Петрова, антиоксидант продлевает жизнь мышей, которые получают его с питьевой водой в следовых количествах. Кроме того, вещество предотвращает и лечит 15 старческих болезней у животных, в том числе катаракту и дегенерацию сетчатки. В сотрудничестве с Московской ветеринарной академией ученые уже вернули зрение 45 из 56 ослепших животных, среди которых собаки, кошки, кролики и лошади.

В следующем году планируется приступить к первой стадии клинических испытаний.

Предположение о запрограммированной смерти организма, выдвинутое Вейсманом более века назад, может быть по достоинству оценено только сегодня, когда уже описаны феномены самоликвидации внутриклеточных органелл (митохондрий), а также клеток и органов. Явления же, относящиеся к категории феноптоза, прослежены на различных уровнях организации жизни. Однако пока недостаточно знаний, чтобы сделать окончательный выбор между двумя основными теориями старения: смерть от старости как результат накопления случайных поломок или включение программы медленного самоубийства. Концепции, обычно рассматривающиеся как альтернативные, могут оказаться взаимодополняющими, если принять во внимание то, что накопление ошибок регулируется организмом, и программа самоубийства запускается задолго до того, как поломки станут несовместимыми с его жизнью.

(по материалам агентства «ИнформНаука»)

Более восемнадцати веков назад римский врач и естествоиспытатель Гален предложил термин «апоптоз» (от греч. «листопад») для обозначения осеннего отмирания листьев на «живых», неповрежденных деревьях. Если растения не сбросят свой пышный наряд в преддверии зимы, то зимние снега сломают ветви, и дерево пострадает. Многочисленные исследования последних 20 лет убедительно показали, что способность к самоубийству присуща не только клеткам черешка, но самым разным их типам, включая клетки растений, животных и человека. С легкой руки Галена апоптозом стали называть все случаи самоликвидации или запрограммированной смерти клеток

Редакция журнала благодарит за помощь в подготовке материала директора НИИ физико-химической биологии им А.Н. Белозерского, декана факультета биоинженерии и биоинформатики МГУ, академика В.П. Скулачева и руководителя лаборатории пренатальной диагностики НИИ акушерства и гинекологии им. Д.О. Отта РАМН, профессора В.С. Баранова

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

- Скулачев В.П. Старение организма — особая биологическая функция, а не результат поломки сложной биологической системы: биохимическое обоснование гипотезы Вейсмана // Биохимия, 1997, № 62.
- Скулачев В.П. Феноптоз: запрограммированная смерть организма // Биохимия, 1999, № 64.
- Kerr J.F., Wyllie A.H., Currie A.R. Apoptosis: a basic biological phenomenon with wide-ranging implications in tissue kinetics // Br. J. Cancer. 1972. № 26. Press Release: the 2002 Nobel Prize (www.nobel.se/medicine/laureates/2002/press.html)
- Schopenhauer A. The world as will and representation. N.Y., 1969.
- Weismann A. Essays upon heredity and kindred biological problems. Oxford, 1889.



Национальная
Гоночная Серия
АВТОВАЗ

Ваша гоночная команда в классе LADA Revolution



На соревнования
Национальной
Гоночной Серии
АВТОВАЗ
аккредитовано
более 350
журналистов
из 250 федеральных
и региональных СМИ



Освещение
выступления Вашей
команды на
федеральных
телеканалах

Участие в классе «LADA Revolution»
+7 (927) 268 45 74



Марк Фишетти

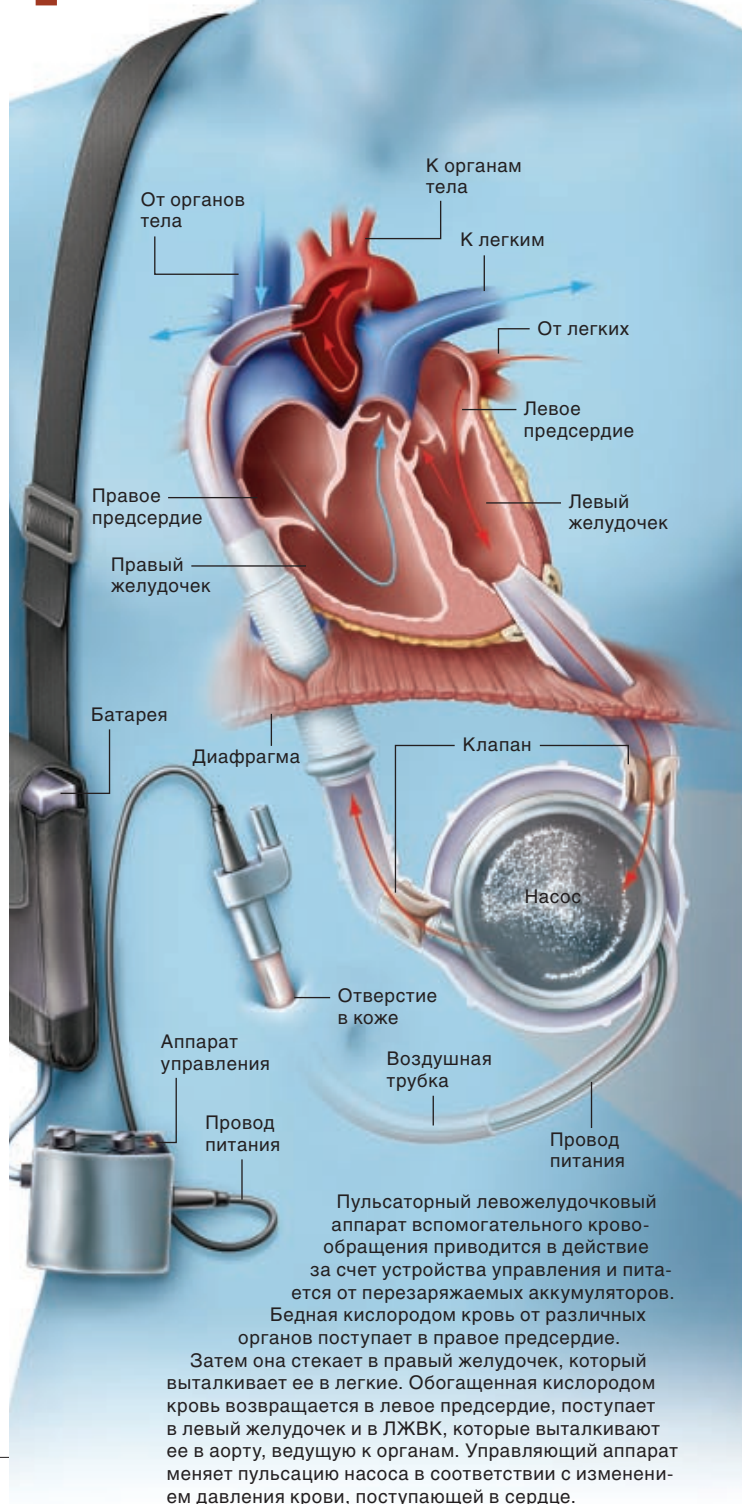
ВОССТАНОВЛЕНИЕ Кровотока

Искусственное сердце применяется все реже, т.к. порой вызывает серьезные осложнения (см.: Статц Б. Жертва искусственного кровообращения // ВМН, № 9, 2003). На смену ему приходят левожелудочковые аппараты вспомогательного кровообращения (ЛЖВК). Современные устройства такого типа помогают пациентам, нуждающимся в поддержании жизнедеятельности на период ожидания донорского сердца, а также выполняют функции пораженного левого желудочка. Сейчас различия между ЛЖВК, служащим своеобразным «мостом» к трансплантату, и ЛЖВК для постоянной поддержки больного исчезают. Некоторые пациенты, подключенные к таким аппаратам в ожидании операции, жили с ними по 2–3 года.

Здоровый левый желудочек выталкивает обогащенную кислородом кровь в аорту и по большому кругу кровообращения к внутренним органам. ЛЖВК полностью или частично берет на себя эту функцию. Наиболее распространенными пока остаются аппараты первого поколения — пульсовые: насос выталкивает кровь в ритме здорового сердца. ЛЖВК второго поколения — роторные насосы, непрерывно качающие кровь, — имеют меньший размер. На стадии экспериментального тестирования находится третье поколение устройств — с электромагнитным ротором. Но ни один вид ЛЖВК не оказался принципиально лучше других.

Пульсовые насосы *HeartMate 1* и *Novacor* по-прежнему полностью заменяют левый желудочек сердца. Модели с непрерывной подачей крови *DeBakey* меньше по размеру и проще в использовании, т.к. не содержат механических клапанов или воздушной трубки. Аппараты с электромагнитным приводом менее других подвержены износу. В США наиболее популярны пульсовые насосы: *HeartMate 1* используется и как «мост», и для постоянного вживления как альтернатива пересадке сердца, *Novacor* обычно применяется перед трансплантацией. Прочие модели — пока на стадии испытания.

ЛЖВК спасли немало жизней, но нередко они вызывают осложнения. Инфицированием незаживающих ран страдает примерно 15% больных, а для предотвращения тромбозов пациенты с ЛЖВК вынуждены постоянно принимать антикоагулянты, повышающие вероятность кровотечений. Иногда аппараты выходят из строя. Однако врачи охотно используют их, потому что донорских органов по-прежнему мало. Каждый год в клиники США поступает лишь 2,1 тыс. трансплантатов, а в лист ожидания внесены 3,5–4 тыс. человек.



Пульсаторный левожелудочковый аппарат вспомогательного кровообращения приводится в действие за счет устройства управления и питается от перезаряжаемых аккумуляторов. Бедная кислородом кровь от различных органов поступает в правое предсердие. Затем она стекает в правый желудочек, который выталкивает ее в легкие. Обогащенная кислородом кровь возвращается в левое предсердие, поступает в левый желудочек и в ЛЖВК, которые выталкивают ее в аорту, ведущую к органам. Управляющий аппарат меняет пульсацию насоса в соответствии с изменением давления крови, поступающей в сердце.

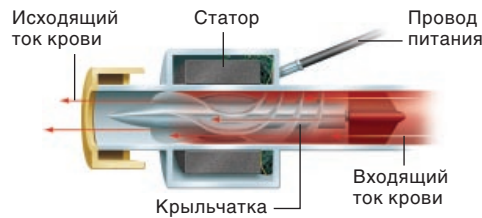
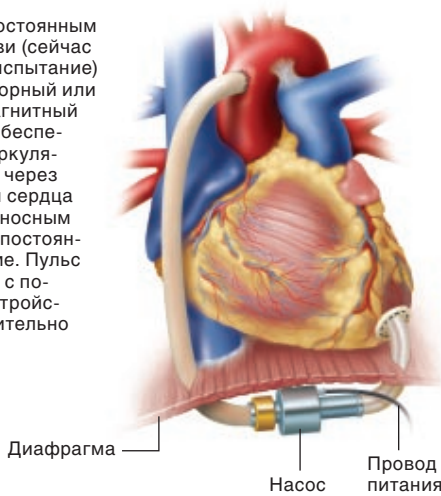
ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ...

■ Примерно у 40% пациентов, жизнедеятельность которых поддерживается ЛЖВК, часто страдает и правый желудочек. Поэтому на стадии тестирования находится правожелудочковый аппарат вспомогательного кровообращения, который мог бы имплантироваться одновременно с ЛЖВК. Ряд исследователей, в том числе сотрудники лаборатории Киотаки Фукамачи из клиники Кливленда, приступили к испытаниям подобной конструкции на животных. Некоторые разработчики пытаются соединить оба устройства в одно, стремясь в очередной раз создать искусственное сердце.

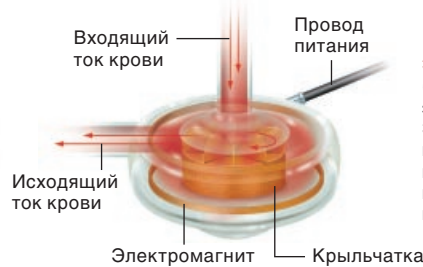
■ Не всем пациентам с сердечной недостаточностью вживляют ЛЖВК. Слишком худым или невысоким людям аппарат не может быть имплантирован, т.к. его насос довольно большой (10–15 см в диаметре), а к нему еще должны крепиться трубки 12,5–20-сантиметровой длины (инженеры стремятся внедрить устройства с роторным насосом, которые можно сделать миниатюрнее). Также ЛЖВК не может быть рекомендован пациентам, страдающим почечной и печеночной недостаточностью или серьезными легочными заболеваниями. Тесты показали, что больной с вышеперечисленными нарушениями не переживет стресс от имплантации.

■ Ранее разработчики активно использовали энергию внешнего пневматического привода. Но такой подход не оправдал себя, поскольку большой диаметр воздушной трубки, проходящей сквозь кожу пациента, привел к проникновению инфекции в организм 30–50% больных.

ЛЖВК с постоянным током крови (сейчас проходят испытание) имеют роторный или электромагнитный привод и обеспечивают циркуляцию крови через желудочки сердца и по кровеносным сосудам в постоянном режиме. Пульс пациентов с подобным устройством значительно замедлен



В РОТОР вмонтирован неподвижный статор, генерирующий электромагнитное поле. Оно приводит в движение магниты внутри лопастей крыльчатки, заставляя их вращаться



ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЙ НАСОС (насос на магнитной подушке) — это альтернативная разработка. Электромагнит поддерживает в электромагнитном поле и вращает крыльчатку, создающую центробежную силу, которая проталкивает кровь в сосуды

СТАТОР НАСОСА вращает магниты так, что они проворачиваются в ритме естественного сердцебиения, заставляя нажимную пластину приподниматься и проталкивать кровь, попадающую в камеру из левого желудочка. Возникающий под пластиной вакуум заполняется воздухом, который поступает из окружающей среды по воздушной трубке. Когда давление в камере становится равным давлению в левом желудочке, клапан блокирует входящий ток крови. Давление внутри насоса продолжает расти, пока не превысит давление крови в аорте. Тогда открывается исходящий клапан, и кровь устремляется наружу. Затем воздух выходит, и нажимная пластина опускается, входящий клапан открывается и позволяет крови заполнить камеру для следующего толчка



Впервые за сто лет

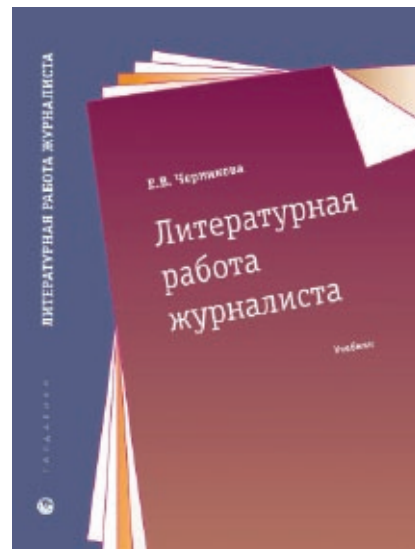
«Литературная работа журналиста» — одна из базовых дисциплин, давно преподаваемых на факультетах журналистики страны, однако до сих пор не было ни одного издания, которое объединяло бы методикой и понятийным аппаратом всех участников процесса обучения: студентов и преподавателей. В 2007 г., наконец, появился первый учебник (М.: Гардарики; гриф Минобрнауки), в определенной степени устраняющий это неестественное положение.

Автор — писатель, журналист и преподаватель Е.В. Черникова — написала учебник «Литературная работа журналиста» в продолжение своего предыдущего труда — учебного пособия «Основы творческой деятельности журналиста» (М.: Гардарики, 2005), посвященного современной российской журналистике, считая от реформ начала 1990-х гг.

К особым достоинствам учебника «Литературная работа журналиста» следует отнести то, что в нем с максимальной возможной в этом вопросе четкостью разграничены писательство и журнализм как две не только разные, но и во многом противопо-

ложные профессии. На этой обоснованной оппозиции построен и учебный материал «Литературной работы журналиста».

Особенность учебника — большое количество оригинальных заданий, апробированных многолетней преподавательской практикой. Автор советует студентам выполнить их все и призывает начинающих журналистов учиться работать над словом ежедневно, подчеркивая, что навык регулярной письменной работы непременно поможет журналисту состояться в профессии. Посредством выполнения этих заданий отрабатываются основные приемы творчества в условиях глобального информационного потока, плотность и мощь которого нарастает с каждым днем. Творческому индивиду непросто найти себя в этих условиях, не предполагающих трепетного отношения к личным интенциям и усилиям кого бы то ни было, и учебник Е.В. Черниковой дает оригинальные психологические ключи, практические креативные советы, которые настраивают молодых журналистов на словесную работу в любых обстоятельствах. Легкий



Черникова Е.В. Литературная работа журналиста: М.: Гардарики; гриф Минобрнауки, 2007.

живой язык, которым написан учебный текст, позволяет студенту любого курса с интересом и пользой воспринять материал. Учебник может быть также полезен начинающим филологам, психологам, рекламистам, историкам прессы, специалистам по медиаобразованию.

Книги-собеседники

Ученые, которые пишут популярно, — большая редкость, тем более, когда видные представители научного сообщества обращаются к читателю со своими раздумьями об устройстве мира и размышлениями, как сделать жизнь людей более насыщенной и полноценной.

В.И. Вернадский, классик учения о биосфере и ноосфере, предстает на страницах нового издания как цельная личность, преданная своим убеждениям. Философ-скептик, энтузиаст науки и патриот России, Вернадский был далек от борьбы за власть. В России первой половины

прошлого века был опубликован (*Известия АН СССР, № 3, 1933*) его ответ философу Деборину на надуманные обвинения по поводу освещения проблем времени, в котором Вернадский высказывает серьезные претензии власти: «В стране, где научная мысль и научная работа должны играть основную роль, ибо с их ростом и развитием должны были бы быть связаны основные интересы жизни, — ученые должны быть избавлены от опеки представителей философии». Радует убежденность ученого и гражданина в неизбежности торжества науки в жизни человечества, несмотря

на временные отступления от этого закона у отдельных стран и народов.

Как реагировать на романтизм Вернадского сегодня? Откроем следующую книгу. Наши современники, философ Е.Н. Князева и выдающийся математик С.П. Курдюмов, создатель всемирно признанной теории режимов с обострениями, солидарны с Вернадским в том, что логика развития человечества — совершенствование разума, на работу которого приходится все более принципиальная нагрузка. Пренебрежение этой логикой ведет с позиций современной синергетики к скатыванию в катастрофы ▶

Читайте в журнале
«Наука из первых рук»,
№1 2007 г.

В фокусе: Чингис-хан — взгляд из третьего тысячелетия

Под знаменами Чингис-хана

Для многих наших современников Чингис-хан — почти мифический персонаж далекого прошлого, однако для монгольского мира это имя — важнейшая составляющая современной культуры

Непобедимая армия монголов

Монголы воевали вдали от своей родины, нередко уступая своим противникам в численности. Однако они нападали и побеждали, будучи уверенными в своей непобедимости...

«Место нашего последнего жилища должно быть здесь!»

«Последнее жилище» Чингис-хана по-видимому, находится, в Монголии, в небольшом легкодоступном участке Хэнтэйской горной страны

Города ... кочевников

В бескрайних монгольских степях иногда встречаются остатки давних сооружений. Из памяти людской уже стерлись имена народов, некогда населявших эти давно заброшенные развалины...

Южная Сибирь под властью монголов

Кыргызский каганат к началу XIII в. был единственным самостоятельным государственным объединением к северу от монгольских земель

Джунгарское ханства — последняя Кочевая империя

Когда многовековое противостояние Кочевника и Земледельца, наконец, завершилось в пользу последнего, Великая степь породила последнюю кочевую империю



Озоновые дыры — дети стратосферных вихрей

Чтобы понять, как образуются озоновые дыры, наблюдайте за тем, как вода стекает через отверстие в ванне: достигнув определенной скорости, она начинает быстро вращаться, образуя вокруг отверстия характерную воронку

«Блаженство видеть природу в самом ее бытии...»

О сибирском путешествии академика Палласа

Неведомая Сибирь была вождленным краем для естествоиспытателей — первопроходцев уже с начала XVIII в. Достойным продолжателем их дела стал П. С. Паллас, фактически открывший перед всеми богатый животный и растительный мир Сибири.

Прыгающие гены

За открытие удивительных генов, способных самостоятельно менять свое положение на хромосомах, Барбара Макклиток была удостоена Нобелевской премии. На сегодня гены-попрыгунчики обнаружены практически у всех изученных видов организмов

Путешествие в горячую точку

Гидротермы Камчатки — так, наверное, выглядела древняя Земля, когда на ней зарождалась жизнь... Исследуя эту уникальную природную модель, ученые рассчитывают получить знания о путях эволюции, а также найти микроорганизмы, которые можно использовать для нужд биотехнологии

Фонтаны Затерянного мира. Фоторепортаж из камчатской Долины гейзеров

На свете существуют такие природные явления, которые не оставят равнодушным никого. И одно из них — гейзеры

Учрежден Сибирским отделением Российской Академии наук. Главный редактор академик Н. Л. Добрецов. Издатель ООО «ИНФОЛИО». Издаётся с 2004 г. Периодичность — 6 номеров в год (на русском языке), 6 номеров в год (на английском языке)

Подписка в каталогах «Пресса России» (индексы 12923, 1292), «Роспечать» (индексы 49495, 49498), в редакции (zakaz@infolio-press.ru) и на сайте журнала www.sciencefirsthand.ru, www.sibsciencenews.org

Адрес редакции: 630055, г. Новосибирск, ул. М. Джалиля, 15 Тел. +7 (383) 332 15 40, факс +7 (383) 332 14 48

разного масштаба. В то же время использование синергетических моделей и методов может быть чрезвычайно полезно для понимания индивидуальной познавательной и творческой деятельности человека, исторического развития научного знания и культуры, направлений насущной реформы образования и для разработки новых подходов в исследовании будущего. С этими и многими другими чертами новой науки знакомит интервью Е.Н. Князевой с основателем синергетики Г. Хакеном.

Как вообще не потерять стремление к работе мысли, к развитию личности в атмосфере засилья видеотехники, рекламы и компьютерных игр? Профессор МГУ Ю.Б. Гиппенрейтер ведет фундаментальные научные исследования в области психологии и одновременно тренинговые занятия с семьями с полным убеждением, что психологи, педагоги и социологи — это «помогающие» профессии. Ученый героически ломает барьеры между современным научным знанием и практическим приобщением



Вернадский В.И. Биосфера и ноосфера. М.: Айрис-пресс, 2004. 576 с.

Князева Е.Н., Курдюмов С.П. Основания синергетики. Человек, конструирующий себя и свое будущее. М.: КомКнига, 2006. 232 с.

Гиппенрейтер Ю.Б. Общаться с ребенком. Как? М.: АСТ: Астрель, 2007. 240 с.

к нему широких слоев населения, адаптировав к современной российской действительности американскую систему психологических тренингов. Рецепт прост: взаимодействие и общение с уважением личной позиции друг друга. Автор знакомит читателя с научными представлениями, положенными в основу практических

рекомендаций, убеждает проделать необходимую работу для усовершенствования личного поведения. Разницу между опорой на житейские и научные представления Гиппенрейтер иллюстрирует метафорой выбора между трех- и двухколесным велосипедом: обращение с первым не требует усилий, но далеко ли на нем уедешь?

ежемесячный научно-информационный журнал

SCIENTIFIC AMERICAN **В мире науки**

Открыта подписка по специальной цене 450 рублей

В феврале 2006 года вышел в свет сборник материалов журнала «В мире науки», посвященный космосу

www.sciam.ru

Информацию об оформлении подписки можно получить по телефонам:
105-03-72 и 727-35-30

SCIENTIFIC AMERICAN **в мире науки**

КОСМОС

АЛЬМАНАХ

Потерянная планета
Загадочный Марс
Теория струн
План Вселенной

ЗАЧЕМ КОШКЕ **третье веко?**

Отвечает ветеринар-офтальмолог Пол Миллер из Висконсин-Мэдисонского университета

Третье веко у кошек — не прихоть природы: оно защищает поверхность глазного яблока от болезней и повреждений. По сути дела, третье веко выполняет настолько важные функции, что оно стало неотъемлемым атрибутом глаза большинства рептилий, птиц и зверей. А приматы (включая человека) — скорее исключение из общего правила.

Третье веко, или мигательная перепонка, образовано тонкой складкой прозрачной слизистой оболочки глаза — конъюнктивы. Сторона перепонки, контактирующая с поверхностью глаза и покрывающим ее тонким слоем жидкости (слезной пленкой), густо усажена крошечными лимфатическими фолликулами, которые функционируют как своеобразные лимфатические узлы глаза и защищают его поверхность от микробов.

Конъюнктивa состоит из двух слоев ткани, между которыми находится тонкая хрящевая пластинка.

Ее слегка изогнутая форма соответствует выпуклой форме роговицы (плотной прозрачной оболочке на поверхности глазного яблока). Основание хрящевой пластинки окружено слезной железой, вырабатывающей значительную часть жидкости на поверхности глазного яблока.

У бодрствующей кошки третье веко почти целиком скрыто в глазнице, во внутреннем уголке глаза заметен лишь совсем небольшой его кусочек. Однако когда животное дремлет, спит или моргает, глазные мышцы слегка стягивают глазное яблоко в глазницу, заставляя третье веко скользить по поверхности и полностью закрывать роговицу. Удаляя с роговицы частицы грязи и смачивая ее слезной жидкостью, третье веко работает как автомобильный стеклоочиститель. Не исключено, что оно защищает роговицу и от повреждений, когда кошка подкрадывается к жертве в высокой траве.

А почему третьего века нет у людей? Ответа на этот вопрос пока нет. Возможно, человеку оно просто



не нужно — ведь, в отличие от кошек, своих жертв наши предки умерщвляли не с помощью укусов, и, в отличие от лошадей, они не щипали траву. А значит, никаких особых эволюционных преимуществ это дополнительное средство защиты глаз людям не давало.

почему при тренировках **НАБУХАЮТ ВЕНЫ?**

Отвечает профессор физиологии Марк Эндрюс из Колледжа остеопатической медицины Лейк-Эри

Вены во время тренировок вовсе не «вздуваются»: физические упражнения не вызывают ни повышения венозного давления, ни увеличения диаметра вен. Вены проступают под кожей оттого, что мышцы выталкивают их ближе к ее поверхности. Когда человек находится в состоянии покоя, максимальное (систолическое) давление крови на стенки его артерий составляет в норме 120 мм ртутного

столба, а минимальное (диастолическое) — 80 мм. Во время физических упражнений частота и сила сердечных сокращений увеличиваются, и крови в артерии поступает больше. Систолическое давление повышается в линейной зависимости от интенсивности нагрузки, достигая 200 мм ртутного столба во время аэробной тренировки и более 400 мм при подъеме тяжестей. А диастолическое давление и давление крови в венах, несущих кровь к сердцу, во время аэробной тренировки даже немного снижаются.

Повышение артериального кровяного давления во время физических упражнений заставляет плазму крови просачиваться сквозь тончайшие стенки капилляров (микроскопических кровеносных сосудов, обеспечивающих кровью клетки) и проникать в мышцы и окружающие их пространства. Это процесс и вызывает укрупнение и уплотнение мышц во время физических упражнений. Вздувшиеся мышцы подталкивают вены к поверхности кожи, отчего те делаются заметнее и кажутся набухшими.



VII Всероссийская выставка научно-технического творчества молодежи НТМ- 2007

26 - 29 июня 2007 г.

Москва, ВВЦ, павильон № 57

● Организаторы: Министерство образования и науки РФ, Правительство Москвы, Всероссийский выставочный центр, Совет ректоров вузов Москвы и Московской области

НТМ - 2007 - это:

- демонстрация уникальных возможностей молодых специалистов в построении общества, основанного на знаниях;
- результаты поиска перспективных решений, воплощения новых идей в области науки, техники и технологий;
- итоги смотров и выставок научно-технического творчества и научно-исследовательской деятельности студентов, школьников, учащихся центров дополнительного образования.

● Участники выставки - представители интеллектуальной молодежи из регионов России и стран СНГ в возрасте от 12 до 27 лет.

<http://www.vvcentre.ru>
www.ntfm-expo.ru

ежемесячный научно-информационный журнал

SCIENTIFIC AMERICAN **В мире науки**

www.sciam.ru
 Подробности по телефонам:
 105-03-72 и 727-35-30



В 2007 году выходит в свет сборник лучших материалов журнала «В мире науки», посвященный тайнам сознания человека и процессам, происходящим в мозге



SCIENTIFIC AMERICAN
 в мире науки
МОЗГ И СОЗНАНИЕ
 АЛЬМАНАХ
 Нейробиология
 Структуры и функции
 Психология
 Наука о человеке

Читайте в следующем выпуске журнала:

ежемесячный научно-информационный журнал

SCIENTIFIC AMERICAN **В мире науки**
 №6 2007

ТЕМНАЯ ЭНЕРГИЯ:
 космический захват

Таинственная сила меняет форму галактик



Триумф цифрового телевидения

Лего из молекул

СПЕЦИЯ-ПАНАЦЕЯ:
 карри вылечит рак и болезнь Альцгеймера?

www.sciam.ru

НЕВИДИМАЯ РУКА ВСЕЛЕННОЙ

Темная энергия не только ускоряет расширение Вселенной, но и определяет форму галактик и их распределение в пространстве

КРЕМНИЕВЫЙ ЛАЗЕР

Исследователи научились генерировать лазерное излучение на основе кремния. В ближайшие годы это открытие произведет революцию в компьютерной технике

СПЕЦИЯ-ПАНАЦЕЯ

Один из ингредиентов карри обещает быть полезным в лечении болезни Альцгеймера, рака и других опасных заболеваний

НАКОНЕЦ-ТО ЦИФРОВОЕ ТЕЛЕВИДЕНИЕ?

17 февраля 2009 года аналоговое телевизионное вещание в США уйдет в прошлое. С этого дня все станции Америки переходят на цифровой стандарт

МОЛЕКУЛЯРНЫЙ КОНСТРУКТОР

Молекулярные мини-блоки, прочно соединяющиеся друг с другом, дают химикам возможность проектировать и создавать структуры любой формы в наномасштабах

ХРАНИТЕ СТВОЛОВЫЕ КЛЕТКИ В БАНКЕ

Если человечество научится управлять процессом развития и трансформации стволовых клеток, то возможности клеточной терапии станут практически неограниченными

МОГУЩЕСТВЕННЫЕ РИБОПЕРЕКЛЮЧАТЕЛИ

Изучение реликтов давно исчезнувшего мира, в котором царствовали молекулы РНК, поможет найти новые способы борьбы с недугами человека

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.

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 distr@sciam.ru;

■ по факсу 105-03-72.

Подписку можно оформить со следующего номера.

БЛАНК ЗАКАЗА ПРЕДЫДУЩИХ НОМЕРОВ ЖУРНАЛА

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

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

Ф.И.О. _____

Индекс _____

Область _____

Город _____

Улица _____

Дом _____ Корп. _____ Кв. _____

Телефон _____

E-mail: _____

Цена за один номер журнала **65 руб. 00 коп.**

БЛАНК ПОДПИСКИ

■ Я хочу подписаться на 6 номеров журнала
«В мире науки» и плачу **540 руб. 00 коп.**

■ Я хочу подписаться на 12 номеров журнала
«В мире науки» и плачу **1080 руб. 00 коп.**

Цена за один номер журнала по подписке в 2007 г.
90 руб. 00 коп.

Ф.И.О. _____

Индекс _____

Область _____

Город _____

Улица _____

Дом _____ Корп. _____ Кв. _____

Телефон _____

Дата рождения _____ / _____ /20 _____

ЗАО «В мире науки»
Расчетный счет 40702810100120000141
в ОАО «Внешторгбанк» 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 «Внешторгбанк» 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		

ОФОРМИТЬ ПОДПИСКУ МОЖНО:

■ по каталогу
«Пресса России»,
подписной индекс 45724;
«Роспечать»,
подписной индекс 81736;
изданий органов НТИ,
подписной индекс 69970;
«Почта России»,
подписной индекс 16575

■ на Украине по каталогу
подписных изданий агентства
KSS, подписной индекс 69970

■ Все номера журналов
можно купить в редакции
журнала по адресу: ул. Радио,
дом 22, комн. 409, тел./факс
(495) 105-03-72

■ В ООО «Редакция УРСС»
по адресу: проспект 60-летия
Октября, д. 9, оф. 203,
тел./факс (495) 135-42-16.

■ В книжных магазинах
научного центра
«ФИЗМАТКНИГА» (тел. 409-93-
28): г. Долгопрудный,
новый корпус МФТИ;
г. Зеленоград,
МИЭТ, 4-й корпус

■ В интернет-магазинах:
www.ozon.ru,
www.setbook.ru,
www.urss.ru.

