

В МИРЕ НАУКИ

scientific american

WWW.SCIAM.COM

СПЕЦИАЛЬНЫЙ ВЫПУСК

№1 2003

ВРЕМЯ

- Рана в сердце физики ○
- Культура и время ○
- Машина времени ○
- Время и разум ○
- Совершенные часы ○
- Философия времени ○
- Летопись хронометрии ○
- Биологический таймер ○
- Предвзвешенные интеллектуалы ○
- In vino veritas ○

ежемесячный научно-информационный журнал

Фил ЭСПОЗИТО: РАДИ ПОБЕДЫ Я ГОТОВ БЫЛ УБИТЬ...

illustrated

Америка

декабрь 2002 №7(470)

ПЕНСИЛЬВАНСКИЕ НЕМЦЫ

триста лет
одиночества

ВИЗЫ В США

маленькая
революция

РОЖДЕСТВЕНСКАЯ ЛИХОРАДКА

все на распродажу!

ШАРОН СТОУН

жизнь
удалась

Джордж БЕНСОН: В МОСКВУ Я ПРИВЕЗ СЕБЯ – ТАКОГО, КАК ЕСТЬ

Scientific American & «В мире науки»

От поддержки к сотрудничеству

Поздравительная телеграмма **Scientific American**
по случаю выхода в свет первого номера журнала «В мире науки»

Журнал «В мире науки» (русскоязычная версия *Scientific American*), ко всеобщему сожалению, не издавался в России в течение длительного периода. Сегодня представители редакционного департамента *Scientific American* Нью-Йорка от всей души приветствуют повторное вступление российского издания в свою «семью». В прошлом (1983–1994 гг.) журнал «В мире науки» завоевал уважение выдающихся ученых России. Он напомнил России и всему миру о богатой российской истории научных открытий и достижений, направленных во благо общества. Для *Scientific American* большая честь появиться на рынке печатных изданий России в лице столь авторитетного журнала как «В мире науки». И я вдвойне польщен тем, что вновь на протяжении многих лет нам предстоит работать с профессором С.П. Капицей.

С тех пор как «В мире науки» временно (в силу отсутствия финансирования) прекратил свое существование, в России произошли глобальные перемены. В атмосфере «гласности» и «перестройки» я представлял российским читателям журнал «Новый фермер». Тогда я воочию увидел кардинальные изменения, произошедшие в вашей стране за последние 15 лет. Все чаще убеждаюсь в правильности утверждения, что знание (в том значении, как оно применяется в сфере научных достижений и передовых технологий) — кратчайший путь в будущее в условиях любой отдельно взятой страны.

Когда *Scientific American* впервые издавался в России, у него было всего 10 переводных изданий. Сейчас их уже 20. Национальные версии появились

в Бразилии, Мексике, Голландии, Израиле, Венгрии, Румынии, Чехии, Корее, Тайване, Индии и Португалии. Мы значительно расширили читательскую аудиторию и территорию распространения журнала. Стоит отметить, что издания этих стран надеются при помощи журнала «В мире науки» возобновить и расширить деловые связи с научными кругами России. Много перемен произошло и в мире и в научном сообществе с тех пор, как «В мире науки» приостановил свое издание. Время, в некотором смысле, постепенно сжимается, и все, что раньше относилось к фундаментальной науке (например, фантастические случаи разгадки тайн ДНК), теперь стало достоянием прикладной науки. В США, например, бытует мнение, что изменения личных ДНК-профилей свидетельствуют о заболеваниях.

По моим наблюдениям, вышеупомянутое «сжатие времени» характерно для возрождающихся и развивающихся стран (например, для Мексики, Бразилии), в которых научные достижения уже на следующий день преобразуются в передовые технологии. Возможно, Россия тоже пойдет по собственному пути, выбранному ранее. Несомненно лишь то, что прогресс нано- и биотехнологий очевиден и идет семимильными шагами. На страницах журнала *Scientific American* видно, что коммерческое использование новых идей и теорий постоянно стирает границы между научными достижениями и технологиями.

Читательская аудитория *Scientific American* — ученые практически из всех областей науки. Теперь и представители финансовых, промышленных

и деловых кругов и бизнеса из различных уголков планеты активно пополняют армию подписчиков и читателей журнала. По их общему признанию, научное открытие — это идея, воплощение которой приводит к появлению новых направлений в бизнесе. Поэтому, например, в бразильском издании публикуются не только материалы о последних научных достижениях и технологиях, но и об их практическом применении. Нас совсем не удивило то, что и Билл Гейтс стал постоянным и увлеченным читателем нашего журнала.

Я привел лишь краткий перечень перемен, произошедших за последнее десятилетие. Но есть одна неоспоримая истина: переводные издания *Scientific American* объективно освещают самые значимые открытия всей мировой науки и техники. Абсолютно уверен, что журнал «В мире науки» добьется успеха и станет лидером российского рынка печатных изданий. В конечном итоге журнал станет мощным и привлекательным во всех отношениях источником информации о науке, поступающих из самых разных уголков Земли.

Итак, примите мои искренние пожелания от англоязычного издания *Scientific American*, а также его переводных версий. Тот факт, что «В мире науки» вновь стал неотъемлемой частью нашей разрастающейся многонациональной семьи, делает нам честь и приносит радость тем, кто получает ваш журнал. ■

Д-р Чарлз МакКаллах.

Директор международного отдела
редакции журнала **Scientific American**

Учредитель и издатель:

Негосударственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Российский новый университет»

Главный редактор: С. П. Капица

Заместитель главного редактора:

В. Э. Катаева

Редактор: А. А. Приходко

Ответственный секретарь: О. И. Стрельцова

Редакторы отделов: А. Ю. Мостинская

В. Д. Ардамацкая

Корректурка: Т. И. Томашевская

Научные консультанты:

Кандидат философских наук, доцент В. Н. Абрамов
Кандидат биологических наук А. В. Журавлев
Кандидат психологических наук М. П. Капица
Доктор биологических наук А. П. Левин
Кандидат архитектуры, доцент А. А. Мусатов

Над номером работали:

Е. Г. Булгакова, О. А. Василенко, В. В. Свечников,
А. П. Левин, Н. Н. Шадряновская, А. Ю. Толстых,
Л. А. Соколова, А. А. Соколик, Н. А. Шургина,
А. П. Худой, А. В. Зернов, А. А. Приходко

Менеджер по рекламе:

Т. И. Пручницкая

Распространение: С. М. Николаев

Препресс: P-Studio

Печать:

Федеральное государственное унитарное
издательско-полиграфическое предприятие
«Кострома»

Адрес редакции:

105005 Москва, ул. Радио д.22, к. 409

Телефон редакции:

(095) 105-03-72, тел./факс (095) 105-03-83

© В МИРЕ НАУКИ РосНОУ, 2002

Журнал зарегистрирован в Комитете РФ по
печати. Свидетельство ПИ № 77-13655 от
30.09.02

Перепечатка текстов и фотографий разрешена
только с письменного согласия редакции.

При цитировании ссылка на журнал «В мире
науки» обязательна

Редакция не всегда разделяет точку зрения
авторов. Рукописи не рецензируются и не
возвращаются.

Тираж 15000 экз. Цена договорная **3,1561**

SCIENTIFIC AMERICAN

ESTABLISHED 1845

Editor in Chief:

John Rennie

Editors:

Mark Alpert, Steven Ashley,
Graham P. Collins,
Carol Ezzell, Steve Minsky,
Georg Musser

Art director:

Edward Bell

Publisher:

Bruce Blandfon

Chairman emeritus:

John J. Hanley

Chairman:

Rolf Crisbach

President and chief executive officer:

Gretchen G. Teichgraber

Vice President and managing director:

Charles McCutlugh

Vice President:

Frances Newburg

© 2002 by Scientific American, Inc.

Торговая марка **Scientific American**, ее текст и шриф-
товое оформление являются исключительной собствен-
ностью **Scientific American, Inc.** и использованы здесь в соответствии с лицензионным
договором.

**ПРИВЕТСТВЕННОЕ
СЛОВО**

Дорогие читатели!

Издатель – Российский новый университет
и редакция «В МИРЕ НАУКИ»
поздравляют Вас с Новым годом
и вместе с этим представляют первый номер нашего
возрожденного журнала!



Главный редактор
С.П. Капица
Ректор РОСНОУ
В.А.Зернов

Приветствую инициативу возобновления в России
издания журнала «**В мире науки**» (**Scientific American**),
ставшего международной трибуной научной элиты.

Являясь мировым лидером научной периодики, издание, безусловно,
вновь приобретет тот уровень авторитета, который позволит ему взгля-
нуть на процессы, происходящие в обществе.

Задача развития отечественной науки отнесена к числу высших при-
оритетов российского государства. Ведь экономическое процвета-
ние, здравоохранения и окружающей среды, национальная
безопасность в значительной степени определяются прогрессом на-
уки и использованием передовых технологий.

Понимая большое значение издания «**В мире науки**» для широкого
круга читателей и общественности, надеюсь, что журнал внесет зна-
чительный вклад в дело популяризации научных знаний.

Уверен, что читателями вашего журнала станут те, кого завтра можно
будет по праву назвать гордостью мировой науки. ■

С наилучшими пожеланиями
редакционному коллективу,

Генеральный директор ММВБ
А. В. Захаров

КОТОРЫЙ ЧАС?

Этот простой вопрос задают теперь чаще, чем когда бы то ни было. Сейчас ответить на него можно просто бросив небрежный взгляд на запястье. Мы продолжаем дробить наши дни на все более краткие отрезки, постоянно уплотняем свое расписание и знаем время с точностью до минуты: сейчас ровно 19:03.

Однако в свете современных представлений о времени этот вопрос не имеет смысла. Мы стремимся как можно точнее знать, сколько сейчас времени, но мимолетное и зыбкое «сейчас» превращается в росынь наносекунд. Ограниченное скоростью света и скоростью прохождения нервных импульсов, наше восприятие настоящего рисует нам мир таким, каким он был мгновение назад. И хотя наше сознание противится этому, мы никогда не преодолеем этот временной разрыв. Абсолютная синхронизация принципиально недостижима. Согласно теории относительности, время словно странный сироп, который в движущемся поезде течет медленнее, чем на станциях, а в горах бежит быстрее, чем в долинах. Время на наших наручных часах отличается от времени в нашей голове. Сейчас примерно 19:04.

Наше интуитивное представление о времени парадоксально. Время все лечит и все разрушает. Оно относительно, но непреклонно. В нашем мире всему есть свое время, но его никогда не хватает. Время летит, ползет и бежит. Секунды могут расщепиться на мгновения или растянуться на целую вечность. Подобно приливу, время никого не ждет, но в драматические моменты оно останавливается. Время индивидуально, как сердцебиение, и публично, как часы на городской башне. Нам остается лишь смириться с такой противоречивостью. Сейчас, по-видимому, 19:05.

И конечно, время – деньги. Оно – самая твердая валюта, сторонник перемен и соперник скорости. Время – наша главная драгоценность, наше сокровенное достояние. При этом мы понятия не имеем, куда оно ис-

чезает. Треть жизни мы спим и не знаем, когда пробьет наш последний час. Мы находим сотни способов сберечь время, но оно по-прежнему ускользает от нас. Уже 19:06.

Время и память формируют наше самосознание. Мы чувствуем себя рабами истории и в то же время гордимся тем, что создаем будущее. Такая концепция противоречит представлениям физиков и философов: если время – это четвертое измерение, дополняющее три пространственных, то «вчера», «сегодня» и «завтра» одинаково реальны и объективны. Точно так же, как существует прошлое, существует и будущее, просто в нем мы еще не бывали. Сейчас где-то около 19:07.

«Я сделан из времени», – писал аргентинский писатель Хорхе Луис Борхес. – Время – река, несущая меня, но я и сам – река; оно – тигр, пожирающий меня, но я сам – этот тигр, оно – пламя, поглощающее меня, но это пламя – я сам». В этом специальном выпуске журнала собрано все, что известно современной науке о времени и о его значении для Вселенной и для внутреннего мира каждого из нас. Это знание обогатит воображение и даст реальное преимущество тем, кто хочет обогнать время или хотя бы идти с ним в ногу. Сейчас 19:08. Сверим часы. ■



Содержание

НОВОСТИ

СТР. 7

50, 100 & 150 лет тому назад
Как последствия 11 сентября сказываются на здоровье американцев
Университеты под прицелом спецслужб
Как сделать небоскребы более безопасными
Подготовка к встрече с террором
Сколько стоит жилье в США
Сбой в работе компьютера



СКЕПТИК

СТР. 20

Даже умные люди имеют предрассудки
Майкл Шермер

Даже высокоинтеллектуальные люди порой не в силах устоять перед завораживающим лением сирен псевдонауки



ОБЗЕРЕНИЕ

СТР. 22

Реальное время

Гэри Стикс

Наша жизнь становится быстрее, при этом осмысление временных понятий ускользает от нас

ФИЗИКА

СТР. 26

Это таинственное течение

Пол Дэйвис

Нам кажется, что время неумолимо бежит. Однако это лишь иллюзия.



ФИЛОСОФИЯ

СТР. 32

Рана в сердце физики

Джордж Массер

Без преувеличения можно утверждать – физики не могут обнаружить время. Помогут ли им философы?



ПУТЕШЕСТВИЕ ВО ВРЕМЕНИ

СТР. 36

Как создать машину времени

Пол Дэйвис

Если свободное перемещение во времени возможно хотя бы в принципе, то сущность единой теории физики придется серьезно пересмотреть.



НА ЯЗЫКЕ ФАКТОВ

СТР. 42

От мгновенного – к вечному

Дэвид Лабрадор

Единицы измерения времени находятся в пределах от невероятно кратких – до бесконечно долгих. О масштабности этого хронологического диапазона говорят цифры и факты.

БИОЛОГИЯ

СТР. 44

Время нашей жизни

Карен Райт

Биологические часы помогают нам жить по расписанию

Содержание



НЕЙРОФИЗИОЛОГИЯ СТР. 52

Возвращаясь в прошлое Антонио Р. Дамазио

Несколько структур головного мозга отвечают за восприятие времени, запоминая хронологию событий



АНТРОПОЛОГИЯ СТР. 60

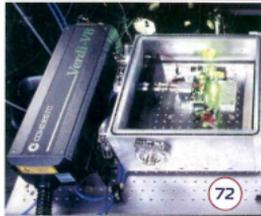
Общественные культуры и время Кэрол Эззел

Что же такое время? Ответ на этот вопрос зависит от того, в какой культурной и социальной среде живет человек

ТЕХНОЛОГИЯ СТР. 62

Летопись хронометрии

Уильям Дж. Г. Эндрюс
Наше восприятие времени зависит от того, как мы его измеряем



ХРОНОМЕТРЫ БУДУЩЕГО СТР. 72

Совершенные часы

У. Уэйт Гиббс
Точность атомных часов становится настолько высокой, что ее дальнейшее повышение просто нецелесообразно

ОЧЕВИДНОЕ-НЕВЕРОЯТНОЕ СТР. 82

In vino veritas По следам передачи



ОБЗОРЫ

Книжное обозрение

ОБРАЗОВАНИЕ СТР. 92

Знаем ли мы, что такое время?

Александр Левич
Что заставляет наш мир постоянно изменяться?

АНЕКДОТЫ СТР. 94

Горячее время Эйнштейна Стив Мирски

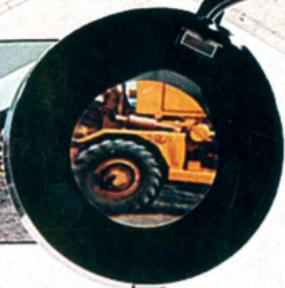


СПРОСИТЕ ЭКСПЕРТОВ СТР. 95

В чем суть феномена «дежа вю»?

Джеймс М. Лампинен
Чем отличается графит от алмаза?
Мирьям Росси

МЫ делаем ПРОГРЕСС ВОЗМОЖНЫМ



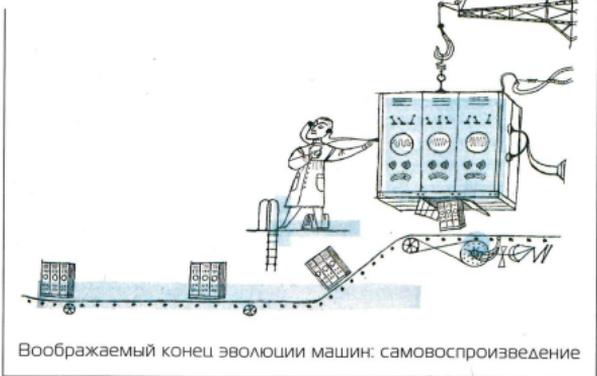
CATERPILLAR®

Москва, 127006, ул. Космонавтов, 2/4, стрение 13
Тел. +7 (095) 785 88 11
Факс +7 (095) 785 56 88 – машины,
+7 (095) 785 56 88 – силовые установки
Internet: www.caterpillar.ru

Эволюционирующие машины • Плотина на Ниле • Сомнительные акции

Сентябрь 1952

Саморегулирование. «Автоматическое управление» — заголовок сентябрьского номера *Scientific American*. Читатель вправе спросить: «Автоматическое управление чем?» Этот номер журнала посвящен саморегулирующимся машинам, выполняющим работу за человека. В наши дни существует уже много подобных механизмов, и темп их развития постоянно растет. Сегодня инженеры думают не только об автоматизированных машинах, но и о фабриках. Подобные мысли уже не кажутся научной фантастикой: ведь сейчас отдельные области телекоммуникационной промышленности полностью автоматизированы. Подобное ускорение темпов производства приведет к технической революции, которая впоследствии сильно повлияет на будущее человека». ■



Воображаемый конец эволюции машин: самовоспроизведение

Беги, кролик, беги! «За последние два года по Австралии пронеслась великая кроличья чума. Власти страны нашли способ борьбы с этими плодовитыми зверьками, наносящими огромный ущерб сельскому хозяйству

страны. Это — миксоматоз, вирусное заболевание, смертельное для кроликов, но безопасное для людей и домашнего скота. Все предыдущие попытки привить его зверькам оканчивались неудачей. Но два года назад австралийцы обнаружили, что миксоматоз переносятся москитами от одного животного к другому. В этом и состоит решение проблемы: множеству кроликов привили вакцину миксоматоза, а на шкурке выбрали участки, на которых москиты могли с удобством питаться». ■

Сентябрь 1902

Асуанская плотина. «После завершения строительства грандиозной плотины в Асуане, крупнейшего подобного сооружения всех времен, на Ниле образуется водохранилище, вмещающее 1 000 000 000 тонн воды. Старые, трудоемкие методы орошения канут

разлив реки, а также земли, расположенные вблизи окружающих насыпями бассейнов». ■

Сентябрь 1852

Тайнственная сила. «Хвост кометы испаряется с ее поверхности под воздействием солнечного света, словно болотный туман. Конфигурация хвоста позволяет предположить существование образующей и направляющей этот пар силы. Ее природа таинственна и вызывает большой интерес ученых, поскольку явно противоречит главному принципу гравитации. Хвост кометы — единственная субстанция, которая отталкивается Солнцем, вместо того чтобы им притягиваться». ■

Зловонная вода. «Йорк осенью в Рочестере, штат Нью-Йорк, зарегистрировано большое число случаев заболевания холерой. Корреспондент газеты *Rochester American* предполагает, что причина заражения — застоявшаяся грязная вода в реке Дженеси. Некоторые специалисты утверждают, что холера — исключительно геологическая болезнь, поскольку она никогда не наблюдалась в районах старомодной формации, например в Новой Англии. Эта теория основана на весьма убедительных фактах». ■

Золотые мечты. «Прошло ровно семь лет с тех пор, как наш журнал подробно описал летающий корабль мистера Рудфуса Портера. Нам известно, что в 1849 г. была разработана схема перевозки летающим кораблем пассажиров к золотым приискам Калифорнии, также было выпущено и продано некоторое количество акций. Летающий корабль оказался чрезвычайно полезным изобретением, с помощью которого люди дуррачили в течение прошедших семи лет». *(Примечание редактора: в 1845 г. Портер основал этот журнал и продал его 10 месяцев спустя.)* ■

в Лету. Теперь громадные площади засушливых земель, считавшиеся до сих пор бесплодной пустыней, станут пригодны для земледелия. Ранее вокруг Нила орошалась только та территория, до которой доходил высокий

ПЫЛЬ ЕЩЕ НЕ ОСЕЛА

Башни Всемирного торгового центра рухнули. Влияет ли это на здоровье людей?

Маргарет Холлоуэй

Невозможно забыть страшную картину трагедии 11 сентября в Нью-Йорке: огонь, рушащиеся здания, дымящиеся развалины, облака пыли, окутавшие весь Манхэттен...

Различные учреждения, университеты и компании США уже взяли пробы воздуха и пыли на месте трагедии и проанализировали их. Результат – смесь, образовавшаяся на месте катастрофы, оказалась ядовитой. В пробах обнаружены диоксины, другие стойкие органические соединения, а также бензол, ртуть, свинец, стеклопластик, серная кислота и многое другое.

Томас Кэхилл (Thomas A. Cahill), занимающийся исследованием атмосферы в Калифорнийском университете в Дэвисе, обнаружил мелкие частицы кремния в образцах, взятых примерно в полуктора километрах от центра катастрофы. Большинство из них имеют в диаметре 2,5 микрона. Частицы такого размера затрудняют дыхание, вызывают сердечные и легочные заболевания, и даже приводят к смерти. Кэхилл выявил высокую концентрацию и более мелких частиц (0,26 микрона в диаметре), которые оказывают пагубное воздействие на здоровье.

Эти частицы, а также другие переносимые по воздуху вещества представляют загадку для медиков. «У нас нет достаточных данных о воздействии мельчайших частиц и цементной пыли на человека. Например, мы точно не знаем, что происходит, когда мы долго вдыхаем выхлопные газы автомобилей», – отмечает Питер Иванович (Peter Iwanowicz) из Американской ассоциации пульмонологов, штат Нью-Йорк. Многие рабо-

чие, участвовавшие в ликвидации последствий катастрофы 11 сентября, подверглись синергетическому воздействию, потому что работали без респираторов, нарушая тем самым правила, установленные Управлением по трудовым отношениям США. «Федеральное управление устранилось от контроля за строгим соблюдением правил», – говорит адвокат Эрик Голдстейн (Eric A. Goldstein) из Совета по защите природных ресурсов. Сегодня у многих рабочих-спасателей наблюдаются симптомы бронхита, астмы, хронического синусита.

На некотором удалении от места катастрофы концентрация указанных частиц невелика. «Мы не нашли свидетельств того, что воздействие, которому подвергались люди, может в дальнейшем сказаться на их здоровье», – говорит Дж. Терстон (George Thurston) из Института Нельсона Нью-Йоркского университета, занимающегося вопросами влияния окружающей среды на здоровье людей. Терстон и его коллеги брали пробы воздуха на расстоянии шести километров от эпицентра. Они начали эту работу через несколько дней после страшного события и продолжали ее до конца декабря, когда пожары были наконец потушены. По словам Терстона, в основном пострадали люди, склонные к респираторным заболеваниям.

Эту проблему вряд ли удастся изучить полностью. Ведь медиками не обследованы целые группы людей. До сих пор нет всеобъемлющего учета, с помощью которого можно было бы отследить состояние здоровья каждого человека, работавшего на месте катастрофы. Более того, по словам врача Стивена Марковица

Опасная пыль: руины Всемирного торгового центра выделяют различные активные химические вещества и мелкие частицы, загрязняющие городской воздух.



(Steven Markowitz) из колледжа округа Квинз, «некоторые рабочие, разбивавшие завалы не имеют медицинской страховки, и вряд ли будут серьезно обследованы медиками». Джозел Шафро (Joel A. Shufro), представляющий Комитет по охране труда Нью-Йорка, утверждает: «У нас нет возможности наблюдать за состоянием здоровья людей, потому что мы не знаем, кто там работал. Это серьезный недостаток системы здравоохранения». ■



Мельчайшая пыль, образовавшаяся в результате разрушения двух башен Всемирного торгового центра, проникла во все здания, расположенные в округе.

Жители домов, находящихся вблизи руин ВТЦ, жалуются на появившиеся у них заболевания органов дыхания. Кроме того, их беспокоит сильная запыленность жилищ. Федеральное агентство по чрезвычайным ситуациям выдало Управлению по охране окружающей среды средства на обследование и очистку жилищ и вентиляционных систем в домах по Канал-стрит. Эта улица расположена примерно в двух километрах к северу от эпицентра катастрофы.

УНИВЕРСИТЕТЫ БОЯТСЯ ПРЕВРАТИТЬСЯ В «ПОЧТОВЫЕ ЯЩИКИ»

БЕЗОПАСНОСТЬ

Они озабочены попытками властей ограничить их свободу в научных исследованиях

Дэниел Дюпон

В июле 2002 г. Ассоциация по исследованиям в области национальной безопасности США и Ассоциация американских университетов устроили прием на Капитолийском холме. Представители академических кругов и научных лабораторий общались с членами конгресса и их помощниками. Несколько научных школ «похвастались» новыми технологиями в области защиты от биологического и химического оружия, созданными по военному заказу. Собравшиеся были настроены оптимистично, однако многие ученые жаловались, что после террористических актов 11 сентября последовали ограничения на публикации материалов их открытых исследований.

Чариз Вест (Charles M. Vest), президент Массачусетского технологического института, отметил, что три вопроса чрезвычайной важности вызвали серьезные дебаты в университетских кругах. Первый – усиление контроля за жизнью иностранных студентов в учебных заведениях США. Второй

– предоставление государственным учреждениям права определять, какие области науки являются секретными (и по этой причине не допускать студентов из некоторых стран к работе в этих областях). И третий – обеспечение надежной защиты научных материалов и результатов исследований.

«Университеты почти согласны с тем, что необходимо отслеживать основную информацию по иностранным студентам и ученым, – говорит Вест, – хотя некоторые отмечают, что для этого потребуются более совершенные компьютерные системы». Относительно второго вопроса Вест полагает, что правительство «разумно и без спешки решает вопрос о новых правилах получения студенческих виз». Третья проблема сложнее. Осенью прошлого года Массачусетский технологический институт создал специальный комитет, изучающий то, как в нынешних условиях безопасности осуществляется доступ к научной информации. В июне 2002 г. комитет под председательством ▶

Секретные исследования в Массачусетском технологическом институте ведутся за пределами основной территории городка, в Лаборатории им. Линкольна. Но такая возможность есть не у каждого университета.



Университеты под прицелом спецслужб

После событий 11 сентября появилась проблема сохранения открытости научных исследований – ведь университеты сами могут быть втянуты в планы террористов. По словам Джона Марбургера (John H. Margburger), директора Президентской консультативной комиссии по науке и технике, «университеты не только ищут решения и дают советы, они являются потенциальными жертвами и основными целями для террористов. Они не могут пренебречь ответственностью перед обществом и позволить использовать их научный и образовательный потенциал ему во вред».

профессора авионавигации, бывшего министра ВВС США Шейлы Уиднал предложил «по-прежнему запретить секретные исследования на территориях университетов, однако разрешить проводить такую работу вне университетских городков с соблюдением мер безопасности».

Но немногие могут позволить себе такую роскошь. Поэтому большинство университетов запрещает закрытые исследования, превращая это в некую политику, и свято придерживается концепции «базового исследования» – официальное название для работ, финансируемых государством. Однако в последнее время стало трудно выдерживать эту линию. Джеймс Сидоу (James N. Siedow), проректор по науке в Университете Дьюка, отмечает, что после 11 сентября при получении грантов на некоторые научные работы стали возникать трудности, вызванные желанием правительства «попристальнее» взглянуть на результаты исследований еще до их публикации.

В начале 2000 г. Пентагон вновь вел некоторые ограничения на публика-

цию результатов исследований. Ева Пелл (Eva J. Pell), проректор по научной работе в университете штата Пенсильвания, заявила: «Необдуманные попытки властей запретить многие публикации могут помешать нам обучать студентов». После этого выступления Пентагон публично заявил, что базовые исследования будут оставаться открытыми, хотя публикации, которые правительство сочтет секретными (даже когда сами работы таковыми не являются), будут по-прежнему запрещены.

Представители Национальной академии наук США в июньском докладе о науке, технологиях и терроризме отметили, что во время войн «всегда возникают дебаты о свободе обмена идеями». Решить проблему, по их мнению, можно только при широком ее обсуждении и только совместными усилиями. «Правительству не следует указывать, кому можно проводить исследования, а кому нет. Оно должно разработать механизм рассмотрения всех плюсов и минусов каждого отдельного научного исследования», – говорится в докладе. ■

После катастрофы

Как сделать небоскребы безопасными

Стивен Эшли

Спустя год после разрушительных ударов, нанесенных по 110-этажному башням Всемирного торгового центра в Нью-Йорке, все еще остается неясной судьба небоскребов. Кто же захочет жить или работать в огромном обелископодобном строении, возвышающемся над другими зданиями и представляющем собой заманчивую цель для террористов? «Несмотря ни на что, высотки здесь обязательно будут стоять», – утверждает Юджин Кон (A. Eugene Kohn), старший менеджер ведущей нью-йоркской архитектурной фирмы *Kohn Pederson Fox Associates*. – Видимо, в ближайшее десятилетие в США будет прекращено возведение небоскребов, но это будет лишь небольшой перерыв в давню продолжающейся истории сооружения высотных зданий».

Кон отмечает, что основные причины строительства небоскребов не изменились: высокая стоимость земли в перенаселенных городах, растущие экономические потребности (особенно в быстро развивающейся Азии) и личные амбиции предпринимателей. По словам инженера, «большинство высоток возводится из-за того, что кому-то очень хочется иметь свой торговый знак, размещенный на крыше здания». Два проекта, разработкой которых занимается фирма Кона, – здания Юнион-сквер в Гонконге и Всемирного финансового центра в Шанхае – после катастрофы 11 сентября не претерпели каких-либо значительных изменений. «Это случится благодаря соблюдаемому в Китае консервативным строительным нор-

мам, в соответствии с которыми предпочтению отдается строительство прочных сооружений», – отмечает инженер. (Высота небоскребов будет достигать 460 метров – около 100 этажей. Строительство планируется завершить в 2007 г.)

Однако трагедия заставила инженеров, архитекторов и специалистов по безопасности выработать новые подходы к строительству многоэтажных сооружений. «Сегодня строители предпочитают более мощные конструкции, позволяющие поврежденным зданиям выстоять», – утверждает председатель нью-йоркской фирмы *Thornton-Tomasett Engineers* Чарльз Торнтон (Charles H. Thornton), проектирующий самое высокое в мире здание высотой в 452 метра – *Petronas*

Towers в Куала-Лумпуре. Главная задача проектировщиков – предотвратить цепную реакцию обрушения, вызываемую взрывами, авиакатастрофами и сильными пожарами.

Современные небоскребы имеют центральный несущий каркас, удерживающий основную массу сооружения, и внешний каркас, обеспечивающий устойчивость и оберегающий здание от опрокидывания при сильных ураганных ветрах или землетрясениях. Межэтажные перекрытия соединяют эти два каркаса, превращая здание в единую конструкцию.

По мнению Торнтон, у Всемирного торгового центра в Нью-Йорке, построенного в конце 60-х гг., стальная решетка внешнего каркаса была чрезвычайно прочной, а стальные балки межэтажных перекрытий – довольно хрупкими. Конструкция же центрального каркаса не была рассчитана на значительные боковые нагрузки. Когда самолеты врезались в башни, они пробили большинство внешних и внутренних опор, а также нарушили целостность значительной части изоляционных материалов, предохранявших металлоконструкции от огня. Сохранившийся каркас принял на себя дополнительные нагрузки, и тут же ему пришлось противостоять взрыву авиационного топлива. По словам Торнтон, именно этот мощный взрыв и возникший вслед за ним пожар привели к обрушению зданий.

Торнтон считает, что в будущем при строительстве гигантских небоскребов будет более широко использоваться бетон. Усиленный стальными стержнями, этот материал будет при-

менен при создании деталей каркаса. Он будет поддерживать стальные элементы и изолировать их от огня. Усиление конструкции приведет к росту стоимости строительных работ, но не более чем на 2-3%. По мнению архитектора Кона, несмотря на то что здания из бетона значительно тяжелее и массивнее зданий со стальным каркасом, рациональная конструкция не позволит им походить на неприступные крепости.

Архитекторы также планируют использовать и другие возможности, повышающие безопасность небоскребов. Для того, чтобы не допустить распространения огня и приостановить цепную реакцию обрушения каркаса здания, этажи могут быть разделены на отсеки, подобные тем, которые имеются на морских судах. Сверхусиленные балки, размещенные примерно через каждые 30 этажей и способные перераспределять нагрузку, помогут изолировать поврежденные конструкции, что позволит избежать обрушения здания. Распространение огня может быть блокировано огнеупорными перегородками, которые герметизируют этажи как сверху, так и снизу, а системы вентиляции смогут обеспечить отвод дыма и тепла через вентиляционные трубы. На крыше зданий расположены огромные резервуары с водой для тушения пожара. Эти емкости также используются в качестве массивных амортизаторов.

Весьма вероятно строительство большего количества широких лестниц, надежно защищенных от распространения огня и дыма. Конструкторы предусмотрят и раздельное размещение лестничных пролетов, ▶



Во время строительства башен-близнецов хорошо виден их внешний стальной каркас.

Гнется, но не ломается?

Главная причина обрушения зданий-близнецов Всемирного торгового центра – сильный пожар. К такому заключению пришла федеральная комиссия, изучавшая причины трагедии. По ее мнению, башни могли обрушиться сразу же после того, как в них врезались самолеты. Франк Москателли (Frank Moscatelli) из Свартморского колледжа утверждает, что авторы этого исследования пришли к ошибочному выводу, так как сконцентрировались исключительно на силовых эффектах и упустили из виду эффект изгибающего момента. По расчетам Москателли, изгибающее усилие, приложенное к башне ВТЦ в момент удара самолета, составило 2,56 млн. тонн-метров и превысило допустимую ветровую нагрузку, равную 2,35 млн. тонн-метров. Он считает, что здания могли бы рухнуть во время удара в том случае, если бы их каркасы не изогнулись и не поглотили большую часть энергии удара.

чтобы разрушение одной из них не привело к потере остальных." Приблизительно через каждые 15 этажей будут установлены дополнительно укрепленные зоны безопасности с отдельными вентиляционными системами, где люди смогут спастись от пожара. Кроме того, будут установлены сверхскоростные лифты для пожарных." ■

Примечания редакции:

- * Комбинированный каркас из стальных балок и бетона применялся при строительстве нескольких московских высоток в 1950 г.
- ** Российские строительные нормы предписывают раздельное размещение лестниц при проектировании любых зданий повышенной этажности.
- *** Сверхскоростные лифты для пожарных в российской практике не могут найти применения, так как при пожаре здание немедленно обесточивается.

Вопрос исчерпан

В США продолжается самое крупное в истории страны судебное расследование, связанное с терактами 11 сентября 2001 г. Официальные лица выражают надежду на то, что при помощи современного генетического анализа будет опознано от половины до двух третей жертв катастрофы, найденных на месте трагедии. Все лаборатории США принимают в этом участие. Данные поступают в офис главного судебного медэксперта Нью-Йорка, цифры меняются два раза в день.

Данные на 9 июля 2002 г.:

Общее число погибших и пропавших без вести во Всемирном торговом центре:	2 823
Общее число опознанных:	1 215
Обнаружено целых тел:	293
Обнаружено фрагментов тел:	19 693
Процент первоначально опознанных по ДНК:	41,7%
По рентгеновским снимкам зубов:	27,8%
По отпечаткам пальцев:	8,3%
По остальным признакам (включая видимые останки и личные вещи):	22,1%

Источник: офис главного судебного медэксперта в Нью-Йорке. Общее число жертв может сократиться, так как были обнаружены и ложные заявления о пропавших. Число погибших и пропавших без вести в Пентагоне – 184 человека, на месте аварии самолета в Пенсильвании – 40 человек. ■

УМЕНЬШЕНИЕ СУТОЧНОГО ПЕРЕПАДА ТЕМПЕРАТУР

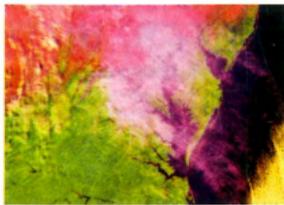
Зия Мирали

Прекращение авиаперевозок, продолжавшееся за терактами 11 сентября, предоставило ученым неожиданный шанс – исследовать воздействие самолетов на климат. Инверсионный след самолета, образующийся при моментальном превращении водяного пара в лед, может формироваться на такой высоте и при такой влажности, когда обычные облака не образуются. Состоящий из выхлопных газов инверсионный след охлаждает находящийся над ним слой воздуха путем отражения солнечного света и нагревает находящийся под ним слой атмосферы, удерживая исходящее от самолета тепло. Ученые, изучающие климат, считают, что инверсионные следы имеют чисто тепловые последствия, которые составляют не менее 2% от общего глобального потепления климата в результате парникового эффекта.

С 11 по 14 сентября 2001 г. были отменены коммерческие авиарейсы. Дэвид Дж. Трэвис (David J. Travis) из Висконсинского университета в Уайтутере, исследующий атмосферу, изучил данные 4000 метеостанций за этот период. Он обнаружил уве-

личение суточного перепада температур на один градус Цельсия. Ученый считает, что инверсионные следы уменьшают суточную амплитуду колебаний температур. Если принять во внимание тот факт, что в ближайшие 50 лет ожидаемый ежегодный прирост авиаперевозок составит от 2 до 5%, то к 2050 г. последствия влияния инверсионных следов самолетов на климат станут значительно заметнее. ■

На этой фотографии, снятой в условиях цветах в январе 2001 г., виден инверсионный след самолета над штатом Мэриленд. Места, окрашенные в темно-розовый цвет, обозначают районы, покрытые снегом.



ПОДГОТОВКА К ВСТРЕЧЕ С ТЕРРОРОМ

Мартин Клинкаберг

В Канаде морским пехотинцам США подыскали место, где они смогут обучаться борьбе с химическим и биологическим оружием.

Морские пехотинцы в защитных костюмах стоят на краю прерии в Южной Альберте. В тридцати метрах от них находится подготовленный к взрыву сосуд с активным химическим веществом – ипритом, способным убить несколько тысяч человек на площади в один квадратный километр. Над ним установлен взрывогаситель Blastguard – устройство, напоминающее тент. Он заполняется пенообразной субстанцией, которая гасит энергию взрыва и препятствует распаду иприта. Неподалеку от него находится контейнер с противоядием, обычно используемый в случае отражения биологической атаки. Здесь он служит для проверки того, способен ли «тент» защитить содержимое контейнера от химического заражения.

Раздется приглушенный взрыв. Меньше чем через двадцать минут «тент» открывается, но солдатам не удастся найти никаких следов иприта даже с помощью специальных детекторов. Специальная «бумага-свидетель», приклеенная на контейнер, остается чистой. Если бы капли химического вещества оставались в воздухе, она бы моментально окрасилась. «Это поразительно, – говорит подполковник Скотт Грэхем (Scott Graham), командир подразделения морских пехотинцев, базирующегося в Индиан Хед, – смахивает на научно-фантастический фильм».

На базе канадских вооруженных сил в Саффилде тренируются элитные воинские части и команды по чрезвычайным ситуациям со всего мира. Это единственное место, где на открытой местности можно испытывать химическое и биологическое оружие. В США природоохранные законы препятствуют проведению подобных испытаний, и военным приходится тренироваться с имитаторами подобных веществ.

По этой причине последние два года подразделения морской пехоты США, специализирующиеся на борьбе с биотерроризмом, проходили подготовку в Канаде. Они практиковались в борьбе с такими смертоносными нервно-паралитическими веществами, как зарин, заман, циклозарин (GF) и VX, а также с кожно-нарывными ипритом и люизитом. Под руководством Грэхема солдаты атаковали макет лабораторий террористов, содержащий смертельную дозу зарина, эвакуировали жертв из зараженных развалин, врывались в помещения после взрыва химического снаряда, а также проводили испытания оборудования для определения отравляющих веществ и для обеззараживания.

Полевые испытания были организованы канадской фирмой NBC Ltd, производящей контртеррористическое оборудование. Например, лосьон, разрушающий и удаляющий активные вещества, был разработан Дж. Гарфилдом Пурдоном (J. Garfield Purdon) из канадской Лаборатории оборонных исследований и разработок. Канадские солдаты использовали



Морские пехотинцы «спасают» манекен в развалинах, загрязненных отравляющими химическими веществами.

его в ходе войны в Персидском заливе, в Ираке и в бывшей Югославии; вооруженные силы США, Британии, Австралии и НАТО включили его в индивидуальные солдатские пакеты. Этот лосьон содержит соли калия, смешанные с растворителем, усиливающим реакцию ионов калия с химическими веществами.

Для обеззараживания транспортных средств и различных механизмов Пурдон разработал средство CASCAD – «канадская водная система для обеззараживания химико-биологических загрязнений». Это средство (смесь буферированного раствора гипохлорита с поверхностно-активными веществами) покрывает загрязненные поверхности и предотвращает выделение газообразных продуктов и их распространение в воздухе.

Взрывогаситель Blastguard, разработанный группой NBC, изготовлен на основе обычной палатки, укрепленной тремя слоями пуленепробиваемого фетра, и пенообразного материала, содержащего миллиарды крошечных пузырьков. Энергия взрывной волны гасится им за счет разрыва этих пузырьков, а фетр, растягиваясь в десять раз, задерживает осколки. ■

ТЕРМИНАТОР ВОЗВРАЩАЕТСЯ

Чарлз Чой



В китайской провинции Хубэй зерно, полученное с помощью генной инженерии, пользуется большим спросом.

Когда-то создавалось впечатление, что к 1999 г. в обстановке громких споров геном-терминаторам придет конец. Эти гены, встроившие в семена злаков с помощью биоинженерных технологий, лишали растения способности к самовоспроизводству. В результате фермеры были бы вынуждены ежегодно покупать посевной материал, вместо того чтобы брать семена из прошлого урожая. И это означало бы, что биотехнологические фирмы имели бы постоянный доход и патентную защиту. Активные выступления против использования подобных генов заставили многонациональную компанию Monsanto публично заявить, что она отказывается от коммерческого использования гена-терминатора. Как раз в это время она намеревалась купить фирму, создавшую вышеупомянутую технологию. Однако защитники генной инженерии полагают, что эти гены следует вернуть в качестве средства защиты окружающей среды.

Гены-терминаторы производят цитотоксины, по иронии судьбы получивший название RIP – от английского ribosome inhibitor protein, т.е. рибосомальный белок-ингибитор, делающий семя нежизнеспособным. Тот, кто пристально следит за развитием биотехнологий, увидел в этих генах-терминаторах орудие, загоняющее фермеров в биорабство. «Большинство фермеров во всем мире используют семена собственного производства, а гены-терминаторы дают возможность узкому кругу людей держать под контролем мировое производство пищевых продуктов. Это вызвало бурную реакцию в мире», – вспоминает Маргарет Меллон (Margaret Mellon), директор Программы по вопросам продо-

вольствия и охраны окружающей среды в рамках Союза обеспокоенных ученых, штат Вашингтон.

Сторонники генной инженерии, призывая вернуться к использованию генов-терминаторов, указывают на то, что генетически более сильные растения имеют такой же или даже больший потенциал, чем экзотические или чужеземные, и могут заполнить окружающие экосистемы, а также вызвать гибель диких видов. «Технология, связанная с генами-терминаторами, – почти идеальный способ контролировать нежелательное распространение генетически модифицированных видов», – утверждает генетик Уильям Мьюир (William M. Muir) из университета Пердью.

Однако противники «терминаторских» технологий остаются непреклонны. «А что если средства, используемые для активизации гена-терминатора, не сработают?» – спрашивает Маргарет Меллон. Например, согласно методике, необходимо замочить генетически модифицированные семена в антибиотиках, чтобы активизировать этот ген. «Если антибиотик не смочит семена должным образом, то тогда мы получим растение, способное дать потомство», – говорит Меллон.

Сегодня в США 60 750 000 га земли засеяно генетически модифицированными семенами. Мьюир полагает, что даже если система генов-терминаторов даст сбой в одном случае на миллион, то и тогда останется 60 га, засеянных фертильными растениями. «Но иметь хотя бы какое-то оружие гораздо лучше, чем остаться безоружным перед лицом нашествия, а именно это грозит миру в настоящее время», – замечает генетик. Кроме того, считает он, когда экзотические

СБОЙ В РАБОТЕ КОМПЬЮТЕРА

Дж. Минкель

организмы попадают в чужеродную среду, всегда существует критический предел, ниже которого малое число «пришельцев» в конечном итоге не приживается. Конечно, из правила есть исключения: вся африканская ветвь бразильских пчел-убийц пошла всего от трех маток. Мьюир высказал предположение, что лишь тогда использование генетически модифицированных семян будет приемлемо, когда появятся более совершенные технологии использования генов-терминаторов и «когда соотношение числа неудач и успехов в этой области будет один на десять миллиардов».

Однако растение со встроенными генами-терминаторами может распространять свою ДНК. Меллон указывает, что эти гены могут распространяться на соседние поля через пыльцу и самопроизвольно убивать культурные растения и их диких родственников. Большинство исследований доказывает, что пыльца не улетает слишком далеко. По словам Мьюира, если не случится торнадо или урагана, 99% пыльцы зерновых культур можно найти не далее чем в десяти метрах от растения. (Однако есть исследования, показывающие, что трансгенную ДНК находили за несколько километров от ее источника.)

Согласно утверждениям Генри Дэниелла (Henry Daniell), специалиста по молекулярной биологии из Флоридского университета, ученые ищут более эффективные пути для предотвращения распространения ДНК. Один из примеров – технология наследования по материнской линии. С ее помощью модифицированные гены передаются только семенами (материнская линия), а не пыльцой (отцовская линия). Эта технология уже практически была проверена на табаке, картофеле и помидорах. По мнению Дэниелла, не существует единого механизма контроля за распространением модифицированных генов разных растений. Для того чтобы удовлетворить требования защитников окружающей среды и фермеров, возможно, потребуется несколько разных стратегий. ■

Неисправное программное обеспечение наносит ущерб экономике США в \$60 млрд – так считает группа исследователей из научно-исследовательского института в Северной Каролине. Ученые изучили и оценили проблемы компаний-производителей в автомобильной и аэрокосмической промышленности, связанные с программным обеспечением. Они включают в себя использование дополнительной рабочей силы, несостоявшиеся сделки и задержки в обработке данных. Те фирмы, у которых были большие сбои в работе, в среднем за год имели около 40 крупных неисправностей.

Экстраполируя эту тенденцию с отраслей, сильно зависящих от программного обеспечения, на экономику страны в целом, исследователи высказали предположение, что более половины всех издержек ляжет на плечи пользователей, а остальная часть – на продавцов и производителей программного обеспечения, которые уже тратят около 80% средств из своих фондов развития на выявление дефектов программного обеспечения. Проведенное исследование показало, что использование улучшенных методов тестирования программного обеспечения может сократить общие издержки в целом на \$22 млрд. ■

СТАНДАРТНЫЙ РАЗМЕР РЫБЫ

Филип Ям

Установленный в Америке стандарт на минимальный размер рыбы для обеденной порции в один прекрасный день приведет к уменьшению самой порции. Ихтиологи Дэвид О. Коновер (David O. Conover) и Стефан Б. Мунч (Stephan B. Munch) из Нью-Йоркского университета в Стони-Брук поместили в лабораторные резервуары атлантических кижучей, а затем стали отлавливать определенные категории рыб. Так, удаление крупных половозрелых особей через четыре поколения привело к уменьшению среднего размера рыб. Устранение же более мелких – к тому, что через каждые четыре поколения размер рыбы увеличился примерно вдвое. По мнению исследователей, селективный отбор может вызвать генетические изменения и в конечном итоге приведет к сокращению популяции наиболее ценных видов рыбы. Однако не все биологи считают, что результаты, основанные на лабораторных исследованиях, применимы к природной среде обитания. Они отмечают, что некоторые виды приспособляются к большому отлову путем более раннего созревания. ■

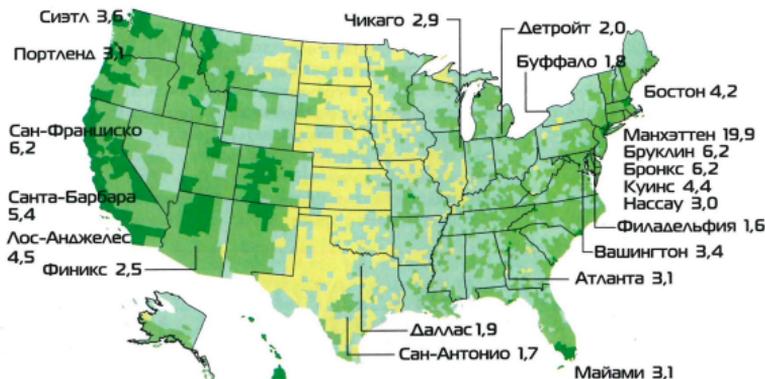


Стандарт на размер отлавливаемой рыбы может нанести урон ее добыче.

ПРИБРЕТЕНИЕ ЖИЛЬЯ

Сколько нужно денег, чтобы приобрести в США дом по доступной цене?

Роджер Дойл



Количество лет, необходимых семье со средним доходом для покупки дома (данные по округам).

■ Менее 1,5 ■ от 1,5 до 1,99 ■ от 2 до 2,99 ■ 3 и более □ Нет данных

Нет места лучше дома

Общее количество жилых зданий в 2001 г.:	119 120 000
Общее количество жилых зданий с круглогодичным проживанием:	117 900 000
Занятые владельцами:	61,8%
Занятые арендаторами:	29,1%
Свободные:	10%

Сегодня в США насчитывается 107 млн. жилых домов и 122 млн. квартир. Этого более чем достаточно, чтобы все 287 млн. американцев получили крышу над головой. Более того, среднестатистическая американская семья вполне может позволить себе купить дом. По сведениям Национальной ассоциации риэлторов США, средний семейный доход составляет \$52 000 и на 36% превышает минимум, необходимый для получения ипотечного кредита для покупки дома по средней цене.

Тем не менее многие американцы не имеют подходящего жилья, а у некоторых его и вовсе нет. Отчасти проблема состоит в том, что многие американцы живут в районах, где цены на жилье высоки по отношению к доходам.

На карте отражено соотношение между средним доходом семьи и средней стоимостью дома, выраженное количеством лет, необходимых семье со средним доходом для приобретения дома. Покупатели находятся в более выгодных условиях, приобретая жилье в таких местах, как Буффало, штат Нью-Йорк, где средний доход семьи составляет около \$49 500, а средняя стоимость дома – примерно \$91 000. Чтобы купить там дом, семье потребуется откладывать деньги в течение одного года и восьми месяцев. Но в таких местах, как Санта-Барбара, Калифорния, где средний доход семьи составляет \$54 000, откладывать средства нужно будет около пяти с половиной лет, чтобы купить жилье по сред-

ней цене \$293 000. У типичной семьи из Буффало не будет проблем в получении ипотечного кредита с минимальной выплатой наличными, тогда как такой же семье из Санта-Барбары будет в этом отказано. В некоторых других местах, таких как Бруклин (Нью-Йорк), потенциальные покупатели находятся в еще более невыгодных условиях: там средняя стоимость дома составляет \$224 000, а средний доход семьи – лишь \$36 000. Для покупки дома такой семье придется копить деньги шесть лет и два месяца.

Жилищная комиссия-2000 обнаружила, что в США жилье по приемлемым ценам «исчезает» моментально. Например, в процветающем Вашингтоне, округ Колумбия, в 2000 г. было образовано 114 тыс. новых рабочих мест, тогда как было построено всего лишь 35 тыс. новых квартир. Используя приблизительные расчеты, в соответствии с которыми на 10 квартир приходится 16 работников, получим нехватку приблизительно 36 тыс. квартир.

Проблема с жильем в Вашингтоне и в других местах состоит в увеличении стоимости старого жилищного фонда, что приводит к сокращению количества квартир, которые могут приобрести семьи с низкими доходами. Другие причины нехватки дешевого жилья, по мнению Комиссии-2000, связаны с увеличением производственных затрат при строительстве жилья и с недостаточным государственным субсидированием. Также мешают и местные законы, в соответствии с которыми требуется по крайней мере 20 тыс. кв. метров для строительства одного дома или ограничивается строительство многоквартирных домов. По мнению экономиста Эдварда Глезера (Edward L. Glaeser) из Гарвардского университета и политолога Джозефа Гюрко (Joseph Gyourko) из Пенсильванского университета, главная причина нехватки дешевого жилья – зональные ограничения. И только потом – нехватка земли, особенно в таких местах, как Нью-Йорк, Вашингтон и Лос-Анджелес. ■

НОВЫЙ ВИРУС ПОЛИОМИЕЛИТА

Дж. Минкель

Ученым удалось сконструировать вирус полиомиелита в простой лабораторной пробирке, используя фрагменты молекулы ДНК. Исследователи Нью-Йоркского университета в Стони-Брук соединили фрагменты цепи молекулы ДНК вируса полиомиелита. Получился полноразмерный геном длиной в 7500 пар оснований. Затем ученые смешали генетический материал с ферментами и другими биологическими молекулами, необходимыми для образования вирусных частиц. Полученные частицы оказались способны инфицировать и убивать клетки человека, вызывать образование антител, специфичных для вируса полиомиелита, заражать мышей. Однако, по мнению группы исследователей, синтезированный вирус оказался в тысячу раз менее патогенным. Возможно, это – результат генетических «маркеров» в материале. По словам ведущего исследователя

Экарда Иммера (Eckard Yimmer), данная технология еще не пригодна для синтезирования гораздо более сложных вирусов, таких, например, как оспа. Он также считает, что, согласно результатам данного исследования, над вакциной от полиомиелита придется поработать дольше, чем предполагалось. ■

Сегодня вирус полиомиелита может быть получен в лаборатории



НАУКА ВО СПАСЕНИЕ

Зия Мирали

«Исторически Америка сильна своей наукой и техникой. Это и является ее самым важным вкладом в борьбу с терроризмом», – говорится в недавно опубликованном докладе Национальной академии наук США. Доклад призывает глубже исследовать смертельные вирусы для борьбы с биотерроризмом, проектировать здания, противостоящие ударной волне, и устанавливать мобильные аварийные электросети для быстрого восстановления энергоснабжения. По мнению Льюиса М. Бранскомба (Lewis M. Branscomb), подготовившего этот доклад, самым важным является создание сети новых детекторов, обнаруживающих взрывчатые вещества и другие опасные предметы. В докладе также подчеркивается, что стране необходимы люди, разбирающиеся в науке, умеющие выступать перед публикой и успокаивать народ во время бедствий.

Расходы на реализацию этих проектов составят \$40 млн. в год. Эти директивы, наряду с дополнительными мерами по усовершенствованию сети Интернет, транспортной и телекоммуникационных систем, будут способствовать защите США от стихийных бедствий, инфекционных заболеваний, хакеров и сбоев в работе сферы обслуживания. ■

АКАДЕМИКУ ФОРТОВУ ВРУЧЕНА ПРЕМИЯ МАКСА ПЛАНКА

11 декабря 2002 г. в Берлине российскому академику Владимиру Евгеньевичу Фортву была вручена международная премия Макса Планка за выдающиеся исследования по физике экстремально высоких давлений и температур и исследования пылевой плазмы.



Эта премия присуждается за научные исследования в области медицины, гуманитарных наук, физики и астрономии.

Владимир Евгеньевич Фортов – специалист в области теплофизики экстремальных состояний, физики плазмы и ударных волн, численного моделирования. Автор 20 монографий и 200 научных работ. В настоящее время является директором Института физики экстремальных состояний РАН, зав. кафедрой МФТИ, председателем Комиссии РФ по делам ЮНЕСКО, академик-секретарем отделения энергетики, машиностроения, механики и процессов управления РАН, академиком РАН по отделению физико-технических проблем энергетики.

В. Е. Фортов – лауреат Государственных премий СССР и России, дважды лауреат премии Правительства РФ в области науки и техники, лауреат Международной премии им. П. Бриджмана в области физики высоких давлений и Международной научной премии им. Л. П. Карпинско-

го. Он награжден орденами «За заслуги перед Отечеством» 3 и 4 степени, орденом Трудового Красного Знамени, медалями СССР и РФ.

Проводимые под руководством В. Е. Фортова теоретические и экспериментальные работы в области физики высоких плотностей энергии, физики неидеальной плазмы и химической физики, космической физики, теории горения и взрыва, теплофизических свойств веществ и их поведения в экстремальных условиях стали основополагающими в этих направлениях развития фундаментальной науки.

В мировой науке он широко известен и как создатель и руководитель нового научного направления – динамической физики неидеальной плазмы.

Работы В. Е. Фортова по созданию научных основ защиты космического аппарата при реализации международного проекта «Вега» – изучению кометы Галлея, по моделированию процесса и исследованию последствий столкновения кометы Шумей-

кер-Леви 9 с Юпитером внесли значительный вклад в развитие космической физики. В. Е. Фортов участвовал в проведении цикла исследований по физике высоких плотностей энергии на уникальном комплексе Ангара-5-1.

Несомненный интерес представляет цикл экспериментов по исследованию формирования квазикристаллических упорядоченных структур в плазме, включая уникальный космический эксперимент «Плазменный кристалл», проведенный на орбитальном комплексе «Мир» в 1998 г. Эти опыты будут продолжены на международной станции «Альфа». В. Е. Фортов ведет большую работу по разработке энергетических устройств специального назначения в тесной кооперации с институтами Военно-промышленного комплекса и Министерства обороны. ■

«РОССИЙСКУЮ НАУЧНУЮ ГАЗЕТУ» БУДУТ ЧИТАТЬ В СИБИРИ И НА ДАЛЬНЕМ ВОСТОКЕ

Олег Мраморнов

В конце ноября многочисленный список российских газет пополнился «Российской научной газетой».

«Российской научной газете» еще предстоит найти своих читателей и поклонников, приобрести вес и влияние в обществе. Однако она уже сумела продемонстрировать свой потенциал. Обширное интервью с академиком и нобелевским лауреатом Жоресом Алферовым, острые дискуссионные материалы, посвященные проблеме образовательного стандарта, статья академика Алексея Егорова о лекарствах XXI века, выступление патриарха Алексея II по

поводу взаимоотношений научного и религиозного мировоззрения – лишь часть напечатанных в пилотном выпуске материалов.

В дальнейшем «Российская научная газета» намерена предоставлять свои полосы не только старшим, но и молодым российским исследователям; рассказывать о выдающихся открытиях и изобретениях; рассказывать о проблемах фундаментальной науки, образования и здравоохранения; давать портреты ученых, вести разговор о сегодняшних непростых условиях, в которых наука продолжает осуществлять свое служение обществу.

«Российская научная газета» – совместный проект «Российской газеты» и Российской Академии Наук. «Для нас принципиально важно, – сказал президент РАН Юрий Осипов, – что это издание не только для Москвы и Санкт-Петербурга, а для всей страны, которое будут получать и на Урале, и в Сибири, и на Дальнем Востоке».

Главный редактор «Российской газеты» Владислав Фронин и шеф-редактор «Российской научной газеты» Александр Емельяненко сообщили о намерении издавать с нового, 2003 г. научную вкладку еженедельно, по вторникам. ■

ДЕВЯТЫЙ КОНКУРС МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ

Завершился девятый конкурс молодых российских ученых на соискание премий Европейской Академии. Торжественное вручение 23 премий состоялось 25 ноября в МГУ, лауреатам были вручены памятные медали, дипломы и премии в размере \$1000.

В 1992 г. академик РАН, директор НИИ физико-химической биологии, декан факультета биоинженерии и биоинформатики МГУ В. П. Скулачев, будучи членом Президиума Европейской Академии (ЕА), предложил создать клуб ее российских членов. Первым серьезным делом клуба стал конкурс

молодых ученых России на соискание премий ЕА. К настоящему времени было организовано восемь конкурсов, всего было премировано 203 ученых. По условиям конкурса в нем может принять участие любой соискатель в возрасте до 33 лет, имеющий публикации в открытой научной печати. Правила конкурса публикуются в газете «Поиск».

Европейская Академия – общественная неправительственная организация, призванная объединить ученых всех европейских стран – была создана в 1988 г. в рамках концепции «Общеввропейского дома» и объединенной Европы. Академия включает секции по всем основным разделам естественных и гуманитарных наук. В настоящее время в ее состав входят около 1800 известных европейских ученых, 68 из них – россияне. ■



ДАЖЕ УМНЫЕ ЛЮДИ ИМЕЮТ ПРЕДРАССУДКИ

Интеллектуалы верят в потусторонние силы

Майкл Шермер

Неужели мы станем взвешивать факты, прежде чем решить, во что же все-таки верить?

В апреле 1999 г. в Йельском университете я представлял свою книгу «Почему люди верят в сверхъестественные силы». Психолог Роберт Штернберг (Robert Sternberg) посетил презентацию, и некоторые его слова заставили меня задуматься: «Конечно, внимательно слушать о заблуждениях других, потому что мы абсолютно уверены, что сами никогда не будем столь глупы. Но возникает вполне обоснованный вопрос: почему даже умные люди верят в таинственные силы?» Приняв вызов, брошенный Штернбергом, я подготовил вторую редакцию книги, где в новой главе попытался ответить на каверзный вопрос. Скорее всего, интеллектуальные люди не могут расстаться со своими предрассудками потому, что они привыкли отстаивать свои убеждения, вне зависимости от того, каким путем они к ним пришли.

Вряд ли кому-нибудь придет в голову, разложив все факты по полочкам, взвесить все «за» и «против» и отобрать наиболее логичные и рациональные объяснения, абсолютно забыв о том, во что верили. Чаще всего мы приходим к тем или иным убеждениям под влиянием множества разнообразных причин, не имеющих ничего общего с эмпирическими заключениями и логическими рассуждениями. Скорее всего, такие составляющие как генетическая и наследственная предрасположенность,

влияние родственников и ровесников, образование, жизненный опыт – все это и формирует личные предпочтения, которые под воздействием социальных и культурных факторов превращаются в убеждения. Мы сортируем весь объем доступной информации, отбираем ту, которая подтверждает наши представления, но игнорируем неугодную.

Этот феномен называется искажением или подменой доказательств и помогает объяснить новые данные, опубликованные в отчете Национального научного фонда США в апреле 2002 г. Антинаучное восприятие мира свойственно многим людям. Согласно статистическим данным, 30% взрослых американцев полагают, что НЛО – космические корабли других цивилизаций; 60% признают телепатию, 40% считают астрологию наукой; 32% надеются на счастливые числа, 70% находят магнитотерапию научно обоснованной; 88% признают альтернативную медицину.

Вера в паранормальные явления не зависит от степени образованности. Примерно 65% выпускников школ и 60% выпускников вузов верят в телепатию, в магнитотерапию – 71% старших школьников и 55% студентов, в альтернативную медицину – 89% школьников и 92% выпускников вузов.

Статистика позволяет проникнуть вглубь проблемы: 70% американцев не понимают сути научного процесса познания, который определяется



Даже самые умные люди порой не в силах устоять перед завораживающим пением сирен псевдонауки

как вероятность научного предвидения, основанного на обобщении экспериментальных данных и проверке гипотез. Повышение уровня преподавания технических и естественнонаучных дисциплин, а также увеличение их количества – возможное решение данной проблемы. Только 53% американцев, имеющих высшее образование в области точных и естественных наук (более 9 курсов физики, химии или математики в школе и вузе), понимают суть процесса научного познания, в отличие от 38% американцев со средним образованием (от 6 до 8 подобных курсов) и 17% с начальным (пяты и менее курсов).

Необходимо не только изучать научные открытия как таковые, но и

обучать методам научного анализа. В разделе «Скептик» была опубликована статья, где приводились результаты исследований, согласно которым не существует никакой связи между научными знаниями и верой в паранормальные явления. Авторы статьи – Ричард Уокер (W. Richard Walker), Стивен Хокстра (Steven J. Hoekstra) и Родни Волг (Rodney J. Vogl) пришли к следующему выводу: «Как бы ни был высок уровень образования студентов, в их отношении к псевдонаучным утверждениям нет здравого смысла. Очевидно, что они не владеют методом научного познания. Вероятно, это можно объяснить устаревшим подходом к образованию: студентов учат, что думать, а не как думать».

Чтобы сокращалось число людей, верящих в паранормальные явления, необходимо разъяснять, что наука – это не совокупность несвязанных фактов, а набор методов исследования и истолкования явлений, способствующих появлению новых знаний, которые можно проверить, отклонить или принять.

Человеку, которому недоступны методы научного познания, каким бы умным он ни был, ни за что не устоять перед сладкоголосым пением сирен псевдонауки. ■

Об авторе: **Майкл Шермер (Michael Shermer)** – издатель журнала «Скептик» (www.skeptic.com), автор книг «В тени Дарвина» и только что переведенной «Почему люди верят в странные вещи».

«Очевидное – невероятное»

Смотрите в ближайших выпусках передачи

О чем рассказывают берестяные грамоты?

В студии академик РАН В.Л. Янин.

Новые исследования археологов, производящих раскопки древнего Новгорода, отмеченные премией «Триумф» за 2002 г. Сенсационная находка первой славянской книги на дощечках, покрытых воском. Жизнь наших предков в далеком прошлом: быт, торговля и социальная структура. Вече – первая демократия на Руси.

Глобализация без иллюзий.

В студии профессор Н.Е. Покровский.

Структурные изменения общества. Меняются отношения людей. Новый смысл приобретает привычные понятия: семья, образование, мир повседневности, отдых. Глобализация создает новые сети связей. Они оказываются более прочными, чем вертикальные пирамиды. Общество становится похожим на кочан

капусты (уровни, но не вертикали). Глобализированные общества живут по схемам, заложены в сетях быстрого питания (рациональность, предсказуемость, количественные коммерческие параметры, контроль со стороны безличных сил общества).

Ледники.

В студии академик РАН В.М. Котляков.

Как устроены и как развиваются ледники? История ледников и история человечества. Ледники и климат (потепление не за счет парниковых газов; ледники говорят о палеоклиматических периодах на Земле. Нужен ли России Киотский протокол). Ледники и мировой океан (уровень океана, колебания, таяние ледников). Ледники и стихийные бедствия (Осетия – уникальный случай движения целого ледника; причины насыщения водой). Подледное озеро (Антарктида, озеро в треть Байкала, температурный режим геотермального типа; древняя жизнь – 500 тысяч лет.)





рис. Карена Берда

РЕАЛЬНОЕ ВРЕМЯ

Темп нашей жизни непрерывно ускоряется, при этом осмысление временных понятий ускользает от нас

Гэри Стикс

Более 200 лет назад Бенджамин Франклин приравнял уходящие минуты и часы к потраченным шillingам и фунтам. Ныне, в новом тысячелетии, эти слова приобрели реальный смысл. В XXI в. время стало такой же ценностью, как топливо и драгоценные металлы. Этот жизненно важный ресурс, непрестанно измеряемый и оцениваемый, продолжает стимулировать рост экономики, построенной с учетом терабайт и гигабит в секунду.

Английский профессор экономики Ян Уокер (Ian Walker) из Уорикского университета передал дух времени нового тысячелетия, придав афоризму Франклина количественное обобщение. Он вывел формулу, в соответствии с которой трехминутная чистка зубов приравнивается к 45 центам из той прибыли (с учетом государственного налога и отчислений на социальное обеспечение), которую теряет средний британец, занимаясь домашними делами. Пол-

часа мойки личного автомобиля оценивается в \$4,5.

Буквальный перевод времени в денежный эквивалент способен превратить изречение Франклина в нелепую крайность. Впрочем, различные трактовки афоризма естественны, так как отражают коренные изменения наших взглядов на ход событий. Основные факторы, определяющие поведение человека, не претерпели каких-либо изменений со времен палеолита: стремление питаться,

размножаться, нападать или защищаться по-прежнему остается основой нашей жизнедеятельности. Несмотря на удивительное постоянство первичных побуждений, человечество испытывает все новые потрясения. Скорее всего, наиболее важным становится то, как мы относимся к тому или иному событию или историческому факту.

Согласно одному из определений, время – это континуум, в котором одни события сменяют другие по направлению от прошлого к будущему. Сегодня количество событий, происходящих за определенный интервал времени, будь то целый год или наносекунда, постоянно увеличивается. В современную эпоху использование новых технологий приобрело глобальный характер и превратилось во всемирное соревнование. Понятие «больше» приобрело значение «лучше». В своей книге «Быстрее, или ускорение всего на свете» Джеймс Глейк (James Gleick) отметил, что с появлением службы доставки в 80-е гг. XX в. ее клиенты получили преимущество: им доставляли почту в течение суток. «Когда все стали принимать пересылку корреспонденции за ночь как должное, равенство было восстановлено, – пишет Глейк, – просто весь мир привык к новым скоростям».

Одновременность

Интернет избавил нас от необходимости дожидаться «прибытия экспресса». Во всемирной паутине все

Богами проклят тот, кто первым различил

В потоке дня за часом час бегущий.

Проклятье и тому, кто здесь установил

Шест, циферблату свою тень дающий,

Чтобы разбить мои прекрасные деньки

На жалкие, ничтожные куски!

Тит Макций Плавт

царская часовая фирма Swatch, согласно велению времени, решила разрушить временные границы планеты. Для удобства пользования Интернетом был разработан хронометрический стандарт, упраздняющий часовые пояса и делящий сутки на 1000 приращений, одинаковых в любой точке земного шара и соответствующих меридиану швейцарского города Биль, в котором располагается штаб-квартира фирмы Swatch.

Цифровые интернет-часы продолжают отсчитывать свои удары на просторах Сети и на корпоративном здании Swatch в Биле. И все же стать мировым стандартом времени им не суждено, как не суждено эсперанто стать международным языком.

Можно сказать, что всемирная паутинка, опутав оба полушария, стерла временные преграды.

5 тыс. лет вавилоняне и египтяне изобрели календари.

Древние не гнались за точностью. Они отмечали естественные циклы: солнечный день, лунный месяц и солнечный год. Солнечные часы способны лишь отбрасывать тень, превращаясь в бесполезное украшение в пасмурные дни и ночью. Зато появившиеся в XIII в. механические часы произвели такую же революцию, как и изобретенный позднее печатный станок Гуттенберга. Время уже больше не текло, как раньше в водяных часах. Теперь оно было подчинено механизму, подсчитывающему колебания маятника. Усовершенствованный далее, этот прибор позволил измерять время с точностью до долей секунды.

В конечном счете использование механики привело к уменьшению размера часов. Как только тяжелые

Всякая экономия в конечном счете сводится к экономии времени.

К. Маркс

происходит одновременно: пользователи в Нью-Йорке или Дакаре становятся свидетелями обновления веб-страницы в один и тот же момент времени. Время, по существу, восторжествовало над пространством. Швей-

Обычай следить за ходом времени появился более 20 тыс. лет назад, когда первобытные охотники стали делать зарубки на палочках или костях, видимо отмечая таким образом дни между сменой фаз Луны. И лишь спустя

гири были заменены спиральной пружиной, появилась возможность носить часы в кармане или надевать их как украшение. Часовые технологии изменили наше восприятие организации общества, позволив чело- ▶

всему координировать свои действия с другими людьми. «Пунктуальность приходит изнутри, а не извне, — пишет историк из Гарвардского университета Дэвид С. Лэндс (David S. Landes) в своей книге «Революция времени: часы и становление современности» — Благодаря механическим часам появилась цивилизация, которая дорожит своим временем, что, безусловно, привело к повышению производительности труда».

Несколько столетий механические часы считались самыми точными. За последние пятьдесят лет человечество достигло огромного прогресса в увеличении точности (см. статью Уильяма Дж. Г. Эндрюса «Летопись хронометрии»). Не только Интернет позволил времени одержать победу над пространством. Время измеряется точнее любой другой физической величины, поэтому именно ему выпала «большая честь» определять единицы пространственных измерений. Сегодняшний стандарт трактует длину многоумажаемого метра как расстояние, которое свет в вакууме проходит за 1/299 792 458 секунды.

Для таких измерений применяют атомные часы. В некоторых из них в качестве псевдомаятника используется невероятно стабильная резонансная частота атомов цезия, обеспечивающая практически наносекундную точность. Спутники Глобальной системы позиционирования (GPS) непрерывно передают точную информацию о своем положении наряду с показаниями бортовых атомных часов. Принимающее устройство обрабатывает поступившую как минимум от четырех спутников информацию и выдает пилоту или путешественнику его земные координаты. Требования к точности чрезвычайно высоки: ошибка в одну миллионную долю секунды на борту одного из спутников увеличит погрешность выдаваемых GPS-приемником координат до 250 метров (если не будет скорректирована с помощью информации от других спутников).

Новые достижения, касающиеся точного измерения времени, не заставят себя долго ждать. В ближай-



Встретимся в @694 по интернет-времени

(17.39 в г. Биль, Швейцария). Созданный фирмой Swatch

стандарт поделил сутки на 1 000 «ударов», одинаковых

по всему миру в любой момент времени.

шие годы изобретатели хронометров создадут настолько точные атомные часы, что другие вряд ли смогут работать с ними синхронно (см. статью Эйта Гиббса «Совершенные часы»). В научных исследованиях ученые продолжают проводить все более тонкое деление секунды на мельчайшие интервалы. Стремление к увеличению скорости стало навязчивой идеей информационной эры. Лабораторные экземпляры транзисторов способны переключаться меньше чем за пикосекунд — одну тысячную от одной миллиардной доли секунды (см. статью Дэвида Лабрадора «От мгновенного — к вечному»).

Французские и голландские ученые создали лазер, излучающий световые импульсы длительностью 250 аттосекунд, то есть 250 миллиардных от одной миллиардной доли секунды. Возможно, когда-нибудь подобный стробоскоп будет встроен в кинокамеру для съемки движения отдельных электронов. Основанные на радиоактивности методы датировки событий помогают ученым выяснить истинный возраст Земли.

Мы с легкостью преодолеваем пространство и время, подключаясь к Интернету или управляя самолетом с помощью GPS. Еще предстоит выяснить, каков предел скорости. Путешествия в прошлое или будущее — любимая

тема научных конференций, популярной литературы (см. статью Пола Дэйвиса «Как создать машину времени»). Но вопреки самоотверженности мастеров часового дела, ни физики, ни философы до сих пор не пришли к единому мнению насчет того, что мы имеем в виду, когда произносим: «Время бежит».

Недоумение по поводу природы времени – тройственной загадки прошлого, настоящего и будущего – главенствует в многовековой индустриальной эре человечества. Святой Августин писал об этом в своих «Признаниях»: «Что же тогда есть время? Когда меня никто об этом не спрашивает, то мне кажется, что я знаю; если же я пытаюсь ответить спросившему, то я теряюсь с ответом». Далее он пытается объяснить, почему столь сложно дать определение времени: «Как же тогда могут существовать два типа времени, прошлое и будущее, когда прошлого уже нет, а будущего еще нет?»

Бесстрастные, но обремененные религией физики тоже испытали за-

в теоретической физике – субъективность времени. Физики стали обращаться за помощью к философам, пытались разобраться в правомерности включения переменной t в свои уравнения (см. статью Джорджа Маскера «Рана в сердце физики»).

Живые часы

О загадочной сущности времени размышляют не только физики и философы, но и антропологи, занимающиеся изучением культур Востока, в которых традиционно ход событий представлялся циклическим и нелинейным (см. статью Карола Эззела «Общественные культуры и время»). Согласитесь, для большинства из нас время – это не просто реальность, а главный фактор, определяющий нашу жизнедеятельность.

Ощущение того, что мы балансируем между прошлым и будущим, по-видимому, тесно связано с основами нашей биологии. Наши тела напичканы живыми часами, которые, в частности, управляют нашим состоянием, когда нас клонит ко сну, напоминая

с механизмом запоминания событий и последующего восстановления их в хронологической последовательности. Изучение больных, страдающих разными формами амнезии и утративших способность адекватно оценивать прошедшие часы, месяцы и даже целые десятилетия, помогает точно выявить участки мозга, отвечающие за наше восприятие времени (см. статью Антонио Р. Дамазини «Возвращаясь в прошлое»).

Осознание нашего места в череде событий определяет, кто мы. Поэтому, безусловно, не важно, останемся ли время непреложной физической истиной с точки зрения космологии. Наше уважение к четвертому измерению, дополняющему три пространственных, объясняется нашей любовью отмечать знаменательные даты, такие как день рождения, Рождество, День независимости. Как иначе можно объяснить то безумие, с которым в январе 2000 г. праздновалась дата, не связанная ни с одним из значительных событий в жизни Христа и даже, по многим подсчетам, не являющаяся истинной границей тысячелетий?

И несмотря ни на что мы также отпразднуем следующий миллиeniuм (если к тому времени не вымерем как вид), а между тем отметим золотую свадьбу родителей и двадцатилетие основания местного пожарного отделения. Это единственный способ навязать иерархию и структуру современному миру, в котором мгновенный обмен сообщениями – фото за час, экспресс-диагностика и доставка за день – грозят лишить нас всякого ощущения постоянства. ■

Об авторе:

Гэри СТИКК (Gary Stix), редактор специальных проектов

Сколько бы мы ни старались, жизнь бежит быстрее нас, а если мы еще медлим, она пронесется, словно и не была нашей, и, хотя кончается в последний день, уходит от нас ежедневно.

Сенека

трудение, столкнувшись с этим вопросом. Мчась к своей неизбежной кончине, мы отмечаем, что время «летит». Что же это значит? Можно, конечно, придумать единицу измерения для потока времени наподобие силы электрического тока. Но вполне возможно, что такая мера просто не существует (см. статью Пола Дэйвиса «Это таинственное течение»). Действительно, одна из самых спорных тем

нам, что пора отдохнуть (см. статью Карена Райта «Время нашей жизни»).

Сегодня биологи открывают тайны биоритмов. Ученые занимаются изучением тех областей мозга, благодаря которым время для нас летит незаметно, когда мы весело отдыхаем, и еле тянется, когда слушаем скучную лекцию о процентных ставках канадских банков. Становится ясно, как связаны различные виды памяти

ЭТО ТАИНСТВЕННОЕ ТЕЧЕНИЕ

«Есть только миг между прошлым и будущим...»

Пол Дэйвис

От свершившегося прошлого через реальное настоящее к непредсказуемому будущему – таким представляется нам неумолимый ход времени. Однако это лишь иллюзия.

«Срезай бутоны роз, пока ты можешь – время бежит!» – писал английский поэт XVII в. Роберт Херрик. В этих строках он попытался выразить смысл известной истины – время не стоит на месте. Казалось бы, кто может в этом сомневаться? Восприятие течения времени – основополагающий аспект человеческой сущности, оно тоньше ощущения пространства или массы. Время сравнивают с летящей стрелой или бурным потоком, неумолимо влекущим нас от прошлого к будущему. Уильям Шекспир писал о «карусели времени», его соотечественник Эндрю Марвелл – о «колеснице, несущейся на крыльях времени».

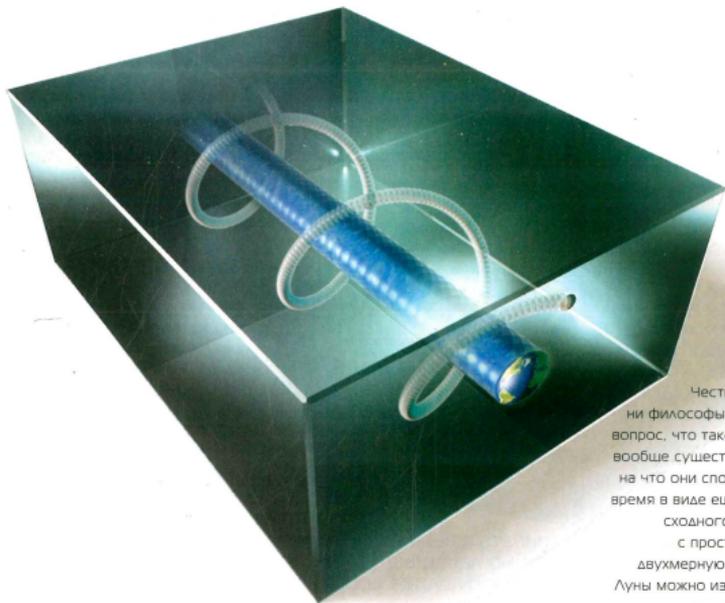
Какими бы образными ни были эти метафоры, в них неизбежно заключен глубокий парадокс. В современной физике отсутствует понятие, соответствующее течению времени. Ученые даже утверждают, что время вообще не течет – оно просто существует. По мнению некоторых философов, само понятие «течение времени» бессмысленно, а рассуждения о «реке или потоке времени» основаны на недопонимании. Как же могло

случиться, что то, на чем основан весь наш опыт познания окружающего мира, всего лишь заблуждение? Или у времени есть какое-то очень важное свойство, о котором ученые пока ничего не знают?

Время – не сущностная категория

Нашу жизнь мы делим на три периода: прошлое, настоящее и будущее. Настоящее – это объективная реальность, то, что существует сейчас. Прошлое – то, что безвозвратно ушло, будущее – то, о чем можно только предполагать. В рамках этого простого объяснения понятие «сейчас» непрерывно скользит вперед, превращая события, которые могут случиться в неопределенном будущем, в мимолетную реальность настоящего, минуя погружающегося в прошлое.

Все эти представления о времени кажутся банальными, однако они вступают в серьезное противоречие с современной физикой. Об этом блестяще написал Альберт Эйнштейн в письме к одному из своих друзей: «Прошлое, настоящее и будущее – иллюзии, хотя



Честно говоря, ни физики, ни философы не могут ответить на вопрос, что такое время и зачем оно вообще существует. Самое большее, на что они способны, – представить время в виде еще одного измерения, сходного (но не идентичного) с пространством. Например, двухмерную околоземную орбиту Луны можно изобразить трехмерной винтовой линией в системе пространство–время.

и неискоренимые». Это утверждение великого ученого прямо вытекает из его специальной теории относительности, которая отрицает абсолютность, универсальность настоящего момента времени. Согласно этой теории, одновременность относительна. Два события, происходящие в одно и то же время для наблюдателя в одной системе отсчета, могут оказаться разнесенными во времени с точки зрения наблюдателя, находящегося в другой системе.

На простой вопрос: «Что сейчас происходит на Марсе?» – нельзя дать точный ответ. Дело в том, что Земля и Марс удалены друг от друга примерно на 20 световых минут, а это большое расстояние. Наблюдатель, находящийся на Земле, не может мгновенно узнать о событиях, происходящих на Марсе, поскольку скорость передачи информации не превышает скорости света. Ему придется подождать, пока свет преодолеет расстояние между планетами. Ответ зависит также и от скорости, с которой движется наблюдатель.

Предположим, что совершается пилотируемая экспедиция на Марс. Руко-

водители полета, находящиеся на Земле, хотят узнать, что делает в данный момент командир корабля Джонс на базе «Альфа». Посмотрев на часы и увидев, что на Марсе полдень, они скажут: «Обедает». Другой ответ даст астронавт, пролетающий в этот момент мимо Земли со скоростью, близкой к скорости света. Посмотрев на свои часы, он увидит, что на Марсе сейчас либо меньше, либо больше 12.00 – в зависимости от того, в каком направлении движется его космический корабль. Значит, Джонс только себе готовит обед или уже моет посуду. Такие нестыковки показывают тщетность попыток придать особый смысл настоящему моменту – ведь неясно, что именно «сейчас» к нему относится. Если мы движемся друг относительно друга, то событие, которое для меня только должно свершиться (и то предположительно!), для вас, возможно, уже в прошлом.

Самый простой выход из этой ситуации – считать, что и прошлое, и будущее зафиксированы. По этой причине физики предпочитают рассматривать время как нечто целост-

ное, простирающееся подобно ландшафту, на котором располагаются прошедшие и будущие события. Такое представление о природе времени полностью исключает как существование некоего особого момента, называемого настоящим, так и процесса непрерывного превращения будущих событий в настоящие, а затем и в прошедшие. Говоря короче, никакого течения или потока времени для физиков не существует.

Отсутствует ли течение времени?

К такому же выводу уже давно пришли и некоторые философы, пытавшиеся разобраться, что обычно понимается под «течением времени». Они утверждали, что это понятие само по себе противоречиво. Говоря о течении, мы подразумеваем движение. Всем понятно, что такое движение физического объекта, например стрелы. Его можно охарактеризовать, описывая изменение ее положения в пространстве с течением времени. Но какой смысл может иметь движение самого времени? Относительно чего оно ▶

движется? Тогда как иные виды движения связывают один физический процесс с другим, предполагаемое течение времени связывает время с самим собой. Простой вопрос: «Как быстро идет время?» – показывает абсурдность самой идеи хода времени. Банальный ответ: «Со скоростью одна секунда в секунду» – бессмыслен.

Однако в повседневной жизни мы постоянно оперируем понятием течения времени. Но все, что мы хотим сказать, можно выразить и без него. Рассмотрим такой сюжет: «Алиса очень надеялась, что на Рождество выпадет снег. Но когда праздник пришел,

фактов, достаточный, чтобы понять, что же произошло:

24 декабря:

Алиса надеется, что на Рождество выпадет снег.

25 декабря:

Идет дождь. Алиса огорчена.

26 декабря:

Идет снег. Алиса счастлива.

В этом описании ничего не происходит, нет никаких изменений. Просто говорится о погоде в разные дни и о чувствах, которые испытывает в связи с этим девочка.

Пожоже рассуждения можно най-

ватным, и тем не менее они явно противоречили друг другу. Вернувшись к примеру с Алисой, мы увидим, что событие «Алиса огорчена» сначала относится к будущему, потом к настоящему и, наконец, к прошлому. Но прошлое, настоящее и будущее – взаимосключающие категории. Как может одно событие относиться сразу ко всем временным интервалам? Мак-Тэгарт использовал расхождение между рядами **A** и **B** как аргумент в пользу нереальности времени как такового. Пожалуй, это слишком смелое утверждение. Большинство физиков менее категоричны – они считают нереальным только течение времени, а само время так же реально, как и пространство.

Физики предпочитают рассматривать время как нечто целостное, простирающееся подобно ландшафту, на котором располагаются и прошедшие и будущие события

ее постигло разочарование – весь день шел дождь. Зато на следующее утро она была счастлива – все вокруг завалило снегом». Рассказ полон динамики и упоминаний о ходе времени. Но эту же информацию можно передать, просто описав ощущения Алисы в разные дни без всяких ссылок на перемены во времени или в окружающей обстановке. Вот сухой перечень

ти у древнегреческих философов Парменида и Зенона. Сто лет назад английский философ Джон Мак-Тэгарт попытался сравнить два описания системы. Одно – в виде перечисления происходящих событий (**ряд A**), другое – в виде перечня моментов времени и соответствующих им состояний системы (**ряд B**). Каждое из описаний было вполне адек-

Асимметрия времени

Неразбериха, возникающая в спорах о ходе времени, происходит из-за того, что это понятие сопоставляют с так называемой стрелой времени. Отрицать существование течения времени – совсем не то же самое, что утверждать, будто понятия «прошлое» и «будущее» лишены физического смысла. Все события, происходящие вокруг нас, безусловно последовательны. Так, если яйцо упадет на пол, то оно обязательно разобьется. Обратный же процесс – самопроизвольное «воссоздание» яйца из осколков – никому не доводилось видеть. Этот пример – иллюстрация второго закона термодинамики, согласно которому энтропия замкнутой системы не может убывать во времени. У целого же яйца энтропия ниже, чем у разбитого.

Необратимые физические процессы в природе очень много, поэтому второй закон термодинамики налагает отчётливую печать временной асимметрии на наш мир, разграничивая направления «вперед» и «назад» вдоль временной оси. Для удобства стрелу времени направляют в будущее. Это не значит, однако, что сама стрела туда и летит: Точно так же стрелка компаса не движется к полюсу, хотя и указывает на Северный магнитный по-

Никто на самом деле не знает...

Блаженный Августин из Гиппона, известный теолог V в., однажды заметил, что он очень хорошо понимает, что такое время, правда, до тех пор, пока кто-нибудь не спросит его об этом. Мы ощущаем время только психологически, поэтому все его определения с точки зрения физики кажутся нам сухими и неточными. Для физика время – это просто то, что отсчитывают точные часы, для математика – одномерное пространство, обычно считающееся непрерывным. Хотя оно может и квантоваться на дискретные «хроны», сходные с кадрами киноплёнки.

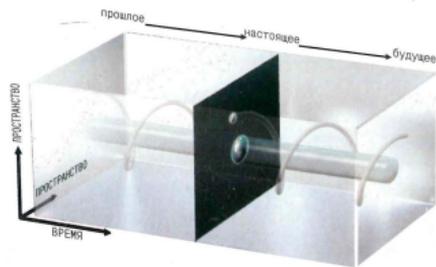
То, что время можно представить как четвертое измерение, вовсе не подразумева-

ЧТО ЖЕ ТАКОЕ ВРЕМЯ

ет его идентичности с трехмерным пространством. Время и пространство присутствуют в нашей повседневной жизни и в теоретической физике по-разному. Например, формула, по которой находят временной интервал, имеет другой вид, чем формула для вычисления расстояния. Различие между пространством и временем служит фундаментом ключевого понятия причинности и предотвращает безнадёжное смешение причины и следствия. С другой стороны, многие физики полагают, что на микроуровне – при минимальных расстояниях и временных интервалах – пространство и время могут перестать быть разделяемыми сущностями.

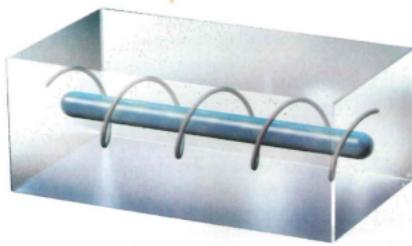
Ничего кроме настоящего

Принято считать, что настоящий момент времени наделен особой значимостью. На самом деле только он реально и существует. С каждым тиканием часов один миг сменяется другим – этот процесс мы и называем течением времени. Например, Луна в данный момент времени находится в одной конкретной точке околоземной орбиты, а в следующий момент ее в этой точке уже нет, зато она обнаруживается в другом месте.



Общепринятое представление: реально только настоящее

Ученые, размышляющие о таких вещах, в большинстве своем думают иначе. Они утверждают, что у нас нет оснований приписывать выделенность настоящему, поскольку такой же выделенностью обладает любой момент времени. С объективной точки зрения прошлое, настоящее и будущее одинаково реальны. Вселенную можно разместить в некоторой четырехмерной системе координат, осями которой являются время и три пространственные координаты (на рисунке изображены только две из них).



Четырехмерная Вселенная: прошлое, настоящее и будущее одинаково реальны

люс. Обе стрелы свидетельствуют только о некой асимметрии, а не о движении. Стрела времени указывает на асимметрию нашего мира во времени, а не на асимметрию течения времени. Термины «назад» и «вперед» вполне законны, когда речь идет о временной направленности, так же как термины «вверх» и «вниз» – когда говорится о направленности пространственной. Говорить же о «прошлом» и «будущем» как об объективной сущности столь же бессмысленно, как и об объективной сущности «низа» и «верха».

Рассмотрим пример с пленкой, на которой снято, как падает на пол и разбивается яйцо. Прокрутив пленку назад, мы сразу видим, что обратный черед событий быть не может. Теперь представим, что мы разрежали пленку на кадры и перемешали их. Не составив труда уложить эти кадры в стопку, так чтобы кадр с разбитым яйцом оказался на самом верху, а с целым – внизу. Эта вертикально упорядоченная стопка наследует асимметрию, присущую стреле времени, и доказывает, что асимметрия присуща именно состояниям системы, а не времени как таковому. Совсем не обя-

зательно прокручивать пленку, чтобы «увидеть» стрелу времени.

Теперь, после того как мы узнали, что большинство физиков и философов так и не нашли никаких признаков существования потока времени, мы чувствуем, что подходим к чему-то таинственному и непостижимому. Если время стоит на месте, то почему же мы испытываем сильнейшее ощущение того, что все в мире находится в непрестанном движении? Некоторые ученые, и в первую очередь нобелевский лауреат Илья Пригожин, работающий сейчас в университете штата Техас и в Брюсселе, полагают, что свидетельства реальности течения времени можно найти в тонких необратимых процессах. Но мне, и не только мне, кажется, что это тоже своего рода иллюзия.

Итак, никакого течения времени мы не наблюдаем. Мы видим только, что

нынешнее состояние системы отличается от предыдущего. Тот факт, что мы помним о прошедшем, а о будущем ничего не знаем, свидетельствует не о течении времени, а о его асимметрии. Ничего другого, кроме череды событий, внимательный наблюдатель отметить не может. Любые часы измеряют лишь интервал времени между событиями, так же как линейка измеряет расстояние между предметами. Они не определяют «скорость», с которой один момент времени сменяет другой. Таким образом, поток времени – это понятие субъективное, а не объективное.

Только настоящее

Эта иллюзия требует объяснения, и искать его нужно в области лингвистики или культуры. Современная наука находится только на подступах к изучению тех процессов, которые лежат в основе восприятия нами течения

Об авторе:

Пол Дэйвис (Paul Davies), физик-теоретик из Австралийского центра астробиологии Университета Макури в Сиднее. Один из самых известных популяризаторов науки, автор многих научно-популярных книг по физике. В сферу его научных интересов входят черные дыры, квантовая теория поля, рождение Вселенной, природа сознания, происхождение жизни.

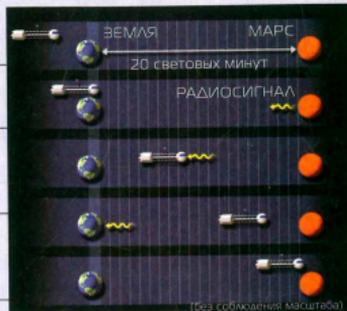
Что сейчас происходит на Марсе? Такой простой вопрос, и так трудно на него ответить! Все дело здесь в слове «сейчас». Для каждого из наблюдателей, движущихся с разными скоростями, оно свое. Этот странный феномен известен под названием «относительность одновременности». Представим себе, что на вопрос: «Что происходит на Марсе прямо

сейчас?» – пытаются ответить два наблюдателя. Один находится в Центре управления космическими полетами в Хьюстоне, другой – мчится в космическом корабле со скоростью, составляющей 80% скорости света. Астронавт, находящийся на Марсе, ровно в 12:00 часов по местному времени садится обедать и ровно в этот момент посылает радиосигнал.

С точки зрения наблюдателя, находящегося на Земле

С его точки зрения, Земля неподвижна. Марс находится от нее на неизменном расстоянии (20 световых минут), а космический корабль летит со скоростью, составляющей 80% скорости света. Точно такой же представляется ситуация и наблюдателю, находящемуся на Марсе.

До 12:00	Обменявшись радиосигналами, наблюдатели на Земле и на Марсе измеряют расстояние между планетами и синхронизируют часы.
12:00	Наблюдатель на Земле полагает, что его марсианский коллега садится обедать, и готовится получить от него сообщение через 20 минут.
12:11	Зная скорость космического корабля, наблюдатель на Земле приходит к выводу, что как раз в это время астронавт, летящий к Марсу, должен получить радиосигнал, посланный находящимся там наблюдателем.
12:20	Радиосигнал достигает Земли. Все сходится – как и предполагалось, ровно в 12:00 часов наблюдатель на Марсе приступил к обеду. Полдень на Земле и полдень на Марсе наступили одновременно.
12:25	Космический корабль прибывает на Марс.



С точки зрения астронавта

С его точки зрения, космический корабль неподвижен, а обе планеты движутся со скоростью, составляющей 80% скорости света. По данным измерений астронавта, Земля и Марс находятся друг от друга на расстоянии 12 световых минут – это совсем не та величина, что получена наблюдателями с Земли и Марса. Это различие, хорошо известное следствие теории Эйнштейна, называется релятивистским сокращением длины. Сходный эффект – растяжение времени – приводит к тому, что часы на корабле и на планетах идут с разной скоростью. Наблюдателям на Земле и на Марсе кажется, что ход часов астронавта замедлен, астронавту же представляется, что их часы спешат. Когда корабль пролетает мимо Земли, астронавт синхронизирует свои часы с часами на Земле.

До 12:00	Обменявшись световыми сигналами с коллегами, астронавт вычисляет расстояние между планетами.
12:00	Астронавт пролетает мимо Земли. Как раз в это время, по его мнению, его коллега на Марсе садится обедать. Астронавт готовится получить сообщение об этом через 12 минут.
12:07	Астронавт получает сигнал с Марса – раньше, чем он ожидал. Может быть, думает астронавт, его коллега сел за обед до полудня?
12:15	Корабль прибывает на Марс. Астронавт и его коллега на Марсе сверяют часы и обнаруживают, что они показывают разное время. Но какое же из них правильное?
12:33	Сигнал достигает Земли. Различие во времени говорит о том, что никакого универсального настоящего момента времени не существует.



Вы говорите – время идет. Безумцы – это вы проходите.

Талмуд

времени. Пока это лишь предмет дискуссий. Возможно, это связано с работой мозга. Предположим, что вы крутите какое-то время, а затем резко останавливаетесь. Вам кажется, что все вокруг плывет, но глаза вас обманывают – предметы спокойно стоят на своих местах. Эта кажущаяся крутовёрть – всего лишь иллюзия, порождаемая движением жидкости во внутреннем ухе. Может быть, восприятие потока времени схоже с этим ощущением?

Есть два аспекта временной асимметрии, которые могли бы породить ложное ощущение течения времени. Первый аспект – это термодинамическая неэквивалентность прошлого

рвано, подразумевает существование неопределенного будущего (и, по существу, неопределенного прошлого). Эта неопределенность проявляется наиболее отчетливо на расстояниях, близких к атомным. Ее сущность в том, что характеризующие систему параметры носят вероятностный характер в каждый момент времени.

Например, электрон, столкнувшись с атомом, может отскочить от него в одном из множества направлений, и какое из них окажется предпочтительным, мы не знаем. Квантовая неопределенность подразумевает, что для любого квантового состояния существует огромное множество (не исключено,

полагают, что это как-то связано с сознанием наблюдателя – в том смысле, что сам акт наблюдения побуждает природу принять решение. Некоторые ученые, например Роджер Пенроуз (Roger Penrose) из Оксфордского университета, придерживаются той точки зрения, что сознание, в частности ощущение течения времени, связано с квантовыми процессами в головном мозге.

Пока ученым не удалось обнаружить в мозге никаких следов «органа времени». Может быть, в будущем они и выявят какие-то процессы, отвечающие за ощущение хода времени, а возможно, изобретут препараты, временно устраняющие его. Правда, некоторые практикующие специалисты в области медитации утверждают, что этого состояния можно достичь и естественным путем.

Что если науке удастся избавиться нас от ощущения хода времени? Вероятно, тогда мы перестанем беспокоиться о будущем и грустить о прошлом. Мысли о смерти будут такими же неуместными, как и мысли о рождении. Слова «ожидание» и «ностальгия» исчезнут из нашего лексикона. Испарится само понятие безотлагательности, присущее столь многим видам человеческой деятельности. И мы больше не будем вслед за поэтом Генри Лонгфелло страстно желать «действовать, действовать в живом настоящем», потому что и прошлое, и настоящее, и будущее будут для нас без всякого преувеличения достойным прошлым. ■

Б.Б. Кадомцев.
«Динамика и информация»
Москва, УФН, 1997.

Эта последняя книга выдающегося русского физика академика Бориса Борисовича Кадомцева посвящена тонким вопросам необратимости физических процессов в электродинамике, квантовой механике и термодинамике.

Современная наука находится только на подступах к изучению тех процессов, которые могут лежать в основе восприятия нами течения времени. Пока это лишь предмет дискуссий.

и будущего. За последние десятилетия физики осознали, что понятие энтропии системы тесно связано с количеством заключенной в ней информации. Именно поэтому формирование памяти – однонаправленный процесс: информация в головном мозге накапливается, и его энтропия возрастает. Возможно, эта однонаправленность и дает нам ощущение течения времени.

Суть второго аспекта в том, что ощущение течения времени, возможно, каким-то образом связано с квантовой механикой. Вернувшись к истокам этой науки, мы увидим, что время присутствует в ней совсем в другом виде, чем пространство.

Одна из причин трудности совмещения квантовой механики и общей теории относительности – это особая роль времени для квантовой механики. Принцип неопределенности Гейзенберга, согласно которому все в природе внутренне индетерминировано,

что даже бесконечное множество) возможных реальных исходов. О каждом из них квантовая механика может говорить лишь в вероятностном смысле, но какой исход будет соответствовать реальности – она не знает.

В то же время, производя измерения, мы получаем вполне конкретный результат. Например, обнаруживаем электрон, отскочивший от атома, летящим в определенном направлении. Во время самого процесса измерения из огромного числа возможностей «выживает» единственная, специфическая реальность. В головном мозге наблюдателя возможность превращается в действительность, неизвестное будущее – в застывшее прошлое: ровно то, что мы называем течением времени.

Среди физиков нет единодушия в вопросе о том, как именно совершается этот переход от бессчетного числа потенциальных возможностей к единственной реальности. Многие

РАНА В СЕРДЦЕ ФИЗИКИ

Джордж Массер

Физикам буквально не хватает времени. Помогут ли им философы?

Для обычных людей великое таинство времени кроется в том, что его никогда не бывает достаточно. В утешение скажем, что и у физиков проблема та же. Формулы, описывающие законы физики, содержат переменную времени, но они не объясняют различие между прошлым и будущим. Как только ученые пытаются сформулировать фундаментальные законы физики, из формул испаряется маленькое t , обозначающее время. Неожиданно на помощь приходят философы.

Большинству физиков философия представляется посиделками за кружкой темного пива. И даже те из них, кто читал серьезные работы по философии, сомневаются в ее полезности. Труды Канта наводят их на мысль, что основа философии – «неразборчивость в погоне за неопределенностью». «Мне кажется, что большинство моих коллег просто боятся общаться с философами – подобно тому, как мы боимся быть застигнутыми врасплох во время просмотра порнографического фильма», – говорит физик Макс Тегмарк (Max Tegmark) из Пенсильванского университета.

Однако это не всегда было так. Философы выступали в роли критиков в научных революциях прошлого, включая развитие квантовой меха-

ники и теории относительности. Недалек тот день, когда квантовая механика и теория относительности объединятся в теорию квантовой гравитации, которая призвана примирить две различные концепции пространства и времени. Яркий поборник подобного союза Карло Ровелли (Carlo Rovelli) из французского университета Экс-Марсель считает, что вклад философов в новое понимание пространства и времени в квантовой теории гравитации будет очень важен. Два примера иллюстрируют, как физики и философы могли бы объединить свои усилия.

Первый из них касается «проблемы замороженного времени» или «проблемы времени», которая возникает при попытке исследователей включить общую теорию относительности Эйнштейна в квантовую теорию, используя вторичное квантование. Этот метод блистательно работает в приложении к теории электромагнитного поля, но в случае теории относительности приводит к возникновению уравнения Уилера-Де Витта, которое не содержит переменной времени. Иными словами, уравнение показывает, что Вселенная должна быть «заморожена» во времени, никогда не меняясь.





Не теряйте время попусту

Столь неутешительный вывод о неизменности Вселенной может быть следствием несовершенства самой операции вторичного квантования. Вместе с тем некоторые физики и философы считают, что эта проблема уходит корнями в один из основополагающих принципов теории относительности – принцип общей ковариантности, согласно которому законы физики одинаковы для всех наблюдателей. Физики обычно рассматривают этот принцип с точки зрения свойств пространства и времени. Для двух наблюдателей пространство-время будет иметь разные формы в зависимости от того, кто из них движется и какие силы действуют.

В конце 80-х гг. XX в. философы Джон Эрман и Джон Д. Нортон из Питсбургского университета утверждали, что ковариантность заставляет задуматься о вечном вопросе метафизики:

существуют ли пространство и время независимо от звезд, галактик и веществ, их составляющих (положение, получившее название субстанционализм), или же они представляют собой всего лишь искусственно введенные параметры для описания того, как соотносятся физические объекты (реляционизм)? Нортон писал: «Действительно ли пространство и время независимы от того, пишут на нем или нет? Или же они сродни статусу родителей, который приобретает только после рождения детей».

Нортон и Эрман рассмотрели давно забытый мысленный эксперимент Эйнштейна. Рассмотрим брешь в пространстве-времени. Вне этой пустой области распределение материи фиксирует геометрию пространства-времени согласно уравнениям общей теории относительности. Однако внутри ковариантность позво-

ляет пространству-времени принимать любые формы. В некотором смысле пространство-время ведет себя как холщовый тент, натянутый на столбиках, которые олицетворяют материю. Они заставляют холст принимать определенную форму. Но если убрать один столбик, что будет аналогично образованию бреши, часть тента провиснет или будет колыхаться на ветру.

Не вдаваясь в детали, отметим, что мысленный эксперимент порождает дилемму. Если пространственно-временной континуум – сам по себе сущность (так утверждает теория субстанционализма), то общая теория относительности должна быть недетерминированной, т.е. ее описание мира должно содержать элемент случайности. Чтобы теория была детерминистской, пространство и время должны быть чистым вымыслом (это соответствует реляционистско-

Мир невозможен без времени, но и время невозможно без мира.

А. Шопенгауэр

Время есть отношение бытия к небытию.

Ф.М. Достоевский

му подходу). На первый взгляд, это говорит о победе теории реляционизма. К тому же другие теории, такие как теория электромагнитного поля, основываются на принципах симметрии, напоминающих реляционизм.

Но у реляционизма есть свои недостатки. Он порождает проблему «замороженного» времени: пространство может изменяться со временем, но все его возможные формы эквивалентны, следовательно, на самом деле оно никогда не изменяется. Более того, теория реляционизма сталкивается с субстанционалистскими основами квантовой механики. Если пространство-время не имеют фиксированного смысла, разве вообще возможно проводить наблюдения в определенных местах и в определенные моменты времени, как того, казалось бы, требует квантовая механика?

Различные пути разрешения дилеммы ведут к очень разным теориям квантовой гравитации. Некоторые исследователи, такие как Ровелли (Rovelli) и Джулиан Барбу (Julian Barbour), пытаются применить релятивистский подход. Они полагают, что время не существует, и ищут возможность объяснить изменения как иллюзию. Другие ученые, включая тех, кто занимается теорией струн, склоняются к субстанционализму.

«Это хороший пример того, насколько ценен философский подход в физике, – говорит философ Крэг Каллендер (Crag Callender) из университета в Сан-Диего, Калифорния. – Если некоторые думают, что проблема

времени в канонической теории квантовой гравитации – исключительно проблема квантовой физики, то такие ученые вообще не понимают сути проблемы, так как она существует давно и носит более общий характер».

К вопросу об энтропии

Второй пример взаимодействия философов и физиков касается так называемой стрелы времени – асимметрии между прошлым и будущим. Многие полагают, что стрела времени объясняется вторым законом термодинамики, который гласит, что энтропия, для простоты определяемая как количество беспорядка внутри системы, увеличивается с течением времени. Впрочем, может быть, дело и не во втором законе.

Общепринятое объяснение второго начала термодинамики, выдвинутое австрийским физиком Людвигом Больцманом в XIX в., носит вероятностный характер. Основная идея заключается в том, что беспорядочных состояний системы гораздо больше, чем состояний, соответствующих упорядочению. Если в настоящий момент система довольно упорядочена, то в следующий момент времени она скорее всего будет находиться в более беспорядочном состоянии. Однако это рассуждение симметрично во времени: в предыдущий момент сис-

тема тоже могла быть более неупорядочена. По Больцману, единственным способом гарантировать рост энтропии в будущем становится низкое значение энтропии системы в предыдущий момент времени. Таким образом, второй закон не носит абсолютного характера.

Другие теории о стреле времени также несовершенны. Философ Хью Прайс (Huw Price) из Сиднейского университета утверждает, что почти каждая попытка объяснить асимметрию времени включает логическую ошибку: рассуждения, как правило, скрывают в себе предположение о асимметричности времени. Работы Прайса – пример того, что, как говорит философ Ричард Хиля (Richard Healey) из Аризонского университета, философы могут быть полезны в качестве «интеллектуальной совести практикующего физика». Приверженцы строгих логических рассуждений, они постоянно следят за незначительными косвенными влияниями.

Жизнь была бы скучна, если бы мы всегда прислушивались к своей совести, и физики всегда поступали правильно, когда игнорировали философов. Но иногда совесть – единственное оружие в вечной борьбе с логическими ошибками. ■

Об авторе:

Джордж Массер (George Musser) – редактор и писатель. Дополнительные материалы по теме можно найти, обратившись по адресу:

www.sciam.com/request.cfm?source=3D0902Issue_moretoexplore

НОВЫЙ БЛИЖНЕМАГИСТРАЛЬНЫЙ
ПАССАЖИРСКИЙ САМОЛЕТ

ТУ-334

РАЗРАБОТАН
В ОАО "ТУПОЛЕВ"



НАЧАЛО СЕРИЙНОГО
ПРОИЗВОДСТВА - 2004 ГОД

105005, МОСКВА,
НАБЕРЕЖНАЯ АКАДЕМИКА
ТУПОЛЕВА, 17
E-MAIL: TU@TUPOLEV.RU
WWW.TUPOLEV.RU



ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО

ТУПОЛЕВ

КАК СОЗДАТЬ МАШИНУ ВРЕМЕНИ

СЛОЖНО, НО ВОЗМОЖНО

Пол Дэйвис

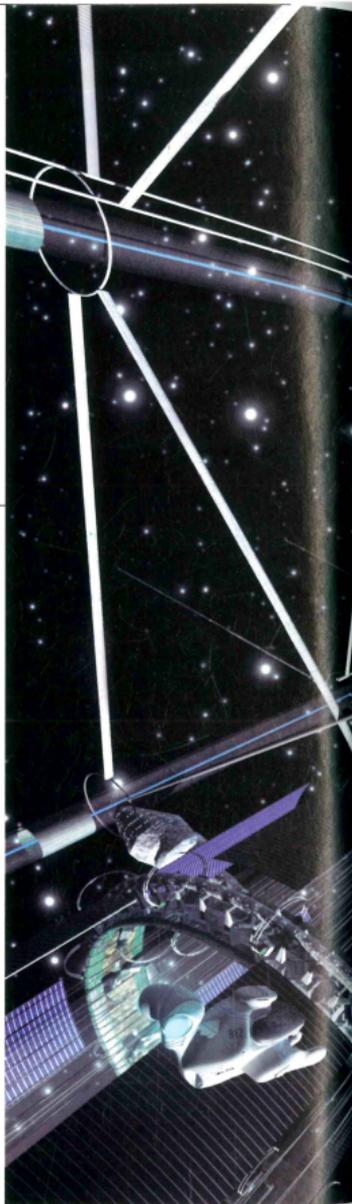
Знаменитый роман «Машина времени», написанный Гербертом Уэллсом в 1895 г., вдохновил многих писателей-фантастов. Возможно ли на самом деле путешествие во времени? Удастся ли создать аппарат, который смог бы отправить человека в прошлое или в будущее?

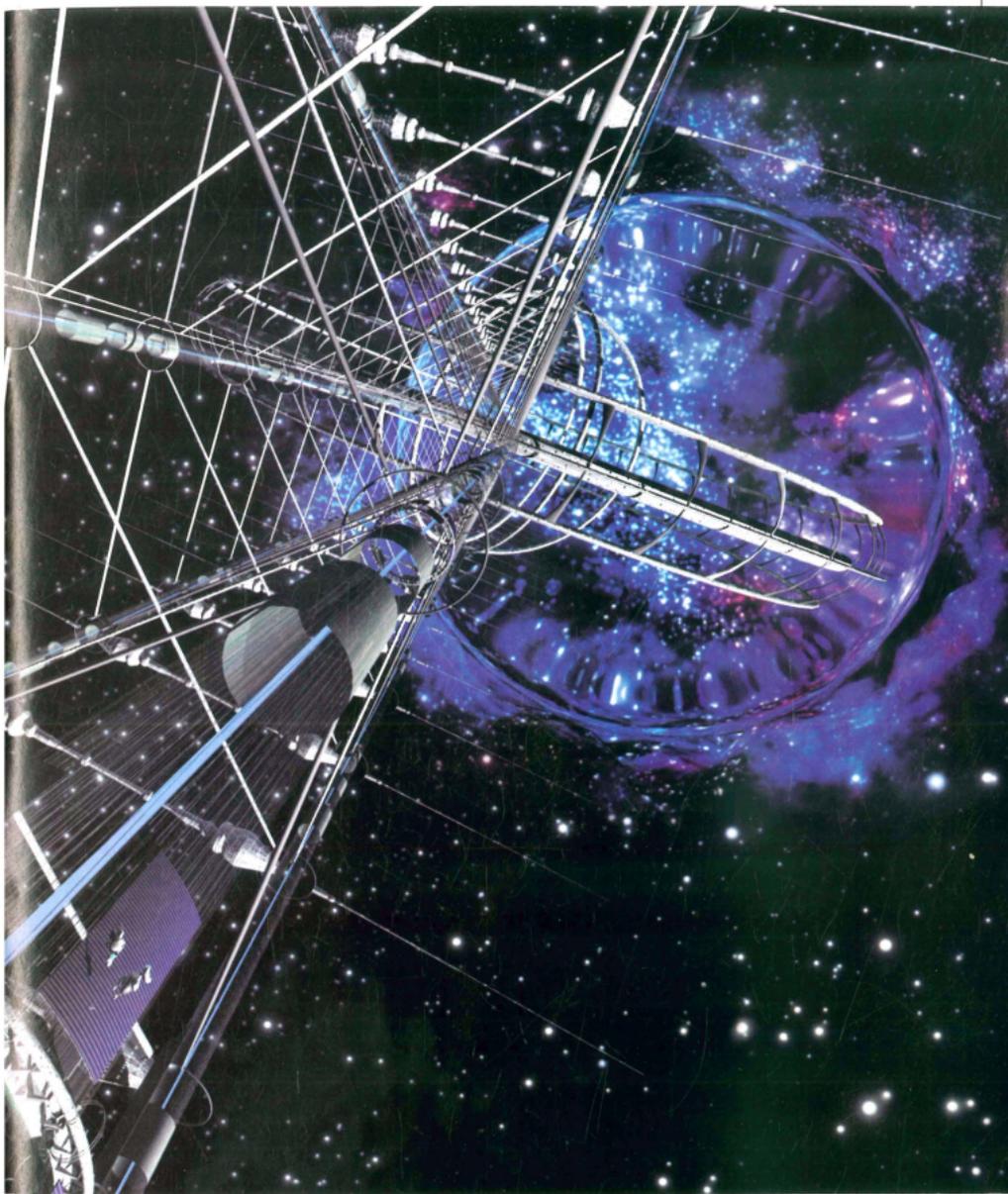
Многие годы путешествия во времени не вписывались в рамки серьезной науки. Тем не менее эта тема стала чем-то вроде побочного занятия для физиков-теоретиков. Размышления о путешествиях во времени приводят к довольно забавным и в то же время весьма глубокомысленным выводам. Например, сущность единой теории физики, основанной на понимании связи между причиной и следствием, придется серьезно пересмотреть, если свободное перемещение во времени хотя бы в принципе возможно.

Наиболее полное понятие о времени дает нам теория относительности Эйнштейна. До ее возникновения время считалось универсальным и абсолютным, одинаковым для каждого на-

блюдателя независимо от его физического состояния. В своей специальной теории относительности Эйнштейн выдвинул предположение, что значение интервала времени, измеряемого между двумя событиями, зависит от того, каким образом движется наблюдатель. Иными словами, два наблюдателя, движущихся по-разному, отметят различную продолжительность интервалов между одними и теми же двумя событиями.

Подобные явления часто называют «парадоксом близнецов». Представьте, что Салли и Сэм — близнецы. Салли садится в космический корабль и на высокой скорости отправляется к ближайшей звезде, затем разворачивается и летит на Землю, где ее ждет Сэм. Пусть для Салли продолжительность полета составит, скажем, один год. Когда она вернется, то обнаружит, что за время ее отсутствия на Земле прошло 10 лет, а ее брат Сэм старше ее на 9 лет. Получается, что Салли и Сэм теперь не ровесники, хотя и родились в один и тот же день.





Этот пример иллюстрирует один из вариантов путешествия во времени: в результате своего полета Салли переместилась на 9 лет в будущее Земли.

Сдвиг во времени

Эффект растяжения времени возникает всякий раз, когда один наблюдатель движется относительно другого.

В повседневной жизни мы не замечаем искажений времени, поскольку они проявляются лишь при околосветовых скоростях. Даже скорость самолетов настолько мала, что растяжение времени за обычный авиaperелет составляет лишь несколько наносекунд. Что и говорить, масштабы далеко не уэлловские. Тем не менее атомные

часы достаточно точны, чтобы зарегистрировать этот временной сдвиг и доказать, что время при движении растягивается. Итак, путешествие в будущее, пусть даже в очень близкое будущее, — подтвержденный факт.

Чтобы пронаблюдать действительно заметные искажения времени, нам придется заглянуть за пределы повсе-

1 Сначала необходимо найти или создать звездные врата — туннель, соединяющий две точки пространства. Возможно, такие туннели существуют еще со времен Большого взрыва. В противном случае придется иметь дело с естественными субатомными пространственно-временными туннелями, которые могут возникать и исчезать повсюду, или с искусственными — созданными при помощи ускорителей элементарных частиц. Микротуннели необходимо будет увеличивать до приемлемых размеров, вероятно, используя при этом энергетические поля, схожие с теми, которые заставили пространство мгновенно расширяться сразу после Большого взрыва.

2 Затем необходимо обеспечить устойчивость туннеля. Введение в него отрицательной энергии, полученной квантовыми методами при помощи так называемого эффекта Казимира, позволит сигналам и материальным объектам безболезненно проходить сквозь звездные врата. Отрицательная энергия будет препятствовать стремлению туннеля сжаться в точку с бесконечной (или почти бесконечной) плотностью и стать черной дырой.

3 Теперь с помощью космического корабля можно отбуксировать один из входов туннеля к поверхности нейтронной звезды, обладающей невероятной плотностью и мощным полем тяготения, которое замедлит ход времени. При этом на другом конце туннеля время будет лететь быстрее, и входы звездных врат окажутся разделены не только в пространстве, но и во времени.

Три непростых этапа создания туннельной машины времени

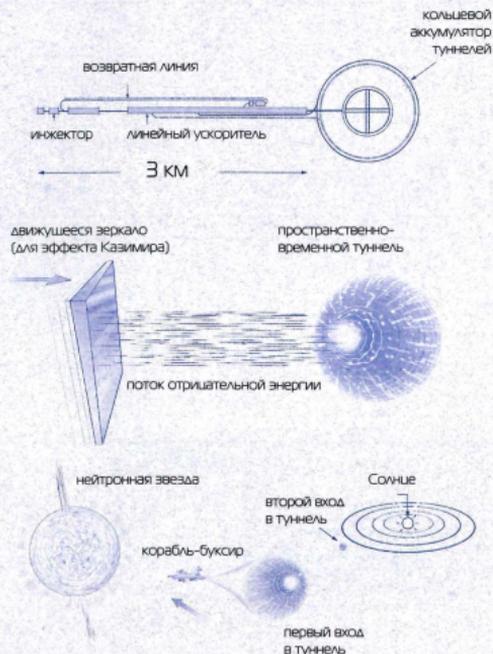


Рис. Филиппа Хоува

дневного опыта. В больших ускорителях элементарные частицы могут быть разогнаны до скоростей, близких к скорости света. Некоторые из частиц, такие как мюоны, обладают «встроенными часами», ибо имеют определенный период полураспада. Наблюдения показывают, что в соответствии с теорией Эйнштейна мюоны, движущиеся в ускорителе с высокой скоростью, распадаются медленнее. Для неподвижного наблюдателя замстные временные искажения испытывают и частицы космических лучей. Скорость движения этих частиц настолько близка к скорости света, что с их «точки зрения» они пересекают галактику за считанные минуты, хотя в земной системе отсчета это занимает десятки тысяч лет. Если бы не проявлялось растяжение времени, подобные частицы никогда не достигли бы Земли.

Скорость — один из способов перенестись в будущее. Другой способ — гравитация. В общей теории относительности Эйнштейна показал, что гравитация замедляет ход времени. Часы на крыше идут немного быстрее, чем часы в подвале, которые находятся ближе к центру Земли и поэтому сильнее испытывают влияние ее поля тяготения. Аналогично часы в космосе идут быстрее, чем на Земле. Наблюдаемые отклонения очень незначительны, однако они были зафиксированы высокоточными часами. Эти искажения времени были учтены при создании Глобальной системы позиционирования (GPS), иначе моряки, таксисты и крылатые ракеты постоянно сбивались бы с курса.

Гравитация нейтронных звезд настолько велика, что время на их поверхности замедляется примерно на 30% по сравнению со временем на Земле. События, происходящие на Земле и наблюдаемые с одной из таких звезд, будут похожи на ускоренное видео. Черные дыры представляют предельный вариант искажения времени: на их поверхности время неподвижно застыло для внешнего наблюдателя. Это значит, что за то короткое время, которое наблюдатель затратит на па-

дение на поверхность черной дыры, во всей остальной Вселенной пройдет целая вечность. Поэтому для стороннего наблюдателя область внутри черной дыры находится за пределами конца времен. Если бы некий космонавт сумел приблизиться к черной дыре на малое расстояние, а затем вернуться живым и невредимым, — несомненно, фантастичный и к тому же безрассудный проект, — то он смог бы оказаться в далеком будущем.

Голова идет кругом

До сих пор речь шла о перемещении в будущее. А как насчет путешествия в прошлое? Здесь все гораздо сложнее. В 1948 г. Курт Гедель (Kurt Godel) нашел решение для составленных Эйнштейном уравнений гравитационного поля, описывающих вращающуюся Вселенную. Путешествуя в пространстве такой Вселенной, космонавт может достичь своего прошлого. Это происходит вследствие воздействия поля тяготения на электромагнитные волны. В такой Вселенной свет (и, соответственно, причинно-следственная связь между объектами) будет вовлечен во вращательное движение, что позволит материальным объектам описывать траектории, замкнутые не

считал, что массивный бесконечно длинный цилиндр, вращающийся вокруг своей оси с околосветовой скоростью и закручивающий свет вокруг себя в кольцо, может позволить космонавтам попасть в свое прошлое. В 1991 г. Дж. Ричард Готт (J. Richard Gott) из Принстонского университета предсказал, что космические нити — структуры, сформировавшиеся, по мнению космологов, на ранних стадиях после Большого взрыва, — могут породить похожий эффект. А наиболее правдоподобный сценарий машины времени появился в середине 80-х гг. прошлого века. Он основан на концепции пространственно-временного туннеля.

В научной фантастике пространственно-временные туннели часто называются звездными воротами; они представляют кратчайший путь между двумя далеко разнесенными в пространстве точками. Войдя в гипотетический пространственно-временной туннель, вы можете через несколько мгновений выйти из него на другом конце галактики. Звездные врата действительно вписываются в общую теорию относительности, согласно которой тяготение искажает не только время, но и пространство.

Самой большой проблемой при создании туннельной машины времени является построение пространственно-временного туннеля

только в пространстве, но и во времени. Пожав плечами, решение Геделя отложили в сторону как математический парадокс — в конце концов, нет свидетельства того, что вся наша Вселенная вращается. Тем не менее полученный Геделем результат показал, что теория относительности не исключает перемещения назад во времени. Более того, сам Эйнштейн был озадачен этим фактом.

Были придуманы и другие сценарии путешествия в прошлое. Так, в 1974 г. Фрэнк Дж. Типлер (Frank J. Tipler) из Университета Тулейна рас-

Эта теория позволяет провести аналогию с объездной дорогой и туннелем, соединяющими две точки пространства. Математики называют такое пространство многосвязным. Так же как туннель сквозь горный хребет обычно короче объездной дороги, так и пространственно-временной туннель может быть короче пути в обычном пространстве.

Фантастический пространственно-временной туннель описан в романе Карла Сагана «Контакт», вышедшем в свет в 1985 г. Вдохновленный Саганом, Кип С. Торн (Kip S. Thorne) и его

сотрудники из Калифорнийского технологического института решили выяснить, не противоречит ли идея звездных врат законам современной физики. Отправной точкой их исследований стало предположение о том, что пространственно-временной туннель должен быть схож с черной дырой, являясь телом с чудовищной силой тяготения. Однако в отличие от черной дыры, которая предлагает безвозвратно отправиться в никуда, звездные врата должны иметь не только вход, но и выход.

В петле

Чтобы пространственно-временной туннель был проходимым, он должен содержать, говоря словами Торна, экзотическую материю. Это должно быть нечто, создающее ан-

тигравитационное поле и тем самым препятствующее превращению массивной системы в черную дыру под действием собственной гигантской массы. Источником антигравитации, или гравитационного отталкивания, может стать отрицательная энергия. Как известно, отрицательные энергетические состояния присущи некоторым квантовым системам. Это наводит на мысль, что существование торновской экзотической материи не противоречит законам физики. Тем не менее пока неизвестно, удастся ли создать достаточное количество антигравитационного вещества для стабилизации туннеля (см. статью Лоренса Г. Форда (Lawrence H. Ford) и Томаса А. Романа (Thomas A. Roman) «Отрицательная энергия, пространственно-

временные туннели и искривляющий двигатель» (Negative Energy, Wormholes and Warp Drive) в январском номере Scientific American за 2000 год).

Вскоре Торн и его коллеги осознали, что в случае создания стабильного пространственно-временного туннеля он может быть использован как машина времени: пройдя через такой туннель, можно будет оказаться не только в другой точке Вселенной, но и в другой точке времени — в прошлом или в будущем.

Чтобы приспособить туннель для путешествий во времени, необходимо один из его входов отбуксировать на достаточно близкое расстояние к поверхности нейтронной звезды. Тяготение звезды замедлит время вблизи этого входа в туннель, поэтому разни-

Источник парадоксов

ПРЕСЛОВУТЫЙ МАТЕРИНСКИЙ ПАРАДОКС И ЕГО РАЗГАДКА

Пресловутый материнский парадокс возникает тогда, когда люди или материальные объекты попадают в свое прошлое и изменяют его. Простой пример: бильярдный шар попадает в туннельную машину времени. Вылетая из нее в прошлом, он сталкивается с самим собой и препятствует своему попаданию в туннель.

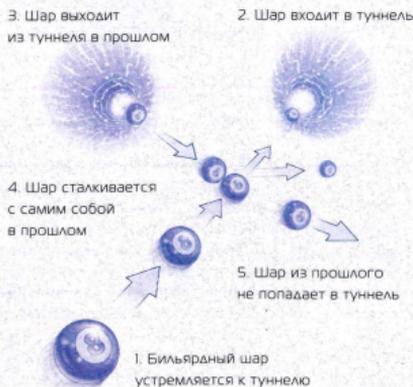
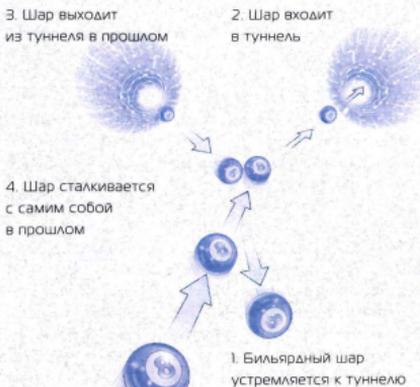


Рис. Филиппа Хоува

Разгадка парадокса проста: поведение бильярдного шара не должно противоречить логике или законам физики. Шар не может вылететь из туннеля так, чтобы самому себе помешать в него попасть. Зато он может пройти звездные врата бесконечным числом других способов.



СИСТЕМА	ХАРАКТЕРИСТИКИ	НАКАПЛИВАЕМЫЙ ВРЕМЕННОЙ САВИГ
Авиaperелет	скорость 920 км/ч в течение 8 часов	10 наносекунда (относительно инерциальной системы отсчета)
Рейс атомной подводной лодки	глубина 300 м в течение 6 месяцев	500 наносекунда (относительно уровня моря)
Нейтрон космического луча	10^8 электрон-вольт	Среднее время жизни увеличивается с 15 минут до 30 тыс. лет
Нейтронная звезда	красное смещение составляет 0,2	Временные интервалы увеличиваются на 20 % (относительно открытого космоса)

ца во времени между двумя входами будет накапливаться. Если затем поместить оба входа в соответствующем месте пространства, разница во времени между ними останется зафиксированной.

Предположим, что эта разница составит 10 лет. Пройдя через такой туннель в одном направлении, космонавт перенесется на 10 лет в будущее. Другой космонавт, пройдя сквозь туннель в обратном направлении, переместится на 10 лет в прошлое. Вернувшись с большой скоростью к месту своего отравления через обычное пространство, второй космонавт сможет оказаться дома еще до начала своего путешествия. Другими словами, пространственная петля может стать петлей во времени. Единственное ограничение — космонавт не может вернуться в тот период времени, который предшествовал созданию пространственно-временного туннеля.

Самой большой проблемой при создании туннельной машины времени является построение пространственно-временного туннеля. Возможно, наше пространство пронизано такими туннелями еще со времени Большого взрыва. В таком случае высокоразвитая цивилизация могла бы воспользоваться одним из них. Пространственно-временные туннели могут также возникать в микроскопических масштабах и иметь размеры порядка атомного ядра. В принципе такой туннель может быть стабилизирован энергетическим импульсом и затем как-нибудь растянут до приемлемых размеров.

Запрешено цензурой!

Допустим, что инженерные трудности преодолены. Тогда создание машины времени открывает ящик Пандоры, содержащий массу причинных парадоксов. Представьте себе путешественника, который отправляется в прошлое и убивает свою мать, которая в тот момент была еще маленькой девочкой. Бессмыслица, не правда ли? Если девочка погибает, то она не может стать матерью нашего путешественника. Но если он никогда не был рожден, то как он попал в прошлое и убил свою мать?

Парадоксы такого рода возникают всякий раз, когда путешественник пытается внести в свое прошлое заведомо невозможные изменения. Однако это не мешает кому-нибудь быть частью своего прошлого. Предположим, что, попав в прошлое, путешественник спасет юную леди от убийства, а она затем становится его матерью. Причинная петля в этом случае является самосогласованной и не выглядит парадоксальной. Таким образом, причинная согласованность может накладывать ограничения на действия путешественника во времени и вместе с тем не исключает путешествия во времени как таковые.

Не являясь строго парадоксальными, путешествия во времени, несомненно, остаются загадочными. Вообразим, что путешественник попадает в будущее на один год вперед и в свежем выпуске *Scientific American* знакомится с новой математической теоремой. Запомнив ее доказательство, он возвращается в прошлое и рассказывает о ней некоему студенту, который затем

публикует статью об этой теореме в упомянутом журнале. Разумеется, это та самая статья, которую читал наш путешественник. Встает вопрос: откуда взялась информация о теореме? Не от путешественника, поскольку он всего лишь прочитал о теореме статью. Но и не от студента, который услышал о теореме от путешественника. Получается, что информация появилась ниоткуда и безо всякой причины.

Неестественные последствия путешествий во времени заставили некоторых фантастов напрочь отказаться от этой идеи. Стефан Хокинг (Stephen W. Hawking) из Кембриджского университета выдвинул «гипотезу защиты хронологии», которая запрещает существование причинных петель. Поскольку теория относительности, как известно, допускает путешествия в прошлое, то для защиты хронологии должен существовать какой-либо фактор, запрещающий такие путешествия. Что может стать таким фактором? Возможно, на помощь придут квантовые процессы. Существование машины времени позволит частицам попадать в свое собственное прошлое. Вычисления показали, что возникающая в результате этого ценная реакция породит расходящуюся энергетическую волну, которая разрушит туннель.

Защита хронологии все еще остается гипотезой, поэтому путешествия во времени пока не могут считаться невозможными. Вероятно, окончательное решение этой проблемы будет возможно в случае успешного обобщения квантовой механики и теории тяготения с использованием теории струн и ее дополнений (так называемой М-теории). Вполне возможно, что ускорители элементарных частиц следующего поколения будут способны создавать субатомарные пространственно-временные туннели, стабильности которых будет достаточно для совершения ближайшими частицами стремительных временных петель. Это будет лишь отголосок уэллсовского видения машины времени, который, впрочем, навсегда изменит нашу картину физической реальности. ■

ОТ МГНОВЕННОГО – К ВЕЧНОМУ

Единицы измерения времени находятся в пределах от невероятно кратких до бесконечно долгих. О масштабности этого хронологического диапазона говорят цифры и факты.

Одна аттосекунда (одна миллиардная одной миллиардной (одна квинтиллионная) секунды)

В аттосекундах измеряются самые скоротечные события, длительность которых ученые способны зафиксировать. С помощью сложных высокоскоростных лазеров исследователи смогли получить световые импульсы длиной всего 250 аттосекунд. Но даже такой немислимо короткий интервал кажется вечностью по сравнению со временем Планка, которое составляет 10^{-43} секунды и считается наименьшей длительностью.

Одна фемтосекунда (одна миллионная одной миллиардной (одна квадриллионная) секунды)

Входящие в состав молекул атомы затрачивают на одно полное колебание от 10 до 100 фемтосекунд. Для завершения даже самых быстрых химических реакций требуются сотни фемтосекунд. Взаимодействие света с пигментами сетчатки происходит в течение примерно 200 фемтосекунд.

Одна пикосекунда (одна тысячная одной миллиардной (одна триллионная) секунды)

Самый быстрый транзистор срабатывает в течение нескольких пикосекунд. Редкая элементарная частица – нижний кварк, получаемая в ускорителях высоких энергий, – распадается через одну пикосекунду после своего возникновения. Водородная связь между молекулами воды при комнатной температуре происходит в течение 3 пикосекунд.

Одна наносекунда (одна миллиардная секунды)

За это время луч света в вакууме проходит всего лишь 30 сантиметров. На выполнение элементарной операции, такой как сложение двух чисел, микропроцессор персонального компьютера обычно затрачивает от 2 до 4 наносекунд. Время жизни К-мезона, другой редкой элементарной частицы, составляет 12 наносекунд.

Одна микросекунда (одна миллионная секунды)

На этот раз луч света успеет пройти 300 метров, то есть примерно три футбольных поля в длину. А вот звуковая волна на уровне моря сможет преодолеть лишь одну треть миллиметра. Одну микросекунду длится вспышка высокоскоростного клубного стробоскопа. После того, как догорел фитиль, динамитная шашка взрывается за 24 микросекунды.

Одна миллисекунда (одна тысячная секунды)

Самая маленькая выдержка в обычном фотоаппарате. Комнатная муха делает один взмах крыльями за 3 миллисекунды, а медоносная пчела – за 5 миллисекунд. Из-за постоянного расширения своей орбиты Луна обращается вокруг Земли с каждым годом на 2 миллисекунды медленнее. В вычислительной технике период в 10 миллисекунд называется моментом (jiffy).

Одна десятая секунды

Длительность пресловутого «мгновения ока». Именно такой интервал требуется человеческому уху, чтобы отличить эхо от исходного звука. За одну десятую секунды космический корабль «Вояджер-1», мчащийся за пределами Солнечной системы, удаляется от Солнца еще на 2 километра. Колibri тем временем успевает семь раз взмахнуть крыльями, а настроенный на ноту ля первой октавы камертон совершает 440 колебаний в секунду.

Одна секунда

Сокращение сердца здорового человека длится около секунды. За это время американцы съедают в среднем 350 ломтиков пиццы. За одну секунду Земля проходит 30 километров по своей орбите, а Солнце покрывает 274 километра своего пути сквозь галактику. Немного больше времени требуется лунному свету, чтобы достичь Земли, – 1,3 секунды. Традиционно секундой считалась одна шестидесятая одной шестидесятой от одной двадцатой четвертой доли суток, но ученые дали ей более строгое определение: секунда равна $9\,192\,631\,770$ периодам излучения, соответствующего переходу между двумя сверхтонкими уровнями основного состояния атома цезия-133.

Одна минута

Каждую минуту мозг младенца набирает от одного до двух миллиграммов веса, а сердце землеройки совершает 1000 ударов. За это время среднестатистический человек успевает сказать порядка 150 слов, а прочесть – порядка 250. Солнечный свет достигает Земли примерно за 8 минут. Когда Земля и Марс находятся на минимальном расстоянии друг от друга, отраженный от Красной планеты свет доходит до нас за 4 минуты.

Один час

Именно столько времени обычно длится процесс деления воспроизводящейся клетки. Средний интервал между извержениями Старого точного гейзера в Йеллоустонском национальном парке равен одному часу и 16 минутам. От Плутона – самой далекой планеты нашей Солнечной системы – луч света мчит до Земли в течение 5 часов и 20 минут.

Одни сутки

Это, наверное, самая естественная для человека единица измерения времени – время, за которое Земля совершает полный оборот вокруг своей оси. Период вращения Земли, составляющий сейчас 23 часа 56 минут и 4,1 секунды, постоянно увеличивается из-за гравитационного влияния Луны и целого ряда других причин. За сутки сердце человека совершает около 100 000 ударов, а легкие выдыхают порядка 11 000 литров воздуха. За это же время детеныш голубого кита набирает 100 килограммов веса.

Один год

Земля делает один оборот вокруг Солнца и поворачивается вокруг своей оси 365,26 раза. Средний уровень Мирового океана повышается на величину от 1 до 2,5 миллиметра, а Северная Америка удаляется от Европы на 3 сантиметра. Свет от альфы Центавра, ближайшей звезды, не считая Солнца, идет до Земли 4,3 года. Приблизительно за это же время поверхностные океанские течения совершают свое кругосветное путешествие.

Один век

За столетие Луна отдаляется от Земли еще на 3,8 метра. Срок годности обычных музыкальных и компьютерных компакт-дисков составляет около ста лет. Из 26 человек, родившихся после Второй мировой войны, лишь один доживет до своего столетнего юбилея. А продолжительность жизни гигантских черепах достигает 177 лет. Информация на самом современном (перезаписываемом) компакт-диске может храниться более 200 лет.

Один миллион лет

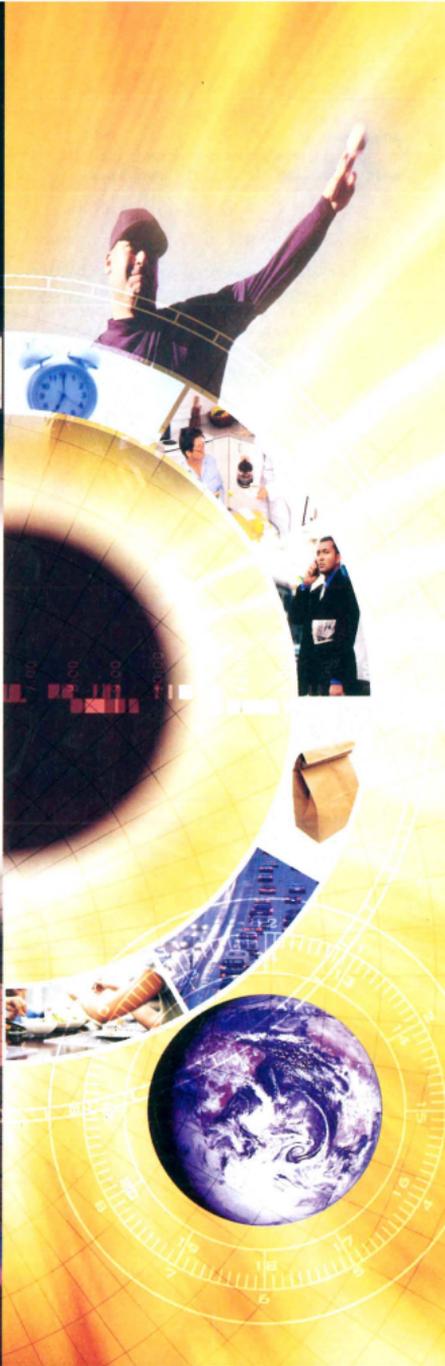
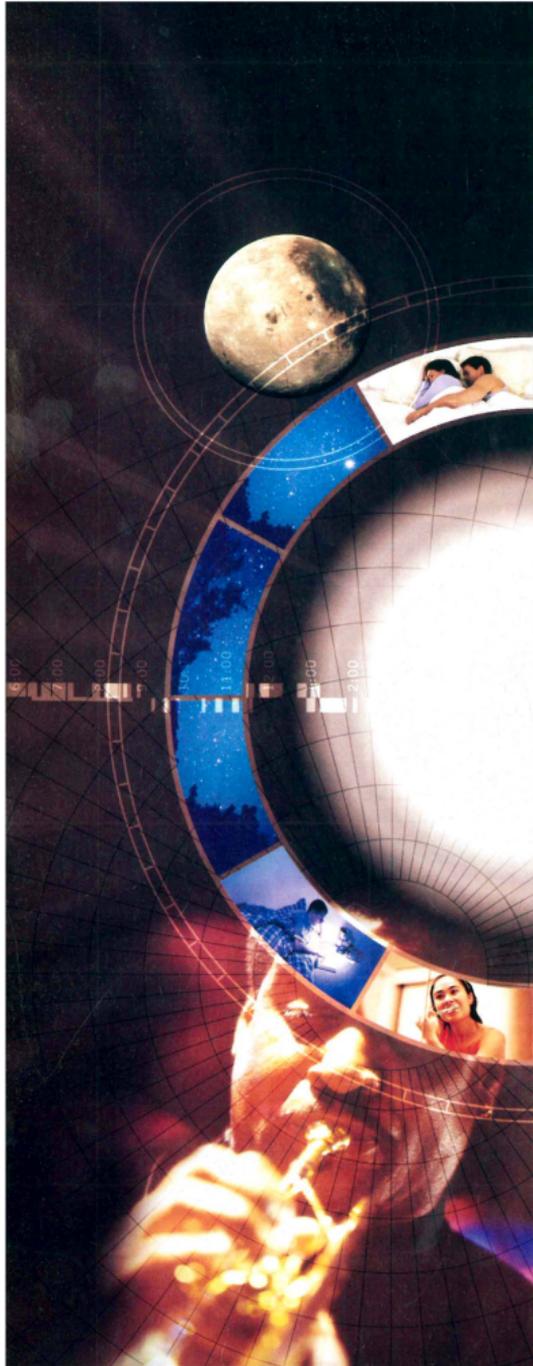
Космический корабль, летящий со скоростью света к туманности Андромеды, не успеет проделать и половину своего пути длиной в 2,3 миллиона световых лет. Самые массивные звезды, голубые сверхгиганты, превосходящие Солнце по яркости в миллионы раз, сгорают приблизительно за такой промежуток времени. Движение тектонических плит нашей планеты приведет к тому, что через миллион лет Лос-Анджелес сместится на 40 километров к северо-западу от своего нынешнего местоположения.

Один миллиард лет

За миллиард лет новорожденная Земля успела остыть, обзавестись океанами, произвести на свет одноклеточные формы жизни и сменить старую, насыщенную углекислым газом атмосферу на новую, богатую кислородом. Тем временем Солнце четырежды обернулось вокруг центра Галактики. Поскольку возраст Вселенной оценивается в 12–14 млрд. лет, единицы измерения времени больше миллиарда лет используются не так часто. Вместе с тем космологи считают, что Вселенная, возможно, будет расширяться бесконечно, даже после того, как погибнет последняя звезда (через 100 триллионов лет) и исчезнет последняя черная дыра (через 10 100 лет). Наше будущее простирается вперед гораздо дальше, чем уходит назад, прошлое. ■

Материал подготовлен публицистом и исследователем Дэвидом Лабрадором (David Labrador)





ВРЕМЯ НАШЕЙ ЖИЗНИ

Биологические часы, отсчитывая минуты, месяцы и годы, обеспечивают работу мозга и тела согласно определенному плану.

Карен Райт

Покойный биопсихолог Джон Гиббон (John Gibbon) назвал время «фундаментальным фактором жизни», ощущаемым всеми организмами во все времена. И для выюнка, раскрывающего свои лепестки на рассвете, и для гусей, отправляющихся осенью на юг, и для саранчи, собирающейся каждые 17 лет в стаи, и даже для плесени, ежедневно выбрасывающей споры, ход времени является основополагающим. В человеческом теле биологические часы отмеряют секунды, минуты, дни, месяцы и годы. Они управляют молниеносными ударами теннисиста, отвечают за недомогания, вызванные быстрой сменой часовых поясов, регулируют ежемесячный выброс менструальных гормонов и приступы зимней депрессии, отвечают за процесс старения, с их сбоями связывают рак, болезнь Паркинсона, патологическую рассеянность. Внутриклеточные хронометры даже решают, когда придет ваш час. Они останавливаются, и вы умираете.

Устройства биологических часов столь же различны, как устройства секундомера и солнечных часов. Некоторые из них точны и стабильны, другие не очень надежны, одни управляются планетарными циклами, другие – молекулярными...

Физиология этих датчиков времени еще полностью не изучена. Однако неврологи и другие исследователи биологических часов уже готовы ответить на наиболее актуальные вопросы, связанные с пребыванием человека в четвертом измерении. К примеру, почему чайник долго не закипает, если над ним стоять? Почему время летит незаметно, когда нам весело? Почему ночное бодрствование вызывает несварение желудка? Почему люди живут дольше хомяков?

Психоактивный секундомер

Если вы заинтересовались этой статьей, то не заметите, как ее прочтете. Однако если вам скучно, то время протянется долго и нудно. Это проделки нашего внутреннего секундомера, так называемого таймера интервалов, отмечающего промежутки времени от секунд до часов. Он помогает нам решить, с какой скоростью надо бежать, чтобы поймать бейсбольный мяч. Подсказывает, когда надо хлопнуть в ладоши, отбивая такт любимой песни. Позволяет рассчитать, сколько еще можно понежиться в кровати, когда уже прозвонил будильник.

Центры коры головного мозга, управляющие восприятием, памятью и мышлением, обеспечивают измере-

Биологические часы отвечают за процесс старения и смерть, с их сбоями связывают рак, болезнь Паркинсона, сезонные депрессии, патологическую рассеянность.

Митотические часы являются хронометром, отмечающим конец жизни. Они следят за митозом – процессом, в котором одна клетка делится на две.

Есть более точные часы – ширкадные. Они заставляют нас подчиняться циклам смены дня и ночи, вызванным вращением Земли.

ние временных интервалов. Например, приближаясь к желтому сигналу светофора, мы прикидываем, как долго он уже горит, и какова обычная продолжительность этого сигнала. «После этого мы решаем – тормозить или продолжать движение», – говорит Стефен М. Рао (Stephen M. Rao) из Висконсинского медицинского колледжа.

С помощью отображения функционального магнитного резонанса (ФМР) Рао исследовал участки мозга, отвечающие за каждую из этих трех стадий. Испытуемые, помещенные в аппарат ФМР, слушали звуки, издаваемые двумя парами камертонов, и определяли, частотный интервал какой пары короче, а какой длиннее. При этом каждые 250 миллисекунд ФМР-сканеры регистрировали изменения

Стриарные нейроны играют ключевую роль в теории таймеров интервалов. Авторы этой теории Уоррен Мек и Джон Гиббон предполагают, что в коре головного мозга находится система нервных осцилляторов, в которых возбуждение и разрядка нервных клеток происходит с частотами, не зависящими от частот их соседей. Известно, что подобная работа многих клеток коры происходит самопроизвольно с частотами от 10 до 40 раз в секунду. По мнению Мека, все эти нейроны осциллируют согласно своим собственным планам, подобно людям, разговаривающим в толпе. Они совершенно не синхронизированы.

Миллионы отростков корковых осцилляторов соединяются со стриатумом, и таким образом шипиковые

валяется порция нейротрансмиттера дофамина. Он заставляет шипиковые нейроны зафиксировать структуру кортикальных осцилляций. Эта структура действует подобно лампе-вспышке, моментально фиксирующей образ интервала в коре мозга на пленке из шипиковых нейронов. По словам Мека, «существует специальная метка для любого временного интервала, который только можно себе представить».

Как только шипиковый нейрон узнал метку интервала для данного события, последующие возникновения этого события запускают механизм «выстрела» кортикального стартового пистолета и впрыскивания дофамина в начале интервала. Порция дофамина теперь приказывает шипиковым нейронам начать слежение за структурой

Время на все есть: свой час для беседы, свой час для покоя.

Гомер

кровотока и уровень насыщенности крови кислородом. «Исследования показали, что главными структурами, задействованными в процессе, являются базальные ганглии», – заявляет Рао.

Ученые предполагают, что именно эти области мозга помогут понять механизм работы таймера интервалов. Стриатум, одна из зон базальных ганглиев, включает в себя группу тесно связанных между собой нервных клеток, принимающих сигналы от других участков мозга. Длинные ветви этих стриарных клеток покрывают от 10 000 до 30 000 шиповидных отростков, каждый из которых собирает информацию от другого нейрона, расположенного в другой зоне. Если мозг действует как сеть, то эти покрытые шипиками стриарные нейроны становятся ключевыми точками пересечения. «Это одно из немногих мест в мозгу, где тысячи нейронов замыкаются на одном», – утверждает Уоррен Мек (Warren H. Meck) из Университета Дьюка.

стриарные нейроны могут подслушивать эти беспорядочные «разговоры». Затем что-то, скажем, желтый сигнал светофора, привлекает внимание корковых нейронов. Такая стимуляция вызывает одновременную разрядку нейронов в коре и в результате, примерно через 300 миллисекунд, генерируется электрический импульс. Этот импульс внимания действует как стартовый пистолет – после его образования корковые клетки возобновляют свои беспорядочные колебания.

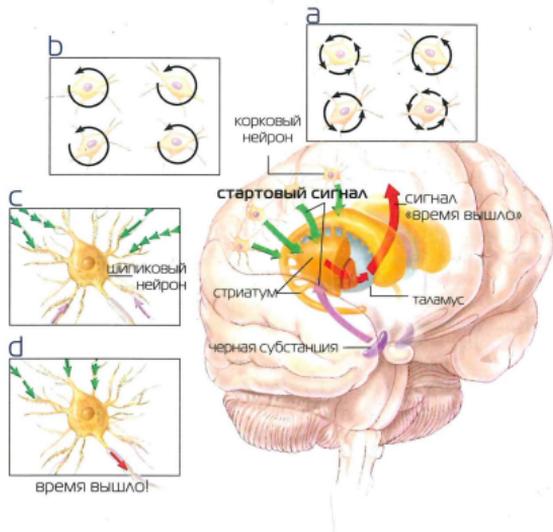
Но поскольку они стартуют одновременно, циклы образуют определенную воспроизводимую структуру нервного возбуждения от одного момента до другого. Шипиковые нейроны фиксируют эти структуры, что помогает им «отсчитывать» протекшее время. В конце данного интервала, когда, например, зажегся красный сигнал светофора, из части базального ганглия, называемой черной субстанцией (*substantia nigra*), в стриатум впрыски-

последующей серии кортикальных импульсов. Когда шипиковые нейроны узнают временную метку конца интервала, они посылают электрический импульс из стриатума в другой центр мозга, называемый таламусом. Таламус, в свою очередь, связывается с корой, где включаются высшие функции сознания – память и принятие решений. Таким образом, механизм измерения времени замыкается через цепь: кора – стриатум – таламус – кора.

Если предположить, что Мек прав и впрыскивание дофамина играет важную роль в кодировании временного интервала, то заболевания и препараты, воздействующие на уровень дофамина, должны разрывать эту цепь. Например, у пациентов, страдающих болезнью Паркинсона, без лечения в стриатум поступает меньше дофамина и их часы идут медленнее. Такие больные, как правило, недооценивают продолжительность временных интервалов. Марихуана также снижает уровень

ЧАСЫ В ГОЛОВНОМ МОЗГЕ

Ученые пытаются разгадать механизм работы двух типов нервных часов: таймера интервалов (вверху), измеряющего интервалы длительностью до нескольких часов, и циркадных часов (внизу), заставляющих определенные процессы в организме усиливаться и угасать в соответствии с 24-часовым циклом.

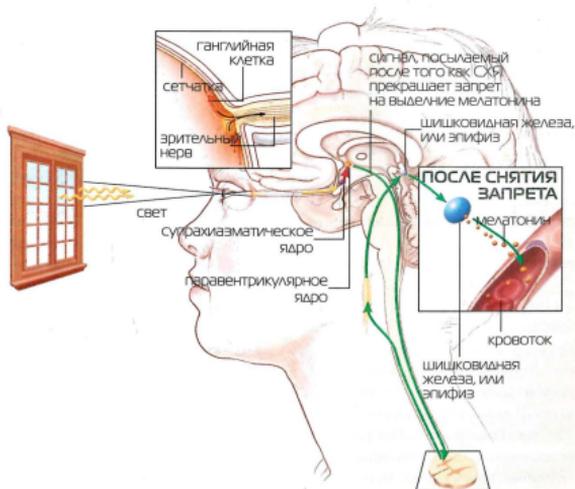


Таймер интервалов

Наступление какого-либо события с заранее известной продолжительностью времени (например, включение желтого сигнала светофора, длящегося 4 секунды) активирует «пусковую кнопку» таймера интервалов, запускающего в мозгу два механизма. Он заставляет особую подсистему нервных клеток в коре мозга, которые обычно осциллируют с разными частотами (а), мгновенно синхронизироваться (b) и зеленые стрелки на схеме мозга. Это побуждает нейроны черной субстанции выбросить химический сигнализатор – дофамин (пурпурная стрелка). Оба сигнала возбуждают шипиковые клетки стриатума (с), которые отслеживают структуру последовательности импульсов, поступающих от корковых клеток после того, как эти нейроны возобновляют свои несогласованные осцилляции. Поскольку корковые клетки работают синхронно с начала интервала, результирующие структуры возникают в одной и той же последовательности каждый раз, а в специфической форме – когда возникает знакомый интервал (d). В этот момент стриатум посылает сигнал «время вышло» через другие участки мозга в участки коры, где принимаются решения.

Циркадные часы

Суточные смены света и темноты управляют физиологическими процессами, функционирующими согласно 24-часовому циклу. Мозг следит за изменениями света с помощью ганглиозных клеток в сетчатке глаза. Пигмент меланопсин некоторых клеток регистрирует свет, заставляя ганглиозные клетки сетчатки передавать информацию о яркости и продолжительности света в супрахиазматическое ядро (СХЯ). Ядро отправляет информацию в участки мозга и тела, управляющие циркадными (суточными) процессами. Становится понятным, почему шишковидная железа выделяет мелатонин, который иногда называют гормоном сна (см. диаграмму). Реагируя на дневной свет, СХЯ подает сигналы (красная стрелка), заставляющие паравентрикулярное ядро посылать сигнал, запрещающий выделение мелатонина. С наступлением темноты СХЯ снимает запрет, позволяя паравентрикулярному ядру через нейроны верхней части спинного мозга посылать шишковидной железе сигнал «выделить мелатонин».



дофамина и тем самым замедляет время. Такие наркотики, как кокаин и метамфетамин, повышают уровень дофамина и ускоряют ход часов, измеряющих длительность интервалов. Адреналин и другие стрессовые гормоны действуют так же, и поэтому в неблагоприятной ситуации секунда может показаться часом. В состоянии глубокой сосредоточенности или сильного эмоционального возбуждения система может быть полностью заблокирована и тогда кажется, что время остановилось или даже не существует вовсе. Мек полагает, что у людей, страдающих гиперактивностью при дефиците внимания, могут возникать проблемы с определением истинной длительности временных интервалов.

никогда не удостоится приза за точность. (Точность таймера интервалов – от 5 до 60%.) Его работа сбивается, когда нас что-то отвлекает или же мы напряжены. «Поэтому-то и существуют приборы, которые мы носим на запястье», – замечает Рао.

К счастью, есть более точные часы – циркадные (от лат. *circa* – вокруг и *diem* – день). Они заставляют нас подчиняться циклам смены дня и ночи, вызванным вращением Земли. Благодаря этим часам мы спим ночью и бодрствуем днем. Однако их влияние простирается гораздо дальше. Температура тела регулярно повышается к вечеру и падает за несколько часов до утреннего пробуждения. Кровяное давление начинает расти между 6 и 7 часами.

расположением) часов. Опыты на животных показывают, что эти центры, называемые супрахиазматическим ядром (СХЯ), управляют суточными изменениями кровяного давления, температуры тела, уровнем активности и внимания. Они также сообщают шишковидной железе мозга (эпифизу), когда следует выделять мелатонин, вызывающий сон.

В начале этого года ученые установили, что специальные клетки в сетчатке глаза передают в СХЯ информацию об уровне освещенности. Они, образуя подсистему, известную под названием ганглиозных клеток, работают совершенно независимо от палочек и колбочек, управляющих зрением. К тому же эти клетки гораздо менее чувствительны к режим изме-

Нет ничего продолжительнее времени, так как оно – мера вечности; нет ничего короче его, так как его недостает для всех наших начинаний. Все люди пренебрегают им и все сожалеют о его утрате.

Вольтер

Точность таймера интервалов можно повысить путем тренировок. Музыканты и спортсмены знают, что, тренируясь, можно обострить чувства времени. Обычные же люди прибегают к таким уловкам, как хронометрический счет («раз-и-два»). Стефен М. Рао запрещает своим испытуемым считать во время эксперимента, так как при этом в мозгу могут активироваться центры, связанные не только с измерением времени, но и с речью. Однако, по его словам, счет бывает полезен, он позволяет выявлять симулянтов. «Эффект настолько явный, что я легко определяю, считают они или действительно ищут механизм измерения работает точно», – отмечает ученый.

Соматические солнечные часы

Одно из достоинств нашего внутреннего хронометра – гибкость. Мы сами можем запускать или же останавливать его, можем полностью пренебрегать им. Таймер способен работать в подсознании или подчиняться сознательному управлению. При этом он

По утрам секреция стрессового гормона кортизола в 10–20 раз выше, чем ночью. Позывы к мочеиспусканию и работа кипичника обычно подавляются ночью и возобновляются утром.

Исследования показали, что у людей, вынужденных работать по ночам, даже если они потребляют большое количество кофеина, суточные циклы сохраняются. Более того, они отражаются в каждой клетке нашего тела. В клетках человеческих тканей, содержащихся в чашках Петри при постоянном освещении, гениая активность, секреция гормонов и выработка энергии следуют 24-часовому циклу, который жестко запрограммирован. Изменения цикла составляют не более 1%. Для установления суточного цикла свет не нужен, однако он необходим для синхронизации этих запрограммированных часов с естественным суточным циклом. Циркадные часы требуют периодической подстройки. Неврологи добились большого прогресса в понимании того, как дневной свет корректирует часы. Издавна считалось, что два кластера по 10 000 нервных клеток, расположенных в гипоталамусе, являются локусом (место-

нениям силы света. Эта инертность необходима, ведь ничего хорошего не было бы в том, если бы любование фейерверком или посещение дневного киносеанса запускало ее механизм.

Результаты последних исследований заставляют, однако, пересмотреть роль СХЯ в регулировании суточных ритмов. До недавнего времени считалось, что ядро кажим-то образом координирует все индивидуальные клеточные часы в органах и тканях тела. Позже, в середине 90-х годов, были открыты четыре важных гена, управляющих суточными циклами у мух, мышей и человека. Эти гены были найдены не только в СХЯ. По словам Джозефа Такахаши (Joseph Takahashi) из Северо-Западного университета, они «проявились во всем теле, в каждой ткани. Мы этого просто не ожидали».

А недавние исследования в Гарвардском университете показали, что экспрессии более 1000 генов в тканях сердца и печени мышей варьировались с 24-часовым периодом. Однако гены этих двух тканей отличались друг от друга, их экспрессия достигала максимума в разное время. У одних

пик наблюдался ночью, у других – утром, а у третьих – днем.

Майкл Менакер (Michael Menaker) из Университета штата Вирджиния недавно доказал, что специально установленный режим питания может сдвинуть фазу циркадных часов печени независимо от ритма, задаваемого СХЯ. Когда лабораторных крыс, питавшихся по собственному желанию, стали кормить только один раз в день, пик экспрессии часового гена печени сдвинулся на 12 часов, в то время как часовой ген в супрахиазматическом ядре остался жестко привязанным к ритму смены дня и ночи. Это понятно – ведь изменение режима питания влияет на печень, играющую большую роль в пищеварении. Исследователи полагают, что на циркадные часы других органов могут воздействовать разные внешние факторы – стресс, физические упражнения, изменения температуры, повторяющиеся регулярно каждые 24 часа. Никто не собирается сбрасывать со счетов СХЯ. Его власть над температурой тела, кровяным давлением и другими глубинны-

ми ритмами непоколебима. Однако этот мозговой центр не может управлять периферическими часами железной рукой. Как считает Такахаши, «в наших органах есть осцилляторы, функционирующие независимо от осцилляторов в нашем мозгу».

Автономность периферических часов объясняет явления, связанные с быстрым пересечением часовых поясов. Если таймер интервалов, подобно секундомеру, может перестроиться мгновенно, то приспособление суточных ритмов к внезапному изменению часового пояса может потребовать нескольких дней или даже недель. Новый световой режим постепенно перенастроит часы в ядре, но другие часы могут за ним не последовать.

Явления, связанные с резким изменением светового цикла, постепенно исчезают, поскольку в итоге все часы синхронизируются. Однако любители вечеринок, студенты колледжей и другие «ночные совы» сталкиваются с серьезными проблемами. Они ведут по сути двойную физиологическую жизнь. Даже если они могут отсыпаться

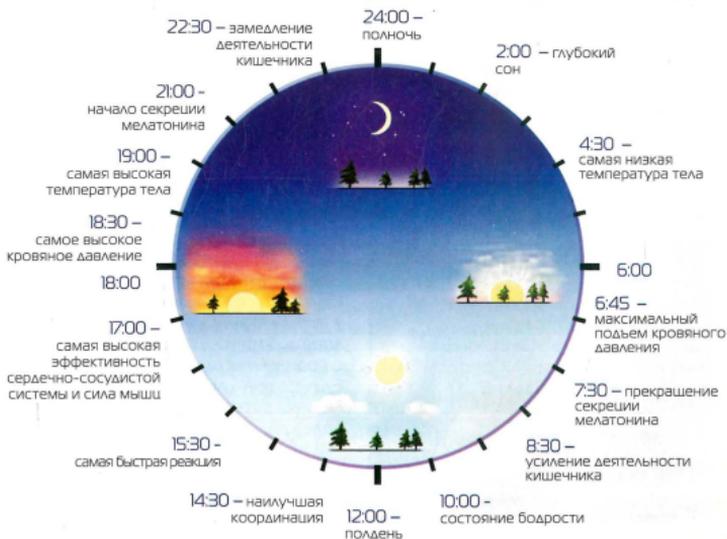
днем, их глубинными ритмами продолжают управлять СХЯ, и поэтому эти ритмы «спят» ночью. «В конце концов, можно произвольно наладить свой сон, но реально самим установить время изменения уровня мелатонина и кортизона, а также температуру тела», – считает Альфред Дж. Лью (Alfred J. Lewy) из Медицинского центра Орегонского университета. Неудивительно, что «совы», живущие сразу в нескольких временных зонах, чаще жалуются на сердечные и желудочно-кишечные проблемы, а главное – на нарушения сна.

Часы на все сезоны

Смена часового пояса или посменный режим работы – ситуации исключительные, при которых меняется фаза внутренних циркадных часов по отношению к циклам день–ночь и сон–бодрствование. Подобное может происходить и ежегодно при смене сезонов. Обычно большинство людей просыпается утром в одно и то же время круглый год. Как правило, этого требуют жизненные обстоятельства – со

Жизненные ритмы

Циркадные часы определяют суточные ритмы многих физиологических процессов. На диаграмме изображена модель суток, типичная для человека, который встает рано утром, обедает в полдень и спит ночью. Хотя циркадные ритмы синхронизируются сменой света и темноты, другие факторы – температура окружающей среды, время питания, стресс и физическая нагрузка – могут сместить во времени эти процессы.



баки, дети, родители или работа. Получается, что зимой в северных широтах многие люди встают за 2–3 часа до рассвета. Их цикл сон-бодрствование отстает на несколько часовых поясов от сигнала, подаваемых дневным светом.

Несоответствие режима дня его продолжительности может стать причиной сезонного эмоционального расстройства. В США с октября по март у каждого двадцатого это заболевание вызывает апатию, усталость, увеличение веса, раздражительность. Эти явления на севере страны встречаются в 10 раз чаще, чем на юге. Лью полагает, что люди, страдающие сезонными эмоциональными расстройствами, могли бы выйти из депрессии, вставая зимой с рассветом. По его мнению, это не патология, а проявление сезонного адап-

тивного ритма в цикле сон–бодрствование. «Если бы мы свои дневные планы строили в соответствии со временем года, то не испытывали бы сезонной депрессии, – считает Лью. – Все наши беды происходит оттого, что мы не ложимся спать с наступлением темноты и не встаем с восходом солнца».

Неподчинение сезонным ритмам происходит отчасти из-за того, что человек к ним наименее чувствителен. Сезонное эмоциональное расстройство не идет ни в какое сравнение с годичными циклами, характерными для животных. Зимняя спячка, миграция, линька и особенно спаривание жестко связаны с сезонными циклами. Возможно, они также регулируются циркадными часами, способными следить за длительностью дня и ночи. Темнота,

воздействующая на супрахиазматическое ядро и эпифиз, продлевает мелатониновый сигнал длинными зимними ночами и сокращает его летом.

Если сезонные ритмы столь сильно проявляются у животных и если у людей есть необходимые органы для их выражения, то почему мы их потеряли? Майкл Менакер полагает, что у нас их и вовсе не было, «ведь мы жили в тропиках, а на поведение многих тропических животных смена времен года почти не влияет. Они в них не нуждаются, поскольку сами сезоны почти неотличимы. Большинство тропических животных спаривается вне зависимости от сезона, так как для рождения потомства не существует «лучшего времени». По мере того как за тысячелетия наши предки учились приспосабливать к себе окружающую среду, роль сезонных проблем как фактора эволюции ослабевала».

Однако один из аспектов человеческой плодовитости цикличен – женщины и самки других приматов продуцируют яйцеклетки один раз в месяц. Часами, регулирующими овуляцию и менструацию, является хорошо изученная химическая петля обратной связи, которая может управляться гормональными препаратами и упражнениями. Но причина, определяющая продолжительность менструального цикла, неизвестна. То, что она соответствует продолжительности лунного цикла, лишь совпадение. Механизм месячных менструальных часов остается тайной, превзойти которую может только вечная загадка смерти.

Время – мститель

Люди связывают старение с болезнями – раком, заболеваниями сердца, остеопорозом, артритом, болезнью Альцгеймера, как будто их отсутствие достаточно для бессмертия. Но биология говорит другое.

Ожидаемая продолжительность жизни людей в развитых странах превышает 70 лет. Жизнь бабочки-поденки – один день. Если наши дни отмерены, то кто же ведет отсчет?

Сезонные часы – идут, идут...



Большинство животных подвержены действию сильнейших сезонных циклов: они мигрируют, впадают в спячку, спариваются и линяют в определенные периоды года (верхние четыре фото). Эти циклы жестко запрограммированы. Суслики, содержащиеся в неволе, впадают в сезонную спячку, несмотря на то, что в лаборатории соблюдается постоянная ровная температура; подопытные птицы беспокойны с наступлением времени перелета и продолжают линять и накапливать жир в согласии с годичными циклами. Единственным проявлением сезонного поведения у человека могут быть эмоциональные нарушения – апатия, усталость, раздражительность.

Ученые считают, что естественная продолжительность жизни не может быть связана только с генетикой вида. Например, рабочие пчелы живут несколько месяцев, а матка – несколько лет. Однако генетический фактор все же важен: мутация единственного гена мыши может положить начало поколению с продолжительностью жизни на 50% больше обычной. Высокая скорость метаболизма может укоротить жизнь, при этом не обязательно, что крупные животные с медленным метаболизмом переживут мелких. Попугай может прожить столько же, сколько и человек. А собаки мелких пород обычно живут дольше крупных.

В качестве хронометра, отмечающего конец жизни, рассмотрим так

Ученые считают, что естественная продолжительность жизни не может быть связана только с генетикой вида.

называемые митотические часы. Они следят за митозом – процессом, в котором одна клетка делится на две. Митотические часы подобны песочным, в которых одна песчинка соответствует одному эпизоду деления. Поскольку число песчинок конечно, то должен существовать и предел числа делений нормальных клеток человеческого тела. Клетки, выращиваемые в культуре, подвергаются от 60 до 100 митотическим делениям, после чего процесс останавливается. «Совершенно внезапно они перестают расти, – отмечает Джон Седэви (John Sedivy) из Университета Брауна. – Они дышат, метаболируют, двигаются, но совершенно перестают делиться».

В культуре клетки стареют за несколько месяцев. К счастью, большинство клеток в теле делится гораздо медленнее, чем в искусственной среде. Но в конце концов, примерно через 70 лет, они уходят на покой. Клетки измеряют не хронологическое время, а число делений.

В 1997 г. Седэви заявил, что смог заставить человеческие фибробласты со-

вернуть от 20 до 30 лишних циклов деления за счет мутации единственного гена. Этот ген (p21) кодирует синтез белка, реагирующий на изменения структуры, называемых теломерами, которые закрывают концы хромосом. Теломеры построены из того же материала, что и гены, – из ДНК. Они состоят из тысяч повторений последовательностей оснований ДНК, не отвечающих за синтез какого-либо известного белка. При каждом делении от теломеров отщепляются и теряются фрагменты. Теломеры молодых человеческих зародышей содержат от 18 000 до 20 000 оснований. С приходом старости их длина составляет от 6000 до 8000 оснований.

Биологи полагают, что клетки стареют, когда теломеры становятся меньше определенной длины. Недавно Тай-

теломеров – заставить клетки прекратить деление прежде, чем они станут злокачественными. В действительности старение клеток может продлевать жизнь, а не вести к концу. Возможно, что он наступает из-за несовершенства механизма защиты клеток от этого вредного и летального роста.

В настоящее время связь между укорочением теломеров и старением нельзя считать доказанной. Для большинства клеток нет необходимости делиться. Белые кровяные тельца, борющиеся с инфекциями, и предшественники спермы – исключение. Многие старые люди умирают от простых инфекций. «Дряхление, вероятно, не имеет ничего общего с нервной системой, – предполагает Седэви, – ведь большинство нервных клеток не делится. Скорее оно может быть связано со старением иммунной системы».

Потеря теломеров – лишь одно из многих повреждений, получаемых клетками при делении, считает Джудит Кэмписи (Judith Campisi) из Национальной лаборатории имени Лоуренса в Беркли. В процессе репликации ДНК часто поражается, поэтому клетки, претерпевшие многократные деления, содержат больше генетических ошибок, чем молодые. У человека и животных гены, связанные со старением, обычно кодируют синтез белков, препятствующих возникновению таких ошибок или залечивающих их. И при каждом акте митоза в ядрах клеток накапливаются побочные продукты копирования ДНК, затрудняющие в дальнейшем протекание этого процесса.

«Клеточное деление очень рискованное дело», – отмечает Кэмписи. Так что неудивительно, что организм ставит предел митозу. И попытки обмануть процесс старения клеток, вероятно, не приведут к бессмертию. Ведь если все песчинки в митотических часах выпсыпались, то уже нет смысла их переворачивать. ■

Об авторе:

Карен Райт из Нью-Гэмпшира – автор научных статей. Ее работы были отмечены премией «Лучшие статьи о науке и естествознании 2002 года».

ВОЗВРАЩАЯСЬ В ПРОШЛОЕ

Антонио Р. Дамазио

Ученые знают, как организм отсчитывает время с помощью циркадных ритмов. Но до сих пор неясно, чем определяется способность головного мозга располагать события в правильной хронологической последовательности.

Недавние исследования показывают, что в отсчете «психологического времени» принимают участие различные структуры головного мозга – гиппокамп, базальные структуры переднего мозга и височная доля коры.

Отсчет «психологического времени» ведут несколько структур головного мозга. Они упорядочивают наш прошлый опыт в виде хронологической последовательности запечатленных в памяти событий.

Разбуженные звонком будильника, мы окунаемся в повседневную жизнь, где всем правит время. Встречи, переговоры, совещания, обеды и ужины – все начинается в определенный, условленный час. Мы можем согласовывать свои поступки с действиями других людей только потому, что все мы безоговорочно придерживаемся единой системы отсчета времени, основанной на неумолимой смене дня и ночи. В процессе эволюции люди обзавелись биологическими часами, настроенными на ритмическое чередование светлого и темного периодов суток. Эти часы локализованы в гипоталамусе головного мозга и отмеряют время, которое называется биологическим (см. статью «Время нашей жизни»).

Существует время и иного рода, так называемое психологическое, связанное с субъективным восприятием ре-

ального хода времени и способностью выстраивать хронологическую последовательность событий. Несмотря на размеренное тиканье часов, время то летит стрелой, то ползет как черепаха, а час может показаться нам и мгновением, и вечностью. Такая деформация может охватывать самые разные периоды времени: от десятилетий, месяцев, недель, часов до самых коротких интервалов в музыке – продолжительность звучания одной ноты или длительности паузы между двумя звуками. Кроме того, нам свойственно располагать события во времени, определяя, когда они происходили, в каком порядке и в каком временном масштабе – целой ли жизни или считанных секунд.

Ученые до сих пор не знают, каким образом психологическое время связано с биологическими часами. Неизвестно также, определяется ли психологическое время функционированием какого-то одного «хронометра» или же восприятие длительности и временной последовательности событий зависит главным образом (а быть может, и исключительно) от переработки информации мозгом. Если верным окажется



последнее, психологическое время должно зависеть от того внимания, которое мы уделим событиям, и от тех эмоций, которые их сопровождают. В этом случае на психологическое время должно влиять и то, каким образом мы запоминаем эти события в сознании и какие умозаключения делаем, воспринимая их и воскрешая затем в памяти.

Время и память

Впервые я обратился к проблемам восприятия времени, работая с неврологическими больными. У пациентов с повреждениями некоторых отделов головного мозга, задействованных при обучении и запоминании новых фактов, отмечаются серьезные нарушения в способности правильно связывать прошлые события с тем или иным периодом жизни и располагать их в правильной последовательности. Больные этой формой амнезии утрачивают также способность точно оценивать ход времени в масштабе часов, месяцев, лет и даже десятилетий. С другой стороны, биологические часы у них часто не обнаруживают никаких сбоев, и больные продолжают адекватно воспринимать короткие (длющиеся минуту или меньше) события и правильно определять их

Больные амнезией утрачивают способность точно оценивать ход времени в масштабе часов, месяцев, лет и даже десятилетий.

последовательность. Анализ субъективных переживаний таких пациентов позволяет предполагать, что за переработку информации, связанной со временем, и за некоторые формы памяти должны отвечать одни и те же нервные структуры.

Связь между амнезией и временем наиболее отчетливо проявляется у больных со стойкими повреждениями гиппокампа. Гиппокамп – структура головного мозга, принимающая важное участие в формировании памяти и расположенная по соседству

Результаты исследования пациентов с повреждениями головного мозга подтверждают, что важнейшую роль в запоминании и извлечении из памяти информации

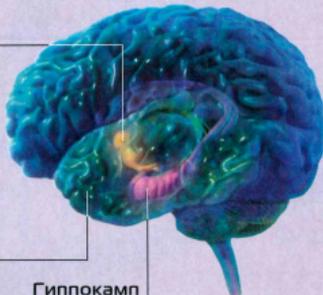
Базальные структуры переднего мозга

Повреждение этой области мозга не отражается на запоминании человеком некоторых событий, но ухудшает его способность вспоминать, когда они происходили. Это указывает на то, что базальным структурам переднего мозга принадлежит важная роль в установлении хронологической последовательности прошлых событий.

Височная доля

Повреждение височной доли, окружающей гиппокамп, может привести к возникновению ретроградной амнезии – потере человеком способности извлекать из памяти информацию, связанную, в частности, с существенными событиями его жизни, происходившими в определенное время и при определенных обстоятельствах.

о том, когда и в каком порядке происходили те или иные события нашей жизни, играют структуры височной доли коры и базальной части переднего мозга.



Гиппокамп

Повреждение этой структуры, граничащей с внутренней поверхностью височной доли, вызывает антероградную амнезию – ухудшение способности к формированию новых следов памяти.

с височной долей (областью, обеспечивающей двустороннее «общение» гиппокампа со всеми остальными

времени, чем одна минута. Такое устройство получило название антероградной амнезии.

структурами коры головного мозга). Повреждение гиппокампа препятствует образованию новых следов памяти. Если события не регистрируются в памяти, то человек не способен и установить их хронологию. Мы вычерчиваем линию времени, располагая одно событие за другим, и связываем события личного характера с теми, что происходят вокруг нас. Повреждение гиппокампа приводит к тому, что человек утрачивает способность удерживать в памяти факты в течение более длительного

Любопытно, что следы памяти, в формировании которых участвует гиппокамп, хранятся не в самой этой структуре. Они распределены по нейронным сетям в различных отделах головного мозга (включая и височные области коры), связанных с характером запоминаемого материала. Речь идет о зонах коры, ответственных за восприятие зрительных образов, звуков, осязательной информации и т.д. Для того чтобы тот или иной факт отложился в памяти, а затем мог быть из нее извлечен, необходима активация этих нейронных сетей. Их разрушение приводит к утрате долгосрочной памяти, т.е. к развитию ретроградной амнезии. При этом заболевании наиболее сильно страдает память на события, отмеченные

печатью времени, – воспоминания об уникальных эпизодах, происшедших в определенных жизненных контекстах и при определенных обстоятельствах. Печатью времени, например, отмечены воспоминания о свадьбе. А близкие по содержанию темы (такие, например, как общие рассуждения о женьшене), не связанные с какой-либо определенной датой, печати времени не несут. Решающую роль в запоминании таких событий и их воскрешении в памяти играет окружающая гиппокамп височной доли кора.

У больных с поврежденной височной долей может безвозвратно исчезнуть автобиографическая память на события, произошедшие многие годы и даже десятилетия тому назад. К числу заболеваний, ответственных за наиболее глубокие нарушения памяти, относятся вирусный энцефалит, инсульт и болезнь Альцгеймера.

У одного из таких больных, которого и мои сотрудники изучали в течение 25 лет, провал памяти не распространялся разве что на события, происшедшие с ним в колебательном возрасте. Когда этому пациенту было 46 лет, он получил повреждения гиппокампа и нескольких участков височной доли, что привело к развитию и антероградной и ретроградной амнезии. Он пребывает в permanently дилетантском настоящем времени и не может вспомнить, что случилось ни минуту, ни 20 лет назад. У этого больного чувство времени отсутствует полностью. Он не может сказать, какой сейчас год, а когда его просят угадать, дает совершенно нелепые ответы – от 1942 до 2013-го. Время суток он определяет точнее, но только в том случае, если имеет возможность подойти к окну и сделать приблизительную оценку, исходя из яркости света и длины теней. Но если у него нет при себе часов и он не может выглянуть на улицу, утро он не в состоянии отличить от полудня, а ночь – от дня (биологические часы оказываются в этом случае совершенно бесполезными). Не может назвать пациент и свой возраст. Он пробует угадать его, но догадки

обычно оказываются неправильными.

Два факта из того небольшого, что пациент знает наверняка, касаются его личной жизни: он был женат и у него двое детей. Но на вопрос: «Когда он женился?» – ответа он дать не может. Когда родились его дети, он тоже не знает. Больной не в состоянии определить свое место во временной последовательности событий своей семейной жизни. Он действительно был женат, но жена развелась с ним более 20 лет назад. А его чада уже сами давно обзавелись семьями и воспитывают собственных детей.

Печать времени

Каким же образом головной мозг привязывает то или иное событие к определенному времени и располагает его в хронологической череде других событий? Ответа на этот вопрос пока нет. Ясно только одно – в этом процессе принимает участие способность запоминать как сами факты, так и пространственно-вре-

Во вторую – большие амнезией, обусловленной повреждением базальных структур переднего мозга (эта область мозга также связана с памятью). Третья группа объединяла людей, не страдавших амнезией, но имевших повреждения головного мозга, локализованные не в височных долях коры и базальном отделе переднего мозга. Четвертая – контрольная группа – состояла из людей с нормальной памятью, не страдавших какими-либо неврологическими заболеваниями, чей возраст и уровень образования соответствовал возрасту и уровню образования испытуемых первых трех групп.

Каждый участник заполнял подробную анкету, включающую ключевые события его жизни. Вопросы касались его родителей, братьев, сестер, других родственников, школы, друзей и профессиональной деятельности. Правильность ответов проверялась затем на основании документальных свидетельств и информации, предостав-

Продолжительность времени зависит от нашего настроения. Размеры пространства обусловлены нашим сознанием.

Хун Цзы Чен

менные отношения между ними. Учитывая это обстоятельство, сотрудники Айовского университета, Дэниел Трэнел (Daniel Tranel) и Роберт Джонс (Robert Jones), и я решили выяснить, каким образом у человека происходит формирование «автобиографической» линии времени. Изучая пациентов с нарушениями памяти различной этиологии, мы надеялись определить, какая структура головного мозга отвечает за правильное привязывание событий к тем или иным периодам жизни.

Для этого мы отобрали в общей сложности 20 человек, разделив их на четыре группы. В первую группу вошли больные амнезией, вызванной повреждением височной доли коры.

ленной родственниками. Мы выясняли также, какие важные общественные события помнят испытуемые (политические выборы, войны, стихийные бедствия, громкие события в культурной жизни и т.д.). Затем каждый участник должен был повесить на доску специальную карточку с описанием того или иного автобиографического или общественного события, где год за годом и десятилетие за десятилетием была изображена «линия времени» всего XX столетия. Эта экспериментальная ситуация была для них не сложна: она напоминала настольную игру под названием «жизнь». А исследователям она позволяла выяснить, насколько точно испытуемые оценивают давность событий. ▶



Эластичность времени, пожалуй, лучше всего можно проиллюстрировать, превратившись в зрителя какого-нибудь представления – спектакля, концерта или лекции. Фактическая продолжительность представления и его субъективная длительность – две разные вещи. Факторы, влияющие на восприятие времени, лучше всего, на мой взгляд, можно проиллюстрировать на примере фильма Альфреда Хичкока «Веревка» (1948 г.). Эта уникальная в техническом плане картина снималась непрерывными 10-минутными эпизодами, без последующего монтажа. Благодаря такому подходу и был создан самый целостный игровой полнометражный фильм в истории кино. Непрерывные съемки продолжительных эпизодов использовали и другие режиссеры (например, Орсон Уэллс в «Прикосновении зла», Роберт Олтман в «Игроке» и Мартин Скорсезе в «Шалопаях»), но ни один был все же короче, чем в «Веревке» Хичкока. Новаторский подход режиссера был высоко оценен восторженной публикой, однако съемки фильма оказались настоящим кошмаром для всех его создателей. Режиссер вновь использовал этот технический ход всего один раз – для съемок некоторых эпизодов фильма «Под знаком Козерога».

Хичкок изобрел описанный прием, руководствуясь разумными и вполне определенными соображениями. Он пытался запечатлеть на пленке историю, которая разворачивается на экране, в режиме непрерывного времени. Технически, однако,

его ограничивало количество пленки, уменьшившейся в кинокамеру: оно соответствовало примерно 10-минутному эпизоду фильма.

А теперь посмотрим, как воспринимает реальное время «Веревки» юнзритель. В своем интервью в 1966 г. Хичкок заявил, что рассказанная в фильме история начинается в 19:30, а завершается через 105 минут, то есть в 20:15. Между тем фильм состоит из восьми частей продолжительностью 10 минут каждая: таким образом, вместе с титрами в начале и конце фильма его общая продолжительность составляет 81 минуту. Как же быть с не вошедшими в фильм 25 минутами? Не кажется ли нам, что фильм длится менее 105 минут? Отнюдь! Ни одному зрителю картина не кажется короче, чем она должна быть на самом деле, и ни у одного из них не возникает ощущения, что режиссер торопит события или что из картины вырезаны некоторые эпизоды. Напротив, многим фильм кажется гораздо длиннее, чем он есть на самом деле.

Я полагаю, что за искаженное восприятие времени в фильме несут ответственность несколько факторов. Во-первых, действие фильма в основном происходит в гостиной пентхауса, через застекленную стену которого видна широкая панорама Нью-Йорка на фоне летнего неба. Действие фильма, судя по освещению, начинается ранним вечером; к концу фильма на горизонт опускается ночь. Мы изо дня в день наблюдаем, как угасает день, и этот опыт

заставляет нас воспринимать события, разворачивающиеся в реальном времени фильма, так, как если бы они происходили на протяжении тех нескольких часов, когда день медленно сменяется ночью. На самом же деле изменение яркости вечернего неба в фильме искусственно ускорено.

Автоматическая оценка времени проводится также характером и контекстом изображаемых в фильме событий. С классического, в духе Хичкока, убийства в начале первой части фильма внимание зрителя переключается на изысканный обед, устроенный двумя коварными убийцами для родственников и друзей их жертвы. Реальное время, в течение которого на стол подаются яства и напитки, занимает примерно две части фильма. А зрителю эти эпизоды кажутся гораздо более продолжительными: все мы прекрасно знаем, что ни устроителям обеда, ни их благовопитантам и неторопливо жующим гостям ни за что не проглотить обед с такой головокружительной скоростью. Когда действие фильма затем раздваивается – некоторые гости разговаривают в гостиной перед кинокамерой, а другие переходят в столовую взглянуть на редкие книги, – мы подсознательно приписываем этому остающемуся за кадром эпизоду большую продолжительность, нежели те несколько минут, которые он фактически занимает в фильме.

Замедлению хода времени в «Веревке» способствует и еще один фактор. Ни в одной из восьми 10-минутных частей карти-



В фильме «Веревка» небо над вечерним Нью-Йорком темнеет быстрее, чем в реальной жизни, но зрители привыкли соотносить реальное время с угасанием дня и приближением ночи. Поэтому для зрителей «Веревки» время тянется медленнее, чем оно течет в фильме.

ны нет резкой смены кадров. Объектив камеры медленно переходит с одного персонажа фильма на другой. Чтобы состыковать каждую часть фильма с последующей, Хичкок всякий раз завершает съемку крупным планом какого-нибудь объекта. В большинстве случаев объектив камеры упирается в спину актера, облаченного в темный костюм, и экран в результате на несколько секунд полностью темнеет; в начале следующей части камера отталкивается от этой же спины. Подобные паузы тоже способствуют растягиванию времени, так как человек привык отождествлять нарушение непрерывности зрительного восприятия с нарушением непрерывного хода времени. Технические приемы, используемые при монтаже кинофильмов (наплывы, затемнения и тд.), позволяют вызвать у зрителя ощущение, что между двумя смежными эпизодами фильма проходит какое-то время. В «Веревке» каждая из семи пауз увеличивает реальное время демонстрации фильма на какие-то доли секунды. А у некоторых зрителей в результате складывается впечатление, что на самом деле времени прошло гораздо больше.

Эмоциональное содержание материала также способно растягивать время. Испытывая дискомфорт или тревогу, мы нередко сетуем на то,

что время тянется с черепашной скоростью. Причина этого – наша сосредоточенность на отрицательных образах, связанных с тревожным состоянием. Как показывают исследования сотрудников нашей лаборатории, когда человек испытывает положительные эмоции, его головной мозг порождает образы с более высокой скоростью, чем у человека, находящегося во власти отрицательных переживаний (не потому ли время и летит так быстро, когда нам весело? Когда я легел на самолете, то и дело попадаяшем в воздушные ямы, мне казалось, что время едва ползет вперед: все мое внимание было направлено на дискомфорт ситуации. Возможно, точно так же растягивает время для зрителя и тревожная атмосфера фильма «Веревка».

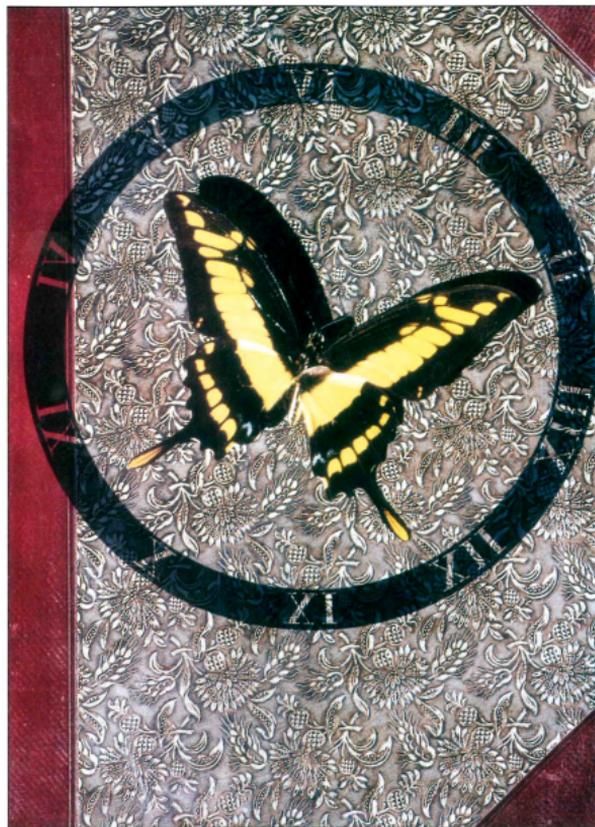
Фильм «Веревка» порождает явное несоответствие между реальным временем и его зрительским восприятием, иллюстрируя тем самым, насколько субъективным может быть восприятие длительности события. Оно зависит от разнородных факторов: от значимости и содержания воспринимаемых событий, от эмоциональных реакций на эти события, от способа предъявления нам образной информации, а также от связанных с этим образами осознаваемых или неосознаваемых умозаключений. •

Как и следовало ожидать, больные амнезией и контрольные испытуемые обнаружили значительные различия. Здоровые участники эксперимента датировали события довольно точно: в среднем они ошибались на 1,9 года. Больные амнезией допускали гораздо больше погрешностей, особенно пациенты с поврежденными структурами переднего мозга: они точно вспоминали содержание событий, но при их датировке ошибались в среднем на 5,2 года. Эти испытуемые помнили события гораздо лучше, чем больные с повреждениями височной доли, которые в свою очередь более точно датировали события: ошибка в этой группе испытуемых составляла в среднем всего 2,9 года.

Полученные результаты показывают, что датировка событий по памяти и восстановление в памяти их содержания могут представлять собой два различных процесса. Что еще любопытнее, полученные данные свидетельствуют о том, что в восстановлении контекста, позволяющего нам правильно привязывать прошлые события к тем или иным периодам жизни, решающая роль может принадлежать базальным структурам переднего мозга. Это предположение хорошо согласуется и с данными клинических наблюдений над пациентами с поврежденными базальными структурами переднего мозга. В отличие от больных с поврежденной височной долей коры, они способны запоминать новые факты. Но они нередко вспоминают их в неправильном порядке, воспроизводя последовательность событий в виде вымышленного повествования, которое к тому же от случая к случаю может меняться.

Запоздалое осознание

Большинство из нас не страдает значительными провалами памяти и хронологической путаницей, которые отмечались у моих пациентов. Зато всем нам свойственна необычная на первый взгляд задержка психологического времени – феномен,



Тысячелетие в сравнении с вечностью более короткий период, чем мгновение ока в сравнении с движением самого медленного небесного тела, вращающегося в бесконечном пространстве

Данте

впервые описанный в 1970-х гг. Бенджамином Лайбетом (Benjamin Libet), нейрофизиологом из Калифорнийского университета в Сан-Франциско. В одном из своих экспе-

риментов Лайбет выявил задержку между временем, когда испытуемый осознавал свое решение согнуть палец (испытуемый отмечал точный момент принятия этого решения),

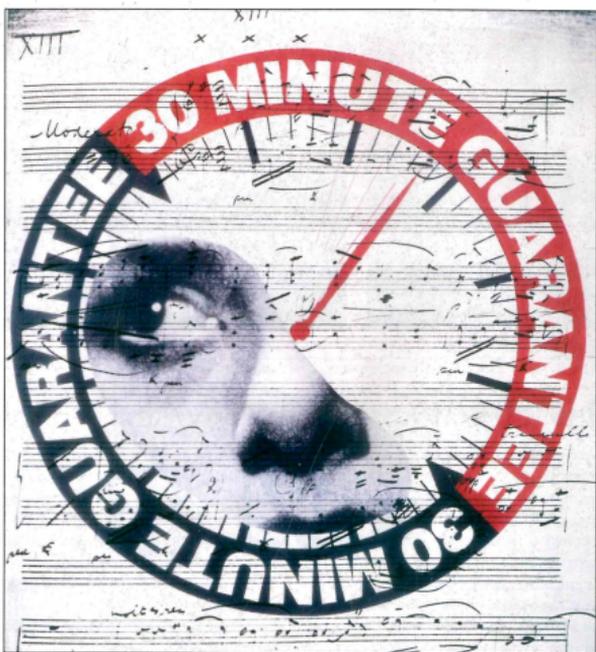
и временем, когда электрическая активность его головного мозга указывала на неизбежность сгибания пальца. Активность мозга изменялась за треть секунды до того, как испытуемый принимал осознанное решение. В другом эксперименте Лайбет попытался выяснить, вызывает ли какие-либо ощущения у больных, которым делают операцию на мозге, непосредственное воздействие раздражителя на ткань головного мозга (в большинстве случаев во время таких операций пациенты находятся в бодрствующем состоянии). Ученый обнаружил, что воздействие на кору слабым электрическим током вызывает у пациентов легкое покалывание в руке – но только через полсекунды после воздействия раздражителя. Хотя интерпретация результатов этих экспериментов (как и вообще всех исследований, касающихся природы сознания) может быть очень неоднозначной. Работы Лайбета позволяют сделать один неоспоримый вывод: начало развития нейрофизиологических процессов, приводящих к осознанию событий, и момент, когда человек начинает чувствовать их последствия, разделены неким интервалом времени.

Как ни поразителен этот факт, причины существования такой задержки вполне объяснимы. Для того чтобы физические изменения, сопровождающие событие, воздействовали на организм и меняли состояние сенсорных детекторов того или иного органа (например, сетчатки глаза), должно пройти какое-то время. Также оно требуется и для того, чтобы возникающие электрохимические изменения были переданы в виде сигналов в центральную нервную систему. На формирование паттернов нейронной активности в сенсорных областях головного мозга тоже уходит определенный срок. И, наконец, некоторое время необходимо головному мозгу и для того, чтобы связать нейронную карту события и порождаемый ею мысленный образ

с нейрональной картой и мысленным образом самого себя (т.е. с осознанием того, что я есть) – последний и решающий этап восприятия, без которого внешнее событие никогда не достигнет сознания.

Хотя все описанные процессы развиваются в течение тысячных долей секунды, события так или иначе доходят до нашего сознания с запазданием. Невероятная, казалось бы, ситуация, вызывающая вполне закономерный вопрос: почему же в таком случае мы сами не чувствуем и не осознаем этой задержки? Одно из заманчивых объяснений заключается в том, что, поскольку мозги у всех нас одинаковые и работают они одинаково, все мы безнадежно отстаем от своей сознательной деятельности, и никто этого попросту не замечает. Возможны, однако, и иные объяснения. Головной мозг, к примеру, может вмешиваться в центральную обработку событийной информации, ухитряясь в микровременном масштабе отбрасывать в прошлое некоторые события, с тем чтобы запаздывающие процессы могли казаться менее запаздываемыми, а процессы с разной задержкой воспринимались бы как процессы с одинаковым запаздыванием.

Этим обстоятельством (а его не оставил без внимания и Лайбет) можно объяснить возникающую у нас иллюзию непрерывности времени и пространства, когда мы быстро перемещаем взор с одной цели на другую. Мы не замечаем при этом ни смазывания изображения вследствие движений глаз, ни времени, в течение которого взор перемещается с одного объекта на другой. Как предполагают Патрик Хаггард (Patrick Haggard) из Лондонского Университетского колледжа и Джон К. Ротвелл (John C. Rothwell) из Лондонского Института когнитивной нейрофизиологии, головной мозг отбрасывает восприятие цели примерно на 120 миллисекунд в прошлое, благодаря чему мы и не замечаем отдельных кадров, из которых



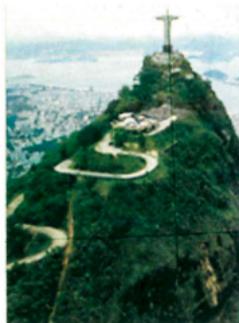
Начало нейрофизиологических процессов, приводящих к осознанию тех или иных событий, и момент, когда человек начинает чувствовать последствия этих процессов, разделены неким интервалом времени.

состоит просмотр окружающего мира.

Способность головного мозга корректировать наше зрительное восприятие и принимать волшебные решения после того, как завершили работу нейроны, – свидетельство его исключительной чувствительности к течению времени. Хотя феномен психологического времени изучен еще недостаточно, мы понемногу начинаем понимать, почему время воспринимается нами так по-разному и что требуется мозгу для создания собственной линии времени. ■

Об авторе:

Антонио Р. Дамазо (Antonio R. Damasio) – лауреат премии Ван Аллена, профессор и руководитель неврологического отделения медицинского колледжа Айовского университета и адъюнкт-профессор Института биологических исследований в Калифорнии. Широко известен благодаря исследованиям неврологических нарушений психики и поведения. Автор трех книг: «Ошибка Декарта» (Descartes Error), «Чувство происходящего» (The Feeling of What Happens) и находящаяся в печати «В поисках Спинозы» (Looking for Spinoza).



ЦИВИЛИЗАЦИИ, КУЛЬТУРЫ И ВРЕМЯ

Кэрол Эззел

Что же такое время?
Ответ на этот вопрос
зависит от того,
в какой культурной среде
живет человек.

Опоздайте вы на час в Бразилии, никто и глазом не моргнет. Однако попробуйте задержаться на пять или десять минут в Нью-Йорке, и объяснений не избежать. В некоторых культурах отсутствует понятие пунктуальности, в других требуется предельная точность. Отношение членов определенного сообщества к времени отражает не только их мировоззрение, но и общественные приоритеты.

Социологи обнаружили зависимость темпов жизни в различных странах от того, как их жители воспринимают время – либо как стрелу, устремленную в будущее, либо как вращающееся колесо, в котором прошлое, настоящее и будущее бесконечно сменяют друг друга. В некоторых культурах время и пространство объединяются. Существует

много устойчивых представлений, связанных с понятием времени. Ситуация, когда влиятельный человек заставляет ждать кого-то с более низким статусом, может произойти в любой стране.

При изучении времени и общества можно выделить два подхода – прагматический и космологический. «На самом деле, правила социального времени – это негласные нормы данной культуры, – писал в 50-х гг. антрополог Эдвард Холл-младший (Edward T. Hall, Jr.) – Они не всегда могут быть четко сформулированы, но витают в воздухе... И либо хорошо известны и принимаются всеми, либо неизвестны и неправильны».

В журнале *Scientific American* в 1955 г. Холл описал, как разница в восприятии времени может привести к серьезному недопониманию



между представителями различных культур. «Посетитель-иностранец опоздал на прием к послу на полчаса и пробормотал невнятные извинения. Это не оскорбление. Просто понятие пунктуальности в стране отличается от общепринятого. Требовать ли от посетителя извинений, если он не так уж сильно опоздал, как кажется? Необходимо знать обычаи страны для ответа на этот вопрос. Так в различных культурах придается разное значение временным единицам».

Во многих странах мира пользуются часами и календарями. Безусловно, это позволяет подчинить большую часть земного шара единому ритму времени. Однако это не означает, что мы шагаем в ногу. «Изучая время, вы познаете главные ценности данной культуры, получаете всестороннее представление о том, что по-настоящему важно для людей», – говорит Роберт Левин (Robert V. Levine), социальный психолог из Университета штата Калифорния в г. Фресно. Он и его коллеги провели исследования «ритма жизни» в 31 стране. В «Географии времени», опубликованной в 1997 г., Левин предложил свою классификацию стран, используя три основных параметра: скорость движения пеше-

ходов по тротуарам, быстрота обслуживания почтовыми служащими клиентов и точность часов, расположенных в общественных местах. Опираясь на полученные данные, он пришел к выводу, что пять самых быстрых стран – это Швейцария, Ирландия, Германия, Япония и Италия, а пять самых медленных – Сирия, Сальвадор, Бразилия, Индонезия и Мексика. США находятся на шестнадцатом месте, примерно в середине этого списка.

Кевин К. Бёрс (Kevin K. Birth), антрополог из Колледжа «Куинз», изучал, как воспринимают время на острове Тринидад. В своей книге «В Тринидаде любое время подойдет: социальное значение и понимание времени», опубликованной в 1999 г., Бёрс пишет: «Если встреча назначена на 6 вечера, то люди появляются в 6:45 или в 7:00 со словами: «В Тринидаде любое время подойдет». В бизнесе такую вольность позволяют себе лишь те, кто наделен властью. Начальник может появиться с опозданием, для остальных смертных – «время есть время». Бёрс также добавляет, что связь между властью и временем ожидания существует и во многих других культурах.

На прямой вопрос «Что такое время?» никто не дает исчерпывающий ответ. Туманная природа времени затрудняет его изучение антропологами и социальными психологами.

Бёрс попытался понять, как жители Тринидада оценивают время, связывая его с понятием «деньги». Он выяснил, что фермер, чей трудовой день определяется природными явлениями (например, восходом солнца), не понимает фраз типа «Время – деньги». Даже спутниковое телевидение и знакомство с западной культурой не оказали должного влияния на его менталитет. Однако работа за зарплату изменила взгляды (например, портных данной местности) на время. «Идея, что время – это деньги, не находит повсеместного распространения», – пишет он, – «но связана с нашей деятельностью и окружением».

Люди не воспринимают время в качестве абстрактной единицы. «Представление о мифологии времени существенно отличается от того, как к нему относятся в повседневной жизни», – утверждает Бёрс.

Некоторые культуры не проводят четких границ между прошлым, настоящим и будущим. Австралийские аборигены, к примеру, верят, что их предки появились из-под земли во «время сновидений» и своим пением сопровождали сотворение мира. В ходе странствий под звуки песен вещи и живые существа получали свои имена. Даже сегодня каждый предмет существует лишь тогда, когда его название воспоето аборигеном.

Зиауддин Сардар (Ziauddin Sardar), английский писатель, редактор журнала *Futures*, специалист лондонского университетского городка по исследованию постколониального периода, писал о времени и исламских культурах, в частности, о фундаменталистской секте ваххабитов. Мусульмане всегда «носят свое прошлое с собой», – как утверждает Сардар. – В исламе время – ковер, сотканный из прошлого, настоящего и будущего. Прошлое – это всегда настоящее». Последователи ваххабизма, который исповедуют Усама бен Ладен и жители Саудовской Аравии, стремятся возродить идилические дни жизни пророка Мухаммеда. «О будущем мира ничего не говорится, – констатирует Сардар. – Они романтизируют прошлое, пытаются копировать его».

Сардар считает, что Запад «подчинил» время, утверждая, что вскоре жизнь станет лучше: «Овладев временем, вы становитесь хозяином будущего. Думая о времени как о стреле, вы воспринимаете грядущее как прогресс, движущийся в одном направлении. Однако разные люди могут желать разного будущего». ■

Об авторе:

Карол Эззел (Carol Ezzell) – писатель и штатный редактор журнала *Scientific American*.

На протяжении тысячелетий средства измерения времени становились все более сложными и точными, пройдя эволюцию от полусферических солнечных часов эпохи Римской империи (I-II вв. н. э.) до высоких стоячих часов XVIII в. (справа) и появившегося в начале 50-х гг. прошлого века хронометра на базе водородного мазера (внизу).



ЛЕТОПИСЬ ХРОНОМЕТРИИ

Наше восприятие времени зависит от способа его измерения

Уильям Дж. Г. Эндрюс



Стремление человека измерить время способствовало техническому и научному развитию нашей цивилизации. Пытаясь поделить день и ночь на меньшие временные интервалы, древние египтяне, греки и римляне создали солнечные и водяные часы, которые затем использовали и жители Западной Европы. К концу же XIII в. возникла острая необходимость в надежных средствах хронометража, что привело к изобретению механических часов. Новое устройство отвечало запросам религиозных и городских общин, но низкая точность и ненадежность не позволяли использовать часы в научных целях до тех пор, пока не был придуман часовой маятник. Появившиеся позже точные хронометры стали применяться в навигации для определения местоположения кораблей в открытом море. В дальнейшем они сыграли большую роль в промышленной революции и развитии всей западной культуры.

Сегодня в большинстве электронных приборов имеются высокоточные часовые устройства. Например, практически все компьютеры снабжены кварцевыми тактовыми генераторами. Более того, передаваемые спутниками Глобальной навигационной системы (GPS) сигналы точного времени используются для калибровки не только навигационного оборудования, но и сотовых телефонов, биржевых операционных систем реального времени, национальных сетей энергоснабжения. Основанные на синхронизации по времени системы прочно вошли в нашу жизнь, но мы осознаем зависимость от них только тогда, когда они дают сбой.

Обращаясь к датам

Согласно результатам археологических исследований, вавилоняне и египтяне начали измерять время по крайней мере 5000 лет назад. Их календари использовались для планирования общественных мероприятий, поставок товаров и в особенности

сельскохозяйственных работ. За основу календарного исчисления были взяты три естественных цикла: солнечный день, определяемый последовательной сменой периодов света и темноты при вращении Земли вокруг своей оси; лунный месяц, соответствующий фазам Луны при ее движении по околоземной орбите; и солнечный год, образованный сменой времен года, сопутствующей движению нашей планеты вокруг Солнца.

До изобретения искусственного света Луне придавалось особое социальное значение. В экваториальном поясе чередование ее фаз более заметно, чем смена времен года. Поэтому в основе календарей низких широт лежал лунный цикл. В условиях северного климата, где земледелие носило сезонный характер, важнее был солнечный год. Именно он был взят за основу календарного исчисления в расширяющейся за счет северных земель Римской империи. Современный григорианский календарь – это синтез вавилонского, египетского, иудейского и римского календарей.

Египетский календарный год состоял из 12 месяцев по 30 дней в каждом с добавлением пяти суток для приближения его к солнечному году. Каждый десятидневный цикл отделялся от предыдущего появлением определенных групп звезд (созвездий), называемых деканами. Во время жизненно важного ежегодного разлива Нила, когда Сириус появлялся на небосклоне перед самым восходом Солнца, можно было наблюдать все 12 деканов. Египтяне придавали деканам огромное значение и поэтому разделили ночь (а позднее и день) на 12 равных частей, названных темпоральными часами. Их длина менялась и зависела от продолжительности дней и ночей. Летние дневные часы были длинными, зимние – короткими, а равными дневные и ночные часы становились только в дни весеннего и осеннего равноденствия. Темпоральные часы, существовавшие сначала греками, а затем и римлянами (которые распространили их по всей Европе), применялись на протяжении 2500 лет.

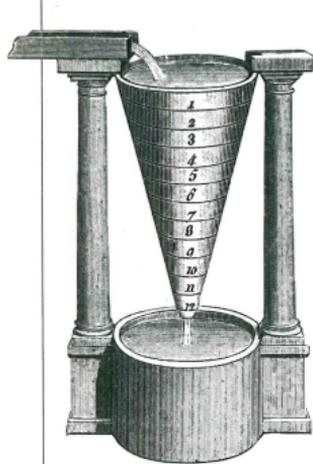
Изобретение солнечных часов позволило днем определять время по длине или направлению тени. Ночью их сменяли водяные часы. Они представляли собой резервуар с маленьким отверстием в днище, из которого выливалась вода. Время определяли по понижающемуся уровню жидкости при помощи вырезанных на внутренней поверхности резервуара часовых линий. Несмотря на то, что эти устройства вполне годились для Средиземноморья, на них не всегда можно было полагаться в пасмурных и зачастую морозных условиях Северной Европы.

Пульс времени

Первые упоминающиеся в летописях механические часы были установлены в 1283 г. в Англии в берфордширском монастыре Данстабл. Нет ничего удивительного в том, что в развитии хронометрических технологий большую роль сыграла Римская католическая церковь: точное соблюдение сроков прогвердения богослужений в монастырских орденах требовало надежных средств измерения времени. Церковь не только контролировала средневековую науку, но и располагала средствами, необходимыми для оплаты труда лучших ремесленников. К тому же рост численности городского населения в Европе во второй половине XIII в. требовал усовершенствования часов. К началу XIV в. уже строились часовые механизмы для церквей и соборов Франции и Италии. Поскольку ранние модели часов оглашали время ударами колокола (таким образом напоминали людям об их ежедневных обязанностях), новое устройство получило название *clock* от латинского слова *clocca* – «колокол».

Новшеством в этих часах был не опускающийся груз, обеспечивающий движущую силу приводного механизма, и не шестеренки (на тот момент известные людям по крайней мере 1500 лет), передававшие эту силу, а устройство под названием «спусковой механизм» или «спуск». Он регулировал скорость хода часов, контролируя вращение колес и передавая только то ▶





Текущие и сыпучие вещества уже давно применялись для измерения времени. По мере вытекания, снижение уровня воды в старинных водяных часах (слева) отмечало прохождение часов.

Во французских песочных часах XVIII в. (справа) час был разделен на 6 частей по 10 минут.

Малогобаритные часы

В течение нескольких столетий с момента создания первых механических часов большинству людей было достаточно колокольного звона для определения времени. Но к XV в. у многих появились домашние часы. Те, кто мог позволить себе такую роскошь, вскоре пожелали иметь портативные хронометры. Заменяв груз сжатой пружиной, удалось создать малогабаритные часы. В то же время степень натяжения пружины увеличивается при ее стягивании. Эта трудность была преодолена с помощью барабана, изобретенного в первой половине XV в. неизвестным гением механики (см. стр. 66). Шпindel конической формы (барабан) соединялся струной с цилиндром, внутри которого находилась пружина. Заведенная пружина вращала цилиндр, и струна перематывалась на него со шпиделя. Увеличение радиуса компенсировало ослабление тяги. Таким образом, барабан выравнивал силу натяжения пружины, действующую на шестерни часового механизма.

Важность этого изобретения не следует недооценивать: благодаря ему стало возможным развитие малогабаритных часов и последующая эволюция карманных хронометров. Вплоть до окончания Второй мировой войны конический барабан применялся во многих высококлассных измерителях времени с пружинным приводом, например в морских хронометрах.

Маятник вступает в игру

В XVI в. датский астроном Тихо Браге и ряд его современников попытались использовать часы в научных целях, но даже лучшие хронометры не обладали достаточной точностью. Астрономы особенно нуждались в инструменте для точного определения положения звезд и составления более достоверной карты неба. Использование маятника позволило существенно повысить точность и надежность хронометров. Итальянский физик и астроном Галилео Галилей, как и его предшественник, проводил эксперименты с маятниками, но первые маятниковые часы

количество энергии, которое требовалось для поддержания колебаний осциллятора (см. принцип работы ранних часовых механизмов на стр. 66). Имя изобретателя спускового механизма история не сохранила.

Единые часы

Несмотря на то, что механические хронометры можно настроить на отсчет темпоральных часов, изначально они были предназначены для измерения равных единиц времени. Когда было решено разделить сутки на равные часы, встал вопрос о точке отсчета. В связи с этим в начале XIV в. возникло несколько временных систем. Схемы деления суток на 24 равные части варьировались в зависимости от момента начала отсчета: итальянские сутки начинались на заходе солнца, вавилонские – на рассвете, астрономические – в полдень, а в Германии городские часы начинали отсчет времени в полночь. В конце концов возобладала сохранившаяся до наших дней французская система, разделившая начинающиеся в полночь сутки на два 12-часовых периода.

В 80-е гг. XVI в. часовых дел мастера стали получать заказы на изготовление часов, показывающих минуты и секунды, но существовавшие в то время механизмы были недостаточно точны для отображения на циферблате соответствующих делений. Так продолжалось до 60-х гг. XVII века, пока не были созданы маятниковые часы. Понятия «минута» и «секунда» восходят к принципу шестидесятеричного деления углового градуса, использовавшемуся вавилонскими астрономами. Слово «минута» происходит от латинского *prima minuta*, первое малое деление; «секунда» – от *secunda minuta*, второе малое деление. Деление суток на 24 часа, а часов и минут – на 60 долей настолько укоренилось в западной культуре, что все попытки изменить эту систему измерения потерпели неудачу. В 90-х гг. XVIII в. правительство революционной Франции объявило переход на десятичную систему. Метр, литр и другие десятичные величины успешно прижились. А вот декрет о разделении суток на 10 часов, каждый из которых состоял из 100 минут, разбитых на 100 секунд, просуществовал всего 16 месяцев.

были созданы датским астрономом и математиком Христианом Пойгенсом в рождественский день 1656 г. Пойгенс быстро осознал как научное, так и коммерческое значение своего открытия, и шесть месяцев спустя одному из гаагских мастеров была выдана лицензия на производство маятниковых часов.

Пойгенс заметил, что описывающий дугу окружности маятник совершает малые колебания быстрее, чем большие, поэтому изменения амплитуды его колебаний приводят к отставанию или спешке часов. Понимая, что поддерживать постоянную амплитуду при каждом колебании невозможно, Пойгенс разработал подвеску, которая заставляла маятник совершать движение по дуге циклоиды, а не окружности, что обеспечило постоянство периода колебаний вне зависимости от их амплитуды (см. стр. 66). Маятниковые часы были примерно в 100 раз точнее своих предшественников. Традиционная 15-минутная суточная погрешность снизилась до одной минуты

в неделю. Сведения об изобретении быстро распространились, и к 1660 г. мастера Англии и Франции уже занимались созданием собственных моделей хронометров нового типа.

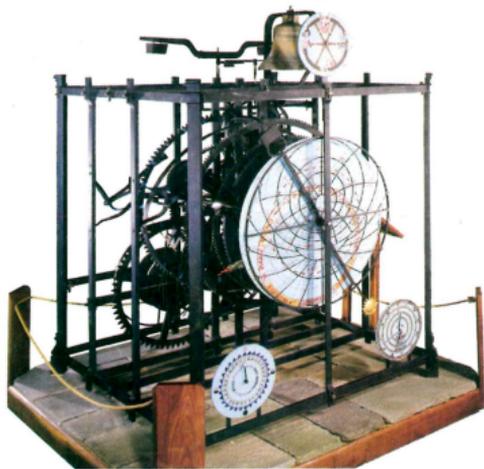
С появлением маятника вырос спрос на часы, которые тут же стали предметом домашнего обихода. Вскоре дизайн часов приобрел национальные черты: английские мастера старались отразить движение часового механизма, а французские, наоборот, делали основной упор на форму и декоративные элементы. Однако Пойгенс не проявлял большого интереса к этим течениям, посвящая большую часть своего времени совершенствованию устройств, предназначенных для использования в астрономии и для определения долготы в открытом море.

Передовые разработки

В 1675 г. Пойгенс обнаружил свое очередное открытие, спиральную пружину – баланси́р. Так же, как притяже-



Механические часы с пружинным приводом, созданные датским мастером Соломоном Костером в 1657 г. Костер сотрудничал с Христианом Пойгенсом, который первым использовал маятник в конструкции механических часов.



Эти средневековые механические часы помогали монахам выполнять повседневные обязанности. Они были сконструированы в период между 1327 и 1336 гг. по заказу Ричарда Валингфордского, английского математика из аббатства св. Альбана.

ние Земли управляет поворотными колебаниями маятника, пружина контролирует вращательные колебания баланса в малогабаритных хронометрах. Баланс – это точно сбалансированный диск, который, вращаясь, последовательно совершает полный оборот в обоих направлениях (см. стр. 67). Пружинный маятник позволил снизить погрешность хода малогабаритных часов до одной минуты в день. Это спровоцировало рыночный бум на карманные часы. Появилась даже новая мода на верхнюю одежду, ведь теперь не нужно было носить хронометр на шею.

Примерно в то же время до Пойгенса дошли слухи о важном изобретении, сделанном в Англии. Анкерный спуск, в отличие от шпindelного, позволил уменьшить амплитуду колебаний маятника до такой степени, что необходимость в движении по циклоиде отпала. Более того, применение спуска такого типа позволило использовать длинный маятник с периодом колебаний, соответствующим одной секунде. Это привело к по-

Развитие ранних часовых механизмов



Шпиндельный спусковой механизм с билянцем

Иновационным элементом первых механических часов (около 1300 г.) был спуск. Он управлял вращением зубчатого колеса и поддерживал движение осциллятора, определявшего скорость хода часов. На один из валов была намотана струна с грузом. Вращение этого вала передавалось через редуктор зубчатой короны (спусковому колесу) и сдерживалось двумя палетами, которые были прикреплены к валу-шпинделю, несущему так называемый билянец (фолио). Когда верхняя палета сдерживала вращение колеса (раздавался звук «тик»), оно постепенно отгибало ее назад до полного высвобождения. Тут же срабатывала нижняя палета (звук «так»), и колесо толкало ее, поворачивая вал-шпиндель в обратном направлении. Таким образом, колебания вала-шпинделя продолжались до полного разматывания струны. Переместив грузики на плечах билянца к центру или от центра, можно было, соответственно, ускорить или замедлить ход часов.

Барaban

В первой половине XV в. был изобретен барабан. Он позволил использовать в качестве привода часового механизма сжатую пружину. Несмотря на то, что пружина является компактным источником энергии, ее сила зависит от степени завода. Барабан и цилиндр, в котором находилась пружина, соединялись струной или цепочкой. Заведенная пружина вращала цилиндр, и струна перематывалась на него с конического барабана. Увеличивающийся радиус конуса компенсировал ослабление тяги. В результате сила, вращающая шестерни часового механизма, оставалась неизменной.

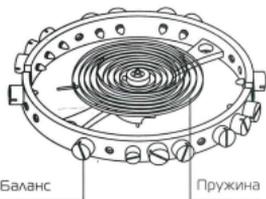


Построение циклоидальной дуги



Маятниковые часы

Несмотря на то, что Галилео Галилей и другие ученые XVIII в. знали о возможности применения маятника в часовом механизме, первые маятниковые часы были созданы Христианом Гюйгенсом. Гюйгенс заметил, что обычный маятник совершает малые колебания быстрее, чем большие. Поэтому он установил две изогнутые циклоидальные шечки в точке подвеса маятника. Действуя на струны подвеса, эти ограничители уменьшали эффективную длину маятника пропорционально его отклонению и заставляли его двигаться не по круговой, а по циклоидальной траектории. Таким образом, период колебаний маятника перестал зависеть от их амплитуды (размаха). В часах Гюйгенса колебания движущегося под влиянием земного притяжения маятника заменили чисто механическую осцилляцию горизонтального билянца. Теперь работа шпиндельного спуска и вращение колес регулировались колебаниями маятника, что повысило как надежность, так и точность часов.

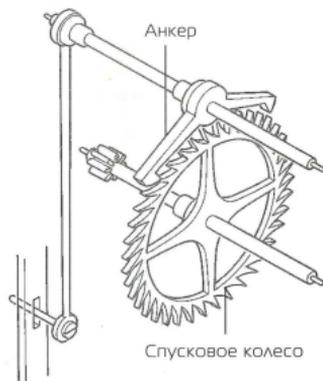


Спиральная пружина-балансир

В 1675 г. Гюйгенс изобрел спиральную пружину-балансир. Подобно тому как земное притяжение управляет поворотными колебаниями маятника, пружина контролирует вращательные колебания баланса в малогабаритных часах. Баланс – это точно сбалансированный диск, который, вращаясь, последовательно совершает полный оборот в обоих направлениях. На рисунке изображена современная модель, в которой балансировка осуществляется с помощью регулировочных винтов.

Анкерный спуск

Появившийся в Англии приблизительно в 1670 г. анкерный спуск представляет собой рычажный механизм, по форме напоминающий корабельный якорь. Качающийся маятник двигает якорь таким образом, чтобы он стопорил и затем отпускал каждый зубчик спускового колеса и тем самым обеспечивал равенство интервалов движения. В отличие от шпindelного, анкерный спуск позволил уменьшить амплитуду колебаний маятника до такой степени, что необходимость в движении по циклоиде отпала. Более того, применение анкерного спуска дало возможность использовать длинный маятник с периодом колебаний в одну секунду. Так появились высокие стоячие часы.



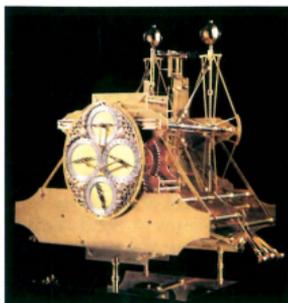
В 1675 г. для повышения точности наблюдений за движением звезд в английской Королевской обсерватории в Гринвиче были установлены часы с анкерным спуском. Совершенствование астрономической картографии было главным условием повышения надежности морской навигации.

явлению нового вида часового корпуса. Высокие английские часы, снабженные анкерным спуском и длинным маятником, обладали погрешностью не более нескольких секунд в неделю. Выдающийся английский часовых дел мастер Томас Томпион и его ученик Джордж Грэхем впоследствии усовершенствовали анкерный спуск, сумев устранить паразитную отдачу часового колеса. Доработанная конструкция была названа аperiодическим спуском и на следующие 150 лет стала самым распространенным типом механизма высокоточных часов.

Определение долготы

Одной из задач, поставленных перед основанной в 1675 г. английской Королевской обсерваторией в Гринвиче, было определение долготы. Первый королевский астроном Джон Флемстид использовал хронометр с анкерным спуском для точной фиксации времени пересечения звездами небесного меридиана — воображаемой линии, соединяющей полюса небесной сферы и определяющей южное направление на ночном небе. Это позволило собрать более точные сведения о положении звезд, чем полученные ранее на основании чисто угловых измерений с помощью секстантов или квадрантов.

В навигации того времени существовал метод определения широты, основанный на измерении угловой высоты Солнца или Полярной звезды. А вот определение долготы по небесному своду было непростой задачей. Штормы и течения зачастую мешали отслеживать пройденный маршрут в океане. Возникающие в результате ошибки дорого обходились морским державам, приводя не только к задержкам в пути, но и к гибели людей, утрате кораблей и грузов. Британское правительство в полной мере ощутило серьезность положения в 1707 г., когда во время крушения четырех кораблей королевского флота у побережья островов Скили-айлендс погиб адмирал и 1600 матросов. Поэтому в 1714 г. английский парламент объявил об учреждении крупных де-



Джон Гаррисон вошел в историю в 1736 г. после успешных испытаний его хронометра H1 в ходе трех морских путешествий. Эта копия изобретения английского плотника была сделана в 1984 г.

В XIX в. Эли Терри из штата Коннектикут сконструировал деревянные полочные часы. Разработанная им технология массового производства позволила наладить выпуск дешевых часов.



нежных вознаграждений тем, кто найдет точный способ определения географической долготы. Размер самой большой награды составил 20 тысяч фунтов (что сегодня эквивалентно \$18 млн.). Она была обещана создателю приспособления, которое позволило бы определить долготу с погрешностью не более половины градуса (30 морских миль) по прибытии в один из портов Вест-Индии. Оценить точность полученного значения долготы можно было с помощью испытанных наземных методов.

Огромная сумма вдохновила многих незадачливых изобретателей. Отвсюду посыпались непродуманные и подчас фантастические проекты. Вследствие этого Совет по вопросам долготы — комитет, рассматривавший наиболее многообещающие идеи, — не проводил заседаний более двадцати лет. Однако уже давно существовали два теоретически здравых подхода. Один из них назывался методом лунного расстояния. Для определения времени в точке нахождения долготы он предполагал точные наблюдения за положением Луны по отношению к звездам. Другой подход подразумевал использование очень точных часов. Ввиду того, что Земля совершает один оборот за 24 часа с угловой скоростью 15 градусов в час, двухчасовая разница во времени соответствует 30-градусной разнице по долготу. Точному измерению времени на море препятствует целый ряд неустойчивых причин. Это и морская качка, и большие перепады температуры, и разница в силе притяжения на различных широтах. Поэтому английский физик Исаак Ньютон и его сторонники были убеждены в том, что метод лунного расстояния, несмотря на трудность реализации, является единственным возможным решением.

Однако Ньютон был не прав. В 1737 г. комитет наконец провел заседание, в ходе которого на обсуждение был внесен проект одного из наименее вероятных кандидатов на получение награды, столетия из Йоркшира Джона Гаррисона. Неуклюжий хронометр Гаррисона был

испытан во время плавания в Лиссабон. С его помощью удалось скорректировать проведенные мореходными вычисления долготы на 68 миль. Но создатель устройства был недоволен. Вместо того чтобы запросить проведение испытаний на маршруте в Вест-Индию, он убедил комитет оказать ему финансовую поддержку для усовершенствования хронометра. После двух лет работы, все еще недовольный результатами своей второй попытки, Гаррисон начал создание третьей модели, над которой трудился в течение 19 лет. Когда она была готова, изобретатель осознал, что четвертый морской хронометр диаметром пять дюймов, работа над которым велась параллельно, был лучше. Путешествие на Ямайку в 1761 г. стало вторым серьезным испытанием для крупногабаритных часов Гаррисона, которые показали блестящий результат. Но комитет отказался вручать мастеру вознаграждение, требуя больших доказательств. Проведенное в 1764 г. третье морское испытание закрепило успех Гаррисона, которому неохотно выплатили 10 000 фунтов. Остальную часть вознаграждения изобретатель получил только в 1773 г. после вмешательства короля Георга III. К 1790 г. морские хронометры были настолько усовершенствованы, что их устройство уже больше никогда не претерпевало коренных изменений.

Часы для массового потребления

В начале XIX в. как наручные, так и стационарные часы шли относительно точно, но стоили очень дорого. Оценен огромный потенциал рынка дешевых часов, двое инвесторов из города Уотерберри, штат Коннектикут, США, в 1807 г. заключили с часовым мастером Эли Терри контракт на производство 4000 высокых стоячих часов из дерева. Предусмотренная в договоре рассрочка платежа позволила Терри посвятить первый год созданию оборудования для массового производства часов. Наладив выпуск взаи-



мозаемых деталей, он сумел завершить работу в соответствии с условиями контракта. Несколько лет спустя Терри сконструировал полочные часы, применив ту же технологию массового производства. Корпус высокых стоячих часов необходимо было приобретать отдельно, а полочные часы были полностью автономны. Покупателю нужно было просто поставить их на ровную поверхность и завести. Сравнительно скромная цена в \$15 сделала часы доступными для многих простых людей. Так были заложены основы знаменитой часовой отрасли штата Коннектикут.

Временные стандарты

В XIX в. жители городов США и Европы определяли местное время по положению солнца. Например, из-за того, что полдень в Бостоне наступает на три минуты раньше, чем в массачусетском Вустере, бостонские часы устанавливались с трехминутным опережением по отношению к вустерским. Однако развитие системы железных дорог требовало соблюдения единых временных стандартов на всех станциях, относящихся к одной железнодорожной ветке. Для этого астрономические обсерватории начали передавать железнодорожным компаниям сигналы точного времени при помощи телеграфа. Работа первой службы времени, появившейся в 1851 г., была основана на временных сигналах, поступающих по линиям связи из обсерватории Гарвардского колледжа. Год спустя английская Королевская обсерватория организовала собственную службу времени, обеспечивающую единые временные стандарты на территории всей Великобритании.

В 1883 г. территория США была разделена на четыре часовых пояса. В следующем году правительства всех стран официально признали преимущества стандартизации мирового времени для навигации и торговли. На состоявшейся в 1884 г. в Вашингтоне Международной конференции по вопросам меридианов планета была поделена на 24 часовых пояса. В качестве нулевого меридиана (ноль градусов долготы — линия, от которой ведется отсчет остальных меридианов) было выбрано местонахождение Королевской обсерватории, так как три четверти мира фактически уже использовали для навигации время по Гринвичу.

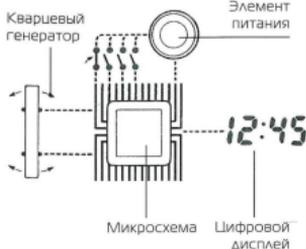
Массовое производство наручных часов

В то время владельцы заводов понимали, что при снижении производственных затрат рынок сбыта наручных часов станет значительно больше рынка стационарных. Серьезным препятствием для массового производства наручных

Два современных типа часовых механизмов.

Кварцевый

В конце 60-х гг. прошлого века электронные транзисторные осцилляторы с миниатюрным камертоном, колебания которого преобразовывались в движение стрелок, заменили традиционные механизмы с осциллирующим балансом. С появлением недорогих маломощных микросхем и светодиодов (LED) началась поиск элементов, позволяющих повысить точность хода часов. Вскоре стали применяться кварцевые кристаллические резонаторы, изначально созданные для радиовещания. Будучи пьезоэлектриком, кристалл кварца колеблется при возбуждении его переменным электрическим током. При подаче переменного напряжения, частота которого соответствует резонансной частоте кристалла, он начинает резонировать, задавая частоту генератора. Выходной сигнал кварцевого генератора преобразуется в тактирующие импульсы интегральной микросхемы, которая управляет светодиодным или жидкокристаллическим дисплеем.



На базе цезиевого фонтана (атомный)

В качестве опорной частоты в часах на основе цезиевого фонтана используется частота, соответствующая переориентации спина электрона в атоме цезия-133 при воздействии СВЧ-излучения. В вакуумной камере шесть лазеров охлаждают атомы газообразного цезия, формируя из них небольшое облако (1). Смена рабочей частоты верхнего и нижнего лазеров приводит к фонтанообразному выстросу атомного облака в магнитоизолированную полость (2). Под воздействием силы тяжести облако опускается вдоль полости и подвергается воздействию излучения СВЧ-генератора (3), частота которого задается кварцевым генератором (не изображен). СВЧ-излучение вызывает переориентацию спина электронов и их переход в другое квантово-механическое состояние. Затем лазерный зонд вызывает свечение цезия, чтобы детектор (4) мог обнаружить переориентацию спина электронов. Выходной сигнал детектора используется для тонкой подстройки частоты СВЧ-генератора до резонансной частоты цезия, используемой для синхронизации часов.



часов было отсутствие производственной базы взаимозаменяемых деталей, так как при изготовлении миниатюрных элементов механизма требовалась очень высокая точность. Несмотря на то, что технологии массового производства развивались в Европе с конца XVIII в., опасения по поводу возможного пресыщения рынка и сокращения рабочих мест удерживали производителей часов от внедрения механизации.

Часовых дел мастер из штата Мэн Аарон Л. Деннисон был обеспокоен тем, что американские часовщики не способны конкурировать со своими европейскими коллегами, доминировавшими на рынке с начала 40-х гг. XIX в. Деннисон решил встретиться с Эдвардом Говардом, совладельцем часовой фабрики в Роксбери, и обсудить техно-

логию массового производства наручных часов. Говард совместно со своим партнером предоставили Деннисону площадки для проведения экспериментов и разработки станков. К концу 1852 г. под руководством Деннисона было произведено 20 наручных часов. К следующей весне было выпущено еще 100, а год спустя – более 1000. К тому времени в Роксбери уже не хватало производственных мощностей, и получившая новое название Бостонская часовая компания переехала в Уолтем, штат Массачусетс, где к концу 1854 г. объем производства достиг 36 экземпляров наручных часов в неделю.

Часы Уолтемской часовой компании пользовались большим спросом во время гражданской войны. Тем временем в США возникли и другие часовые

компании. В 70-х гг. XIX в. швейцарцы, ранее лидировавшие в этой отрасли, были крайне обеспокоены резким снижением объемов экспорта. Проведенные ими исследования показали, что Уолтемский завод отличался от их предприятий не только более высокой производительностью, но и меньшими затратами.

Наручные часы долгое время считались женским аксессуаром, поскольку в XIX в. их носили в основном женщины. Однако во время Первой мировой войны конструкция карманных часов была доработана таким образом, чтобы их можно было носить на запястье, что в боевых условиях было значительно удобнее. Благодаря мощной рекламной кампании мужская мода на наручные часы сохранилась и после войны.



В начале 20-х гг. XX в. Уильям В. Шорт, железнодорожный инженер из Англии, создал часы со свободно качающимся маятником. Система Шорта состояла из двух колебательных систем – свободно качающегося главного (справа) и вспомогательного маятника (слева). Погрешность этих часов составляла примерно одну секунду в год.

А в 20-х гг. прошлого века появились наручные часы с автоподзаводом.

Высокоточные часы

В конце XIX в. Зигмунд Рифлер из Мюнхена создал принципиально новый высокоточный хронометр, ставший эталоном для измерения времени. Чтобы свести к минимуму влияние атмосферного давления, хронометры Рифлера находились в вакууме и были снабжены маятником, нечувствительным к перепадам температуры. Они обладали точностью хода в одну десятую секунды в день и использовались практически в каждой астрономической обсерватории.

Спустя несколько десятилетий железнодорожный инженер из Англии Уильям В. Шорт создал часы со свободным

маятником. Их погрешность составляла примерно одну секунду в год. Хронометр Шорта состоял из двух маятниковых часов – главных, заключенных в изолированный корпус, и вспомогательных, снабженных циферблатами. Каждые 30 секунд вспомогательные часы подавали электромагнитный импульс главному маятнику, который корректировал их ход. Благодаря этому главный маятник был практически избавлен от возмущающих механических воздействий. В 20-х гг. прошлого века хронометры Шорта начали заменять модель Рифлера в обсерваториях, но, как оказалось, ненадолго.

В 1928 г. инженер нью-йоркской компании «Лаборатория Белл» Уоррен А. Маррисон открыл невероятно стабильный и надежный источник колебаний, ставший такой же революционной находкой, как и маятник за 272 года до этого. Изначально созданный для использования в радиовещании кристалл кварца при возбуждении переменным электрическим током начинал колебаться с высокой стабильностью (см. стр. 70). Точность первых кварцевых часов, установленных в Королевской обсерватории в 1939 г., соответствовала двум тысячным секунды в день. К концу Второй мировой войны их погрешность удалось снизить до одной секунды в 30 лет.

Однако кварцевые генераторы недолго оставались эталоном точности. В 1948 г. Гарольд Лайонс и его коллеги из Национального бюро стандартов в Вашингтоне создали первые атомные часы. В качестве опорной частоты в них использовалась чрезвычайно стабильная собственная резонансная частота атома цезия-133, соответствующая его колебаниям между двумя энергетическими уровнями (см. стр. 70). Дальнейшие эксперименты в США и Англии в 50-х гг. XX в. привели к созданию цезиевых атомных часов. Сегодня усредненные показания цезиевых часов, находящихся в разных частях света, определяют стандарт Всемирного скоординированного времени (UTC), погрешность кото-

рого на сегодня составляет менее одной наносекунды в день.

До середины XX в. временным эталоном являлись одни сутки, то есть период обращения нашей планеты вокруг своей оси. Этим руководствовались несмотря на существующее с конца XVIII в. подозрение, что период осевого вращения Земли не обладает идеальным постоянством. С помощью цезиевых часов ученые смогли убедиться в непостоянстве периода вращения Земли. Поэтому назрела необходимость смены стандартов, и в 1967 г. было принято новое определение секунды на основе резонансной частоты атома цезия-133.

Точность измерения времени имеет настолько большое научное значение, что до сих пор проводятся исследования с целью ее повышения. К новому поколению атомных часов относятся водородный мазер (генератор воспроизводимой частоты), цезиевый фонтан и оптические часы (оба являются частотными дискриминаторами). В ближайшем будущем их точность (вернее, стабильность) будет соответствовать 100 фемтосекундам (100 квадриллионных долей секунды) в день (см. статью «Совершенные часы»).

Методики измерения времени постоянно совершенствуются, но никакие научные достижения не изменят одного: время – это то, чего нам никогда не будет хватать. ■

Об авторе:

Музейный консультант **Уильям Дж. Г. Эндриос (William J. H. Andrewes)** вот уже 30 лет занимается изучением истории измерения времени. В свое время он работал куратором в различных научных учреждениях, включая Гарвардский университет. Эндриос написал множество статей для научно-популярных и академических изданий, а также стал редактором книги Давы Собел (Dava Sobel) «В поисках долготы» (The Quets for Longitude). В соавторстве с Давой он написал книгу «Долгота в картинках» (The Illustrated Longitude). Одна из его последних выставок проходила в музее Фрика в Нью-Йорке и называлась «Искусство часового мастера» (The Art of the Timekeeper).

СОВЕРШЕННЫЕ ЧАСЫ

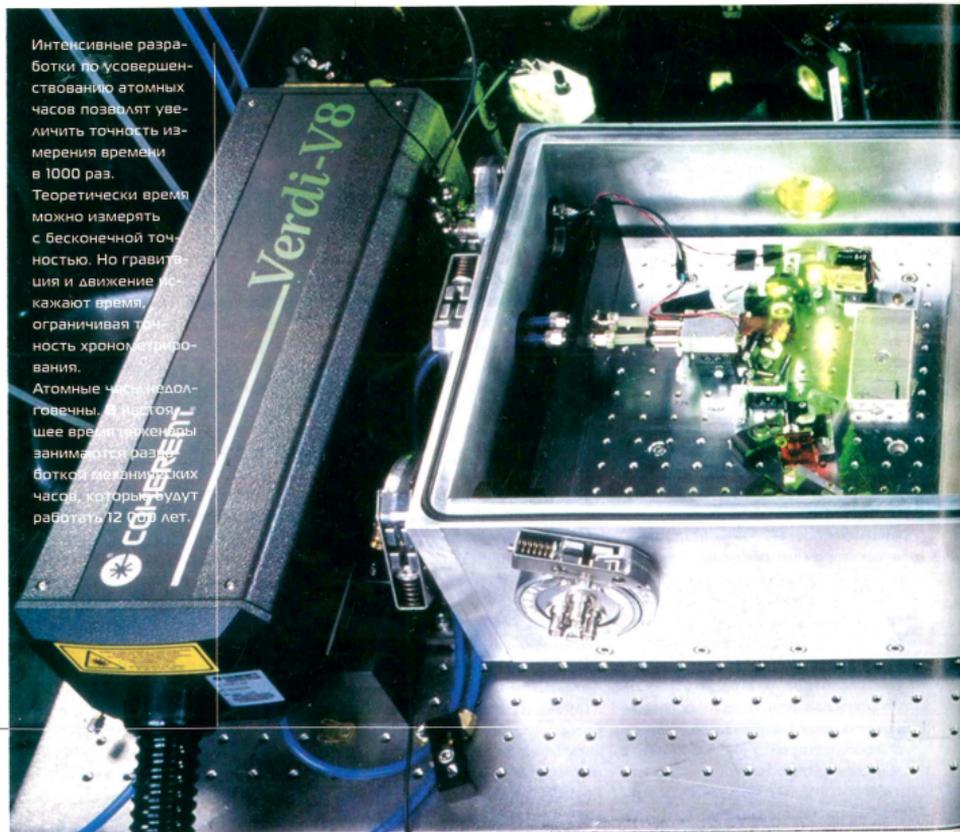
Атомные часы уменьшаются до размеров микрочипа, отправляются в КОСМОС – и дальнейшее повышение их точности становится нецелесообразным

У. Уэйт ГИББС

Интенсивные разработки по усовершенствованию атомных часов позволяют увеличить точность измерения времени в 1000 раз.

Теоретически время можно измерять с бесконечной точностью. Но гравитация и движение искажают время, ограничивая точность хронометрирования.

Атомные часы недолговечны. В настоящее время их работа занимает несколько месяцев. Разработкой механических часов, которые будут работать 12 000 лет,



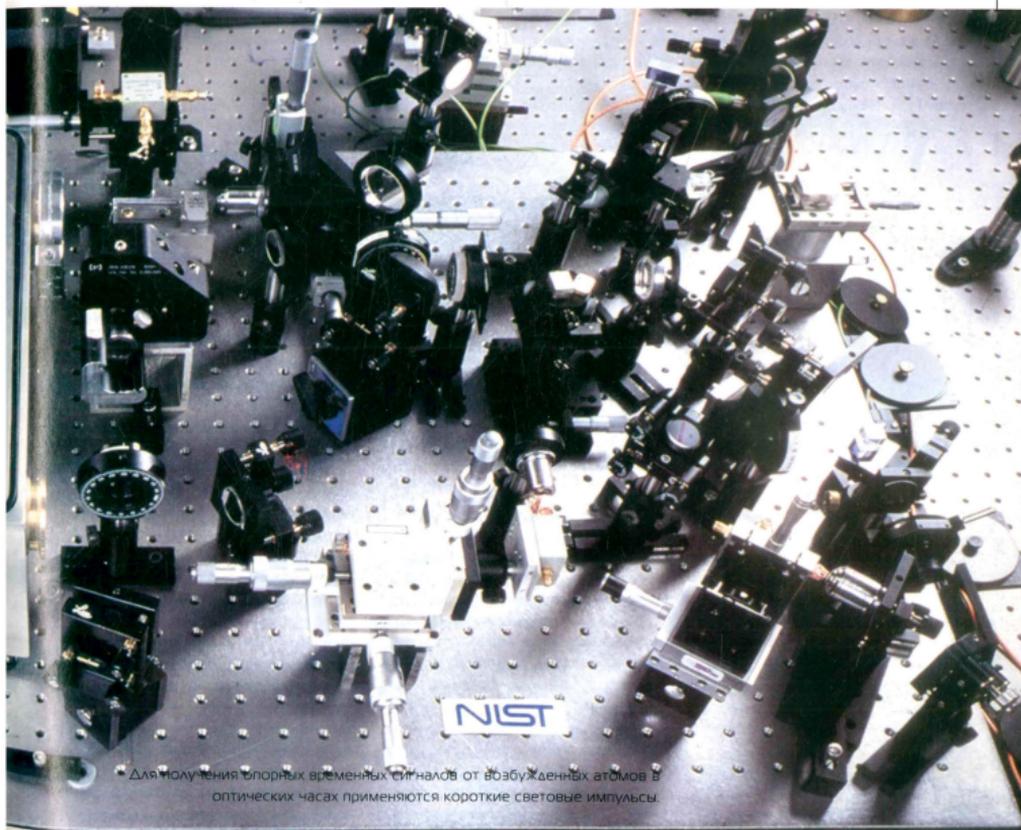
В мае 2002 г. десятки лучших часовых производителей мира собрались в Новом Орлеане и целую неделю демонстрировали свои последние изобретения. Среди этих людей не было ни одного механика – все они были учеными, и их разговоры касались спектральных характеристик и квантовых уровней, а не шестеренок и маятников. Сегодня создатели высокоточных часов проводят исследования сразу в нескольких передовых областях физики и техники. Одни «часовщики» соединяют лазеры, генерирую-

щие импульсы длиной в одну квадриллионную секунды, с камерами, охлаждаемыми атомы до нескольких миллионов градуса выше абсолютного нуля. Другие пытаются поймать отдельные ионы в ловушки из светового излучения и магнитных полей и управляют спинами электронов.

Благодаря новейшим техническим достижениям искусство сверхточного измерения времени последние 30 лет развивается с невиданной скоростью. Хорошо зарекомендовавшие себя лучевые цезиевые часы, которые прода-

ются компанией *Agilent* за \$63 000, идут с погрешностью не более микросекунды в месяц, а опорная частота этих часов обеспечивает точность до 5×10^{13} .

В 1999 г. в лаборатории Национального института стандартов и технологий (NIST) в Болдере, штат Колорадо, были введены в эксплуатацию часы на базе «цезиевого фонтана», которые стали государственным эталоном времени США, допускающим погрешность в 10^{-15} . Это значение в 500 раз превосходит точность лучших часов NIST образца 1975 г. Более того, ▶



Для получения точных временных сигналов от возбужденных атомов в оптических часах применяются короткие световые импульсы.

погрешность космических часов, разрабатываемых для международной космической станции к 2005 г., составит менее 10^{-16} . А успешные испытания прототипов новых измерителей времени – устройств, определяющих время с помощью ионов кальция или ртутью вместо цезия, – дают основания предполагать, что в течение трех лет точность измерений достигнет 10^{-16} , что станет тысячекратным продвижением менее чем за одно десятилетие.

В данном случае использование термина «точность», может быть, не вполне уместно. Согласно международному постановлению 1967 года «секунда равна 9 192 631 770 периодам излучения, соответствующего переходу между двумя сверхтонкими уровнями основного состояния атома цезия-133». Не вдаваясь в подробности, смысл этого определения состоит в том, что для измерения продолжи-

тельности секунды необходимо наблюдать за цезием. В недалеком будущем цезий не будет применяться в наиболее совершенных часах, и они, строго говоря, будут измерять не секунды. Это – одно из затруднений, стоящих перед создателями часов.

При глубоком рассмотрении обнаруживается более существенное ограничение: в соответствии с теорией Эйнштейна, подтвержденной экспериментами, время не является абсолютным. Скорость хода часов уменьшается при быстром их перемещении относительно наблюдателя или при изменении гравитационного поля. Установившаяся сверхточность на борту космической станции, ученые надеются подтвердить теорию относительности самому серьезному испытанию. Но когда точность часов достигнет 10^{-18} – погрешность менее половины секунды за время существо-

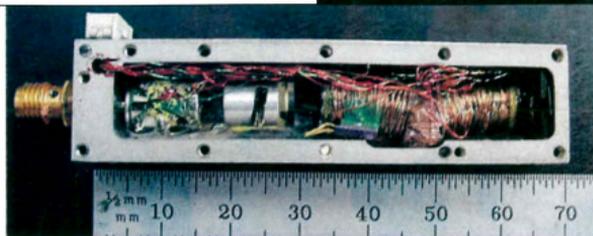
вания Вселенной, – релятивистские эффекты сами станут испытанием для ученых. Однако на данный момент не существует способа синхронизации часов с такой точностью.

Изобретаем точность

Зачем же тогда совершенствовать атомные часы? Продолжительность секунды уже сейчас определяется с точностью до 14 десятичных разрядов, что в 1000 раз превосходит точность любой другой фундаментальной единицы измерения. Одна из причин этого заключена в том, что секунда – не просто базовая единица измерения: она используется для описания трех из шести оставшихся основных единиц – метра, ломена и ампера. На очереди, возможно, килограмм и моль. «Нахождение нового определения килограмма – всего лишь дело времени», – говорит Ричард Л. Штайнер (Richard L. Steiner) из NIST. При помощи знаменитого уравнения $E=mc^2$ ученые смогут установить соответствие единицы массы эквивалентному количеству энергии, например, совокупности фотонов с определенной суммой частот. (Энергия фотона определяется другим известным уравнением: $E=h\nu$, где h – постоянная Планка, ν – частота фотона. Прим. ред.) Совершенство часы, ученые развивают методики измерения не только времени, но и других физических величин.

Увеличение стабильности и компактности хронометров способствует развитию навигации и повышению точности и надежности Глобальной навигационной системы (GPS) и ее европейского аналога – системы Galileo. Более совершенные часы облегчат отслеживание траекторий спутников NASA, позволят службам и телекоммуникационным компаниям выявлять сбои в своих сетях и помогут геологам точнее указывать места землетрясений и ядерных испытаний. Астрономы смогут использовать такие часы для объединения телескопов и увеличения их разрешающей способности. А недорогие, размером

Компактная точность



«За \$100 я мог бы собрать 10-ваттный передатчик помех, способный заглушить все сигналы GPS в Нью-Йорке», – говорит Доналд Салливан из NIST. Вся навигация зависит от GPS, и ее надежность могут повысить небольшие атомные часы. Уменьшенные до размеров наручных, они могут быть вмонтированы в GPS-приемники. Сверхточность позволит системе работать в более узком частотном диапазоне и сделать ее более устойчивой к атакам глушилок.

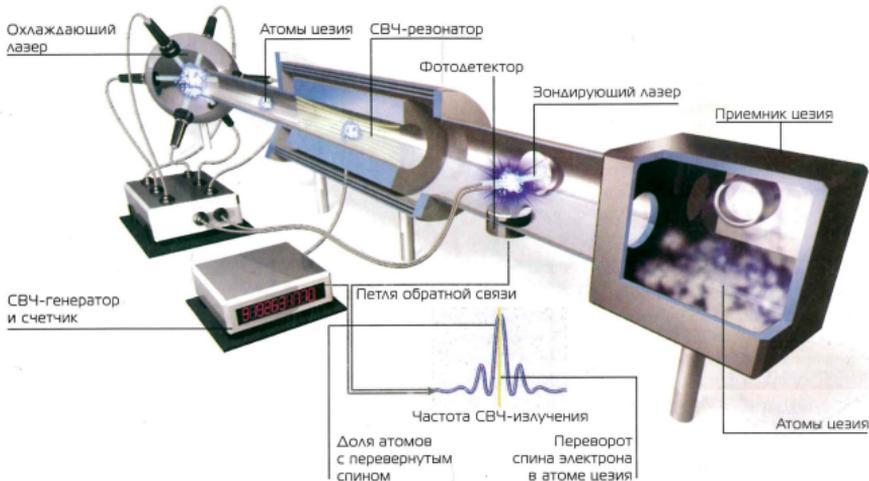
«Управление перспективных исследований и разработок министерства обороны США ведет работу над про-

граммой стоимостью \$20 млн. по созданию микросхемы со встроенными атомными часами. Эта микросхема будет применяться в устройствах шифрования передаваемой информации и в GPS-приемниках», – заявляет Салливан. В 1999 г. ученые из NIST создали опытный образец размером 15 см³ (см. рис.). Последние модели еще на 95% меньше. Если когда-нибудь будут созданы наручные атомные часы, то они не будут показывать время с точностью до наносекунды, зато смогут обеспечить конфиденциальность разговоров по наручным телефонам.

Последний предел?

Атомный хронометр Phrago, созданный французским Национальным центром космических исследований совместно с другими лабораториями в рамках проекта ACES, был испытан в условиях невесомости в ходе воздушного полета (см. фото справа). Phrago и его аналог PARCS, разрабатываемый сейчас в лабораториях Америки, по праву считаются самыми точными в мире часами. Принцип их работы заключается в следующем. Сформированные лазерами газообразные сгустки сверххоложденных

атомов цезия устремляются в СВЧ-резонатор, излучение которого изменяет спин электронов. Затем цезий облучают возбуждающим лазером и определяют количество атомов, перешедших в желаемое состояние. Стабильность часов достигается за счет введения обратной связи, которая обеспечивает подстройку частоты СВЧ-генератора до значения, соответствующего перевороту спина внешнего электрона в атоме цезия. Далее электроника отсчитывает 9 192 631 770 периодов СВЧ-излучения, что, в соответствии с международным договором, составляет одну секунду.



с микрочип атомные часы (см. стр. 75), вероятно, найдут множество применений, о которых сейчас никто даже не мечтает.

Чтобы понять, почему хронометрирование вдруг стало бурно развиваться, стоит ознакомиться с принципом работы атомных часов. Как и любой другой хронометр, они снабжены осциллятором, совершающим равномерные колебания, и счетчиком, преобразующим колебания в секунды. В цезиевых часах используется не механический (как маятник) и не электромеханический (как кристалл кварца), а квантово-механиче-

ский осциллятор: фотон светового излучения поглощается атомом цезия и изменяет спин (направление магнитного поля) внешнего электрона на противоположный.

В отличие от маятников и кристаллов кварца, все атомы цезия одинаковы, и при воздействии микроволнового излучения с частотой 9 192 631 770 Гц у всех атомов одновременно произойдет переориентация спина внешнего электрона. Для отсчета секунд применяемый в часах микроволновый генератор настраивается на спектральную область, в которой на его излучение реагирует

наибольшее количество атомов цезия. Затем начинается подсчет периодов.

Разумеется, в квантовой физике все далеко не так просто. Как всегда, все усложняет принцип неопределенности Гейзенберга, налагающий жесткие ограничения на точность измерения частоты одного фотона. Тем не менее в современных сверхточных часах каждое отдельное измерение позволяет методом сканирования настроить микроволновый генератор на середину используемой спектральной области с погрешностью в один миллигерц. «Такой точности удалось достичь благодаря тому, что каждый раз мы сле-

Извлекая время из атома

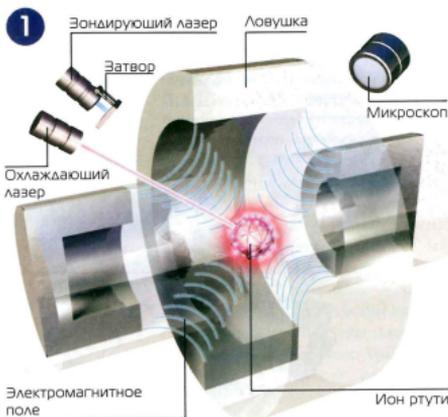
Осциллятор и счетчик – главные элементы любого часового механизма. Высокая точность атомных часов обеспечивается третьим компонентом – системой обратной связи, которая периодически сверяется с атомным эталоном и подстраивает генератор, обеспечивая практически идеальную

стабильность опорной частоты. В современных ионно-оптических часах осциллятором служит ультрафиолетовый зондирующий лазер. Счетчик подхватывает импульсы второго, инфракрасного лазера. Абсолютным эталоном служит один электрон, расположенный на орбите единственного, практически неподвижного атома ртути.



Захвачен и обработан

Атом, испаряющийся в печи с поверхности ртути, под воздействием электрического тока теряет один из своих электронов и ионизируется, приобретает положительный заряд. Электромагнитное поле удерживает ион в центре кольцеобразной ловушки (1). Луч так называемого охлаждающего лазера (фиолетовый) вынуждает внешний электрон иона совершать переход на более высокую неустойчивую орбиту и обратно с частотой миллион раз в секунду. Возвращаясь в стабильное состояние, ион флуоресцирует (2). У флуоресценции двойное назначение: она охлаждает ион до температуры, близкой к абсолютному нулю, и позволяет ученым с помощью микроскопа убедиться в том, что часы функционируют. Охлажденный, стабильный и флуоресцирующий ион готов стать часовым эталоном.

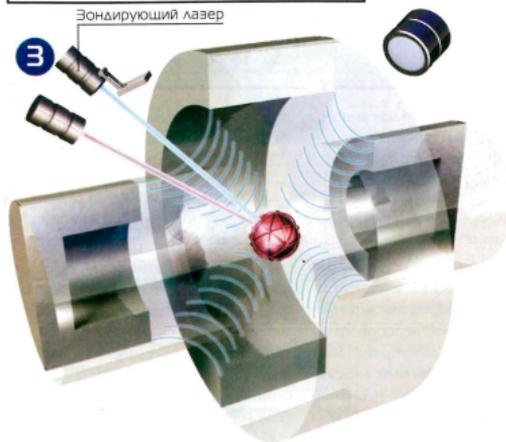


2

Охлаждение и флуоресценция (100 млн. циклов в секунду)



3

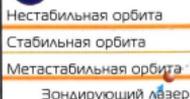


Прозондирован и удержан

В ионных часах осциллятором можно считать зондирующий лазер (голубой). Цвет фотонов, испускаемых лазером, соответствует их частоте. Для проверки того, что частота излучения не изменилась, лазер периодически освещает атом ртути (3). Ученые подстраивают цвет лазерного излучения до частоты, выбивающей внешний электрон иона на метастабильную орбиту. На этой орбите электрон удерживают в течение половины секунды (4), при этом флуоресценция прекращается, и ион темнеет. Сдвиг частоты лазерного осциллятора приводит к тому, что ион вновь начинает светиться.

4

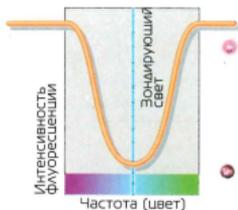
Удержание электрона (один цикл в секунду)





Настроено и измерено

Система обратной связи подстраивает цвет лазера до достижения минимальной флуоресценции (5). Теперь стабильное зондирующее излучение проходит через оптоволокно и попадает в счетчик. Зондирующий свет колеблется с частотой примерно квадриллион раз в секунду – слишком быстро для прямого подсчета. Третий лазер действует подобно редуктору, снижая частоту сигнала от трагера до гигагерц. Он излучает инфракрасные импульсы с высокой свачностью. Длительность импульсов составляет несколько фемтосекунд (6).

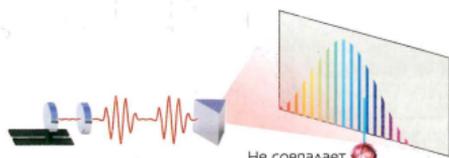


5

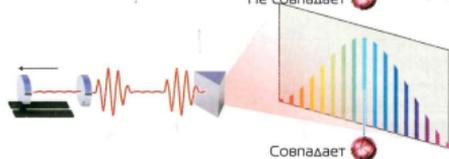


Идея заключается в синхронизации импульсной частоты с частотой зондирующего излучения. Для этого используется интересное явление: при прохождении через призму каждый сверхкороткий импульс распадается на радугу цветных полос, разделенных одинаковыми частотными интервалами подобно зубцам на шестеренке (7 и 8). Передавая юстировочное зеркало, ученые меняют интервал между импульсами, таким образом растягивая или сжимая диапазон частот, заключенных в каждом импульсе. Это позволяет им расположить «шестеренку» таким образом, чтобы один из ее зубцов соответствовал цвету (а значит и частоте) зондирующего света. Так частота следования импульсов приводится в жесткое соответствие с частотой излучения иона рутит. Затем электронный детектор подсчитывает синхронизированные импульсы, по миллиарду за секунду, и измеряет время.

7



8



BRYAN CHRISTIE DESIGN

дим более чем за миллионом атомов, – объясняет Курт Гиббл, физик из Пенсильванского государственного университета. – Так как фактически это уже не одно измерение, полученный результат не противоречит законам квантовой физики.

Но такое решение порождает иные проблемы. При комнатной температуре цезий – мягкий металл серебристого цвета. В ладони он растает, превратившись в золотистую лужицу, хотя дотрагиваться до него небезопасно: он активно реагирует с водой. В цезиевых часах печь разогревает металл до кипения. Горячие атомы попадают в СВЧ-резонатор под разными углами и с разными скоростями. Для одних время замедляется – настолько быстро они движутся; для других из-за эффекта Доплера частота микроволнового излучения оказывается выше или ниже. В результате атомы ведут себя неодинаково и диапазон их резонансных частот расширяется.

Почтенный доктор Гейзенберг, вероятно, предложил бы снизить скорость атомов. Разработчики часов так и поступили. Четыре лучших в мире хронометра – в NIST, в Вашингтонской морской обсерватории и в институтах стандартов в Париже и в Брауншвейге (Германия) – построены на принципе выброса ступков сверхохлажденных атомов цезия по фонтаноподобной дуге через СВЧ-резонатор (см. иллюстрации к статье «Летопись хронометрии»). Для формирования шаровидных ступков горячего газообразного цезия применяются шесть пересекающихся лазерных лучей, замедляющих атомы менее чем до двух микрокельвинов – почти до полного покоя. Низкая температура сводит к минимуму влияние релятивистского и доплеровского сдвигов и предоставляет атомам двухметрового фонтана половину секунды на переориентацию спинов внешних электронов. Фонтанные часы, впервые представленные в 1996 г., снизили погрешность международных стандартов измерения времени сразу на 90%.

Вечные часы

Сан-Рафаэль, Калифорния. На официальном веб-сайте NASA появилось сообщение о том, что агентство разработало для космической станции атомный хронометр, являющийся «самыми точными часами из когда-либо созданных, способными измерять время с погрешностью в одну секунду за 300 миллионов лет». Зачастую специалисты по созданию часовых механизмов говорят о своих часах как об устройствах, способных бесперебойно функционировать в течение тысяч веков. Это ерунда – срок жизни обычных цезиевых часов не превышает 20 лет. Хорошие наручные часы и то служат дольше.

Однако здесь, в маленьком селке к северу от Сан-Франциско, небольшая группа футуристов и ученых работает над проектом создания механических часов, способных работать более десяти тысячелетий. Часы вечно настоящего (The Clock of the Long Now), как называет их главный конструктор Дэни Хиллис (Danny Hillis), представляют собой в равной степени и социологический эксперимент, и функциональный хронометр.

«Часы – это символ непрерывности: те из них, которые рассчитаны на действительно большой срок службы, способны дать людям чувство перспективы и помочь понять, что 3000 год – это не просто абстракция», – говорит Хиллис. – Нашей цивилизации примерно 10 000 лет, и я решил, что это хороший срок службы для моих часов».

Может показаться, что Хиллису не очень-то подходит роль лидера движения за скорейшее искоренение человеческих предрассудков. В 1980-х он разрабатывал суперкомпьютеры: в 1990-х – проводил экскурсии в детских парках. Сегодня он может выделить один час на интервью лишь в том случае, если половина его будет проведена в пути к Силиконовой долине, куда он направляется на свою очередную встречу.

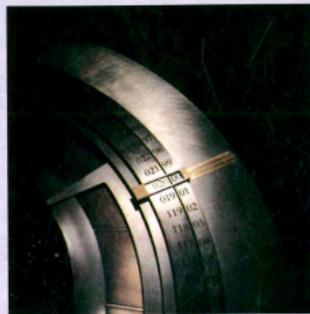
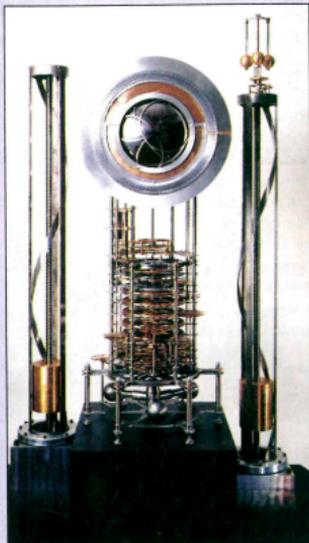
Тем не менее Хиллис, писатель Стюарт Бранд (Steward Brand), музы-

кант Брайан Ино (Brian Eno) и другие члены проекта пытаются создать предмет культуры, призванный не только выдерживать испытание временем, но и вдохновлять. Один раз в год часы нужно будет заводить: «Когда вы впервые подойдете к ним, они будут показывать только время их последнего посещения кем-либо», – объясняет Хиллис. – Вам придется завести их, вложить в них энергию, чтобы они показали вам, сколько сейчас времени».

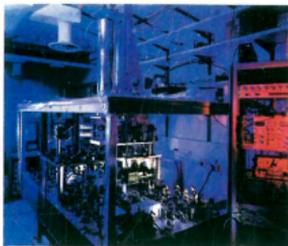
Бранд и Хиллис совместно возглавляют фонд (longnow.org), недавно купивший горную вершину в Неваде. В недрах горы они надеются разместить огромные часы. Через расщелину в своде пещеры лучи полуденного солнца будут фокусироваться на биметаллической пластине, которая будет перебрасывать груз и корректировать ход часов.

Несмотря на кажущуюся духовность проекта, «мы не хотим создавать религию», утверждает Бранд, стоя рядом с экспериментальной моделью второго прототипа своих часов. Эта модель в два раза больше первой, выставленной в Лондонском музее науки. Место круглого циферблата заняла отображающая расположение планет большая модель Солнечной системы, увеличенная часы.

Под «циферблатом» находится набор из семи обрамленных рычагами вращающихся металлических колес диаметром 76 см. Ставленные в кольца вертикальные шпильки приводят в действие рычаги, образуя своего рода механический двойной компьютер, считающий часы и вычисляющий дату. Благодаря строго механической конструкции и открытой архитектуре, «любой сможет догадаться, как запустить часовой механизм, даже если он не работал в течение сотен лет», – говорит Хиллис. Сможет ли ученый собрать средства для осуществления своих замыслов и запуска 10 000-летних часов – покажет время.



Рассчитанные на 10 000 лет часы, разрабатываемые Фондом вечно настоящего (Long Now Foundation), будут чисто механическими. Как и первый прототип этих часов (вверху), последняя модель отличается монументальными размерами. Она будет оснащена поворотным маятником для подсчета минут, но показывать будет только текущие год, век и тысячелетие (внизу).



Эталонным хронометром США стал цезиевый фонтан NIST-F1, находящийся в Боулдере, штат Колорадо. Показания более 200 подобных хронометров усредняются для получения Всемирного скоординированного времени (UTC) – времени по Гринвичу.

Время в космосе

Немало времени ушло на создание эталона секунды, но фонтанные часы продолжают совершенствоваться. «Для удвоения времени сканирования нам пришлось бы в четыре раза увеличить высоту башни», – говорит Доналд Салливан (Donald Sullivan), глава отдела времени и частоты института NIST. Вместо того чтобы пробовать отверстие в потолке своей лаборатории, Салливан возглавил один из трех проектов по размещению «фонтанных» часов на борту международной космической станции. «В космосе мы сможем пропустить через 74-сантиметровый СВЧ-резонатор ступку атомов со скоростью 15 см/с и получить от пяти до десяти секунд для наблюдения за ними», – поясняет ученый. В настоящее время он работает над проектом стоимостью \$2,5 млн, который называется Главным космический атомный эталон времени (PARCS). Погрешность этого эталона составит 5×10^{17} .

Если планируемый на конец 2005 г. запуск проекта PARCS состоится, то на космической станции его может дополнить прибор под названием Космический ансамбль атомных часов (ACES), разработанный в Европейском космическом агентстве. Оба хронометра помогут ученым установить, насколько слабее микрогравитация на

околоземной орбите замедляет время по сравнению с гравитацией у поверхности Земли. Достоверность измерений будет равна 99,999997%.

Третий хронометр, называемый Экспериментальные рубидиевые атомные часы, должен появиться в 2008 г. Впрочем, руководитель проекта Гиббл надеется, что сроки удастся сократить. Как и предполагает название, в рамках RACE столь знакомый создателям часов цезий будет заменен на другой щелочной элемент. «В лучших из существующих на настоящий момент цезиевых фонтанах основным источником ошибок являются так называемые холодные столкновения», – объяснил Гиббл. При температуре, близкой к абсолютному нулю, преобладают законы квантовой физики, и атомы начинают вести себя как волны. «Они становятся в сотни раз больше и поэтому сталкиваются го-

ют небольшие флуктуации α либо ее плавный рост с течением времени. В августе 2001 г. группа астрономов представила косвенные доказательства того, что за последние шесть миллиардов лет альфа могла увеличиться на одну десятизначную. Но уточнение этого вопроса является сложной задачей. Путем сравнения рубидиевых часов с хронометрами на основе цезия и других элементов ученые смогут добиться сужения предполагаемого диапазона возможных флуктуаций α в 20 раз.

Господство лазеров

Если не принимать во внимание замедление цезия на рубидий, RACE будет представлять собой обычные фонтанные часы, в которых для охлаждения атомов применяются лазеры, а микроволновое излучение отвечает за перевод спина электронов и отсчет времени. Это надежный и проверенный временем метод, однако вскоре он устареет.

Шумы мгновений издеваются над музыкой вечного.

Р. Тагор

раздо чаще. При температуре около микрочастица диаметр атомов цезия достигает максимума, – продолжил он. – А эффективный размер атомов рубидия в 50 раз меньше». Это позволит проекту RACE снизить погрешность до 10^{17} , что в пять раз меньше, чем у PARCS и ACES.

У рубидиевых часов есть еще одно преимущество: с их помощью можно обнаружить флуктуации постоянной тонкой структуры α . Эта постоянная определяет силу электромагнитных взаимодействий в атомах и молекулах, и ее значение очень близко к $1/137$. Эта безразмерная величина, возникающая в стандартной модели физики, имеет большой смысл. Если ее значение несколько изменится, то все пропорции в физике также изменятся, и в результате сама жизнь во Вселенной станет невозможной.

В рамках стандартной модели физики постоянная тонкой структуры всегда неизменна. Но некоторые конкурирующие теории (такие как теория струн) допуска-

В августе 2001 г. Скотт А. Диддэм (Scott A. Diddams) и его коллеги из NIST объявили о пробном запуске оптических атомных часов на основе единственного атома ртути. Многие разработчики часов и не мечтали дожить до появления такого прибора. Создание оптического хронометра – естественный переход от использования гигагерцового микроволнового излучения к излучению в видимом терагерцевом спектре частот. Энергии оптических фотонов достаточно для перевода электронов на следующий орбитальный уровень. Значит, нет необходимости иметь дело с такими тонкими материями, как спин. Осциллятор прекрасно работает на кратных терагерцу частотах, а вот подходящего счетчика пока не существует.

«Никто не знает, как подсчитать 10^{18} периодов в секунду, – отмечает Эрик А. Бёрт (Eric A. Burt) из Лаборатории ракетных двигателей, расположенной в Пасадине, штат Калифорния. – Нам требуется промежуточное звено для ▶

перехода к микроволновым режимам, в которых уже могут функционировать электронные счетчики».

Добро пожаловать в царство оптики. В 1999 г. Томас Удем (Thomas Udem), Теодор В. Хенш (Theodor W. Hänsch) и другие ученые из Института квантовой оптики им. Макса Планка в Гарнинге нашли способ прямого измерения оп-

на протяжении более одной секунды. При увеличении длительности работы точность может достигнуть 10^{-18} .

«Путь не является идеальным рабочим элементом, — подтверждает Саливан. — Частота излучения, соответствующая квантовым переходам ее атомов, может изменяться при воздействии магнитных полей, которые невозможно

длит решение подобных вопросов, недавно принял его предложение по допущению «вторичных» определений, устанавливающих соответствие частоты цезия частоте атомов других элементов. Если МПМВ одобрит это предложение, то определение секунды станет более широким, но менее строгим.

Создателям часов не удастся так легко обойти теорию относительности. Все достоинства часов с точностью порядка 10^{-17} — одна миллисекунда за три миллиона лет — будут легко сведены на нет двумя релятивистскими эффектами. Первый из них — это растяжение времени: скорость хода движущихся часов замедлится. «Девияция опорной частоты в пределах 10^{-17} соответствует временному растяжению, возникающему при ходьбе», — заметил Гриббл.

Другим препятствием является гравитация. Чем она сильнее, тем медленнее идет время. Часы, находящиеся на вершине Эвереста, будут спешить на 30 микросекунд в год относительно таких же часов, расположенных на уровне моря. «Нам приходится учитывать этот эффект при сравнении показаний часов, расположенных на разных этажах здания», — говорит Саливан. Подъем на 10 см искажает опорную частоту на 10^{-17} . И это при том, что влияние высоты учитывается довольно просто по сравнению с флуктуациями поля притяжения, вызванными особенностями ландшафта, приливами и даже перемещением магмы на глубине нескольких километров.

В заключение Гриббл сказал: «Если в оптических системах удастся разделить спектральные линии с помощью микроволновых часов, то можно получить точность порядка 10^{-22} . Но я, разумеется, не берусь утверждать, что мы приблизимся к этому в ближайшем будущем». Да и необходимости в такой спешке пока нет — еще никто не придумал, как синхронизировать два хронометра с такой точностью. Кому нужны часы, которые нельзя перемещать или сверять с другими? ■

Время — движущееся подобие вечности.

Платон

тических частот при помощи лазера, излучающего импульсы с частотой один гигагерц. Длительность каждого светового импульса равна всего двум дюжинам фемтосекунд. (Фемтосекунда — это очень малый отрезок времени. В одной секунде заключено больше фемтосекунд, чем прошло часов с момента Большого взрыва.) В непрерывном режиме лазер генерирует луч одного цвета, а в импульсном режиме в каждой вспышке содержится смесь цветов. Спектр фемтосекундного импульса представляет собой необыкновенное зрелище: миллионы четких линий образуют радугу, при этом находясь на равном расстоянии друг от друга — как деления на линейке. «Лазер, испускающий миллиард импульсов в секунду и обладающий стабильностью своих частот порядка одного герца, — это невероятно», — покачивает головой Гриббл.

Группа Диддэмса из NIST построила простейший оптический часовой механизм с использованием ионов ртуть, зафиксированных в электромагнитной ловушке (см. стр. 79). Поскольку в каждом атоме не хватает одного электрона, ионы несут положительный заряд и отталкиваются друг от друга. Таким образом удается избежать столкновений. И хотя прибор слишком нестабилен для постоянной работы, он способен обеспечить точность измерений порядка 6×10^{-16}

полностью исключить. Поэтому мы стали присматриваться к атомам индия».

Удем и Хенш идут на шаг вперед. Они исследовали ион индия и пришли к выводу, что его применение позволит получить точность $\sim 10^{-18}$ — «во семнадцатого порядка». Различные группы, в том числе из Федерального института физики и метрологии в Брауншвейге, проводят эксперименты с незаряженными атомами кальция. Нейтральные атомы могут располагаться в ловушке более плотно, чем ионы, поэтому полезный сигнал легче выделить на фоне шума. «Окажется ли хронометр на основе всего 50 ионов эффективнее того, в котором для измерений используются 100 миллионов нейтральных атомов, — это еще вопрос», — считает Гриббл.

Непостоянное время

Так или иначе, «очевидно, что вскоре мы увидим часы, точность которых составит 10^{-19} , — говорит Гриббл. И вновь этот термин — точность. «Оптические часы отходят от принципа атомного измерения секунды, основанного на свойстве цезия», — отмечает Саливан. Чтобы современные сверхточные хронометры стали полноправными эталонами времени, необходимо изменить определение секунды. По словам Саливана, комитет по вопросам времени Международной палаты мер и весов (МПМВ), в компетенцию которого хро-

ТРАДО-БАНК

ВАШ НАДЕЖНЫЙ ПАРТНЕР



В современной России двенадцать лет успешной деятельности для кредитного учреждения является значимым сроком и основным критерием его надежности.

Традо-Банк был и остается Банком, который работает по чистым технологиям и для которого главный приоритет – защита экономических интересов клиентов, внимательное отношение к его проблемам и помощь в достижении финансового успеха.

15 филиалов и 60 дополнительных площадок для банковского обслуживания

позволяют оперативно и качественно обслуживать и развивать предприятия, организации и население.

Традо-Банк готов дополнить традиционное обслуживание своих клиентов экономически оправданным развитием новых банковских услуг

Адрес: 119017, г. Москва, ул. М. Ордынка
д. 20/2, стр. 1. Тел.: 953-62-28
Факс: 953-62-36

IN VINO VERITAS

Проблема потребления алкогольных напитков, и вина в частности, имеет множество аспектов. Это и психология, социальное поведение, медицинские, генетические и биохимические особенности, и исторические, культурные традиции виноделия и виноградарства.

О чем узнали зрители программы «Очевидное–невероятное» из беседы профессора Сергея Петровича Капицы с доктором медицинских наук, руководителем лаборатории токсикологии НИИ наркологии при Минздраве России, действительным членом Международной Академии виноградарства и виноделия Владимиром Павловичем Нужным и что осталось «за кадром».

Давно ли появилось пристрастие человека к вину? Как алкогольные напитки стали частью нашей жизни и культуры?

Точной даты знакомства человека с вином не назовет никто. Если верить Ветхому завету, то Ной, спасшийся от Всемирного потопа, отнюдь не брезговал вином. Многие литературные источники дают свои версии происхождения вина и его роли в развитии культуры нашей цивилизации. Произведения живописи и скульптуры в различные эпохи изобилуют изображениями даров, несомненной частью которых было вино.

Корни уходят в глубь истории. Считается, что культура виноделия зародилась в Северной Африке и Средиземноморье, то есть там, где произрастал и хорошо вызревал виноград. В более северных регионах человек пробовал перебродившие березовый, ягодный и фруктовый соки, напитки из злаковых. Постепенно спиртные напитки вошли в наш повседневный обиход и стали частью культуры.

Существуют ли этнические различия в реакции на спиртное?

У этнических групп, принадлежащих к монголоидной расе, токсическое действие алкоголя проявляется сильнее, чем у европеоидов. Это связано с тем, что монголоиды обладают другим набором генов, которые кодируют синтез ферментов, участвующих в окислении алкоголя. Примерно для 60-70% японцев даже небольшая доза спиртного может стать губительной и спровоцировать отравление. Возможно, поэтому они традиционно пьют свою подогретую, значительно менее крепкую (порядка 30%) водку (саке) маленькими глотками из крошечных стаканчиков.

Самое удивительное, согласно результатам недавно закончившихся генетических исследований расовых особенностей населения, проживающего в России, по реакции на спиртные напитки, мы на пятьдесят процентов монголоиды. Это соответствует нашему географическому положению и историческому развитию. Русские просторы на протяжении тысячелетий были необъятным полем для смешения генов, что отразилось не только на облике, но и на различных фенотипах, в том числе – алкогольном.

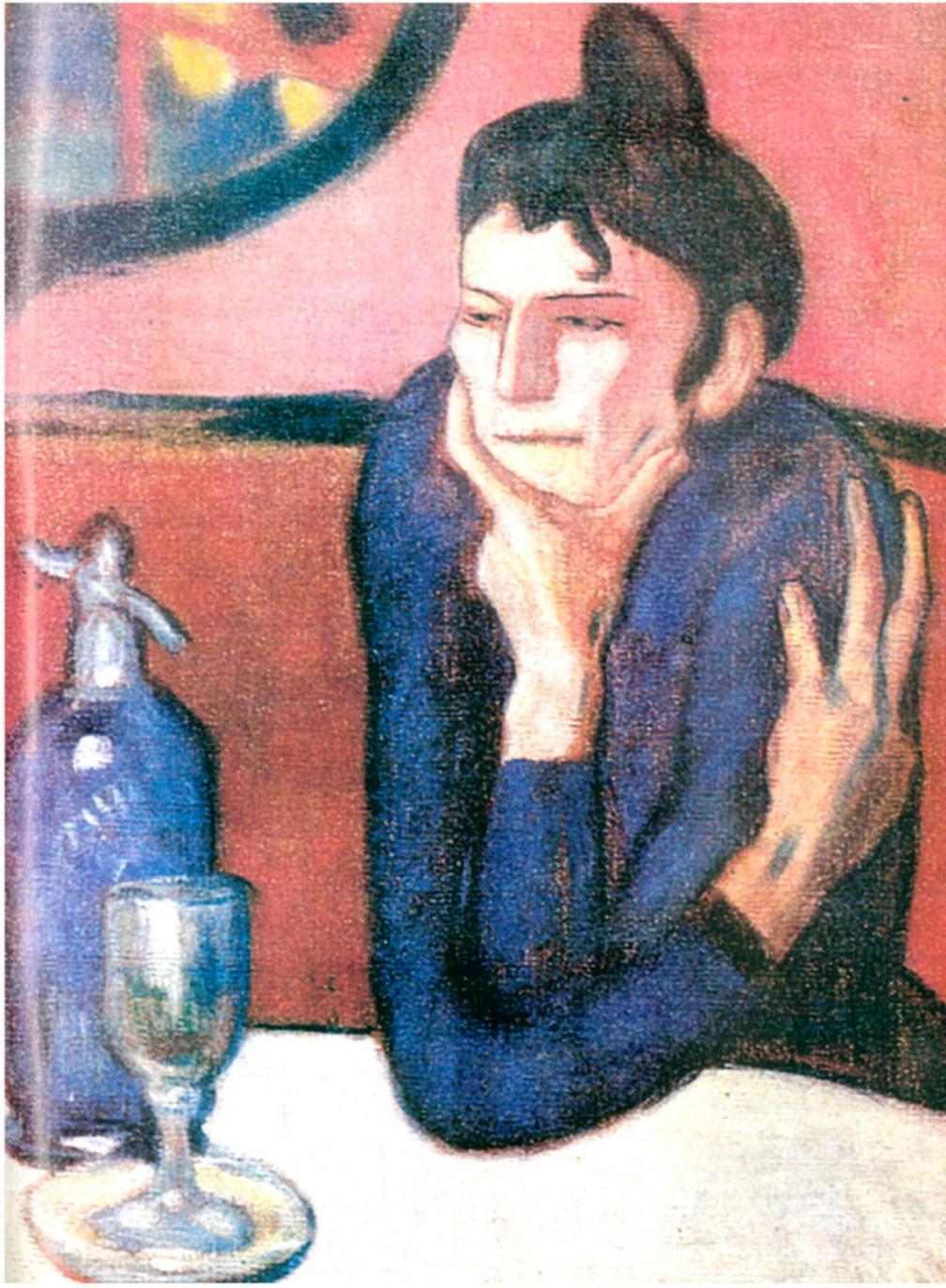
Из чего должен состоять «русский бар»?

Национальным напитком русских считается водка. Однако результаты генетических исследований говорят о том, что из крепких напитков для нас предпочтительны те, которые получены методом дистилляции и выдержаны в дубовой таре. То есть коньяк и виски. Можно говорить о личных вкусовых пристрастиях и об индивидуальных различиях в реакции на алкоголь. Но в целом водка – не наш напиток.

Алкоголь – это наркотик?

Согласно современным представлениям, наркотиком является любое вещество, вызывающее зависимость. Злоупотребление спиртными напитками, безусловно, может привести к алкоголизму. Однако дозы несоизмеримы. Миллиграмм наркотика или пол-литра алкоголя ежедневно? Разница есть. Но дело не только в количестве.

Другое отличие заключается в направленности действия. Все наркотики воздействуют прямолинейно. Например, морфин угнетает, оказывая снотворное действие; стимулятор обладает однозначным стимулирующим



действием; галлюциноген вызывает галлюцинации. Алкоголь же имеет широкий спектр действия. Он может и возбуждать и провоцировать видения одновременно, и количество таких комбинаций бесчисленно.

Кроме того, алкоголь – аутисайдер по скорости привыкания к нему. От чистых наркотиков, таких как морфин или героин, человек попадает в зависимость через 3–5 инъекций, от отвара маковой соломки – через 20–30. Что-

от традиционных джина и виски и переходит на сухие вина. Во многом это связано с расцветом виноградарства в Калифорнии. Сейчас эта тенденция прослеживается не только в Америке, но и во всех экономически развитых странах. Отношение к вину в мире стало меняться относительно недавно, в 80-е годы. Это было связано с исследованиями, проводившимися под эгидой Всемирной организации здравоохранения сначала во

инфарктом миокарда) гораздо реже, чем жители других стран, несмотря на то, что больше курят, едят и меньше занимаются спортом.

Кроме того, в северо-восточном и южном районах Франции, которые резко отличаются по стилю жизни и потреблению алкогольных напитков, продолжительность жизни и склонность к сердечным заболеваниям различны. Способность противостоять болезням у северян, злоупотреблявших пивом и тяжелой пищей, была значительно ниже, чем у южан, традиционно склонных к пище, содержащей большое количество растительных жиров, грубо смолотого зерна, много фруктов, овощей, морепродуктов и красного виноградного вина. Средиземноморская диета оказалась наиболее полезной.

Подкрепите меня вином, освежите меня яблоками, ибо я изнемогаю от любви...
...о как много ласки твои лучше вина...

Книга Песни песней Соломона

бы стать алкоголиком, ему понадобится 5–10, а иногда и 15 лет систематического употребления спиртного. Да еще и биологическую склонность иметь надо. Почему?

Все наркотики имеют сложную молекулярную структуру и прицельно взаимодействуют с теми рецепторными структурами, которые реагируют на нейробиохимические соединения в организме и управляют психофизическими состояниями и эмоциями. Молекула же алкоголя настолько примитивна, что природа не удосужилась создать к ней никакого рецептора. Когда вмешивается наркотик, выработка собственного медиатора нейробиохимического вещества приостанавливается, а рецепторы продолжают требовать подпитки. Человек, прекративший прием морфина, мучается от боли во всем теле, поскольку этот наркотик воздействует на систему, обеспечивающую защиту от боли. С алкоголем не все так однозначно. Существуют десятки гипотез развития алкогольной зависимости.

Меняются ли алкогольные пристрастия?

За последние тридцать–сорок лет характер потребления алкоголя во многих странах изменился. В Америке, например, люди стали отказываться

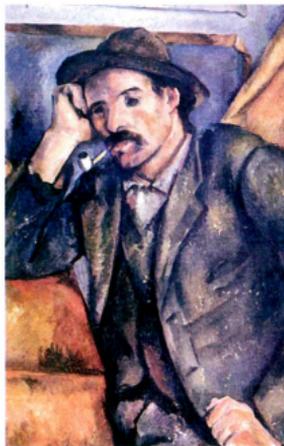
Франции, а потом и в других странах. Они касались изучения причин сердечно-сосудистых заболеваний, служащих одной из основных причин смерти людей.

Исследования показали, что французы, выпивающие вина больше других, живут в среднем на 2,5 года дольше. Также они болеют сердечно-сосудистыми заболеваниями (прежде всего

В чем отличие вина от других алкогольных напитков?

Помимо этилового спирта в вине содержится витамины, органические кислоты, белковые пигменты. Но самое главное – это полифенольные соединения или биофлавоноиды, вещества, превращающие вино в полезный напиток. В красном виноградном вине их примерно в 20–30 раз больше, чем в белом. Полифенолы – это антиоксиданты, которые специфическим образом действуют на некоторые звенья биохимической регуляции организма. Они предотвращают тромбообразование, способствуют профилактики оксидативного стресса, предотвращают повреждение клеточных и субклеточных мембран, которое происходит в результате неуправляемой окислительной реакции.

Оказалось, что в вине полифенольные соединения содержатся в оптимальном количестве. Они хорошо адаптированы и прекрасно усваиваются. Американцы подсчитали, что один бокал красного вина на 40% удовлетворяет суточную потребность среднего американца в полифенолах. Тот же бокал для россиянина, который ест фруктов и овощей значительно меньше, покроет суточную потребность в тех же соединениях на 60–70%.





Сейчас наблюдается возрождение энтологии. В рамках этой науки возникает дисциплина, которая называется энотерапия, то есть лечение вином. В чем суть этой идеи? Прежде всего в использовании антиоксидантов, которые присутствуют в вине, а также в применении органических кислот и солей, микро- и макроэлементов, обладающих лечебным действием. Во всем мире достаточно остро стоит проблема эндемического зоба – заболевания щитовидной железы, связанного с отсутствием в пище и в питьевой воде йода. Этой болезни подвержены

жители высокогорья. И неудивительно, что в горных регионах особенно развито виноделие и вино профилактически дают пить и взрослым, и детям.

Можно ли «исправить» водку?

Известно, что горячо любимая нашим народом водка отнюдь не безвредна. Лет 30 назад у профессора И. И. Брехмана, бывшего тогда главным токсикологом военно-морского флота на Дальнем Востоке, родилась идея «исправить» спиртные напитки с помощью винограда. Если в Грузии суммарное потребление алкоголя намного

больше, чем в других районах, а заболеваемость алкоголизмом на порядок ниже, то (с учетом культурных традиций) причина в главном национальном напитке – натуральном виноградном вине. Это касается и чачи, самогона из виноградных выжимок. Брехман добавил экстракты виноградной лозы в водку и получил уникальный напиток.

В Магадане был проведен массовый популяционный эксперимент. В один район завезли обычную водку, в другой – новый напиток, брехмановку, как ее называли. В результате через 10 месяцев первичная заболеваемость алкоголизмом в районе, где пили «виноградный» напиток, снизилась на 30%, заболеваемость алкогольными психозами – на 50%. Несмотря на то, что ограничений не было, уменьшилось количество пьяных драк, преступность на алкогольной почве пошла на спад, реже встречалось агрессивное поведение. Но возросло число обращений в поликлиники. Исследователи отмечали, что трезвеющий народ начал более внимательно следить за здоровьем и обращаться к врачам по поводу тех заболеваний, на которые раньше не обращал внимания. Идея создания нового национального крепкого алкогольного напитка, менее опасного для здоровья, была очень интересна с точки зрения популяционной профилактики алкоголизма. Однако до сих пор никто не проявил к ней интереса.

Проблема потребления алкогольных напитков представляет интерес не только с позиций токсикологии, биохимии, медицины, но и социальной значимости. Современная политика в этой области должна опираться, безусловно, на последние научные данные, ведь речь идет о здоровье нации.

Будем надеяться, что, когда мы пьем за чье-то здоровье, это на самом деле поможет и нам, и тем, за кого мы поднимаем свой бокал – 150 мл. отличного красного виноградного вина. ■

ВЕЛИКИЕ ВИНА ФРАНЦИИ

Марина Маркова

«Причуды посредственных людей отмечены отсутствием логики. Экстравагантная блажь гения всегда оборачивается успехом», – наставлял детей Ансельм Майер, франкфуртский банкир, вошедший в историю как основатель династии Ротшильдов. В 1853 г. барон Натанвиль Ротшильд – лондонский банкир, представитель английской ветви великой фамилии – купил неподладку от Бордо, в Верхнем Медоке, Chateau Mouton (Баран). Полуразрушенное здание, запущенное хозяйство, остатки виноградника, загубленного грибок... Родственники покажи плечами – странный поступок! Записные остроловы бессмысленность этого приобретения сопроводили каламбурами – название поместья превратилось в характеристику самого барона.

Уже через два года, в 1855 г., Наполеон III повелел определить лучшие бордосские вина для Всемирной выставки, открывающейся в Париже. «Имперская» классификация была проведена, и виноградники восемнадцати хозяйств Пойака (шестьдесят одного хозяйства провинции Бордо) обрели свое место в табели о рангах.

Виноградники Chateau Mouton, заложенные еще в 1730 г. бароном Жозефом де Брани и когда-то славившиеся по всей округе, Синдикат винных куртьез обогнал вниманием. Может, посчитали, что нежего англичанину с французами тягаться в жанре виноделия, а может, вино с пострадавших виноградников, действительно, было неважным.

БАРОН «БАРАН»

Словом, кроме дивных пейзажей французское поместье ничем иным

Натанвиля Ротшильда не порадовало. Барон махнул рукой, бросил Chateau Mouton Rothschild и уехал в Лондон. Единственная память, оставшаяся после него в здешних краях, – брошенная им мимоходом фраза – отголосок каламбуров лондонских остряков и резюме собственного поражения – «Первым быть не могу, вторым – не хочу, остаюсь бараном». Правда, впоследствии именно она и стала девизом его правнука, барона Филиппа де Ротшильда, который в 1922 г. выписал у матери в подарок Chateau Mouton Rothschild. С этого момента и началась история одного из величайших вин Франции.

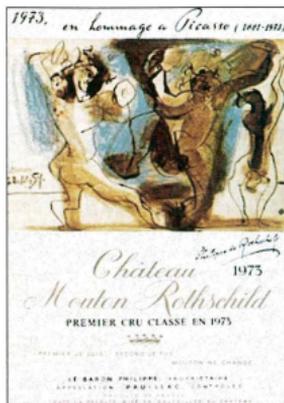
В те годы небольшой дом, известный как Petit Mouton, больше напоминал древние руины. А Grand Mouton, где нынче разместились штаб-квартира Ротшильдов и роскошный музей виноделия и винных атрибутов, назвать помещением тогда никто бы не осмелил-

ся – дома вообще не существовало, а единственным заметным строением была развалившаяся конюшня. Молодой Ротшильд приступил к реализации грандиозных планов. Заново отстроил дома. Всерьез занялся виноградариком. В 1928 году он с жаром уверял журналиста парижского Illustration: «Через десять лет отношение к моим винам изменится радикально!» Уже в 1929 г. ему удалось создать шедевр. Chateau Mouton Rothschild урожая этого года было столь восхитительно, что и сегодня является украшением энотек.

В 1933 г. он увеличил свои владения, купив соседнее поместье Chateau d'Armailhac и виноградник, и начал выпускать отменное вино Mouton Cadet. Филипп Ротшильд, считавшийся в семье cadet'ом – то есть младшим, закрепил свое «авторство» этим наименованием. На этикетке его вин появилась sacramентальная фраза – Premier ne puis, second ne daigne, Mouton suis! Сожаление проигравшего прадеда сменилось упрямой уверенностью правнука.

ГОНОРАР ХУДОЖНИКА

До 1924 г. молодой барон следовал традиции и, как и все остальные французские виноделы, продавал свои вина негочантам. Они занимались доведением вина до нужной кондиции, разливали его в бутылки, клеили собственные этикетки и продавали его розничным торговцам. Филипп де Ротшильд стал первым, кто отказался от существующего правила и начал сам бутылковать вино, взяв на себя ответственность за конечный продукт. А этикетку превратил в особый отличительный знак, подтвержденный собственной подписью. Первым, кто



приложил руку к этикетке Chateau Mouton Rothschild, был дизайнер плакатов Жан Карлу. Вино урожая 1924 г. украсила его кубистская композиция. Вино 1945 г. венчала литера V (Victory) художника Филиппа Жулиана. С тех пор на бутылках Chateau Mouton Rothschild регулярно стали появляться композиции и фрагменты картин знаменитых художников. Сначала это были друзья барона – Жан Пого, Жан Котто, Мари Лорансен. В 1955 году известный кубист Жорж Брак, не принадлежавший к близкому окружению Ротшильда, сам обратился к виноделу с просьбой сделать этикетку для его вина. Отныне мэтры современного искусства (Дали, Шагал, Миро и многие другие) по собственному почину и, понятное дело, с согласия Филиппа де Ротшильда, создают этикетки для великого вина, так и не вошедшего в классификацию французских вин. Правда, сюжеты Кандинского и Пикассо появились на бутылках Chateau Mouton Rothschild уже после смерти великих художников, как дар вдовы Кандинского и дочери Пикассо.

Барон предоставлял художникам полную свободу творчества, лишь с небольшой оговоркой – так или иначе сюжет должен был интерпретировать тему вина, барана и виноградной лозы. Авторский гонорар – несколько ящиков вина урожая двух разных лет, но один из которых непременно того года, для которого автор и создавал этикетку. Ни один из художников не отказался от условий этой сделки.

Оригинальные этикетки становились опознавательным знаком для экспертов и дегустаторов. Например: «Жорж Брак (1955 г.) – превосходный урожай! Глубокий вкус, сбалансированный букет и т.д.» Или: «К сожалению, Генри Мур (1964 г.) не отличается особыми достоинствами. Сладкий букет с тоном подгорелости.» Или: «Пьер Алешинский (1966 г.) – выдающееся бордо! Терпкое, суховатое, с развивающимся букетом с оттенками табака, кедра, пряностей... роскошное вино!»



ПЕРВЫМ СТАЛ, ВТОРЫМ БЫЛ, НО ОСТАЮСЬ БАРАНОМ

Филиппу де Ротшильду было 22 года, когда он решил внести поправку в «имперскую» классификацию и получить для своих вин иной, более высочайший статус. И ему это удалось. Но на это ушел 51 год.

В 1973 г. Chateau Mouton Rothschild официально был присвоен класс Premier Grand Cru Classe или просто Grand Cru (сокращение полного титула, допустимое только в Бордо)! Шато Мутон Ротшильд (Chateau Mouton Rothschild) встало рядом с легендарными Шато Марго (Chateau Margaux), Шато Латур (Chateau Latour), Шато Лафит (Chateau Lafite), Шато О-Брион (Chateau Haut-Brion), составившими отныне хрестоматийную пятерку лучших хозяйств и великих вин Франции. Филипп де Ротшильд был единственным, кому удалось внести поправки в винную классификацию 1855 года. Пришло слегка изменить традиционную надпись. Отныне она утратила оттенок стоицизма, но не потеряла прежнего упрямства: Premier je suis, second je fus, Mouton ne change! (Первым стал, вторым был, но остаюсь бараном).

Отбор винограда и прежде был достаточно строгим. Но после обретения

заветного Grand Cru требования еще ужесточились. Ежегодно 600 сезонных рабочих начинают уборку винограда на 185,2 акра уникальных виноградников и заканчивают уже через 3–5 дней. Прежде на это уходило до трех недель. Затяжной срок сбора урожая, случалось, отрицательно влиял на качество вина. По-прежнему не изменилась рецептура (85% Каберне-Совиньон, 8% Мерло, 7% Каберне-Франк лозы не моложе 45 лет) и технология – вино выдерживается в новых дубовых бочках 20–24 месяца. Период полного созревания от 12 до 40 лет после года сбора урожая.

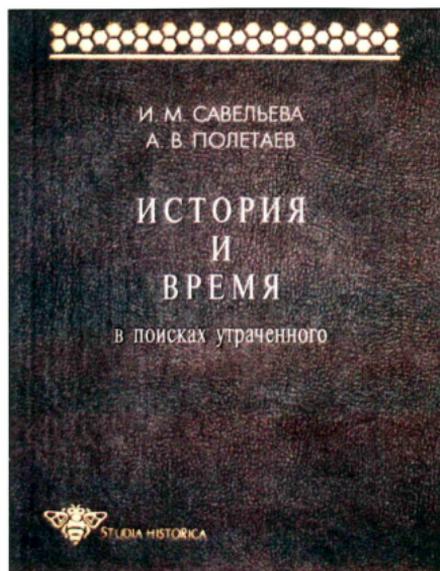
Самые удачные вина последних лет были произведены в 1982 и 1986 гг. Непререкаемый авторитет Роберта М. Паркера, давшего им высшую оценку в 100 баллов, – подтверждение тому. По поводу вина урожая 1982 г. он писал: «При каждой возможности продегустировать это бордо, одно из самых превосходных вин на моей памяти, я опасаясь обнаружить нечто меньшее, чем абсолютное совершенство.» А вот его характеристика вина урожая 1986 г.: «Непроницаемая черно-рубиновая окраска просто сенсационна. Букет с оттенками минеральных солей, черной смородины, придымленным тоном свежего дуба и восточных пряностей как бы извергается из бокала. На вкус вино обладает невероятной насыщенностью, полной, сказочно долгим послевкусием и... абсолютным совершенством». Сегодня это одно из самых дорогих вин на планете и вождельный раритет любой энотеки. Не один ресторан, претендующий хотя бы на две «мишленовские звезды», обязательно включает это вино в свою винную карту. «Шато Мутон Ротшильд» – официальное вино Каннского кинофестиваля и хрестоматийный пример винодельческого искусства в трудах энологов.

Барон Филипп де Ротшильд скончался в 1988 г. Этикетку бутылки этого года украсила эпитафия его дочери Филиппины. ■

И. М. Савельева, А. В. Полетаев

ИСТОРИЯ И ВРЕМЯ: В ПОИСКАХ УТРАЧЕННОГО

Москва, Языки русской культуры, 1997, 800 с.



Данная монография, написанная историком Ириной Максимовной Савельевой и экономистом Андреем Владимировичем Полетаевым, – первое комплексное исследование проблемы времени как категории исторического дискурса. В книге рассматриваются три основные темы: структурирование исторического времени, социальное время, темпоральное сознание и репрезентация прошлого. Библиография этого уникального труда включает более 1500 наименований.

Структурирование исторического времени и дифференциация прошлого, настоящего и будущего обуславливают различные способы сегментации истории, определяя выбор исторических событий, хронологических систем, концепций исторических периодов и эпох. Таким образом, любая перио-

дизация представляет историческое время в виде отрезков, которые концептуализируются как периоды устойчивого или относительно неизменного состояния общества в широком смысле, по крайней мере по каким-то базовым характеристикам (в социологии и экономике такие периоды определяются как стационарные). Общим элементом периодизационных моделей является выделение стационарных периодов и разделяющих их разрывов в истории общества. При этом темпоральные построения становятся не аналогом прошлого, а лишь способом структурировать знания о прошлой социальной реальности.

Авторы выделяют два понятия времени: **Время-1** – это физическое время, время Ньютона и Эйнштейна, независимое от протекающих процессов, и **Время-2**, которое связано с характерной длительностью процесса развития. Если события во **Времени-1** могут быть обратимыми, то события во **Времени-2** необратимы. В исторической науке **Время-2** связано с представлениями о длительности временной протяженности и понятием *la longue durée*, введенным французским историком школы Анналов.

В монографии подробно рассмотрена история социального времени, включающего широкий круг тем – от часов и календарей до концепций дисциплины и аллокации времени.

При репрезентации прошлого анализ роли темпоральных представлений в историческом знании позволяет дать нетрадиционную трактовку эволюции европейской историографии и ее места в системе социальных наук. В современном научном дискурсе, в том числе и в исторической науке, различие прошлого и настоящего тесно связано с понятием «Другого». Относясь к прошлому как к «Другому», историки используют целый комплекс временных форм: настоящее в прошлом, прошлое в настоящем, будущее в прошедшем и т. д., которые отражают влияние прошлого на настоящее и наоборот.

В контексте современных научных представлений о темпоральности появляется возможность концептуализировать ведущиеся в любом современном обществе дискуссии о соотношении прошлого и настоящего, тесно связанные, в свою очередь, с важными для любого общества и отдельных социальных групп проблемами самоидентификации. В целом исследование времени, предпринятое авторами, представляет собой весьма своевременный и ценный взгляд на эту междисциплинарную комплексную проблему. ■

БОЛЬШАЯ ЭНЦИКЛОПЕДИЯ КИРИЛЛА И МЕФОДИЯ 2003

10 CD/DVD – седьмое издание самой популярной современной российской энциклопедии

БЭКМ была создана на основе Большого энциклопедического словаря издательства «Большая российская энциклопедия» (издание 1996 года)

Семь лет кропотливой работы большого авторского коллектива сделали «Большую Энциклопедию Кирилла и Мефодия» самым авторитетным энциклопедическим изданием в России. «Большая Энциклопедия Кирилла и Мефодия» – первая современная национальная электронная энциклопедия.

«Большая Энциклопедия Кирилла и Мефодия» – это универсальная энциклопедия, в ней содержатся сведения по всем областям науки и техники, по литературе и искусству; важнейшая историческая, экономическая, географическая и социально-политическая информация по всем странам мира; крупнейшие персоналии всех времен и народов; все значительные события общественной и культурной жизни России и мира. Объем текстовой информации, входящей в «Большую Энциклопедию Кирилла и Мефодия 2003», включает более 85 книжных томов.

Невероятный объем информации, скрупулезно разработанная структура, широкий набор приложений и уникальная поисковая система делают «Большую Энциклопедию Кирилла и Мефодия» незаменимой в любой области человеческой деятельности.

Компания «Кирилл и Мефодий» комплексно расширяет информацию, входящую в «Большую Энциклопедию Кирилла и Мефодия», уделяя особое внимание тем отраслям знаний, которые максимально востребованы в современном обществе. Привлекая лучших авторов, стремится сделать все, чтобы пользователи получали самую достоверную, актуальную и полную информацию по всем областям знаний.

БЭКМ 2003 включает 83 357 энциклопедических статей, содержащих важнейшую информацию по всем областям науки, по истории, литературе и искусству, современной общественно-политической жизни, 20 895 иллюстраций, а также большое количество аудио- и видеофрагментов. Впервые в энциклопедию появились «Библиотека Кирилла и Мефодия», включающая 100 самых знаменитых произведений в истории человечества,

раздел статистических данных по России и странам мира, «Панорамы культуры», отображающие крупнейшие события мировой истории и культуры, и многое другое.

Простота пользования

Структура энциклопедии, уникальная поисковая система и исчерпывающий набор инструментов для работы с мультимедиа информацией позволяют пользователям свободно ориентироваться в огромном объеме информации энциклопедии. Интуитивно понятный интерфейс и расширенная помощь не требуют специальной подготовки для работы с энциклопедией. ■

КОНТАКТ

Отдел продаж New Media Generation «Кирилл и Мефодий»
Тел. 903-80-95, Факс 903-80-98, e-mail: sale@nmg.ru

СОВРЕМЕННАЯ УНИВЕРСАЛЬНАЯ РОССИЙСКАЯ ЭНЦИКЛОПЕДИЯ

- 83 357 иллюстрированных статей
- 20 895 иллюстраций, аудио- и видеоклипов
- Полноцветные диапозитивы, фотографии, рисунки и фотографии
- Классификация предметов по 10 уровням
- Записки знаменитых ученых и писателей
- Сведения о крупнейших событиях мировой истории
- Подробный справочник по 100 странам мира
- Список 1000 крупнейших городов мира
- Список 1000 крупнейших компаний мира
- Список 1000 крупнейших предприятий мира
- Список 1000 крупнейших организаций мира
- Список 1000 крупнейших учреждений мира
- Список 1000 крупнейших организаций мира
- Список 1000 крупнейших организаций мира

**БОЛЬШАЯ
ЭНЦИКЛОПЕДИЯ**

Кирилла и Мефодия **2003**

WINDOWS
10 CD-ROM

ЖУРНАЛ «СОЮЗ ТЕХНОЛОГИЙ»

Лучшие умы России век назад, задолго до появления на Западе технополисов, технопарков, венчурных фирм и наукоемкого бизнеса нашли работоспособную схему управления технологическим прогрессом. Истории правы: Леденцовское общество – феномен, намного обогнавший свое время.

Основателем общества был русский предприниматель Христофор Семёнович Леденцов, вложивший все свои капиталы в развитие науки, учредителями – Императорский московский университет и Императорское московское техническое училище, а его членами стали знаменитые ученые России: Н. Е. Жуковский, П. Н. Лебедев, Д. И. Менделеев, В. И. Вернадский, Н. А. Умов. Общество действовало в Москве с 1909 по 1918 гг. В апреле 2002 г. оно было возрождено правнучкой основателя Н. Д. Леденцовой-Луковцевой и ее единомышленниками. За век капитал Леденцова, вложенный

в зарубежные компании и банки, сохранился и приумножился.

О том, как развиваются события по возрождению «огромного, небывалого факта русской жизни» (и не только об этом), расскажет очередной номер журнала «Союз технологий», посвященный сотрудничеству России и США в области высоких технологий и вопросам формирования нового технического мышления.

Появление такого издания закономерно. От развития науки и технологий сегодня зависит эффективность экономики, образование и здоровье людей. ■

«Союз технологий» – журнал о достижениях России в области высоких технологий, о формировании конкурентоспособной национальной научно-технологической базы, где необходим поиск новых форм обмена информацией между учеными и предпринимателями, выработка новых форм реализации нашего потенциала.



ОБРАЗОВАНИЕ, КОТОРОЕ МЫ МОЖЕМ ПОТЕРЯТЬ

Сборник. Под общей редакцией ректора МГУ академика Садовничева

Москва, Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, Институт компьютерных исследований. 2002, 288 с.

Книга содержит статьи выдающихся ученых и педагогов нашей страны, имеющих неоспоримый и высочайший авторитет в стране, которые представили свои суждения на тему образования, каким оно должно быть в нашей стране и каким не должно. ■

К.Одуан, Б.Гино

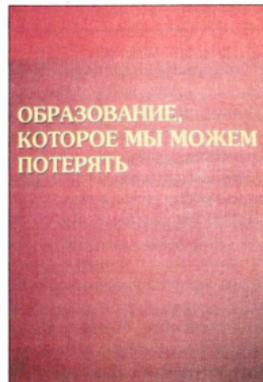
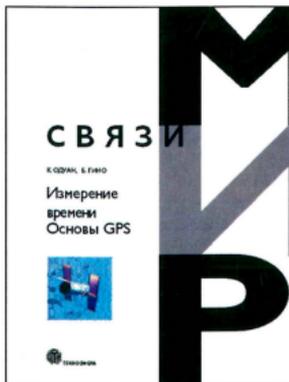
Измерение времени. Основы GPS

Москва, Техносфера, 2002, 400 с.

Первое за последние 50 лет всеобъемлющее издание по физике и метрологии времени. Точность атомных часов и атомной шкалы авторы рассматривают в контексте фундаментальных физических исследований, а также в применении к таким техническим системам, как глобальные системы навигации и позиционирования.

Книга станет настольной для метрологов, астрономов, инженеров-разработчиков высокоточных время-частотных приборов и систем, послужит учебным пособием и справочником для специалистов в таких областях, как геофизика, атомная физика, навигация и телекоммуникация. Русское издание дополнено об-

ширным разделом по физико-техническим основам и алгоритмам глобальной навигационной системы GPS, что позволяет рассматривать эту часть книги как первое учебное пособие по данной тематике в стране. ■





НАУКА И ЖИЗНЬ

112 лет с российским читателем.

«Наука и жизнь» — старейший научно-популярный журнал. Мы дорожим своей репутацией и поэтому публикуем только достоверные материалы из первых рук — от ведущих ученых и специалистов России. Аудитория одного номера — 300 000 читателей. Полная версия журнала представлена в сети Интернет, где ежемесячно регистрируется около 10 000 обращений. Объем журнала — 144 цветных полосы.

Адрес: 101990, г. Москва, ул. Мясницкая, д. 24.
<http://nauka.relis.ru>
 e-mail: mail@nauka.relis.ru
 факс: (095) 200-22-59
 Отдел связей с общественностью и рекламы: тел./факс (095) 928-09-24.
 Служба распространения: (095) 921-92-55.
 Подписные индексы: 70601, 79179, 34174.



ЗНАЕМ ЛИ МЫ, ЧТО ТАКОЕ

Александр Левич

Что заставляет наш мир постоянно изменяться, что его беспрерывно обновляет? Что не позволяет ему оставаться постоянным ни на один миг? Конечно – время. Но что такое время? Механик скажет – это движение, астрофизик – расширение Вселенной, термодинамик – рост энтропии, биолог – жизнь, историк – смерть, психолог – сознание...

Время действительно многолико. Это и перемены внутри и вне нас, и способ их измерения, именуемый часами, и конструкт человеческого разума, позволяющий описывать и сопоставлять изменения.

Почему тайна времени давно завораживает человечество? Наиболее близко ко времени философское понятие – это бытие. В загадке времени кроется и вечное неприятие мимолетности и бренности бытия, и неискоренимое любопытство, и осознание того, что главные проблемы познания неразрывно связаны с нашим пониманием времени.

Может быть, правда – это особая субстанция, правда пока недоступная для регистрации современными науч-

ными приборами? Или для понимания природы времени достаточно свойств привычной движущейся материи? А может, время всего лишь плод человеческого мышления?

Как представления о времени зависят от мировоззрения и культуры? Каковы пути, этапы и законы развития Вселенной, биосферы, общества, индивида?

Почему наиболее трудные проблемы естествознания, как правило, требуют для своего решения серьезных изменений в представлениях о времени?

Как правильно измерять время, учитывая, что часы могут иметь совершенно различную природу, а их показания – оказаться несопоставимыми друг с другом? Что определяет различие собственных времен естественных систем и процессов?

Как представления о времени связаны с иными фундаментальными понятиями естествознания, например, с пространством, материей, движением, зарядами, взаимодействием, энергией, энтропией, жизнью, сознанием?

Обратимо ли время? Однонаправлено ли? Дискретно или непрерывно? Какова его истинная размерность? Равномерен ли его ход? Можно ли управлять временем или овладеть им? Реально ли создание «машин времени»? Возможно ли вневременное бытие? Если подобные вопросы не оставляют вас равнодушными, значит вам необходимы единомышленники и оппоненты.



Что такое время? Если никто меня об этом не спрашивает, я знаю, что такое время. Если бы я захотел объяснить спрашивающему – нет, не знаю.

Св. Августин

ВРЕМЯ?

В Московском государственном университете с 1984 г. работает Российский междисциплинарный семинар по темпорологии. Научи «темпорология» пока нет ни в одном из учебных планов, ни в одном перечне научных специальностей. Чем же на своих еженедельных заседаниях занимаются несколько десятков физиков, математиков, биологов, географов, философов, этнографов, психологов, медиков, культурологов, историков, астрономов?

Этот семинар помогает глубже проникнуть в интуитивные и эксплицитные представления о времени, сложившиеся у специалистов различных научных дисциплин; определяет формы деятельности для профессионального изучения времени; создает условия для консолидации исследователей времени; способствует социализации новых научных идей.

Работа семинара проводится по следующим преимущественным направлениям: создание конструкций (моделей) времени в различных областях научного знания; постижение природы изменчивости мира и разработка адекватных способов ее измерения; приложение конструкций времени к поиску законов изменчивости (уравнений обобщенного движения) в предметных областях науки; экспериментальное исследование природных референтов времени; согласование созданных конструкций времени с понятийным базисом естествознания.

За многие годы работы семинара создана коллекция публикаций о времени. В нее входят классические и современные издания книг; отрывки журнальных статей; многочисленные переводы, препринты, рукописи. Эта коллекция

составляет часть фонда научной библиотеки МГУ. Помимо этого существуют электронная библиотека, электронный журнал, толковый словарь по темпорологии, биографический справочник исследователей времени.

Недавно семинар учредил Web-Институт исследований природы времени. Его основу составляют лаборатория-кафедры, ведущие научную, образовательную и просветительскую работу для русско- и англоязычных пользователей Интернета. Среди шестнадцати лабораторий-кафедр можно особо отметить:

• «Развитие реляционных методов изучения времени» (руководитель д. ф.-м. н. В. В. Аристов); «Время и культура», (д. ф. н. В. П. Казарян);
• «Алгебраическая структура пространства-времени, алгебродинамика полей и частиц» (к. ф.-м. н. В. В. Кассандров); «Темпоральная топология» (к. ф.-м. н. А. В. Коганов);

• «Причинная механика» (д. ф.-м. н. С. М. Коротаев); «Моделирование природных референтов времени» (д. б. н. А. П. Левич); «Ритмы и флуктуации» (к. ф.-м. н. А. Г. Пархомов); «Системная темпорология» (к. ф.-м. н. В. М. Сарычев).

Мне представляется, что если и существует нечто единое в исследованиях природы времени, пронизывающее самые разные сферы человеческого знания, то оно, скорее всего, откроется свободному уму в процессе работы нашего семинара. ■

Об авторе:

А. П. Левич – доктор биологических наук, доцент, ведущий научный сотрудник кафедры общей экологии биологического факультета МГУ им. М. В. Ломоносова

Более подробную информацию о работе семинара вы найдете по адресу: <http://www.chronos.msu.ru>.



В чем суть феномена «дежа вю»?

Джеймс М. Лампинен (James M. Lampinen), доцент психологии Арканзасского университета, так отвечает на этот вопрос:

Феномен «дежа вю» (ощущение «уже виденного») знаком большинству людей: у человека, переживающего то или иное событие и полностью осознающего его уникальность, возникает чувство, что в точно такой же ситуации он оказывался в прошлом. Ученые пока не могут дать этому феномену точное объяснение, хотя есть несколько гипотез его существования.

Одним из первых попытка объяснить это явление Зигмунд Фрейд. Он предполагает, что чувство «уже виденного» возникает у человека в результате спонтанного воскрешения в его памяти подсознательных фантазий. Герман Сно (Herman Sno), психиатр из Нидерландов, в 1990 г. выдвинул предположение, что следы памяти хранятся в головном мозгу человека в виде неких голограмм. В отличие от фотографии, каждый фрагмент голограммы содержит всю информацию, необходимую для восстановления целого изображения. Но чем мельче такой фрагмент, тем более расплывчата воспроизводимая картина. Согласно Сно, чувство «уже виденного» возникает в том случае, когда какая-то небольшая деталь сложившейся ситуации тесно совпадает с неким фрагментом памяти, вызывающим в воображении некую картину прошлого события.

Для объяснения феномена «дежа вю» можно привлечь и, как называют их психологи, модели глобального сопоставления. Ситуация может казаться человеку знакомой либо потому, что она сильно напоминает хранящиеся в его памяти прошлые события, либо из-за того, что обладает сходством с большим количеством удерживаемых в памяти событий. Представьте, к примеру, что вам показывают фотографию нескольких членов моего семейства. Через какое-то время вы сталкиваетесь со мной на улице и задумываетесь: «А ведь я этого парня вроде бы знаю!» Хотя ничего из моих домашних не

является моей точной копией, все они чем-то на меня похожи, а, в соответствии с моделями глобального сопоставления, в нашем головном мозге события имеют тенденцию суммироваться.

Некоторый прогресс в понимании природы «дежа вю» достигнут также в когнитивной психологии и нейрофизиологии. Исследователи выделили два типа памяти. Основу первого составляют осознанные воспоминания (так, например, большинство людей способны вспомнить свой первый поцелуй). В основе второго лежит узнавание. Как полагают исследователи, за осознанное воспоминание событий отвечает префронтальная область коры и гиппокамп, находящиеся в передней части головного мозга. Узнавание же связано в основном с деятельностью парамедиальной извилины и ее корковых проекций. По мнению Йозефа Шпатта (Josef Spatt) из неврологической клиники Розенхюгеля в Вене, чувство «уже виденного» возникает у человека, когда на фоне нормального функционирования префронтальной коры и гиппокампа происходит временная активация парамедиальной извилины и связанных с ней мозговых структур. Это и вызывает сильно выраженное чувство узнавания, не сопровождающееся какими-либо осознанными воспоминаниями.

Однако до полного понимания природы феномена «дежа вю» ученым еще далеко. ■

Почему различаются свойства графита и алмаза – ведь оба они состоят из чистого углерода?

Мирьям Росси (Miriam Rossi), профессор химии колледжа в Вассаре, дает объяснение:

Различия в свойствах графита и алмаза связаны с особенностями расположения атомов в кристаллических решетках.

В алмазе атомы углерода расположены тетраэдрически: каждый из них прочно связан с четырьмя другими, в результате чего образуется жесткая четырехмерная структура. Этим и обусловлена исключительная твердость, стойкость и прочие замечательные свойства алмаза. Алмаз, самый твердый из всех известных минералов, оставляет царапину на всех других материалах. Его теплопроводность выше, чем у меди, и он является диэлектриком. Кристаллы этого драгоценного камня преломляют и отражают свет, заставляя его вспыхивать и переливаться всеми цветами радуги (этим и объясняется игра ограненных алмазов – бриллиантов).



В графите атомы углерода расположены слоями и соединены друг с другом двумя типами связей. Во-первых, каждый атом углерода образует тесные связи с тремя другими в одной и той же плоскости. В результате возникает плоская (двухмерная) структура, состоящая, наподобие проволочной сетки, из гексагональных (шестиугольных) ячеек. Во-вторых, каждый плоский слой слабо связан с двумя соседними. Графит – очень мягкий и скользкий минерал, широко используемый в качестве смазочного материала, а также для изготовления грифелей для карандашей. Благодаря плоской структуре графита электроны свободно двигаются в его слоях, с чем связана его высокая электро- и теплопроводность. Черный цвет минерала обусловлен его способностью поглощать свет. ■

ГОРЯЧЕЕ ВРЕМЯ ЭЙНШТЕЙНА

Стив Мирски

Даже великие теоретики знают, что гипотеза должна быть подтверждена экспериментом

«Когда молодой человек проводит с симпатичной девушкой один час, для него он пролетает, как одна минута. Но посадите его на горячую плиту, и одна минута покажется ему дольше часа. Это и есть теория относительности». Так великий Альберт Эйнштейн попытался доступно и понятно изложить теорию относительности.

Исследования показывают, что логический ряд «симпатичная девушка/горячая плита» может оказаться

«О влиянии чувственного восприятия внешнего мира на замедление времени».

А. Эйнштейн, Институт перспективных исследований, Принстон, Нью-Джерси.

Резюме: Когда молодой человек проводит с симпатичной девушкой один час, для него он пролетает, как одна минута. Но посадите его на горячую плиту, и одна минута покажется ему дольше часа. Это и есть теория относительности.

На восприятие времени влияет не только система отсчета, в которой находится наблюдатель, но и его эмоциональное состояние. Следовательно,

Я никогда не думаю о будущем. Оно наступает достаточно быстро.

Эйнштейн

не просто заушной головоломкой. Недавно, роюсь на пыльных полках местной библиотеки, я обнаружил это высказывание Эйнштейна в оригинале. Поразительно, но цитата о симпатичной девушке и горячей плите – часть небольшой статьи ученого, опубликованной в ныне не существующем издании «Журнал экспериментальной науки и технологии» за 1938 год. Похоже, великий теоретик немало потрудился, чтобы найти столь доходчивое объяснение теории относительности. Вот эта статья целиком.

я постараюсь изучить реальное течение времени при двух различных эмоциональных состояниях.

Методы: Я стал искать горячую плиту и симпатичную девушку. К сожалению, достать горячую плиту оказалось не так-то просто. Моя домработница запретила мне даже приближаться к кухне. Однако я ухватился тайком за ручку желтую вафельницу фирмы *Manning-Boylan & Co* образца 1924 года, которая заменила мне плиту, поскольку могла разогреваться до высокой температуры. Найти симпатичную девушку оказалось еще сложнее, так

как я живу теперь в Нью-Джерси. Я знаком с Чарли Чаплином. В 1931 г. я присутствовал на показе его фильма «Огни большого города», где и познакомился с его очень симпатичной женой, кинозвездой Полеттой Годдард.

Обсуждение: Я доехал до Нью-Йорка на поезде и встретился с мисс Годдард в устричном баре на Центральном вокзале. Когда мне показалось, что прошла минута, и я посмотрел на часы, выяснилось, что прошло уже 57 минут, которые я округлил до одного часа. Вернувшись домой, я включил вафельницу и дал ей нагреться. Затем сел на нее. Когда мне показалось, что прошел целый час, я встал и, посмотрев на часы, убедился, что фактически прошло не более секунды. Чтобы придержать время выбравных единиц измерения, я округлил полученный результат до минуты, после чего позвал врача.

Вывод: Состояние разума наблюдателя оказывает большое влияние на восприятие времени.

Ученики Эйнштейна не разделяют этого утверждения. Кроме того, вышеупомянутый эксперимент мог подтолкнуть ученого к другим лаконичным замечаниям, в частности: «Если мы знали, что именно мы делали, то это уже нельзя назвать исследованием, не правда ли?» Эйнштейн был большим шутником. Взять хотя бы его объяснение понятия «радио»: «Работу радио понять нетрудно. Обычный телеграф подобен очень длинной кошке. Вы тянете за хвост в Нью-Йорке, а мяукает она в Лос-Анджелесе. Радио – то же самое, только без кошки». Это высказывание долго не давало спать Шредингеру. ■



Мысль управляет роботом
 Самые пустые области Вселенной
 Эволюция цвета кожи
 Технологии против террора
 Громоотвод для нанозлектроники
 Борьба за глаза

Эти и другие материалы
 читайте в следующем выпуске журнала «В мире науки»

Оформить подписку на журнал «В мире науки» можно:

- по каталогу Роспечать, подписной индекс 81736
- через редакцию журнала, перечислив деньги через Сбербанк или по почте, отправив копию квитанции в РосНОУ по почте, по факсу: (095) 105-03-72 или по e-mail: red.nauka@rosnou.ru

Стоимость одного номера при подписке через редакцию – 65 руб., стоимость подписки на полугодие – 390 руб., на год – 780 руб.

Негосударственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Российский новый университет» Расчетный счет 40703810200000010014 в КБ «Ист-Бридж Банк» г. Москва БИК 044579128 Корреспондентский счет 30101810500000000128 Идентификационный номер ИНН 774082749		
_____ Фамилия, и.о., адрес плательщика		
Вид платежа	Дата	Сумма
Подписка на журнал «В мире науки»		
Плательщик		
Негосударственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Российский новый университет» Расчетный счет 40703810200000010014 в КБ «Ист-Бридж Банк» г. Москва БИК 044579128 Корреспондентский счет 30101810500000000128 Идентификационный номер ИНН 774082749		
_____ Фамилия, и.о., адрес плательщика		
Вид платежа	Дата	Сумма
Подписка на журнал «В мире науки»		
Плательщик		



ДОМОДЕДОВСКИЕ АВИАЛИНИИ

Безопасность Надёжность Комфорт

Авиакомпания "Домодедовские авиалинии"
предлагает прямые регулярные рейсы
из Москвы в города:

**Южно-Сахалинск, Магадан, Хабаровск,
Анадырь, Норильск, Благовещенск, Якутск,
Иркутск, Петропавловск Камчатский,
Владивосток, Ташкент, Симферополь, Баку
и Гянджа.**



Представительство в Москве:
(095) 323-84-18, 504-03-24

Кассы:

(095) 504-03-46, 504-03-26 (круглосуточно)

E-mail: commerce@akdal.ru

Сайт: WWW.AKDAL.RU

Победители появляются и исчезают. Технологии развиваются

- В рыночной экономике первичное размещение акций (IPO) — основное средство получения инвестиций высокотехнологичными компаниями.
- ММВБ предлагает полный комплекс услуг по организации первичного размещения акций и облигаций российских предприятий.
- На ММВБ проходят торги ценными бумагами более 150 российских эмитентов, включая высокотехнологичные компании, с суммарной капитализацией более 80 млрд. долларов.
- В России объем инвестиций в фундаментальные научные исследования составляет 2,5 млрд. долларов в год. В США только одна компания «Johnson & Johnson» в 2001 г. вложила 3,6 млрд. долларов в разработку новых фармацевтических препаратов.

ММВБ
www.micex.ru
MICEX

Высокие технологии — основа будущего в бизнесе

Московская
межбанковская
валютная биржа
125009 Москва,
Б.Кисловский пер., 13
Тел.: (095) 234-48-11
Факс: (095) 705-96-22
<http://www.micex.ru>