

СОДЕРЖАНИЕ

ИЮНЬ 2007

ГЛАВНЫЕ ТЕМЫ НОМЕРА:

- 22** **КОСМОЛОГИЯ**
НЕВИДИМАЯ РУКА ВСЕЛЕННОЙ
Кристофер Конселис
Темная энергия не только ускоряет расширение Вселенной, но и определяет форму галактик и их рассредоточение в пространстве
- 30** **АСТРОНОМИЯ**
ПРИЗРАКИ ПОГИБШИХ ГАЛАКТИК
Брэд Гибсон и Родриго Ибата
Необычно движущиеся звезды могут быть остатками погибших звездных систем, съеденных нашей галактикой
- 36** **ЭНЕРГЕТИКА**
ЧИСТЫЙ ДИЗЕЛЬ
Стивен Эшли
Усовершенствованная конструкция двигателя и системы очистки выхлопных газов позволит дизелю сравниться с гибридным силовым агрегатом
- 44** **ФИЗИКА**
КРЕМНИЕВЫЙ ЛАЗЕР
Бахрам Джелали
Исследователи научились генерировать лазерное излучение на основе кремния
- 52** **ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**
ЦИФРОВАЯ ЖИЗНЬ
Гордон Белл и Джим Геммел
Успехи в области разработки систем регистрации информации и хранения данных вскоре позволят людям создавать детальную цифровую летопись жизни
- 60** **ИННОВАЦИИ**
ЦЕЛЕБНАЯ ПРЯНОСТЬ
Гэри Стикс
Действительно ли один из компонентов приправы карри помогает при лечении таких тяжелейших заболеваний, как болезнь Альцгеймера и рак?
- 64** **МОЛЕКУЛЯРНАЯ БИОЛОГИЯ**
ДРЕВНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛИ
Джефффри Баррик и Роналд Брейкер
Изучение реликтов давно исчезнувшего мира, в котором царствовали молекулы РНК, поможет найти новые способы борьбы с заболеваниями человека
- 72** **НЕЙРОНАУКИ**
ЦВЕТОВЫЕ ИЛЛЮЗИИ И МОЗГ
Джон Вернер, Баинджо Пинна и Лотар Шпильман
Изучение зрительных иллюзий свидетельствует о том, что восприятие цвета мозгом неотделимо от представлений о форме и глубине
- 78** **НАУКА И РЕЛИГИЯ**
ЭВОЛЮЦИЯ БЫЛА ИХ БОЖЕСТВОМ
Михаил Конашев
Взаимоотношения науки и религии на рубеже XX–XXI вв. вновь приобрели очертания актуальной проблемы и вызывают горячие споры

Учредитель и издатель: ЗАО «В мире науки»

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

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

Ответственный секретарь: О.И. Стрельцова

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

Выпускающий редактор: М.А. Янушкевич

Спецкорреспондент: Д.В. Костикова

Над номером работали:
Е.Г. Богадист, О.В. Закутняя, Б.А. Квасов, М.Б. Конашев,
Д.А. Мисюров, М.Б. Молчанов, В.В. Ремизова, И.Е. Сацевич,
В.Г. Сурдин, К.Р. Тиванова, П.П. Худолей, Б.В. Чернышев,
Н.Н. Шафрановская

Научные консультанты:
профессор, доктор медицинских наук профессор
О.К. Ботвинов; доктор экономических наук М.В. Конотопов

Верстка: А.Р. Гуксян

Корректра: Я.Т. Лебедева

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

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

Отдел распространения, подписка: Л.В. Старшинова

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

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

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

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

© в МИРЕ НАУКИ
Журнал зарегистрирован в Комитете РФ по печати.
Свидетельство ПИ №ФЦ77-19285 от 30.12.2004

Тираж: 10 000 экземпляров
Цена договорная.

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

SCIENTIFIC AMERICAN

ESTABLISHED 1845

Editor in Chief: John Rennie

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

News Editor: Philip M. Yam

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

Art director: Edward Bell

Vice President and publisher: Bruce Brandfon

Chairman emeritus: John J. Hanley

Chairman: John Sargent

President and chief executive
officer: Gretchen G. Teichgraeber

Vice President and managing director,
international: Dean Sanderson

Vice President: Frances Newburg

© 2004 by Scientific American, Inc.

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

РАЗДЕЛЫ:

ОТ РЕДАКЦИИ

3 **НОВЫЕ КАРТЫ ВСЕЛЕННОЙ**

4 **50, 100, 150 ЛЕТ ТОМУ НАЗАД**

6 **СОБЫТИЯ, ФАКТЫ, КОММЕНТАРИИ**

- Убийственный диалог
- Гады бездомные
- Что происходит на полюсах?
- Лекарство для глаз
- Музыкальный конкурс «Образы науки»
- «Спектр-Рентген-Гамма»: модель для сборки
- Сколько в России газа и нефти?
- Дрейфующая экспедиция
- На страже индивидуальной информации
- По ту сторону монитора с Discovery Channel
- Действительно большие вещи

18 **ПРОФИЛЬ
ТВОРЕЦ КРИСТАЛЛОВ**

Ольга Закутняя и Дарья Костикова

*Жорес Иванович Алферов — одно из наиболее ярких
светил в созвездии российской и мировой науки*

86 **ЗНАНИЕ — СИЛА
ВСЕМИРНАЯ СВЯЗЬ**

Марк Фишетти

*Спутниковое радиовещание на весь мир
обеспечивают три компании. Как удастся охватить
всю территорию планеты в любое время?*

88 **ТЕХНИЧЕСКИЕ НЮАНСЫ
САМОКАТ С МОТОРОМ**

Стивен Эшли

*Дебют электросамоката Segway был впечатляющим.
Как далеко он продвинулся сейчас?*

ОБЗОРЫ:

90 **КНИЖНОЕ ОБОЗРЕНИЕ**

93 **СПРОСИТЕ ЭКСПЕРТОВ**

*Что алкоголь и наркотики делают с детьми?
Реальны ли виртуальные частицы?*

НОВЫЕ КАРТЫ ВСЕЛЕННОЙ

Древние картографы обозначали неисследованные территории краткой надписью: «Здесь водятся драконы», предупреждая будущих первопроходцев о полной неизведанности этих мест. Для современных исследователей космоса, пожалуй, «белых пятен» во Вселенной гораздо больше, чем для ученых древности — на Земле.

Одна из главных загадок нашей Вселенной — природа и свойства темной материи и темной энергии, которые стали ключом к пониманию происхождения и эволюции Вселенной. На раскрытие природы экзотических составляющих нашего мира нацелено огромное число проектов.

В феврале текущего года вблизи Южного полюса начались наблюдения неба с помощью десятиметрового телескопа *South Pole Telescope*, основная задача которого — проводить широкоугольный обзор неба в миллиметровом и субмиллиметровом диапазонах. В скором будущем к нему присоединятся наземные телескопы *Atacama Cosmology Telescope* (2007), *PanStarrs* (2009), *Dark Energy Survey* (2009), субмиллиметровая орбитальная обсерватория *PLANCK* (ЕКА, запуск 2008 г.). Россия также собирается участвовать в общей погоне за темными составляющими Вселенной: на 2011 г. намечен старт международной орбитальной рентгеновской обсерватории «СПГ» (см. в этом номере: Зякутняя О. «Спектр-Рентген-Гамма: модель для сборки).

Глобальные проблемы эволюции Вселенной, однако, не отменяют необходимости решать проблемы более частные, но не менее сложные — например, вопрос о строении нашего дома — галактики Млечный Путь. Как ни странно, о ее структуре мы

знаем примерно столько же, сколько о структуре всей Вселенной (см. в этом номере: Гибсон Б. и Ибата Р. *Призраки погибших галактик*). Задача построить трехмерную карту нашей Галактики стоит перед будущей обсерваторией *Gaia* (ЕКА, запуск 2011 г.). В результате ее работы будут измерены координаты, скорости и расстояния до приблизительно миллиарда звезд Млечного Пути и Местной группы галактик.

Многие проекты нацелены на решение сразу нескольких задач. Так, например, задачи российской орбитальной обсерватории «Радиоастрон» (запуск 2007 г. по Федеральной космической программе) простираются от наблюдений за радиоисточниками и проявления устройства Вселенной (вместе с поиском темной материи и темной энергии) до построения гравитационной карты нашей планеты и наблюдений за магнитосферой Земли и солнечным ветром.

Еще более «локальная» проблема — исследования Солнечной системы, и не только «больших» планет, но и малых тел. В прошлом году американский космический зонд *Stardust* доставил землянам образцы вещества кометы *Wild 2*, и уже, видимо, скоро японский аппарат *Hayabusa* добудет для исследователей кусочек астероида Итокава. К комете Чурюмова-Герасименко четвертый год путешествует европейский зонд *Rosetta*. Экспедиция по исследованию и доставке на землю грунта Фобоса, одного из двух спутников Марса, готовится в России: старт проекта, получившего название «Фобос-Грунт», должен произойти в 2009 г.

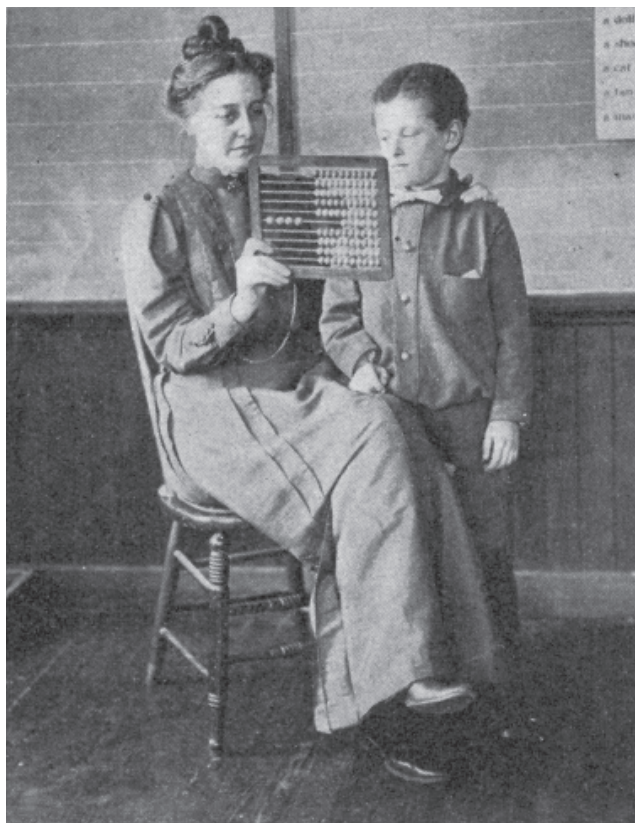
Наконец, человек всерьез задумался о дальнейшей жизни в Солнечной



системе: проекты по освоению Луны и строительству на ней обитаемой базы обсуждаются в разных странах мира. А в России в Институте медико-биологических проблем РАН в конце 2007 г. начинается эксперимент «Марс-500» по моделированию пилотируемого полета на Марс. Шестеро добровольцев проведут как минимум 520 дней (именно столько, по расчетам, должны занять полет на Марс, работа на поверхности планеты в течение 30 дней и возвращение домой) в медико-техническом комплексе «Марс-500», состоящем из пяти модулей, которые имитируют космический корабль, спускаемый аппарат и поверхность Марса. Экипаж «корабля» будет моделировать основные этапы экспедиции на Марс. В процессе эксперимента планируется проверить работу систем жизнеобеспечения, а также исследовать, как переносит человек долгую изоляцию в замкнутом пространстве.

Мы также надеемся, что наших читателей заинтересует статья «Эволюция была их божеством» в связи с той дискуссией, которая ведется в России по проблемам эволюционной теории и религиозных представлений. ■

Лунная идея ■ Картонная бутылка ■ Игрушечное разочарование



Обучение глухого мальчика правилам счета, 1907 г.

ИЮНЬ 1957

ЛУННАЯ ПЫЛЬ. «Добыть образцы лунного грунта — столь привлекательная научная задача, что исследователи строят грандиозные планы получения драгоценного материала, и даже без прилунения. Мы могли бы, например, запустить две радиоуправляемые ракеты, следующие одна за другой. Первая ракета должна сбросить на Луну небольшую атомную бомбу. Поскольку у спутника Земли нет атмосферы, а сила тяготения достаточно невелика, взрывное облако поднимется очень высоко. В него-то и должна войти вторая ракета, чтобы собрать некоторое количество образцов лунной породы. Безусловно, подобный маневр потребует чудес радиоуправления», — сообщают Краффт Эрике и Георгий Гамов.

ЧЕЛЮСТИ. Жестокость акул — не легенда. Жак-Ив Кусто, самый выдающийся ныряльщик из ныне живущих, сообщает об опасных встречах с этим обитателем глубин. Около португальских островов Зеленого Мыса Кусто и его друг Фредерик Дюма столкнулись

с 2,5-метровой серой акулой, к которой впоследствии присоединились две полуметровые особи, а также несколько голубых акул. Пловцы тщетно пытались отогнать стаю: если хищники даже и отплывали на некоторое время, то только для того, чтобы тут же вернуться. Гигантских рыб не пугал ни «противоакульи репеллент» (уксуснокислая медь), ни даже прямое применение силы, когда Кусто ударил одну из них по морде своей тяжелой подводной фотокамерой. Ныряльщикам пришлось спешно отступать.

ИЮНЬ 1907

РЕВОЛЮЦИОННАЯ УПАКОВКА. Молоко, продукт, который более всего чувствителен к загрязнению, разливается в многократно используемые бутылки. Решением проблемы мог бы стать отказ от стеклянной тары и замена ее на одноразовую бумажную. Сейчас ведутся разработки такой упаковки. На рынке вскоре появится молоко в цилиндрической бумажной стерильной упаковке. Бумага произведена из древесины ели.

РАЗВИТИЕ РЕЧИ. Потеря слуха вовсе не обязательно обозначает и лишение способности говорить. Это открытие было совершено совсем недавно, но в новых школах для глухих детей уже не изучают устаревший язык жестов. Детей учат использовать их речевой аппарат. Начальный курс обучения составляет 4–5 лет, и все это время уходит на освоение языка и счета.

ИЮНЬ 1857

ЭЛЕКТРОМОТОР. Мы допускаем, что гальванические элементы электромагнитической машины профессора Вернье не взрываются, в отличие от паровых котлов, но созданный им механизм не так прост и компактен, как паровая машина. Электрический мотор (сам двигатель и гальванический элемент), показанный на выставке в британском Хрустальном дворце и, как утверждалось, достигающий мощности более 10 лошадиных сил (но, как мы полагаем, пронаблюдав его действие, на практике — не более 5 л.с.), занимает гораздо больше места, чем множество паровых машин совокупной мощностью до 20 л.с.

НЕНАДЕЖНАЯ ИГРУШКА. Маленькие надувные шары из бычьего пузыря, с таким успехом представленные на прошлых зимних праздниках в Париже, могли бы стать прекрасными игрушками и для юных американцев. Однако дети были глубоко разочарованы тем, что шарики очень скоро уменьшаются в размерах, сморщиваются и в конце концов перестают быть шарами вовсе. Причина этих печальных метаморфоз — быстрая утечка водорода через стенки шариков.

ВЫШЕЛ ИЗ ПЕЧАТИ ОЧЕРЕДНОЙ НОМЕР ЖУРНАЛА «НАУКА И ЖИЗНЬ»

Тематика статей номера, как всегда, широка и разнообразна.

Пути развития авиации определяют материалы. За 75 лет во Всероссийском институте авиационных материалов их разработано более двух тысяч: металлические сплавы, пластмассы, композитные материалы, клеи и фантастические их комбинации.

Ст. «ВИАМ — национальное достояние».

В монокристаллической турбинной лопатке воплощены самые совершенные металлургические технологии, а ее стоимость соизмерима с ценой дорогого легкового автомобиля.

Ст. «Во все лопатки».

Преемник П.А. Столыпина на посту председателя Совета министров В.И. Коковцов сказал как-то Николаю II: «Ваше Величество, можете быть спокойны за судьбу Вашей страны и Вашей династии до тех пор, пока у Вас в порядке финансы и армия». История показала, что он заблуждался: порядка не было, была лишь видимость благополучия.

Ст. «В.Н. Коковцов: Неприятности взамен потрясений».

Первые консервные ножи появились во второй половине XIX века, почти через полсотни лет после изобретения жестяной консервной банки. А до этого вскрывать консервы приходилось с помощью зубила и молотка.

Ст. «Консервный нож» в рубрике «Биографии вещей».

Земляника, малина, черника, брусника, морошка — каждая ягода хороша по-своему, у каждой свои особенности и целебные свойства. О прогулках по ягодным местам, а также о том, как готовить кисели, морсы, компоты, желе, вареники, пироги, варенье, ликеры, настойки



НАУКА И ЖИЗНЬ

ISSN 0028-1263

6

2007

● Всероссийский институт авиационных материалов — 75 лет в авангарде развития авиации
● Загадочная рыба гахсус — реальный обитатель Камчатки или собирательный образ из преданий ительменов? ● Модные диеты: надо ли худеть и как не навредить здоровью ● Консервный нож на полвека моложе консервной банки ● Кормление грудью полезно не только для младенца, но и для матери.



из лесных даров, рассказывает писатель Святослав Логинов.

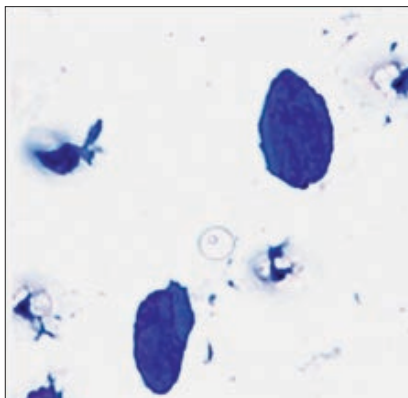
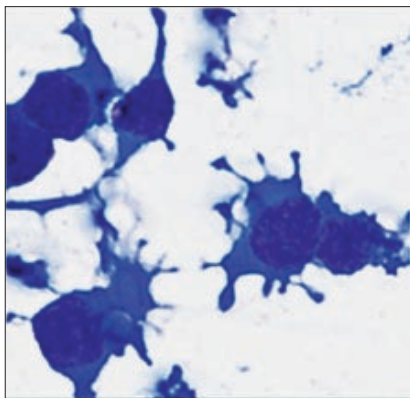
Ст. «Марш-бросок по ягодным палестинам».

В России избыточный вес имеют 54% мужчин и 52% женщин, в США — 76% и 73% соответ-

ственно. Надо ли стремиться похудеть любой ценой и какую диету выбрать, чтобы не нанести вреда здоровью? Найти ответ на эти вопросы поможет врач-диетолог М. Гурвич.

Ст. «Модные и новомодные диеты».

убийственный диалог



Белки-провокаторы: в присутствии белков, образующихся в легких мыши, у раковых клеток появляются выросты (слева) — первые признаки готовности к перемещению. Если белки-провокаторы отсутствуют, то с клетками ничего не происходит (справа)

«От чего зависит то, в каких органах появятся метастазы в ходе развития онкологического процесса?» — спрашивал лондонский хирург Джон Паджет (John Paget), занимавшийся изучением образования метастазов, в одной из статей журнала *Lancet* за 1889 г. Казалось бы, раковые клетки должны распространяться с одинаковой вероятностью в любом направлении от очага, однако метастазы чаще встречаются в определенных органах, таких как легкие и печень. Паджет уподоблял раковые клетки семенам растений, разносимым в разные стороны по воле ветра,

«но эти семена способны выжить и прорасти, только если они попадут на благоприятную почву»

Где именно «семена» пустят корни, зависит как от самих «семян», так и от «почвы». Недавно японские ученые обнаружили, что раковые клетки могут сообщаться с местами будущего метастазирования через сигнальный механизм с участием тех систем, которые ответственны за иммунный ответ организма на патогены. Вовлеченность иммунной системы в этот процесс поможет объяснить, почему одни органы более подвержены метастазированию,

чем другие. «Легкие очень чувствительны к вторжению бактерий — это первая линия обороны организма, — говорит Есиро Мару (Yoshiro Maru) из Токийского женского медицинского университета. — Поэтому любой стресс, в том числе и наличие в организме опухоли, будет сразу же распознан органами, причастными к системе защиты организма. Во всяком случае, мы так думаем».

Мару и его коллеги провели следующий эксперимент: они вводили в спину здоровых мышей меланомные клетки или клетки рака легкого. Обнаружилось, что ответственные за воспаление сигнальные вещества, высвобождаемые раковыми клетками, вызывают ответную реакцию в легких животных задолго до того, как в них попадают сами опухолевые клетки. Этот ответ, генерируемый макрофагами и эндотелиальными клетками легкого, начинается с образования веществ, принадлежащих к семейству так называемых *S100*-белков (в первую очередь *S100A8* и *S100A9*). Как полагает Мару, эти белки привлекают еще больше макрофагов, которые тоже начинают секретировать *S100*-белки. В конце концов, в местах скопления в легких белков данного семейства образуются колонии раковых клеток.

Помимо легких, *S100*-белки — или какие-то другие иницируемые ими сигналы — по-видимому, «помечают» и раковые клетки. По крайней мере, инкубация раковых клеток с легочным секретом, содержащим белки *S100*, приводила к появлению у них крошечных выростов — инструментов перемещения, а нейтрализация *S100*-белков у живых мышей значительно уменьшала число метастазов, порождаемых инъецированными опухолевыми клетками.

Тот факт, что *S100*-белки, образующиеся в легких, мобилизуют макрофаги и раковые клетки из отдаленных областей организма, по мнению

ДВУСТОРОННЯЯ СВЯЗЬ

Как показали недавние исследования, клетки костного мозга у мышей, которым инъецировали опухолевые клетки, мигрируют в те места, которые находятся в «предметастатическом» состоянии. Но в какие именно — зависит от типа раковых клеток. Если это клетки карциномы легкого, то клетки костного мозга направляются в легкие и печень, а если клетки меланомы, то в самые разные органы. Это совпадает с картиной метастазирования, характерной для данных видов рака у человека.

То обстоятельство, что, по последним данным, при обоих типах рака белки семейства *S100* образуются только в легких, приводит некоторых ученых к мысли, что сигналы, подаваемые при других формах рака, могут инициировать ответ в других тканях. Этот обмен сигналами может объяснить, почему большинство метастазирующих форм рака отдадут «предпочтение» определенным органам. Так, при раке толстой кишки метастазы в 95% случаев возникают в печени.

Мару, указывает на участие в метастазировании нормального иммунного ответа. «Ничем иным мы не можем объяснить, почему макрофаги устремляются в легкие, когда мы инъецируем раковые клетки в спину животных», — говорит он.

Уже известно, что раковые клетки проявляют сродство к поврежденным и воспаленным тканям. Возможно, их привлекают туда те самые сигналы, которые предназначены системам репарации. Дейвид Лайден (David Lyden) и Шахин Рафии (Shahin Rafii) из Медицинского

колледжа Вейла при университете Корнелла в Нью-Йорке показали, например, что предшественники клеток кровеносных сосудов, образующиеся в костном мозге, направляются в места будущего метастазирования в легких и других органах, как бы подготавливая почву для раковых клеток. Подавление восприимчивости клеток-предшественников к сигналам или удаление их из костного мозга предотвращает появление метастазов.

Комментируя данные Мару, Лайден и Рафии замечают, что они вместе

с их собственными результатами «позволяют сформулировать новую концепцию относительно метастазирования: агрессивность опухоли зависит не только от способности раковых клеток инициировать образование новых очагов опухолевого роста, но также от наличия горячих точек в различных органах и тканях, восприимчивых к этим клеткам». Рафии надеется, что ученым удастся сделать условия в этих точках гораздо менее благоприятными для опухолей, чем сейчас.

Кристина Соарес

ГАДЫ БЕЗДОМНЫЕ

В результате резких климатических изменений популяции лягушек и других видов земноводных заметно сокращаются, и никто не может понять, почему. В каких-то регионах исчезновение было вызвано вторжением человека в среду обитания земноводных. В горных районах, например, целые популяции были уничтожены жестокой грибковой инфекцией — *chytridiomycosis*. Но исследователи были уверены, что катастрофический мор не коснется защищенных низинных территорий, на которых большие популяции амфибий благополучно существуют уже миллионы лет. Однако, согласно новым данным, эти надежды не оправдались. «Я предполагал, что низины надежно защищают своих обитателей, однако сокращение численности популяций и здесь налицо», — утверждает Йозеф Мендельсон (Joseph Mendelson), специалист по амфибиям из зоопарка в Атланте.

Биолог Стивен Уитфилд (Steven Whitfield) с коллегами из Международного Университета Флориды в Майами сумели собрать материалы, относящиеся к длительному периоду исследования Карибских низин в районе биологической станции Ласельва на Коста-Рике, начавшегося еще в 1970 г. Сопоставляя различные

данные наблюдений за популяциями амфибий и рептилий, Уитфилд обнаружил, что численность особей земноводных резко сократилась за последние 35 лет. «Те постепенные изменения, которые нам удалось обнаружить (ежегодное снижение количества лягушек и ящериц в среднем на 4%), для стороннего наблюдателя были просто незаметны, — рассказывает Уитфилд. — А в результате появилось огромное количество несъеденных насекомых и множество животных, оставшихся без пищи, что нанесло серьезный ущерб экосистеме». И хотя это лишь одно из многих мест, изучавшихся столь длительное время, не похоже, чтобы оно стало единственным регионом, где происходят такого рода изменения. Вспомним хотя бы об Амазонии и бассейне реки Конго.

Как отмечается в *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, установить причину происходящих изменений крайне сложно. В наблюдаемых областях, где проводились длительные наблюдения, не было выявлено никаких признаков грибковой инфекции, более того, не были зафиксированы смещения ареалов обитания.

Уитфилд предположил, что сокращение численности популяций



амфибий связано с изменениями климатических условий. «Похоже, что климат здесь стал более теплым и, соответственно, более влажным, — говорит Уитфилд. — А это повлекло за собой истощение листового слоя за счет ускорения процесса гниения или же уменьшения количества опадающих листьев. Как известно, листованный покров жизненно важен для земноводных».

В настоящее время ученый продолжает исследовать причины и последствия сокращения популяций земноводных, что, в свою очередь, поднимает вопросы о других экосистемах и видах, находящихся на данный момент в относительной безопасности.

Дэвид Биелло

Что происходит НА ПОЛЮСАХ?

Площадь арктических льдов сократилась за последнее время до рекордно низкого уровня. От северной оконечности побережья Канады откололся кусок шельфового льда размером с Манхэттен, представляющий теперь серьезную угрозу для морских судов и нефтяных платформ. Чтобы исследовать эти и другие беспрецедентные процессы вблизи полюсов Земли, более 30 стран выступили с инициативой организовать очередную всемирную кампанию «Международный полярный год» (МПГ).

125 лет назад в первой кампании МПГ участвовали 12 стран. Тогда было организовано 15 весьма рискованных экспедиций: некоторые из них закончились трагически, в некоторых участников обвиняли в каннибализме. Однако все они дали хоть какую-то информацию о природе и климатических условиях Арктики. «Первый проект МПГ объединил страны, которые хотели составить представление о мире как о единой системе. Теперь мы видим, как быстро система меняется», — отмечает океанограф Стефани Пфирман (Stephanie Pfirman) из Колумбийского Университета.

50 лет назад в рамках Международного геофизического года были использованы многие новейшие научно-технические разработки, например, в искусственных спутниках Земли. Последний МПГ продолжит эти традиции. Например, для исследования пространства под толщей льда предполагается использовать дистанционно управляемые и автономные аппараты. Более разнообразными станут запускаемые в атмосферу датчики. Они будут не только измерять температуру и давление, но и определять состав облаков, уровень радиации, влажность и свои координаты. Автономные обсерватории, расположенные на Южном полюсе, позволят исследователям управлять телескопами прямо из университетов и получать информацию в режиме реального времени.

НОВОСТИ ОДНОЙ СТРОКОЙ

Ученые нашли более 700 разных видов морских организмов, ранее неизвестных науке, в районе разрушившегося участка шельфового ледника Ларсена в Антарктике. В глубоких и темных водах было обнаружено невероятное изобилие видов морской жизни. То, что раньше считалось пустой бездной, на поверку оказалось динамичной, меняющейся и биологически богатой средой. ■

Европейские астрономы объявили об открытии еще одной планеты, находящейся за пределами Солнечной системы. Ученые отмечают, что с точки зрения земных существование такой планеты граничит с фантастикой, так как это небесное тело покрыто «горячим льдом» — слоем воды, которая имеет довольно высокую температуру, но вместе



ПО ТОНКОМУ ЛЬДУ: исследователи будут внимательно следить за тем, что происходит в приполярных областях. Их интересует, почему так сильно уменьшилась площадь арктических льдов. Фотография сделана летом 2005 г.

Кроме того, планируется исследовать биологию океана на больших глубинах, в том числе генетические основы адаптации к экстремальным температурам и отсутствию света, а также влияние изменений в приполярных областях на животный и растительный мир и на 4 млн. представителей северных народностей.

Работа в рамках МПГ началась в марте 2007 г. и продлится в течение двух лет. Предполагается осуществить более 200 проектов, в частности создать сеть датчиков для измерения температуры или эмиссии углерода из грунта, и отслеживания движений ледников. Но все же основную роль в реализации МПГ будут играть люди, а не приборы. «Это будет своего рода научная экспертиза в национальном и международном масштабе, и наш опыт послужит еще многим поколениям», — утверждает руководитель программы Дэвид Карлсон (David Carlson).

Чарлз Чой

с тем находится в твердом состоянии. Планета, получившая название *GJ 436b*, отстоит не так далеко от Земли — всего на расстояние 30 световых лет (около 300 трлн. км). *GJ 436b* вращается вокруг красной и довольно холодной по космическим меркам звезды. ■

Американские инженеры разработали вертикальное автоматизированное рабочее место, помогающее сбросить вес, не отвлекаясь от работы. В состав кресла входят компьютер, клавиатура и тренажер — бегущая дорожка. Установка помогает тучным людям сбросить до 30 кг в год. Для того чтобы похудеть на рабочем месте, установкой необходимо пользоваться 2–3 часа в день. Новинка позволяет пользователю идти и работать, стоять и работать или, если беговая дорожка заменена высоким стулом, — сидеть и работать. ■



Национальная
Гоночная Серия
АВТОВАЗ

Ваша гоночная команда в классе LADA Revolution



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



Освещение
выступления Вашей
команды на
федеральных
телеканалах

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



Лекарство для глаз

Имплантация в поврежденную сетчатку глаза стволовых клеток поможет вернуть зрение

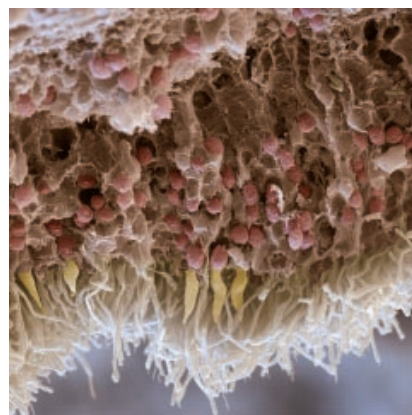
Сетчатка глаза человека содержит миллионы фоторецепторных клеток, которые улавливают свет и передают соответствующие сигналы в головной мозг. Когда эти светособирающие клетки погибают, человек слепнет. Сегодня врачи-офтальмологи и ученые, занимающиеся проблемами зрения, возлагают большие надежды на стволовые клетки. Согласно последним экспериментам, эти клетки действительно могут помочь вернуть зрение, утраченное в результате дегенерации желтого пятна — области сетчатки, обеспечивающей максимальную остроту зрения.

Это заболевание встречается у 10% жителей США старше 65 лет. Сначала поражается слой пигментных эпителиальных клеток (ПЭК) сетчатки, через который к фоторецепторам

поступают питательные вещества, обеспечивающие их жизнедеятельность. Отмирание фоторецепторов можно было бы предотвратить, заменив поврежденный слой ПЭК новой тканью. Но такую операцию никогда не удастся провести всем, кто в ней нуждается, если учесть, какое количество ткани для трансплантации необходимо, чтобы помочь миллионам жителей Америки.

Ученые из биотехнологической фирмы *Advanced Cell Technology* в Вустере, шт. Массачусетс, нашли более надежный источник ПЭК. В 2004 г. они придумали, как «подтолкнуть» эмбриональные стволовые клетки к превращению в ПЭК-ткань, пригодную для трансплантации. Трансформированные стволовые клетки были инъецированы ими в глаза крыс с генетически обусловленным дефектом слоя ПЭК. Спустя несколько недель, когда симптомы заболевания должны были проявиться в полной мере, крыс проверили на способность различать полосы на вращающемся цилиндре. Их показатели были вдвое выше, чем у крыс с таким же дефектом, над которыми никаких манипуляций не проводилось. Правда, зрение к ним полностью не вернулось, оно лишь немного улучшилось. Подробно все эти эксперименты описаны в журнале *Cloning Stem Cells* за сентябрь 2006 г.

В ноябре прошлого года ученые из Университи-Колледж в Лондоне сообщили, что они изолировали клетки сетчатки мыши, находящейся на разных стадиях развития, и трансплантировали их слепым мышам. Обнаружилось, что незрелые фоторецепторные клетки здоровых новорожденных мышей, в отличие от клеток эмбрионов или взрослых мышей, мигрировали в нужную область сетчатки и продолжили свое развитие с образованием зрелых фоторецепторных клеток. Пациенты,



Поперечный срез сетчатки глаза под микроскопом. Видны клетки, образующие зрительный нерв (красные), и фоторецепторные клетки — палочки (белые) и колбочки (желтые)

подвергнутые такой операции, стали видеть лучше, чем те, которым трансплантация не проводилась.

Эти наблюдения показывают, что для пересадки подходят клетки, находящиеся на определенной стадии развития. Так, по данным Томаса Реха (Thomas Reh), который занимается изучением развития сетчатки, фоторецепторные клетки должны быть относительно более зрелыми, чем стволовые клетки. Человеческий эквивалент мышинных клеток, на которых проводились опыты, пришлось бы получать из сетчатки плода. Другие возможные источники для генерации незрелых фоторецепторных клеток — «взрослые» стволовые клетки и стволовые клетки роговицы.

Рех добился трансформации эмбриональных стволовых клеток человека в стволовые клетки сетчатки, и около 6% из них трансформировалось затем в фоторецепторные клетки. По мнению Эвана Снайдера (Evan Snyder) из Института медицинских исследований Бернэма в Ла-Холья (Калифорния), такая малая величина не должна обескураживать. Выяснив, что именно определило судьбу клеток, ученые смогут

ЭТО НУЖНО ЗНАТЬ: НЕЖЕЛАТЕЛЬНЫЕ ПОСЛЕДСТВИЯ

Трансплантация фоторецепторных клеток, полученных из стволовых клеток сетчатки, — не безобидная операция. Основные проблемы, которые при этом могут возникнуть.

- отторжение трансплантированных клеток
- образование опухоли
- жизнеспособность инъецированных в клетки в дегенерировавшей ткани.

найти способ увеличить это число. Можно также произвести отбор нужных клеток из сложной смеси, идентифицируя их поверхностные белки. Именно этим занимается сейчас Ананд Сваруп (Anand Swarup), офтальмолог из Мичиганского университета в Анн-Арборе.

Если даже удастся получать нужные клетки в достаточном количестве и обеспечить безопасность

трансплантации стволовых клеток, для практического применения этого способа возвращения зрения необходимо быть уверенным в том, что трансплантированные фоторецепторы надлежащим образом соединяются с нейронами, которые ведут к зрительному нерву. Каждый фоторецептор должен образовать сотни соединений. «Успешная имплантация клеток нужного типа еще

не означает автоматического создания замкнутой нервной цепочки», — говорит Снайдер. Незрелые фоторецепторы сетчатки глаза мыши действительно проявляют активность, но нужно еще убедиться, что они обеспечивают правильные поведенческие реакции: способность различать цвета и реагировать на различные стимулы.

Элисон Снайдер

МУЗЫКАЛЬНЫЙ КОНКУРС «ОБРАЗЫ НАУКИ»

17 апреля 2007 г. в Рахманиновском зале Московской консерватории состоялись концерт и награждение лауреатов Всероссийского музыкального конкурса «Образы науки», организованного некоммерческим партнерством популяризации достижений науки и техники «Мир науки» (председатель правления — проф. С.П. Капица) при поддержке Московской государственной консерватории им. П.И. Чайковского. Конкурс проводился с целью развития научного мировоззрения, популяризации науки, гармоничного синтеза науки и искусства.

Молодые композиторы и эссеисты представили работы в номинациях: «Образ ученого», «Образ наук», «Символы науки», «Символический диалог с космосом», «Россия — страна науки». Победили музыкальные произведения лауреатов: «Образ женщины в науке», соло для виолончели (Анна Стрельникова); «Кварки», для камерного ансамбля (Николай Хруст); «Диффузии», для квинтета духовых инструментов (Елена Карпикова); «Вселенная», трио для голоса, скрипки и фортепиано (Александр Кондрушин); «Полет», для двух кларнетов и фортепиано (Николай Попов).

Характерны также названия музыкальных произведений дипломантов конкурса: «Образы русских ученых-титанов», для фортепиано (Константин Ширяев), «Призвук»,

для камерного ансамбля (Владимир Горлинский); «Погружение», соната для фортепиано (Анна Михайлова); «Вариации на ряд Фибоначчи», для фортепиано (Александр Хубев). А вот темы работ лауреатов в области эссе: «Танеев и отечественная музыкально-историческая наука рубежа XIX–XX веков» (Михаил Лопатин), «Наука и искусство — две вещи несовместные? Пять эссе на тему музыковедения» (Карина Зыбина), «Наука о музыке и российское образование: музыковед в общеобразовательной школе» (Наталья Кравцова). Лауреаты и дипломанты были награждены дипломами, премиями и подарками.

Выпускник МГУ им. М.В. Ломоносова М.М. Смирнов пополнил премиальный фонд музыкального конкурса «Образы науки». Он полагает, что мероприятие в определенной степени поддержит творческую молодежь.

Председатель жюри конкурса, декан композиторского факультета Московской государственной консерватории им. П.И. Чайковского, профессор А.А. Кобляков отметил, что проведение музыкального конкурса «Образы науки» важно для развития образования, науки и искусства, если учитывать темы конкурса и малое количество музыкальных произведений, посвященных науке.

Дмитрий Мисюров



«СПЕКТР-РЕНТГЕН-ГАММА»: Модель для сборки

Меморандум о взаимопонимании, посвященный сотрудничеству России и Германии в проекте астрофизической орбитальной обсерватории «Спектр-Рентген-Гамма» («СРГ»), был подписан в конце марта представителями Федерального космического агентства РФ и Германского авиационно-космического центра (DLR).

Документ определяет фундаментальные положения, касающиеся совместной работы по основному научному прибору будущего проекта — рентгеновскому зеркальному телескопу *eRosita*, который готовится консорциумом немецких организаций.

Меморандум был подписан во время очередной встречи Международной рабочей группы проекта «Спектр-РГ/*eRosita/Lobster*», на которой обсуждались перспективы работы по орбитальной астрофизической обсерватории «СРГ». В ее работе участвовали представители Федерального космического агентства

России, Европейского космического агентства, Германского авиационно-космического центра, Института космических исследований РАН (ИКИ РАН), НПО им. С.А. Лавочкина, института внеземной физики Общества им. Макса Планка (Германия), университета Лейстера (Великобритания) и приглашенные гости из Японии, США и Нидерландов.

Проект «Спектр-Рентген-Гамма» входит в Федеральную космическую программу 2006–2015 гг. с запуском в 2011 г. Основная его научная задача — проведение обзора всего неба в рентгеновском диапазоне энергий 2–12 кэВ с рекордной чувствительностью, угловым и спектральным разрешением. В результате ожидается обнаружить до 100 тыс. новых скоплений галактик и до 3 млн. новых активных ядер галактик. Это позволит существенно продвинуться в изучении крупномасштабной структуры Вселенной, понимании темной материи и темной энергии.

В состав обсерватории войдет несколько научных приборов. В их числе — рентгеновский телескоп *eRosita*, задача которого — проводить обзор всего неба на средних энергиях рентгеновского диапазона. Он состоит из семи зеркальных систем, каждая из которых включает 54 вложенных позолоченных зеркала косоугольного падения. Согласно подписанному меморандуму, разработку и поставку в Россию телескопа и контрольно-испытательного оборудования к нему обеспечивает *DLR*, установку же инструмента на борт спутника проекта «СРГ» — Роскосмос.

С российской стороны головными организациями назначены ИКИ РАН (комплекс научной аппаратуры проекта) и НПО им. С.А. Лавочкина (космический комплекс проекта «Спектр-РГ»), с немецкой — Институт внеземной физики общества им. Макса Планка (головная организация

консорциума немецких организаций проекта *eRosita*).

Более подробное соглашение, определяющее программу и условия сотрудничества российской и немецкой сторон в проекте, будет подписано позже в этом году.

«Полная стоимость прибора *eRosita* составляет более 50 млн. евро. Его создание финансируют одновременно общество им. Макса Планка и Германский авиационно-космический центр примерно на равной основе, — говорит М.Н. Павлинский, заместитель директора по науке ИКИ РАН. — Это будет самый дорогой немецкий научный прибор на российском спутнике за всю историю научно-технического сотрудничества России и Германии».

Помимо создания телескопа, немецкие коллеги также принимают участие в формировании научной программы проекта «СРГ». Ее длительность составит, как предполагается, семь лет: первые четыре года в режиме обзора (сканирования) и последующие три — в режиме трехосной стабилизации, то есть наблюдения за выбранными участками неба.

Кроме *eRosita*, на «СРГ» планируется установить широкоугольный рентгеновский монитор всего неба *Lobster* (Лейстерский университет, Великобритания) и рентгеновский телескоп ART-XC (ИКИ РАН с участием кооперации российских организаций).

Окончательный состав научной аппаратуры должен быть определен к концу 2007 г. Старт «Спектр-РГ» запланирован на 2011 г. с космодрома Байконур на околоземную орбиту высотой 600 км и наклоном 30° при помощи ракеты «Союз» с разгонным блоком «Фрегат». Также, как запасной вариант, рассматривается запуск аппарата с космодрома Куру во Французской Гвиане.

Ольга Закутняя



СКОЛЬКО В РОССИИ ГАЗА И НЕФТИ?

18 апреля 2007 г. в Торгово-промышленной палате РФ состоялся круглый стол, на котором представители государства, нефтяных и газовых компаний, эксперты Российского общества инженеров нефти и газа обсуждали проблему выполнения приказа Министерства природных ресурсов, по которому новая классификация запасов должна вступить в действие с 1 января 2009 г. Однако, как выяснилось, остается нерешенным целый ряд юридических, экономических, кадровых и технических проблем.

Перевод на новую классификацию аргументировался целью стандартизации подсчета и государственного учета запасов и ресурсов нефти и газа в условиях рыночной экономики с учетом международного опыта. В качестве образца использовалась, например, принятая странами ОПЕК система

SPE, на которую ориентируются в международном аудите. От пересчета российских запасов зависит капитализация компаний, их положение на рынке, прежде всего на крупнейших биржах мира. Запасы будут заново делиться по степени геологической изученности, степени подготовки к промышленному освоению и по экономической эффективности.

Отвечая на вопрос корреспондента «В мире науки», будут ли вновь меняться российские нормативы, если международная отчетность изменится, эксперты сказали, что в ближайшие годы этого не ожидается. Член правления «Нефтегазконсалт» Б.Н. Аронштейн отметил, что новая классификация запасов отличается от стандартов *SPE*, и компаниям придется вновь обращаться к международным аудиторам.

Дмитрий Мисюров



ДРЕЙФУЮЩАЯ ЭКСПЕДИЦИЯ

В начале апреля текущего года на льду Северного Ледовитого океана в рамках Национальной программы участия РФ в Международном полярном годе (МПГ) 2007/2008 начала работу экспедиция российских ученых. На льдине будут дрейфовать 15 полярников, в их числе сотрудники



Арктического и Антарктического НИИ и Института океанологии РАН.

Экспедиция проходит в соответствии с программой «Дрейфующих ледовых лагерей». Ученые исследуют, как наблюдаемое потепление в Арктике влияет на морские льды и биологические объекты в центральных районах Северного Ледовитого океана, а также занимаются исследованиями океанологических процессов. Для выполнения программы был создан ледовый полигон, представляющий собой крест, в центре которого расположен базовый лагерь. По краям полигона созданы еще четыре дрейфующих лагеря, ориентированных по направлениям север-юг, запад-восток.

Каждому из четырех ледовых лагерей присвоено имя выдающегося соотечественника-первопроходца Арктики. Центральный лагерь назван в честь Ивана Папанина — «Иван», восточный в честь Евгения Федорова — «Евгений», южный в честь Петра Ширшова — «Петр», а западный в честь Эрнеста Кренкеля — «Эрнест». Пятый, северный лагерь назван в честь выдающегося норвежского полярного исследователя Фритьофа Нансена — «Фритьоф». В каждом лагере работают научные группы по три человека, выполняющие синхронные полевые работы по единой программе.

Михаил Молчанов
по материалам *Sciencferf.ru*

На страже индивидуальной информации

Новые методы информационной защиты должны помешать незаконному использованию персональных данных

В последнее время появляется все больше интерактивных служб, призванных бороться с хищением личных данных владельцев электронных депозитов. Методы, используемые такими организациями, специалисты называют «сбором и оценкой идентификационной информации». Они включают интерактивный поиск персональных сведений, распознавание личности и семантический анализ появляющихся на веб-страницах данных клиента.

ИНФОРМАЦИЯ НУЖДАЕТСЯ В ЗАЩИТЕ

По словам директора лондонской компании *Privacy International* Саймона Дэвиса (Simon Davies), сетевые сообщества и поисковые машины часто сталкиваются с кражами идентификационной информации, однако не предпринимают никаких действий для их предотвращения.

Дэвис считает, что Интернет-компании должны выработать общий механизм, позволяющий пользователям защитить свою информацию от несанкционированного доступа. Конечно, веб-провайдеры вряд ли самостоятельно пойдут людям навстречу, а потому, возможно, понадобятся законы, требующие наличия инструментов для защиты личных данных.

«Интернет-защитники» помогают пресекать деятельность информационных преступников.

Недавно в Ричмонде (Англия) появилась новая компания *Garlik*, специализирующаяся на интерактивной защите. В Британии, где в 2005 г. 100 тыс. человек стали жертвами похитителей идентификационных сведений, *Garlik* предлагает своим клиентам новую услугу — отслеживание персональных данных. Сначала происходит сбор сведений и анализ отчетов о транзакциях общедоступных баз данных и веб-сайтов, а затем клиенту представляется исчерпывающая информация обо всех действиях, совершенных с его личным счетом.

За первые четыре дня работы английской компании на ее официальном сайте *Garlik.com* зарегистрировалось более 10 тыс. британцев. Однако, несмотря на все усилия специалистов по информационной защите, электронное мошенничество продолжает процветать. Отчасти в этом виноваты сами пользователи, оставляющие личные данные на веб-страницах, но основная вина лежит на правительственных учреждениях, выкладывающих клиентские базы в открытый доступ. В них можно найти свидетельства о рождении, смерти, браке, а также номер счета и сертификаты о собственности на недвижимость. Аферисты, опрошенные английской компанией, признаются, что сейчас все интересующие их сведения можно собрать за 2–3 часа, а не за 2–3 недели, как несколько лет назад. Кроме того, появляются организованные группы информационных преступников.

Однако у интерактивных компаний больше шансов справиться с мошенниками, чем у обыкновенных кредитных бюро. Дело в том, что Интернет-фирмы сосредоточивают



УНИЧТОЖЕНИЕ ДОКУМЕНТОВ не остановит мошенников, крадущих информацию из Всемирной паутины

свое внимание на анализе информации, полученной из веб-источников. По словам Авивы Литан (Avivah Litan), аналитика *Gartner Group*, используя метод сбора и оценки идентификационных данных, можно выяснить, ведет ли кто-нибудь незаконную деятельность от вашего имени или нет, что обычным кредитным бюро не под силу.

Тем не менее, Литан предупреждает, что Интернет-службы не в состоянии предотвратить взломы брокерских онлайн-счетов, потому что биржевые компании обычно не публикуют сведения, содержащие номера счетов их клиентов. Кроме того, интерактивные компании не способны пресечь продажу регистрационных данных клиента не регистрируемым в базах данных нелегальным иммигрантам.

И все же специалисты фирмы *Garlik* опередили своих конкурентов, применяя для анализа процессов, протекающих в Интернете, семантические методы. Программисты компании разработали программное обеспечение для сбора онтологической информации о запросах. При этом происходит сканирование сведений на веб-страницах, имеющих какое-либо отношение к клиентам компании, после чего компьютер оценивает степень соответствия между имеющимися и полученными данными.

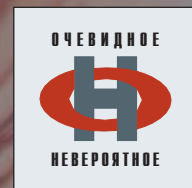
Марк Фишетти

«ОЧЕВИДНОЕ — НЕВЕРОЯТНОЕ» НА КАНАЛЕ «РОССИЯ»

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

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

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



ЭФИР — ПО ПОНЕДЕЛЬНИКАМ ДВА РАЗА В МЕСЯЦ В 00.35

РЕТРОСПЕКТИВА

12 ФЕВРАЛЯ

«УПРАВЛЕНИЕ КЛИМАТОМ»

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



26 ФЕВРАЛЯ

«БУДЕТ ЛИ ЖИЗНЬ НА МАРСЕ?»

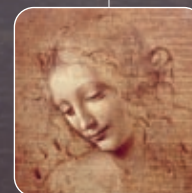
Гости — И.Г. Митрофанов, доктор физико-математических наук, заведующий лабораторией Института космических исследований РАН и В.И. Шематович, доктор физико-математических наук, ведущий научный сотрудник Института астрономии РАН. Ученые считают, что Марс — единственная точка в Солнечной системе, где есть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



5 МАРТА

«С ЧЕГО НАЧАЛОСЬ ИСКУССТВО: ОБРАЗЫ ПРОШЛОГО И НАСТОЯЩЕГО»

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



9 АПРЕЛЯ

«ПАРАДОКСЫ ЭКОНОМИЧЕСКОГО НЕРАВЕНСТВА»

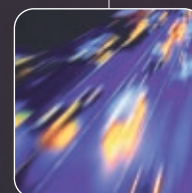
Гости — Митрополит Смоленский и Калининградский Кирилл, руководитель Отдела внешних церковных сношений Русской православной церкви и А.Ю. Шевяков, доктор экономических наук, профессор, директор Института социально-экономических проблем народонаселения РАН. Экономическое неравенство — проблема, которую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



23 АПРЕЛЯ

«НЕВИДИМЫЙ МИР НАНОТЕХНОЛОГИЙ»

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



ПО ТУ СТОРОНУ МОНИТОРА С **discovery channel**

Врачи и ученые всего мира бьют тревогу: табакокурение, алкогольная зависимость и наркомания отступают на второй план перед новым пристрастием человечества — компьютерными играми. По данным корпорации *Microsoft*, на 98% персональных компьютеров по всей планете установлена хотя бы одна игра. Это означает, что компьютерными играми увлекается весь мир! Чем объяснить столь странный феномен XXI века? Разобраться в этом вопросе решил *Discovery Channel*. Для этого он проследил весь путь, который прошли видеоигры, чтобы из маргинального явления превратиться в локомотив современной культуры. Игры серьезнее, чем вам кажется. Убедитесь в этом вместе с новым сериалом «Я, Видеоигра», который стартует в июне на *Discovery Channel*.

Как мир пришел к тому, что более 300 млн. людей всех возрастов играют в компьютерные игры, а 10–15 млн. и вовсе считают их главным делом своей жизни? Для России этот вопрос не менее актуален, чем для остального

мира: 23% всех наших соотечественников и 30% жителей Москвы увлекаются компьютерными играми (информация агентства *Enter Media* на основе данных КОМ-КОН *TGI-Russia*). Из 16 млн. игроков каждый четвертый проводит за компьютером более 20 часов (*Romir Monitoring*). Неужели мир сошел с ума?

Discovery Channel исследует эволюцию видеоигр с момента их изобретения в 1970-х гг. До всеобщего увлечения альтернативной реальностью в 2007 г. сериал «Я, Видеоигра» начинает рассказ с тех далеких времен, когда первые игроки освоили *Pong*, *Pac Man* и *Space Invaders*, что произвело на обывателя такое же шокирующее впечатление, как некогда рок-н-ролл. Далее зрители увидят, как в 1980-х гг. гениальный японский мультипликатор Сигеру Миямото создал новое лицо видеоигр — легендарных персонажей СуперМарио, Луджи и Зельду. Но совсем скоро геймеры «переросли» мультишек и увлеклись настоящими героями, которые сегодня ежедневно спасают мир. В сюжетах игр отражаются все

ИГРОМАНИЯ: ДОБРО ИЛИ ЗЛО?

■ В России продажи популярного игрового хита могут достигать 500 тыс. копий по легальным каналам и до 1 млн. — по нелегальным («пиратским») (пресс-служба корпорации *Intel*).

■ Основное ядро сообщества игроков (52%) составляют люди в возрасте от 20 до 44 лет. Вторая значительная часть аудитории (35%) — молодежь от 10 до 19 лет. 14,2% пользователей компьютерных игр — люди старше 45 лет (*Romir Monitoring*).

■ Интересно, что среди игроков уже практически отсутствует гендерное превосходство: мужчины ненамного опередили женщин в страсти к виртуальным битвам: 56% к 44% (*Romir Monitoring*).

■ Фанаты видеоигр в своей массе — образованные, активные и успешные люди: 44% имеют высшее образование, 57% работают, и при этом большинство — квалифицированные специалисты (*Romir Monitoring*).

■ Имущественный статус большинства игроков достаточно высок: 46% имеют средний достаток, а 40% относятся к категории состоятельных людей (*Romir Monitoring*).

■ Исследования университета Тохоку доказывают, что игры способствуют физическому, умственному и социальному развитию, помогают сохранять ясность ума и быстроту реакции (*ZDNet*).

■ Более чем в половине тестов у любителей компьютерных игр реакция оказалась лучше, чем у спортсменов, занимающихся теми видами спорта, где хорошая координация движений, зрения и быстрая реакция являются критичными, — например бейсболом, футболом, теннисом и хоккеем (*Logitech*).

■ Ученые Университета Миссури (Колумбия) доказали, что люди, увлекающиеся играми с элементами насилия, проявляют равнодушие к сценам жестокости в реальной жизни (*Mednovosti.ru*).

■ Исследователи Берлинского медицинского университета доказали, что для игроков игры постепенно становятся единственным способом активации дофаминовой системы, как прием наркотиков у наркоманов. Зависимые игроки не в состоянии самостоятельно контролировать время, проводимое за компьютером (*CNews*).

■ Обороты мировой индустрии видеоигр превзошли обороты киноиндустрии и к 2008 г. достигнут \$55 млрд.



шокирующие события современности: от сексуальной революции до убийства Джона Кеннеди.

Посмотрите, как создатели компьютерных хитов подвергались яростным нападкам критиков за гиперреалистичность и жестокость своих игр, а также за формирование зависимости от них. *Discovery Channel* отслеживает и момент появления следующего поколения игр, таких как *SimCity* и *Civilization*, которые позволили фанатам компьютерных игр создавать целые миры и управлять их развитием. Сегодня игры держат пользователя в напряжении, трогают до глубины души и вызывают дрожь и слезы. И глубоко ошибается тот, кто все еще думает, что виртуальная реальность заперта по ту сторону монитора. Видеоигры моделируют наш мир. Убедитесь в этом, посмотрев сериал «Я, Видеоигра».

В июне по воскресеньям в 00:00
на *Discovery Channel*



discovery channel: ДЕЙСТВИТЕЛЬНО БОЛЬШИЕ ВЕЩИ

«Чем больше, тем лучше!» — утверждают авторы нового сериала «Действительно большие вещи», который стартует в июне на *Discovery Channel*. И с этим трудно не согласиться, глядя на монструозные механизмы, созданные человечеством ради собственного комфорта и процветания. Тут уж не до Фрейда. Эти огромные машины — сама прагматика и рациональность. В фильме «Действительно большие вещи» можно будет увидеть самый большой в мире автомобиль — карьерный самосвал высотой более 7 м, 85-тонные турбины самой большой в мире ветроэнергетической установки, гигантский бинокулярный телескоп, 3D-симулятор движения, созданный специально для NASA, и гораздо больше этого! Страхните с себя зачарованность нанотехнологиями и поддайтесь инстинктам: смотрите, как устроены и как работают самые большие в мире механизмы в новом фильме «Действительно большие вещи» в июне по вторникам в 23:00 на *Discovery Channel*.

Гигантомания — привычная болезнь человечества. Но исполины из фильма *Discovery Channel* «Действительно большие вещи» — не тот случай. Они большие, потому что этого требуют соображения эффективности. Например, чем больше лопасть ветрогенератора, тем больше его мощность. Платформа 3D-симулятора вертикального движения (*Vertical Motion Simulator*) позволяет перемещать кабину весом 70 т на 18 м по вертикали с ускорением порядка $3/4g$, при этом забортное изображение генерируется и выводится на окна кабины

в реальном времени. Грузоподъемность карьерного самосвала впечатляет не меньше: она составляет более 350 т. Миллион тонн продукции в год выдает самая большая в мире машина по производству бумаги. Какие уж там игрушки! На это стоит посмотреть, тем более что каждое представленное в фильме изобретение — уникально.

Смотрите в июне по вторникам в 23:00 на *Discovery Channel* сериал «Действительно большие вещи»



ТВОРЕЦ Кристаллов

В жизни выдающихся людей мы всегда ищем и находим цельность и замысел. Каждая мелочь в их судьбе кажется не случайной. Все будто подчинено некоей великой цели, которая, впрочем, становится очевидной далеко не сразу



Жорес Иванович Алферов — одно из наиболее ярких светил в созвездии российской и мировой науки. Без его открытий и изобретений невозможно было бы появление сотовых телефонов, лазерных проигрывателей, солнечных элементов для космических батарей и многого другого, без чего немыслимой представляется современная цивилизация и наша повседневная жизнь.

Апофеоз

Представьте себе залитый блеском тысяч ламп зал Концертного зала в Стокгольме: на сцене торжественно восседают члены Шведской Академии наук и Нобелевского комитета, в первом ряду волнуются лауреаты — черные фраки, белые бабочки, серебряные седины... Вот под звуки гимна Швеции в зал вступает королевская семья в сиянии драгоценностей, орденов и славы старинного монаршего рода. Король внимательно выслушивает короткие сообщения о сути исследований, удостоенных премии, и лично вручает диплом каждому лауреату. Награжденные медленной поступью, так чтобы не опередить монарха (таков протокол), выходят не сцену, принимают из высочайших рук главное свидетельство своих заслуг, три торжественных поклона — королю, членам Академии, зрителям. Затем выступление оркестра королевской филармонии, торжественный ужин... Церемониал разработан до мелочей и за сто лет существования премии не претерпел изменений.

10 декабря 2000 г. Нобелевская премия в области физики «За развитие полупроводниковых гетероструктур для высокоскоростной и оптоэлектроники» была вручена Ж.И. Алферову и американскому ученому Г. Кримеру, а также американцу Д. Килби за основополагающий вклад в создание интегральных схем. Примечательно, что работы Ж.И. Алферова, отмеченные высокой наградой, проводились еще в 1960–1970-х гг. и именно им мы обязаны новейшими достижениями нынешних передовых технологий. XX в. был веком физики, веком невиданного прорыва в неведомые прежде области, такие как ядерная энергетика, микроэлектроника, поэтому весьма показательно и даже, пожалуй, символично, что на рубеже веков и тысячелетий давно заслуженная награда наконец увенчала долгие годы неустанных поисков и трудов.

Начало

Но даже самый длинный путь начинается с первого шага. Свои первые шаги, в прямом и в переносном смысле, будущий нобелевский лауреат сделал в Витебске — его родители, Иван Карпович и Анна Владимировна, родом из Белоруссии. Отец, начавший службу в царской армии в чине унтер-офицера, в гражданскую войну уже командовал кавалерийским полком в Красной Армии. В 1935 г. Алферов-старший закончил Промакадемию и затем по долгу службы объездил всю страну вместе с женой и двумя сыновьями — старшим Марксом и младшим Жоресом («коммунистические» имена дал детям отец).

Начало войны совпало с назначением И.К. Алферова директором завода по производству пороховой целлюлозы, расположенного на Урале, в г. Туринске. Жорес Иванович учился в местной школе и летом работал на заводе. Война больно ранила семью Алферовых — в ходе Корсунь-Шевченковской операции погиб в бою 20-летний гвардии младший лейтенант Маркс Алферов — старший брат Жореса Ивановича.

С окончанием войны закончился и уральский период жизни — 9 мая 1945 г. Иван Карпович был вызван в Москву и получил новое назначение. Семья переехала в разрушенный войной Минск. Тут-то и произошла встреча девятиклассника Жореса Алферова с судьбой. Она явилась в облике влюбленного в свой предмет школьного физика Якова Борисовича Мельцерсона, который очаровал весь класс вдохновенными повествованиями о работе катодного осциллографа и принципах радиолокации. После окончания школы Жорес Иванович отправился в Ленинград продолжать знакомство с физикой.

Золотой медалист без вступительных экзаменов был принят на факультет электронной техники Ленинградского электротехнического института (ЛЭТИ) им. В.И. Ульянова (Ленина). Здесь, освоив теорию, он погрузился в практические занятия. На третьем курсе он пришел в вакуумную лабораторию профессора Б.П. Козырева, где включился в экспериментальную работу. Научным руководителем Алферова стала Н.Н. Созина, человек мудрый и добрый, специалист по полупроводниковым фотоприемникам в инфракрасной области спектра. Так в жизнь Жореса Ивановича вошли полупроводники, с которыми он больше не расставался.

Физтех

В 1953 г. после окончания ЛЭТИ Алферов к своей несказанной радости получил распределение в Физико-технический институт АН СССР им. А.Ф. Иоффе (Физико-технический институт АН СССР носит имя выдающегося ученого и организатора науки А.Ф. Иоффе с 1960 г.). По его мнению, именно это событие и предопределило его счастливую научную судьбу.

За несколько лет до этого, в 1947 г., американскими учеными Дж. Бардиным, У. Браттейном и У.Б. Шокли были созданы первые транзисторы — полупроводниковые устройства, исследованием которых в начале 1950-х гг. энергично занялся Физтех. Младший научный

сотрудник Алферов стал увлеченно работать. Кандидатская диссертация Жореса Алферова, защищенная в 1961 г., была посвящена разработке и исследованию германиевых и кремниевых мощных выпрямителей. В 1963 г. Ж.И. Алферов начал изучение полупроводниковых гетеропереходов.

Что слово сие означает?

Соединение двух различных по химическому составу полупроводников получило название гетероперехода. А полупроводниковая структура с несколькими гетеропереходами именуется гетероструктурой (принятое обозначение гетероструктур на основе соединений А и В — А/В, при этом соединения А и В называют гетеропарой).

Таким образом, гетероструктура представляет собой кристалл, в котором меняется химический состав и, соответственно, физические свойства. В итоге получается кристалл, обладающий совершенно иными качествами, чем исходный материал. А когда речь идет о наногетероструктурах, то вышеуказанные изменения происходят в наномасштабах (один нанометр — это 10 ангстрем или 10^{-9} метра). Старый друг Алферова, тоже нобелевский лауреат Лео Есаки как-то сказал, что гетероструктуры — это *man-made crystals*, то есть кристаллы, сделанные человеком. Все остальные гомоматериалы, полученные в лаборатории или обнаруженные в природе, это *God-made crystals* — кристаллы, созданные Богом.

Даже в классических гетероструктурах, где квантоворазмерные эффекты еще не действуют, минимальные (в доли микрона) изменения химического состава уже позволяли направлять движение потоков электронов и фотонов в другое русло, что дало возможность создавать приборы с принципиально новыми свойствами. Полупроводниковые лазеры, например, «научились» работать при комнатной температуре. Первый в мире полупроводниковый гетеролазер, непрерывно действовавший в таких условиях, зажегся в Физтехе в 1970 г. Так родились волоконно-оптическая связь, «иголки» в проигрывателях компакт-дисков и многое другое. Сегодня компоненты, основанные на гетероструктурах, используются почти во всех современных устройствах: в мобильных телефонах и солнечных батареях, в Интернете и светодиодах и т.д.

В поисках гетеропары

Защитив кандидатскую диссертацию, Алферов принял за исследование гетеропереходов: как можно изменить их свойства, как на них воздействует изменение света, температуры, какое влияние оказывают магнитные и электрические поля, каковы особенности новых структур и т.д. Молодой ученый только что не ночевал в лаборатории.

В 1963 г. Ж.И. Алферов и Г. Кремер независимо друг от друга сформулировали концепцию полупроводниковых лазеров на основе двойной гетероструктуры. Однако сначала научное сообщество с недоверием отнеслось к попыткам создания идеального гетероперехода с бездефектной границей, и сочли идею лазера на двойной ▶



гетероструктуре лишь красивой теорией, не способной привести к практическим результатам. Суть заключалась в том, что прежде всего требовалась подходящая гетеропара, т.е. два вещества с очень близкими постоянными решеток и сочетающимися параметрами. Кроме того, технологии выращивания полупроводниковых структур были в то время еще весьма примитивны. Впрочем, еще в 1915 г. было получено соединение $AlAs$, имеющее очень близкий к $GaAs$ период решетки, т.е. уже тогда существовала практически идеальная гетеропара. Однако $AlAs$ химически нестабилен и разлагается во влажной атмосфере, поэтому казалось, что изготовить на основе гетероструктур $GaAs/AlAs$ реально применимые устройства вряд ли возможно. Ж.И. Алферов и его сотрудники взяли за основу другую гетеропару — $GaAs/GaAsP$ ($GaAsP$ — трехкомпонентный твердый раствор $GaAs_xP_{1-x}$). Однако в силу ряда обстоятельств полученная лазерная генерация происходила лишь при низких температурах. Приходилось искать другие варианты. И тут произошла одна из тех судьбоносных случайностей, которая определила дальнейшие исследования. Один из членов научной группы Ж.И. Алферова, Д.Н. Третьяков, узнал, что его товарищ из другой лаборатории А.С. Борщевский хранил в ящике стола мелкие, поликристаллические образцы твердого раствора $AlGaAs$, которые благополучно пролежали там более двух лет, и за это время с ними ничего не случилось. Исследователи были счастливы: гетеропара $GaAs/AlGaAs$ позволяла создать решеточно-согласованную гетероструктуру, т.е. избежать возникновения в структуре напряжений. В основу дальнейших исследований легли эпитаксиальные методы, позволяющие управлять основными параметрами полупроводника, такими как ширина запрещенной зоны, величина электронного сродства, эффективная масса носителей тока, показатель преломления и т.д., внутри единого монокристалла. Изучение свойств гетероперехода $GaAs/AlGaAs$ и усовершенствование технологии выращивания структур (жидкофазной эпитаксии) позволило в 1970 г. осуществить непрерывную лазерную генерацию при комнатной температуре. Открытие идеальных гетеропереходов

и новых физических явлений — «суперинжекции», электронного и оптического ограничения в гетероструктурах — позволило не только поднять качество уже существующих полупроводниковых приборов, но и создать принципиально новые устройства, которые нашли применение в оптической и квантовой электронике. Новый этап исследований гетеропереходов в полупроводниках Жорес Иванович обобщил в докторской диссертации, которую успешно защитил в 1970 г. Достижения советских физиков дали мощный толчок стремительному развитию технологий полупроводниковых гетероструктур и квантовой полупроводниковой микроэлектроники.

Наука плюс образование

Однако не только наука увлекала Алферова. Он читал блистательные лекции студентам в ЛЭТИ и осуществил синтез науки и образования. Сама идея была не нова. Суть ее в том, чтобы действующие ученые вели занятия в вузах, а вузовская профессура имела возможность работать в академических институтах, выступать в роли консультантов на промышленных предприятиях. Еще в 1919 г. А.Ф. Иоффе организовал в Политехническом институте физико-механический факультет, где преподавали главным образом сотрудники Физтеха. Там читали лекции такие выдающиеся представители российской науки, как И.В. Курчатов, А.Л. Александров, Я.Б. Зельдович, М.И. Френкель, Ю.Б. Харитон, лауреаты Нобелевской премии П.Л. Капица, Н.Н. Семенов, Л.Д. Ландау. Увы, в 1955 г., в ходе очередной реформы Н.С. Хрущева не только прекратил свое существование физико-механический факультет, но пошатнулась и вся система высшего образования. В 1973 г. Алферов начал возрождать «союз физмеха и физтеха». Сегодня Физтех под руководством Алферова превратился в крупнейший научно-образовательный комплекс. В 1988 г. Ж.И. Алферов открыл в Политехническом институте физико-технический факультет. А еще раньше при ФТИ им. А.Ф. Иоффе был основан физико-технический лицей. В результате возникла мощная научно-образовательная база, в которую вошли лицей, кафедра оптоэлектроники ЛЭТИ и физико-технический факультет Технического университета. Разумеется, возникла необходимость собрать все подразделения под одной крышей. На это ушел не один год, и наконец 1 сентября 1999 г. здание Научно-образовательного центра (НОЦ) открыло свои двери слушателям. По мнению Алферова, разумное и плодотворное соединение науки и образования должно стать залогом возрождения не только системы высшего образования, но и государства в целом, поскольку в основе его процветания должна лежать наукоемкая промышленность, что невозможно без квалифицированных кадров и передовых технологий.

Золотой век физики

Нобелевская премия Алферова увенчала конец XX столетия, которое принято считать веком физики. Не следует думать, что эта наука исчерпала себя — наоборот,

она вступает в некую новую фазу. Сто лет назад появилась квантовая физика, рождению которой способствовал кризис классической физики. Макс Планк выдвинул идею кванта излучения и получил верную формулу распределения спектральной плотности излучения. Затем Эйнштейн, основываясь на квантовой природе света, предложил теорию фотоэффекта. Так было положено начало развитию квантовой физики. Затем была создана квантовая механика: прежде всего, стоит упомянуть труды Вернера Гейзенберга, уравнение Эрвина Шредингера, работы Поля Дирака... Середина и конец 1920-х гг. стали периодом оформления этих наук, которое, однако, связано с определенным кризисом в понимании экспериментальных процессов. В области физики полупроводников подобный перелом еще не наступил.

Но вернемся немного назад. С тех пор как появились интегральные схемы, минуло уже более сорока лет, и все это время развитие микроэлектроники шло по пути непрерывного уменьшения размера основных компонентов, прежде всего транзисторов. Сегодня на одном кристалле, на одном кремниевом чипе умещаются сотни миллионов транзисторов. Их размеры таковы, что дальше уменьшать их невозможно в принципе. Все современные вычислительные машины построены на так называемой алгебре Буля, где переключение транзисторов происходит между состояниями «да/нет», «ноль/единица». В акте переключения сейчас участвует примерно тысяча электронов, через пять лет достаточно будет и десяти, а лет через пятнадцать хватит и пол-электрона. Здесь и начинают работать так называемые квантоворазмерные эффекты. В гетероструктурах они используются уже тридцать с лишним лет. Но наступает период, когда, вероятно, придется строить новые компоненты, в которых будет использоваться разница в спине электрона, в его вращении в ту или иную сторону.

Говорить о том, что предстоит новая революция в физике, преждевременно. Но очевидно, что ее планомерному развитию приходит конец, и скоро мы окажемся перед массой принципиально новых проблем.

На пороге новой эры

В начале 1990-х гг. Алферов и его коллеги вплотную занялись получением и исследованием свойств наноструктур пониженной размерности: квантовых проволок и квантовых точек. В 1993–1994 гг. впервые в мире были созданы гетеролазеры на основе структур с квантовыми точками — «искусственными атомами». А год спустя был продемонстрирован инжекционный гетеролазер на квантовых точках, работающий в непрерывном режиме при комнатной температуре. Важным шагом стало расширение спектрального диапазона лазеров с использованием квантовых точек на подложках GaAs. Так родилась «зонная инженерия» — принципиально новый тип электроники, основанный на гетероструктурах с очень широким диапазоном применения. В частности, были разработаны технологии нового

ЖОРЕС ИВАНОВИЧ АЛФЕРОВ

- Академик Российской Академии наук, избран 15 марта 1979 г. Вице-президент АН СССР, затем РАН с 25 апреля 1990 г. Специалист в области физики полупроводников, полупроводниковой и квантовой электроники.
- Лауреат Ленинской премии (1972) и Государственной премии СССР (1984). Награжден Золотой медалью Баллантайна (1971) Франклиновского института (США), Хьюлет-Паккардовой премией Европейского физического общества (1972), медалью Х. Велькера (1987), премией А.П. Карпинского и премией А.Ф. Иоффе Российской Академии наук, Общенациональной неправительственной Демидовской премией РФ (1999), премией Киото за передовые достижения в области электроники (2001), Государственной премией РФ (2002), премией «Глобальная энергия» (2005). Лауреат Нобелевской премии по физике 2000 г. «за развитие полупроводниковых гетероструктур для высокоскоростной и оптоэлектроники».
- Почетный доктор многих университетов и почетный член многих иностранных академий, в том числе Польской академии наук, Национальной академии наук США и Национальной инженерной академии наук США, Национальных академий наук Италии, Китая, Кубы и др.
- Председатель Президиума Санкт-Петербургского научного центра.
- Научный руководитель физико-технического института им. А.Ф. Иоффе (в 1987–2003 гг. — директор).
- Председатель-организатор Санкт-Петербургского Физико-технологического Научно-образовательного центра РАН. Декан физико-технического факультета Санкт-Петербургского Государственного технического университета.
- Ректор-организатор Академического физико-технологического университета (АФТУ РАН) — первого высшего учебного заведения, входящего в систему РАН (2002).
- Инициатор создания премии «Глобальная энергия» (учреждена в 2002 г.).
- Учредитель (2001) и Президент Фонда поддержки образования и науки (Алферовского фонда).
- Депутат Государственной Думы, член Комитета ГД по образованию и науке.

поколения квантоворазмерных лазеров на короткопериодных сверхрешетках с рекордно низкой величиной пороговой плотности тока; созданы концепции получения полупроводниковых наноструктур с размерным квантованием в двух и трех измерениях; осуществлена демонстрация уникальных физических свойств структур на основе квантовых точек, созданы на их базе инжекционные лазеры.

По сути дела, на наших глазах рождается новое поколение техники. К современным информационным системам предъявляются два основных требования: они должны быстро передавать большой объем информации и при этом легко умещаться в офисе, дома, в портфеле или кармане.

Эпилог

В своей книге «Физика и жизнь» (она вышла в издательстве «Наука» в 2000 г.) Ж.И. Алферов писал: «Все, что создано человечеством, создано благодаря науке. И если уж суждено нашей стране быть великой державой, то она ею будет не благодаря ядерному оружию или западным инвестициям, не благодаря вере в Бога или Президента, а благодаря труду ее народа, вере в знание, в науку, благодаря сохранению и развитию научного потенциала и образования». ■

Ольга Закутняя и Дарья Костикова



Кристофер Конселис

НЕВИДИМАЯ РУКА ВСЕЛЕННОЙ

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

В 1998 г. произошло одно из наиболее выдающихся космологических открытий XX в.: астрономы пришли к выводу о существовании неизвестной формы энергии, постоянно действующей и управляющей судьбой космоса, но оставшейся неведомой, — так называемой темной энергии. Она составляет большую часть Вселенной, и если данное утверждение выдержит проверку временем, то недалек тот день, когда станет возможным появление новых физических теорий.

Несмотря на то, что темная энергия была обнаружена на основании ее влияния на Вселенную в целом, она также может определять эволюцию отдельных космических обитателей — звезд, галактик и их скоплений.

По иронии судьбы всеобъемлющий характер темной энергии как раз и делает ее трудно узнаваемой. В отличие от обычного вещества она равномерно распределена повсюду, и независимо от места имеет одну и ту же плотность, около 10^{-26} кг/м³, что равноценно нескольким атомам водорода на кубометр. Вся темная энергия в пределах Солнечной системы по массе равна одному маленькому астероиду, поэтому в жизни планет ее роль ничтожна. Заметным ее влияние становится только на больших расстояниях и в течение длительного времени.

Еще Эдвин Хаббл установил, что все галактики, кроме ближайших, удаляются от нас. Скорость их удаления пропорциональна расстоянию: чем оно больше, тем быстрее галактика «убегает». Это означает, что разбегаются не сами галактики, а их уносит расширяющееся пространство Вселенной (см.: Дэвис Т. и Линевивер Ч. Парадоксы Большого взрыва // ВМН, № 6, 2005). Несколько десятилетий астрономы пытались ответить на вопрос: как со временем изменяется скорость расширения? Считалось, что она должна снижаться, т.к. гравитационное притяжение галактик друг к другу противодействует расширению.

Первое четкое указание на изменение в скорости расширения было получено при наблюдении далеких сверхновых. Эти массивные взрывающиеся звезды используются как показатель космического расширения, подобно тому, как, следя за сплавляемым лесом, измеряют скорость течения реки. Наблюдения за сверхновыми показали, что в прошлом расширение происходило медленнее, чем сегодня, значит, оно ускоряется. Точнее говоря, сначала оно замедлялось, но в какой-то момент все изменилось, и оно начало наращивать скорость (см.: Рисс А. и Тернер М. От замедления к ускорению // ВМН, № 5, 2004). Данный результат позже был подтвержден ►

независимыми наблюдениями реликтового излучения, например, с помощью космической обсерватории WMAP (*Wilkinson Microwave Anisotropy Probe*).

На межгалактических масштабах действуют иные законы гравитации, чем на меньших расстояниях, и поэтому притяжение галактик не может сдерживать расширение. Согласно популярной гипотезе, законы гравитации всюду одинаковы, однако неизвестная ранее форма энергии противостоит ей и, преодо-

нитей длиной в десятки миллионов световых лет, разделенных пустотами такого же масштаба. Моделирование показывает: чтобы возникла такая картина, потребуются как вещество, так и темная энергия.

В этом нет ничего удивительного. Нити и пустоты не являются связанными телами, такими как, например, планеты. Они не отделены от общего космического расширения и не обладают внутренним равновесием сил. Просто это особенности распределения вещества, возникшие в борь-

они состоят. Галактики растут только за счет аккреции вещества из межгалактического пространства и поглощения других галактик. Космическое расширение не оказывает на них заметного влияния. Таким образом, темная энергия вряд ли поведает нам о том, как они сформировались. То же касается и их скоплений — самых больших объединенных объектов во Вселенной, погруженных в громадное облако горячего газа и удерживаемых гравитацией.

Похоже, темная энергия может быть главным связующим звеном между различными теориями формирования галактик и их скоплений, еще недавно казавшимися независимыми. На это указывает то обстоятельство, что эволюция таких систем частично обусловлена взаимодействием и слиянием галактик, на которые может существенно влиять темная энергия.

Современные теории исходят из того, что вещество бывает двух типов. Первый из них — обычное вещество, частицы которого охотно взаимодействуют друг с другом, а если они имеют электрический заряд, то и с электромагнитным излучением. Астрономы называют такое вещество «барионным», поскольку его основная составляющая — барионы, т.е. протоны и нейтроны. Второй тип — темная материя (не путать с темной энергией), которой очень много. Она составляет 85% всего вещества, а ее характерная особенность состоит в том, что ее частицы не взаимодействуют с излучением. В смысле гравитации темное вещество ничем не отличается от обычного барионного.

Согласно моделям, сразу после Большого взрыва темное вещество начало собираться в сферические сгущения, которые астрономы называют «галло». Барионы же, напротив, сначала не сгущались: взаимодействуя друг с другом и с излучением, они оставались в горячей, газообразной фазе. При расширении Вселенной этот газ остывал, и барионы тоже получили возможность сгущаться. Первые звезды и галактики сформировались из остывшего

Темная энергия может быть главным связующим звеном между различными теориями формирования галактик, ранее считавшимися независимыми

левая взаимное притяжение галактик, заставляет их разбегаться все быстрее. Несмотря на то, что темная энергия практически не ощущается в нашей Галактике, она становится наиболее мощной космической силой.

Космический скульптор

Изучая новое явление, астрономы обнаружили, что темная энергия не только определяет скорость расширения Вселенной, но и приводит к долговременным последствиям на меньших расстояниях. Переходя от масштабов всей Вселенной к отдельным ее частям, вы в первую очередь замечаете, что вещество распределено в виде паутины — тонких

бе космического расширения с его гравитацией. В нашей Вселенной ни один из участников такого сражения не стал победителем. Если бы способствующая расширению темная энергия была мощнее, расширение бы «одержало верх», и вещество рассеялось бы и не сосредоточилось в нитях. А если бы темная энергия была слабее, вещество уплотнилось бы больше, чем сейчас.

Ситуация усложняется, когда мы переходим к масштабам отдельных галактик и их скоплений. Галактики, в том числе и наша, не расширяются. Их размер контролируется равновесием между гравитацией и орбитальным движением звезд, газа и прочего вещества, из которого

ОБЗОР: ТЕМНАЯ ЭНЕРГИЯ

- Темная энергия, на которую возлагают ответственность за ускорение космического расширения, — неизвестная субстанция, действующая на Вселенную как антигравитационная сила.
- Выяснилось, что темная энергия оказывает влияние и на вещество внутри Вселенной. Она способствует сохранению характерных деталей в распределении вещества на больших расстояниях. В меньших масштабах она, видимо, еще 6 млрд. лет назад прекратила рост скоплений галактик.
- На еще меньших расстояниях темная энергия снижает скорость столкновения и слияния галактик, влияющую на их эволюцию. Если бы она была слабее или сильнее, скорость звездообразования в нашей Галактике была бы ниже, и не родились бы в достаточном количестве тяжелые элементы, из которых состоит наша планета.

СВИДЕТЕЛЬСТВА СУЩЕСТВОВАНИЯ ТЕМНОЙ ЭНЕРГИИ

ВЗРЫВЫ СВЕРХНОВЫХ

В расширяющейся Вселенной галактики разбегаются со скоростью, зависящей от расстояния между ними. Красное смещение спектральных линий сверхновых указывает скорость галактики, а яркость звезды — расстояние. Оказывается, миллиарды лет назад галактики разбежались медленнее, чем это можно представить при помощи простой экстраполяции современной скорости. В какой-то момент расширение стало ускоряться — так проявила себя темная энергия

КОСМИЧЕСКОЕ РЕЛИКТОВОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ

В распределении температуры реликтового излучения на небе видны пятна, размер которых отражает геометрию пространства, т.е. указывает плотность Вселенной, которая больше, чем дает все вещество — как обычное, так и темное. Разница может содержаться в темной энергии. Кроме того, на картину реликтового излучения влияет гравитационное поле космических структур. Сила

влияния зависит от изменения скорости расширения Вселенной со временем и совпадает со значением, обусловленным темной энергией

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ГАЛАКТИК

Галактики разбросаны по небу не хаотически. Они объединены в структуры, и некоторые из них напоминают пятна в картине реликтового излучения. Их можно использовать для измерения полной массы Вселенной и подтверждения существования темной энергии

ГРАВИТАЦИОННОЕ МИКРОЛИНЗИРОВАНИЕ

Любая масса действует как линза (ее притяжение искривляет лучи света), которая, как кривое зеркало, может дать несколько изображений, если источник света располагается прямо за ней. А подобное совпадение тем вероятнее, чем больше Вселенная, размер которой, в свою очередь, зависит от количества темной энергии. Чем меньше масса линзы, тем слабее она отклоняет свет. Изучение данного



Сверхновая 1994D в галактике NGC 4526

эффекта позволит выявить рост скопления вещества и найти вклад темной энергии

СКОПЛЕНИЯ ГАЛАКТИК

Рентгеновские наблюдения рассказывают об эволюции массы в скоплениях галактик. Благодаря темной энергии можно объяснить, где и как они сформировались

газа спустя несколько сотен миллионов лет после Большого взрыва — и не в случайных местах, а в центрах гало, состоящих из темной материи, которые к тому времени уже существовали.

Начиная с 1980-х гг. теоретики создали детальные компьютерные модели данного процесса. Например, группы Саймона Уайта (Simon D. M. White) из Астрофизического института Макса Планка в Гарчинге (Германия) и Карлоса Френка (Carlos S. Frenk) из Даремского университета в Англии показали, что первые структуры в основном были небольшими маломассивными гало из темной материи. А т.к. ранняя Вселенная была весьма плотной, эти маломассивные гало (и содержащиеся в них галактики) сливались, образуя системы большей массы. Поэтому формирование галактик было процессом наращивания, наподобие строительства домика из кубиков конструктора «Лего». Мы попытались проверить модели, наблюдая, как далекие

галактики сливаются на протяжении космического времени.

Формирование галактик затухает

Компьютерное моделирование показывает, что при слиянии галактик друг с другом их форма существенно искажается. Самые ранние из них мы наблюдаем сейчас при возрасте Вселенной около миллиарда лет. Но с течением времени слияние крупных галактик происходит все реже. В течение первой половины космической истории (от 2 до 6 млрд. лет после Большого взрыва) доля сливающихся массивных галактик уменьшилась с половины практически до нуля. С тех пор распределение галактик по формам почти не менялось, а значит, столкновения и слияния стали редким явлением.

В современной Вселенной 98% массивных галактик либо спиральные, либо эллиптические. А если бы происходили слияния, то их форма

была бы нарушена. К тому же они состоят в основном из старых звезд, а это свидетельствует о том, что сформировались они давно и с тех пор не меняют своих правильных очертаний.

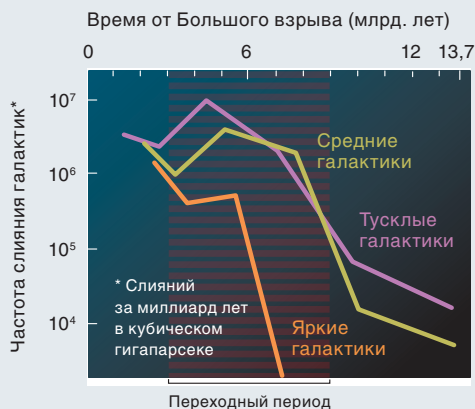
Когда закончилась первая половина истории Вселенной, замедлилось не только слияние галактик, но и формирование звезд, в основном родившихся на заре мироздания. Это заметили еще в 1990-е гг. группы Саймона Лилли (Simon J. Lilly) из университета в Торонто, Пьеро Маду (Piero Madau) из Института космического телескопа и Чарльза Стейдела (Charles C. Steidel) из Калифорнийского технологического института. Позже выяснилось, что звездообразование в массивных галактиках прекратилось очень рано. Во второй половине истории Вселенной только в маломассивных системах продолжалось формирование звезд с заметной скоростью. Такую смену мест звездообразования называют «измельчанием галактик» ▶

ПОД КОНТРОЛЕМ ТЕМНОЙ ЭНЕРГИИ

Несмотря на то, что сразу после Большого взрыва все начало развиваться стремительно, строительство Вселенной вскоре замедлилось. Вначале галактики сливались, меняли форму и активно формировали звезды, но эта деятельность начала затухать, когда темная энергия по мощи сравнялась с веществом (коричневая область на графиках). Совпадение?

ГАЛАКТИКИ ПЕРЕСТАЛИ ОБЪЕДИНЯТЬСЯ

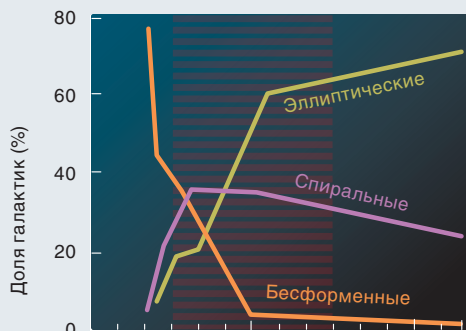
Самые яркие галактики перестали сталкиваться и сливаться, когда Вселенной было около 6 млрд. лет. Более блеклые из них продолжали сливаться, но с меньшим энтузиазмом



Сливающиеся галактики NGC 4676

ГАЛАКТИКИ ОБРЕЛИ ПРАВИЛЬНУЮ ФОРМУ

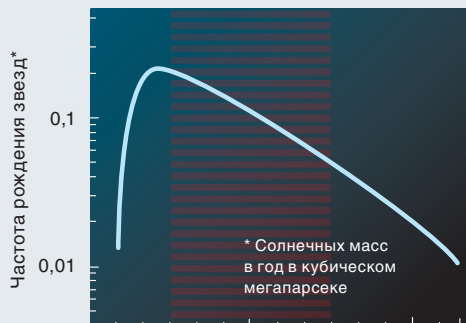
Раньше большинство галактик выглядело бесформенными — признак их недавнего слияния друг с другом. Но по мере уменьшения частоты слияний самыми распространенными стали спиральные и эллиптические галактики



Компактная группа галактик Хиксон 87

ЗВЕЗДООБРАЗОВАНИЕ ЗАМЕДЛИЛОСЬ

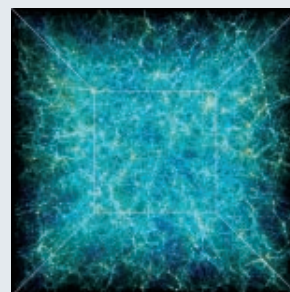
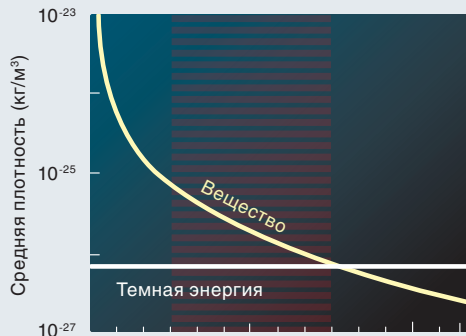
В ранней Вселенной активно рождались звезды. Но вскоре, достигнув пика, частота рождения звезд стала снижаться. Сейчас она слабее, чем когда-либо



Новые звезды в скоплении Трапеция

ТЕМНАЯ ЭНЕРГИЯ ВСТУПАЕТ В ИГРУ

Наблюдаемые явления могут быть связаны с тем, что при расширении Вселенной вещество становилось менее плотным и, когда оно сравнялось по плотности с темной энергией (в простейшей модели она постоянна), расширение от замедления перешло к ускорению. Галактики начали разбегаться быстрее, и у них стало меньше возможностей сталкиваться или захватывать газ для звездообразования



Модель распределения вещества

LUCY READING-IKANDA (graphs); ANDREW HOPKINS University of Sydney (source of star formation rate graph); NASA/ACS SCIENCE & ENGINEERING TEAM (merging galaxies); NASA/ESA/STSC/HUBBLE HERITAGE TEAM Photo Researchers, Inc. (Hickson Group); NASA/K. L. LUMMAN (Hickson 87); SCOTT SHERWIN AND C. SCHNEIDER (Virgo); VIRGO SUPERCOMPUTING CONSORTIUM OF THE MAX PLANCK SOCIETY IN GARCHING AND THE INSTITUTE FOR COMPUTATIONAL COSMOLOGY (simulation of matter distribution)

(см.: Баджер Э. *Космос: кризис среднего возраста* // *ВМН*, № 4, 2005). Все это выглядит парадоксально. Согласно теории формирования галактик, вначале должны рождаться небольшие галактики, а при их слиянии возникать более крупные. Но история формирования звезд показывает обратное: вначале светила рождались только в массивных галактиках, а затем инициатива перешла к их небольшим собратьям.

Еще одна загадка состоит в том, что формирование сверхмассивных черных дыр в центрах галактик существенно замедлилось. Именно они и служат источником энергии квазаров и других типов активных галактик, которые в современной эпохе встречаются редко. В нашей и сосед-

устремлялся к центру звездных систем, росли черные дыры. Но пространство расширялось, вещество редело, и его гравитация ослабевала, в то время как мощь темной энергии не менялась. Со временем баланс сил изменился, и замедленное расширение сменилось ускоренным. Структуры, в которых существовали галактики, разрывались на части, что приводило к постепенному снижению частоты слияния галактик. Межгалактический газ все менее охотно падал в галактики, и черные дыры, лишённые пищи, становились спокойнее.

Вероятно, описанные события и привели к измельчанию популяции галактик. Наиболее массивные гало из темной материи с внедрен-

объединяться, но звездообразование в них будет очень слабым из-за дефицита холодного газа. В то время как активность массивных галактик слабеет, менее массивные продолжают сливаться и порождать звезды. В результате более крупные галактики обретают свою форму раньше менее значительных, что и подтверждается наблюдениями. Возможно, темная энергия управляет данным процессом, определяя темп кластеризации галактик и частоту их слияния. Она же контролирует эволюцию скопления галактик.

Далекое скопления, наблюдаемые нами в ту эпоху, когда Вселенная была вдвое моложе, уже были такими же массивными, как и современные, и за последние 6–8 млрд. лет существенно не подросли. Это указывает на то, что слияние галактик в скопления прекратилось в те времена (явный признак влияния темной энергии на крупномасштабное взаимодействие галактик). В середине 1990-х гг. астрономы установили, что скопления галактик не растут последние 8 млрд. лет, и это приписывали меньшей, чем предсказывает теория, плотности вещества. Обнаружение темной энергии сняло противоречие между теорией и наблюдениями.

Еще несколько лет назад исследователи считали, что соседние с нами галактики, известные как Местная группа, т.е. Млечный Путь и его ближайшая соседка Туманность Андромеды со всеми своими спутниками, должны упасть на соседнее скопление в Деве (*Virgo*). Но сейчас представляется, что нам удастся ▶

Когда Вселенная была вдвое моложе, слияния галактик прекратились и черные дыры успокоились

них галактиках черные дыры ведут себя спокойно. Как соотносятся данные изменения с эволюцией галактик? Не исключено, что главную роль здесь играет темная энергия.

В тисках темной энергии

Некоторые астрономы считают, что внутренние процессы, происходящие в галактиках, такие как выделение энергии черными дырами и сверхновыми, затормозили их эволюцию и рождение в них звезд. Однако темная энергия выглядит более фундаментальной силой, способной связать указанные явления. Основным аргументом в пользу данного утверждения — примерное совпадение по времени окончания формирования галактик и их скоплений с началом доминирования темной энергии, что произошло, когда Вселенная достигла «среднего» возраста.

До того времени плотность вещества была так высока, что взаимное притяжение галактик преобладало над влиянием темной энергии. Галактики встречались друг с другом и часто сливались. Когда газовые облака сталкивались внутри галактик, рождались звезды, а когда газ

ными в них галактиками располагаются ближе всего к центрам скоплений. Они существуют по соседству с другими массивными гало, поэтому и сталкиваются друг с другом они начали раньше, чем маломассивные системы. При этом в них происходит вспышка звездообразования. Новорожденные звезды ярко светятся, а затем взрываются, разогревая газ и не давая ему сжиматься в новые светила. Так звездообразование заглушает само себя: звезды разогревают газ, из которого они формируются, и тем самым предотвращают рождение новых. Черная дыра в центре такой галактики действует как еще один глушитель звездообразования. Слияние галактик питает газом черные дыры, заставляя их выбрасывать газовые струи (джеты), которые нагревают окружающий газ, не давая ему остывать и сжиматься в новые звезды.

Если в массивной галактике прекратилось звездообразование, то, скорее всего, оно уже не возобновится: газ в таких системах или уже истощился или стал таким горячим, что быстро остыть не может. Массивные галактики могут продолжать

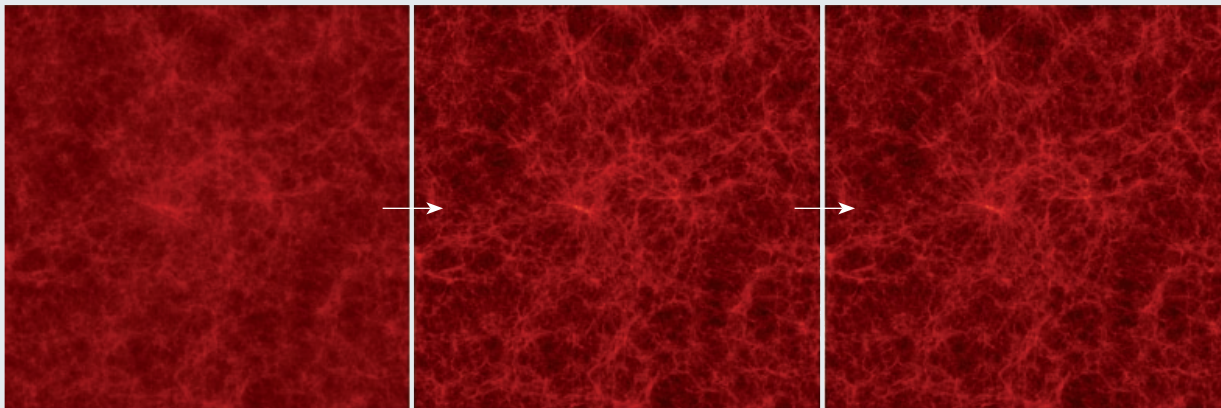
ОБ АВТОРЕ

Кристофер Конселис (Christopher Conselice) — преподаватель Ноттингемского университета в Англии, куда он недавно перешел из Калифорнийского технологического института, специалист по формированию галактик, руководит несколькими наблюдательными программами в оптическом и инфракрасном диапазонах на наземных и космических телескопах.

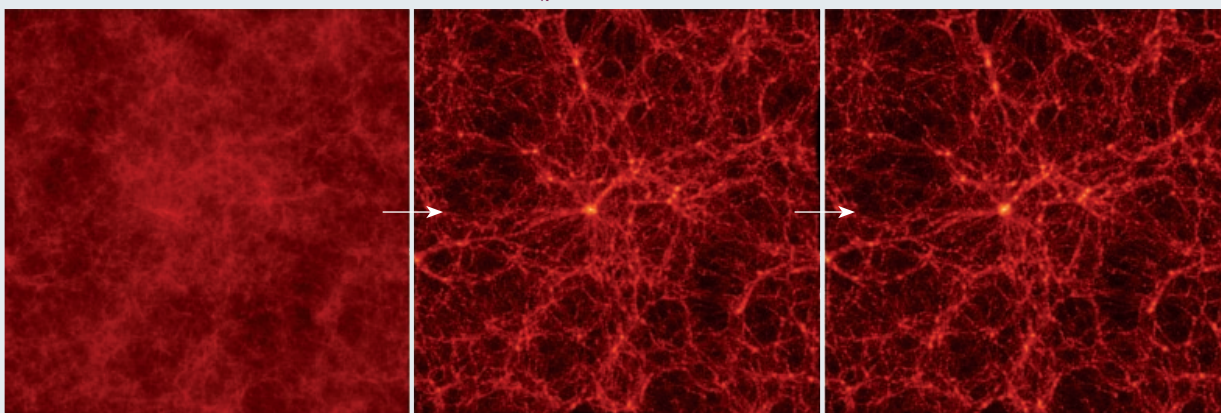
СЦЕНАРИИ «ЧТО БЫЛО БЫ, ЕСЛИ...»

Если бы во Вселенной было больше темной энергии, она выглядела бы совсем иначе. Космическое ускорение началось бы раньше, вещество разбегалось бы быстрее и остановило бы формирование больших структур еще в зародыше. Если бы темной энергии было меньше, все было бы наоборот. Каждый квадрат на этом рисунке представляет область, размер которой сегодня равен одному миллиарду световых лет и которая содержит 27 млн. частиц, представляющих галактики. В данной модели плотность темной энергии предполагалась постоянной, как в пространстве, так и во времени. Величина Ω_Λ — важный космологический параметр, указывающий современную плотность темной энергии

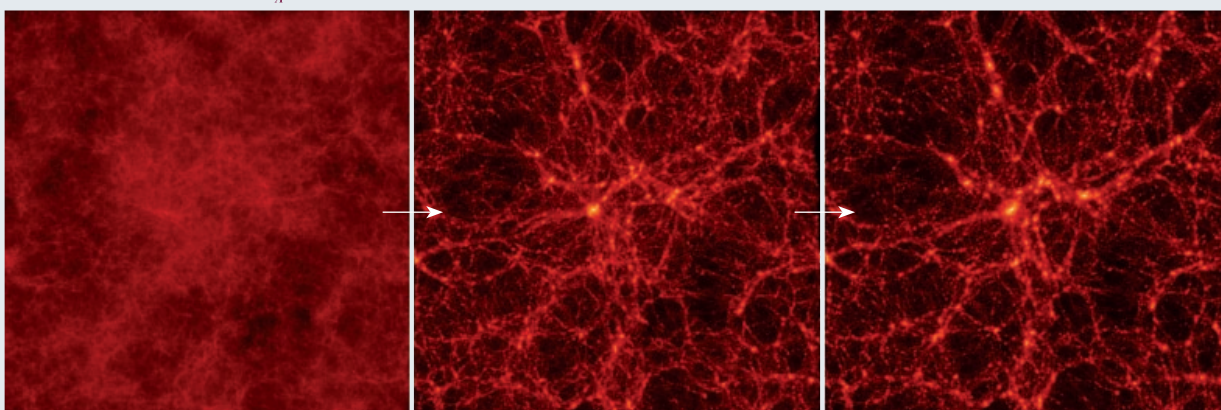
БОЛЬШЕ ТЕМНОЙ ЭНЕРГИИ $\Omega_\Lambda = 0,99$



НАБЛЮДАЕМОЕ КОЛИЧЕСТВО ТЕМНОЙ ЭНЕРГИИ $\Omega_\Lambda = 0,75$



НЕТ ТЕМНОЙ ЭНЕРГИИ $\Omega_\Lambda = 0$



РАННЯЯ ВСЕЛЕННАЯ: Когда размер Вселенной составляет 1/6 современного, вещество равномерно распределено во всех трех моделях. Темная энергия пока не оказывает заметного влияния

ПЕРЕХОДНЫЙ ПЕРИОД: Когда размер Вселенной составляет 75% по сравнению с современным, влияние темной энергии очень велико. В сценарии с мощной темной энергией (*верхний ряд*) Вселенная выглядит хаотичной. В двух других сценариях формирование структур все еще продолжается: образуются тонкие нити

НАША ЭПОХА: во Вселенной с наблюдаемым количеством темной энергии (*средний ряд*) формирование крупномасштабных структур завершено, при этом тонкие нити оказались застывшими. В сценарии с нулевой темной энергией (*нижний ряд*) нити продолжают расти

избежать такой судьбы, и наша планета не станет частью большого скопления галактик. Дело в том, что темная энергия увеличивает расстояние между Землей и скоплением в Деве быстрее, чем местная группа движется туда.

Препятствуя эволюции скоплений, темная энергия контролирует и морфологический состав галактик. В скоплениях есть все условия для формирования разных типов галактик, таких как линзовидные, гигантские эллиптические и карликовые эллиптические галактики. Регулируя их способность объединяться в скопления, темная энергия определяет относительное число разных их типов.

Пространство пустеет, превращая нашу галактику и ее ближайших соседей в одинокий остров

Слияния галактик, активность черных дыр и звездообразование со временем ослабевают и, возможно, данные процессы взаимосвязаны. Обзоры, проводимые телескопом «Хаббл», рентгеновским телескопом «Чандра» и мощными наземными телескопами, дают изображения и спектры, которые позволяют в ближайшие годы проследить всю цепь событий. Одно из важных направлений в данной работе — перепись далеких активных галактик и определение времени их последнего слияния. Такой анализ может потребовать разработки новых теоретических подходов, что и планируется осуществить в ближайшие годы.

Нарушение баланса

Ускоренно расширяющаяся Вселенная, в которой доминирует темная энергия, позволяет лучше всего объяснить наблюдаемые изменения в мире галактик, а именно, прекращение их слияний и вызванных ими последствий, таких как затухание активного звездообразования и морфологическая эволюция галактик. Если бы темной энергии не существовало, то слияния галактик

продолжались бы дольше, и Вселенная сейчас содержала бы больше массивных галактик со старым звездным населением. Кроме того, было бы меньше маломассивных систем, и спиральные галактики, подобные нашей, были бы очень редки (спирали не выдерживают слияний). Крупномасштабные системы галактик были бы плотнее, и их слияния происходили бы чаще.

Если бы темная энергия была мощнее, то во Вселенной было бы намного меньше слияний, а галактики и их скопления стали бы менее массивными. Увеличилось бы число спиральных и маломассивных карликовых неправильных галактик, поскольку слияния происходили бы

редко. А скопления галактик стали бы гораздо менее массивными, а может быть, и не существовали бы совсем. Вероятно, звезды рождались бы очень редко, и большая часть барионной массы в нашей Вселенной все еще находилась бы в газообразном состоянии.

Тем не менее, эволюция галактик имеет прямое отношение к нашему существованию. В звездах рождаются химические элементы тяжелее лития, необходимые для формирования планет земного типа и для зарождения на них жизни. Слабое звездообразование может означать, что данные элементы не появятся в достаточном количестве, и во Вселенной будет мало планет, следовательно, жизнь может не возникнуть. Так что темная энергия могла оказать решающее влияние на многие на первый взгляд не связанные между собой свойства Вселенной и, возможно, даже на историю нашей планеты.

Темная энергия еще не закончила свою работу. С одной стороны, она полезна, поскольку должна предотвратить сжатие Вселенной, которого еще недавно опасались

астрономы. Но темная энергия несет и некую опасность. Самое безобидное — она расталкивает галактики, которые разбегаются все быстрее, так что со временем мы потеряем их из виду. Пространство пустеет, превращая нашу галактику и ее соседей в изолированный остров. Скопления галактик, галактики и даже звезды разбредаются в межгалактическом пространстве, постепенно уменьшая сферу своего гравитационного влияния, доводя ее до собственных размеров.

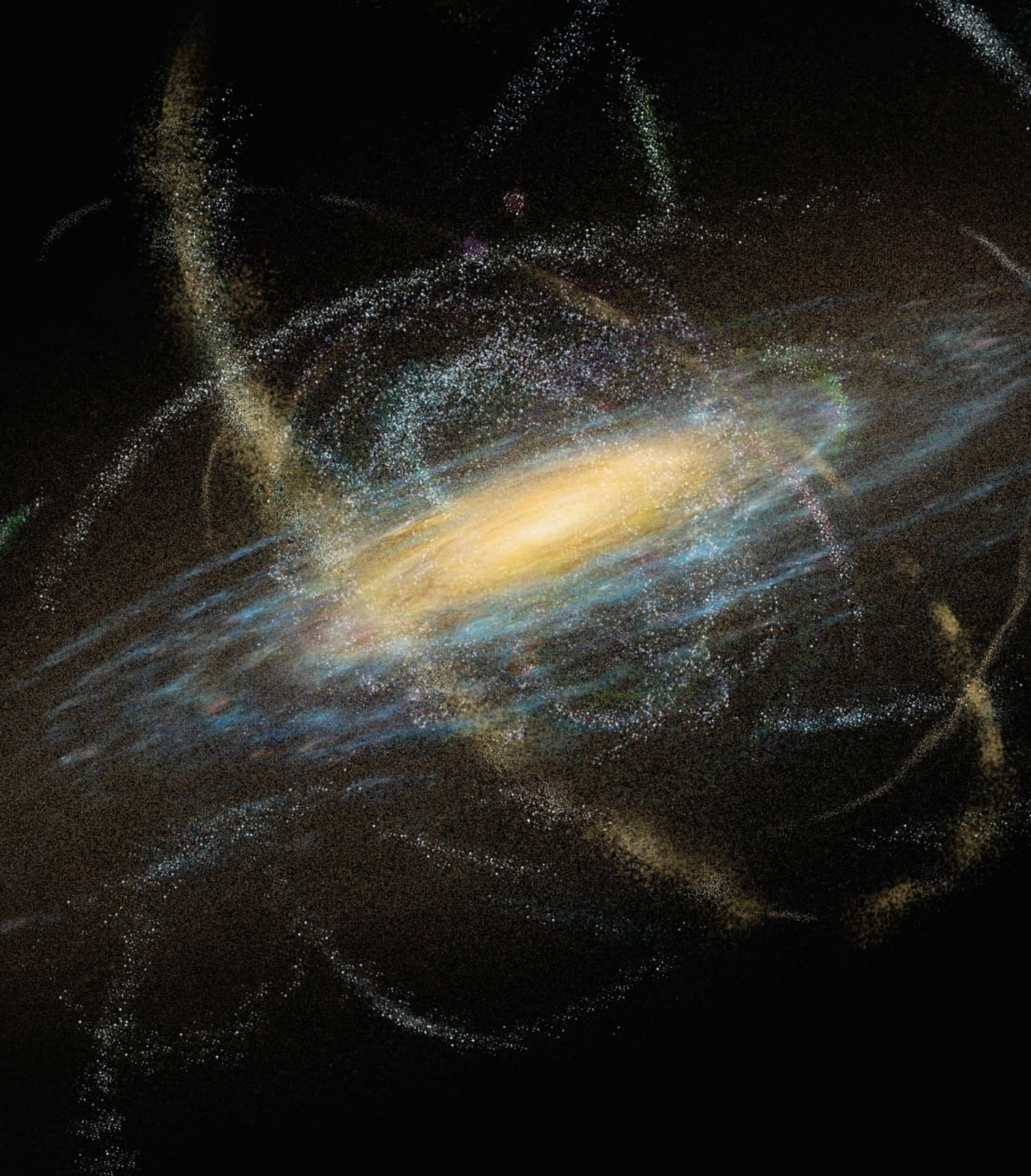
Некоторые модели предсказывают, что темная энергия сможет эволюционировать, что со временем она будет доминировать все сильнее и начнет разрывать в клочья гравитационно связанные объекты, такие как скопления галактик и отдельные галактики. В конечном счете, Земля будет оторвана от Солнца и распылена в пространстве вместе со всем, что на ней находится. Будут разрушены даже атомы. Долго жившая в тени материи, темная энергия может жестоко отомстить. ■

Перевод: В.Г. Сурдин

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

- A Direct Measurement of Major Galaxy Mergers at $z < 3$. Christopher J. Conselice, Matthew A. Bershady, Mark Dickinson and Casey Papovich in *Astronomical Journal*, Vol. 126, No. 3, pages 1183–1207; September 2003. www.arxiv.org/abs/astro-ph/0306106
- Dark Energy. Robert R. Caldwell in *Physics World*, Vol. 17, No.5, pages 37–42; May 2004. <http://physicsweb.org/articles/world/17/5/7>
- The Extravagant Universe: Exploding Stars, Dark Energy, and the Accelerating Cosmos. Robert P. Kirshner. Princeton University Press, 2004.
- The Infinite Cosmos: Questions from the Frontiers of Cosmology. Joseph Silk. Oxford University Press, 2006.
- Караченцев И., Чернин А. Острова в океане темной энергии // ВМН, № 11, 2006. С. 30–35.
- Чернин А.Д. Космический вакуум // Успехи физических наук, т. 171, № 11, 2001. С. 1153–1175.

Они отдали свои жизни строительству Млечного Пути. Сотни маленьких галактик были разорваны на куски нашей галактикой и превратились в разреженные потоки звезд, медленно перемещающиеся с ее коренным населением. В наши дни Млечный Путь разрывает карликовую галактику в Стрельце, звезды которой образуют поток (желтый) вокруг галактического диска



Брэд Гибсон и Родриго Ибата

призраки ПОГИБШИХ ГАЛАКТИК

Необычно
движущиеся
звезды могут быть
остатками погибших
звездных систем,
съеденных нашей
галактикой

Все звезды, которые мы видим на ночном небе, принадлежат Млечному Пути. Ближайшая к нам крупная галактика Туманность Андромеды находится на расстоянии более 2 млн. световых лет, что более чем в 20 раз превышает размер диска нашей галактики. Невооруженным глазом невозможно различить звезды нашей соседки, т.к. они сливаются в бледную туманность, и так далеки от нас, как будто находятся в иной вселенной. Зато звезды на нашем небосводе можно считать «коренными жителями» нашей галактики, родившимися и выросшими в Млечном Пути.

Но что тогда делать с Арктуром, второй по блеску звездой на северном небе? По характеру движения и химическому составу он отличается от большинства доступных наблюдению светил и своими свойствами напоминает нескольких других «белых ворон», разбросанных по галактике. Происхождение нетипичных звезд не дает астрономам покоя с 1960-х гг. Неужели гравитация спиральных рукавов галактики заставила звезды двигаться по столь причудливым орбитам? Или они переселенцы, сформировавшиеся вне Млечного Пути из вещества, которое не было частью галактики?

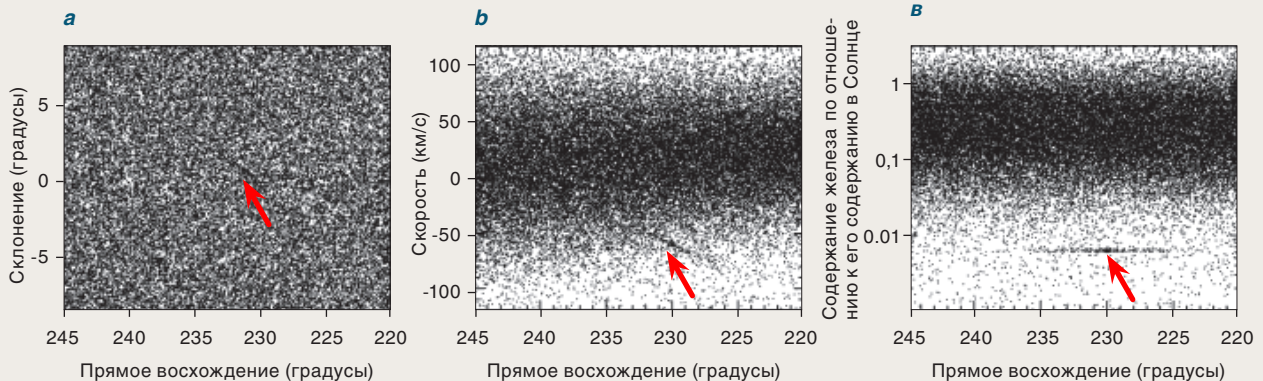
Недавно ученым удалось ответить на эти вопросы — не без помощи современной техники. Разумеется, некоторые звезды, родившиеся и сформировавшиеся в галактике, могли быть вытеснены на необычные орбиты, включая Арктуры, являются подлинными переселенцами. Точнее было бы назвать их «жертвами похищения» или «порабощенными светилами», т.к. астрономы считают, что они были рождены в маленьких галактиках, которые захватил и разграбил наш Млечный Путь. За долгие годы наша галактика могла покорить сотни своих соседей. Их прежние обитатели перемешались в Млечном Пути, постепенно забывая о родном доме. Обнаружив их, наблюдатели смогут реконструировать бурную историю нашей галактики и раскрыть все ее секреты, такие как невидимая темная материя, которая и определяет ее существование.

Космические захватчики

Чтобы обнаружить звезды-переселенцы, нужен острый глаз. Они выдают себя, выстраиваясь в длинные потоки, напоминающие колонны солдат, пересекающие людную площадь. Многие из них тянутся от шаровых скоплений или от одной ▶

ЗАТЕРЯВШИЕСЯ В ТОЛПЕ

Если посмотреть на небо, звездный поток будет практически не заметен среди коренных обитателей Млечного Пути (а). Но по скорости (б) и химическому составу (в) поток заметить гораздо легче. На рисунке показана модель области неба вокруг потока Паломар 5 (прямое восхождение и склонение — координаты на небе)



из галактик-спутников Млечного Пути, — возможно, родного дома, который покинули звезды. Но обнаружить их очень трудно, т.к. они мало чем отличаются от равномерно распределенного коренного населения нашей галактики. Поэтому в последнее время используются специальные методы фильтрации, разработанные еще в годы Второй мировой войны для опознавания изображений вражеских самолетов. Такая техника позволяет найти признаки, по которым можно выявлять звезды-переселенцы.

Наверное, самым впечатляющим из найденных стал поток в Стрельце, обнаруженный одним из нас (Ибата) в 1994 г. Он представляет собой

огромное ожерелье, окружающее нашу галактику и простирающееся на миллион световых лет. Группа содержит примерно 100 млн. звезд и соединяется с эллиптической карликовой галактикой в Стрельце — одной из 15–20 мини-галактик, обрастающих вокруг Млечного Пути точно так же, как спутники движутся вокруг планет.

По размеру галактики распределяются от Большого Магелланова Облака (примерно 1/10 массы нашей галактики) до карлика в Стрельце (1/100 массы Галактики) и далее к совсем маленьким, массой в одну миллионную от массы Галактики.

Жить вблизи гигантской галактики не очень-то комфортно. Поэтому

галактики-спутники постепенно деформируются и, в конце концов, разрушаются. Агония одной из них в Стрельце длилась несколько миллиардов лет, и сейчас это рыхлое тело находится на последней стадии разрушения. Ее звезды рассеиваются по Галактике. Генетическая связь между ними пока еще заметна (они движутся в виде потока), но постепенно будет потеряна, и астрономы будущего не смогут отличить их от коренных жителей Галактики. Некоторые другие малые галактики тоже разрушались и от них остались только потоки (табл. на стр. 35). В некоторых случаях, например из Большого Магелланова Облака, в основном терялись не звезды, а газ (см. Ваккер Б.и Рихтер Ф. Наша растущая Вселенная // ВМН, № 4, 2004).

Механизм разрушения хорошо известен: это влияние гравитации, та же сила, которая вызывает приливы и отливы на Земле. Приливный эффект возникает, когда различные части тела испытывают разное гравитационное влияние. Луна притягивает обращенную к ней сторону Земли сильнее, чем противоположную. Разность данных сил слишком мала, чтобы разорвать нашу планету на части, но ее достаточно для создания морских приливов. Вращение Земли относительно Луны вызывает перемещение приливных

ОБЗОР: ЗВЕЗДНЫЕ ПОТОКИ

- Млечный Путь образовался из сотен «строительных блоков» — карликовых галактик. Его формирование продолжается и в наши дни. Всякий раз, когда маленькая галактика или звездное скопление приближаются к нам, гравитация галактики разрывает их на части, образует звездный поток и захватывает его.
- Даже недавно возникшие потоки трудно заметить на фоне других звезд Галактики, а со временем они и вовсе рассасываются. Но некоторые особенности движения и химического состава выдают их происхождение. Проводя тщательную перепись звезд, астрономы надеются выявить галактических переселенцев и реконструировать историю Млечного Пути.
- Благодаря звездным потокам исследователи смогут применять новый метод для изучения загадочной темной материи, окружающей Галактику. Формы потоков чувствительны к количеству и распределению этого невидимого вещества.

выпучиваний по поверхности нашей планеты, что приводит к периодическим приливам и отливам морей. Точно так же Млечный Путь, притягивая сильнее одну из сторон звездной системы, деформирует галактику-спутник. При этом некоторые звезды могут быть вообще оторваны (см. рис. внизу). Спутник теряет все больше и больше звезд, которые, как в сказке, образуют дорожку, указывающую путь к дому.

Работа продолжается

Карлик в Стрельце и другие спутники нашей галактики вносят большой вклад в ее строительство. Данный вывод, сделанный наблюдателями, сыграл большую роль в развитии теории формирования галактик. Раньше астрономы считали, что все галактики сформировались из слабых уплотнений в почти однородной юной Вселенной, а затем, еще на раннем этапе, пережили бурный

рост и быстро обрели нынешнюю форму. Сегодня, отчасти основываясь на наблюдении звездных потоков, ученые считают, что только карликовые галактики (массой до миллиарда масс Солнца) прошли через фазу быстрого формирования, а такие крупные, как Млечный Путь (примерно один триллион масс Солнца), сформировались позже путем аккреции и постепенного слияния с карликовыми галактиками. Процесс продолжается и в настоящее время, хотя и не так активно, как в прошлом.

Уличив Млечный Путь в захвате соседних галактик, астрономы перешли к более сложным вопросам. Каков был химический состав у этих древних «галактических строительных блоков»? Какова доля переселенцев в современном населении гигантских галактик? Как химические элементы, привнесенные маленькими галактиками в Млечный Путь,

изменили его историю? Помимо того, что звездные потоки интересны как «ископаемые остатки» формирования галактики, по ним можно проследить распределение темной материи (см. стр. 34).

Чтобы найти ответы, астрономам необходимо понять не только то, какие звезды сейчас переселяются в галактику, но и какие прошли такой путь в прошлом. Трудность в том, что когда звезды и газ чужой галактики растворились в Млечном Пути, их уже не распознаешь как пространственно обособленные формирования. Астрономы должны искать как криминалисты едва заметные следы их происхождения, например, долго сохраняющиеся особенности их движения и химического состава.

Мы привыкли характеризовать движение тела его положением и скоростью. Но оно имеет и другие характеристики, такие как угловой момент и энергия. В трехмерном ▶

КАК РАЗРУШАЮТСЯ ГАЛАКТИКИ

Компьютерное моделирование показывает, как приливные силы Млечного Пути разрушают беспомощную карликовую галактику

3 МЛРД. ЛЕТ НАЗАД

Жившая в относительной изоляции карликовая галактика впервые приблизилась к Млечным Путем

2 МЛРД. ЛЕТ НАЗАД

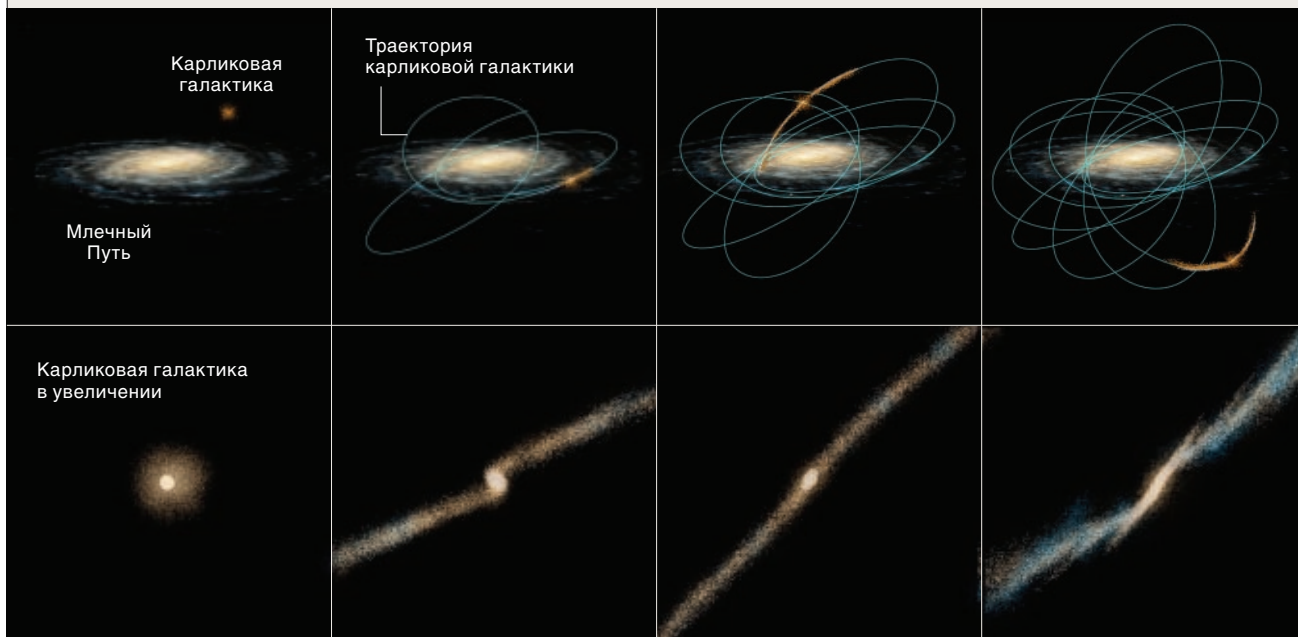
Четыре сближения с диском галактики вытянули карлик. Вылетевшие из него звезды или замедляются и оказываются позади, или ускоряются и опережают карлик

1 МЛРД. ЛЕТ НАЗАД

Карлик на краю гибели. Почти все его звезды образовали поток, растянувшийся по орбите карликовой галактики на десятки тысяч световых лет

НАШИ ДНИ

Карлик полностью распался, а вытянутый приливом поток из его звезд расширился и перемешался со звездами Млечного Пути.



пространстве положение тела определяется координатами; точно так же место тела определяют по положению плюс импульсу в абстрактном шестимерном пространстве, которое называют фазовым пространством. Преимущество последнего заключается в том, что расположение звезд в нем более устойчиво, чем в реальном пространстве. Несмотря на то, что процесс ассимиляции обычно разрушает пространственную связь между звездами потока, он не может нарушить их связь в фазовом пространстве в силу базового принципа статистической механики, известного как теорема Лиувилля.

Поэтому, измеряя энергию, угловой момент и плотность в фазовом пространстве у произвольно выбранных объектов, ученые могут заметить среди них группы светил, которые не выделяются в процессе прямых наблюдений. Это «призраки»

давно разрушенных спутников. Исследователи под руководством Амины Хелми (Amina Helmi) из Астрономического института Каптейна в Гронингене (Нидерланды) и Криса Брука (Chris V. Brook) из Вашингтонского университета обнаружили множество следов спутниковой аккреции. Все они расположены недалеко от Солнечной системы, т.к. приборы пока не обладают точностью, необходимой для измерения трехмерного движения далеких звезд.

Кто же «белая ворона»?

Недавно астрономы начали испытание метода под названием «химическая метка». Большинство звезд рождается не в одиночку, а группами — от нескольких тысяч до десятков тысяч светил формируются в одном родительском газовом облаке, каждое из которых обладает своим уникальным набором химических элементов и изотопов, наследуемых

звездами. Даже когда звезды рассеиваются, они сохраняют свой химический состав, позволяющий астрономам проследить их историю. Как показала Ким Венн (Kim A. Venn) из университета Виктории в Британской Колумбии, звезды, рожденные в карликовых галактиках, отличаются по химическому составу от тех, которые формировались в Млечном Пути.

Гораздо труднее проследить историю отдельных светил вплоть до места их рождения. Гаянди Де Сильва (Gayandhi De Silva) с коллегами из Европейской южной обсерватории недавно провели детальный анализ их химического состава в известном скоплении нашей галактики — Гиады. Выяснилось, что здесь звезды имеют одинаковое распределение химических элементов, что подтверждает применимость метода химической метки для выявления звезд одинакового происхождения.

УВИДЕТЬ НЕВИДИМОЕ

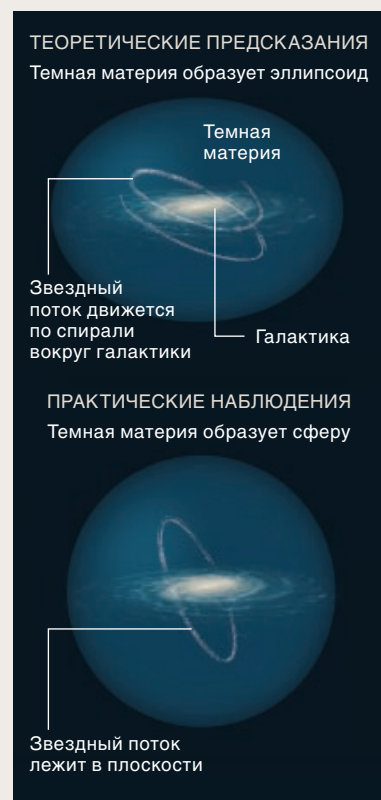
Реконструируя историю Млечного Пути, астрономы, естественно, опирались на то, что видят, — на звезды. Но наблюдаемые светила составляют малую часть Галактики, а большая часть состоит из загадочной темной материи. То немногое, что мы о ней знаем, получено из наблюдения ее гравитационного влияния на газ и звезды, которые видны. Но как нанести на карту то, чего не видишь?

Все, что нужно наблюдателю, — это проследить движение звезды по орбите вокруг галактического центра. Ее перемещение будет ускоряться и замедляться в зависимости от гравитационного поля, а значит, от распределения массы в Галактике. К сожалению, жизнь астронома слишком коротка для проведения таких наблюдений: ведь звезде требуются сотни миллионов лет, чтобы совершить один оборот по орбите.

Благодаря звездным потокам данную задачу можно решить проще. У звезд одного потока похожие орбиты, а различаются они только моментом старта. Так что положение различных светил отмечает тот путь, который одиночная звезда проходит за сотни миллионов лет. Наша группа уже определила форму потока в Стрельце и пришла к выводу, что темная материя вокруг Млечного Пути распределена не в виде эллипсоида, как предсказывало компьютерное моделирование, а в виде сферы. Любопытно, что поведение потока согласуется с прогнозом некоторых нестандартных теорий гравитации, например модифицированной теории Ньютона.

Данный результат недавно подтвердил Майкл Фелхауэр (Michael Fellhauer) из Кембриджского университета. К сожалению, поток в Стрельце охватывает лишь малую часть области, занятой темной материей, поэтому необходимо исследовать и другие из них, чтобы уточнить, действительно ли темная материя распределена сферически.

Вторая задача — выяснить, распространена ли темная материя равномерно или клочкообразно. А это зависит от свойств темной материи. Если она состоит из частиц, взаимодействующих только гравитационно, то ничто не мешает им сбиваться в кучки. Но если в ее состав входят частицы, взаимодействующие иным способом, то они могут противостоять слипанию и распределяться равномерно. Наблюдения звездных потоков — один из немногих способов поиска комковатости. Точно определив положение и скорость звезд в потоке, спутник *Gaia* должен подтвердить или опровергнуть наличие комков темной материи размером в 100 световых лет. Поэтому звездный поток размером больше галактики поможет нам узнать о свойствах частиц, размер которых меньше атома.



ЗВЕЗДНЫЕ ПОТОКИ

Астрономы обнаружили менее дюжины потоков звезд. Если современные теории формирования галактик верны, то Млечный Путь поглотил сотни звездных систем, но большинство из них так перемешалось с населением Млечного Пути, что их никогда уже не найти

Поток	Возможное происхождение	Примерная масса	Примерная длина	Состав	Год открытия
Поток Арктур	Погибшая карликовая галактика	Неизвестна	Неизвестна	Старые звезды (дефицит тяжелых элементов)	1971
Магелланов поток	Большое и Малое Магеллановы Облака	200 млн. масс Солнца	1 млн. св. лет	Водородный газ	1972
Поток Стрельца	Карликовая галактика в Стрельце	100 млн. масс Солнца	1 млн. св. лет	Разнообразие звезд	1994
Поток Хелми	Погибшая карликовая галактика	10–100 млн. масс Солнца	Намоталась несколькими витками вокруг диска Галактики	Старые звезды	1999
Поток Паломар 5	Шаровое скопление Паломар 5	5 тыс. масс Солнца	30 тыс. св. лет	Старые звезды	2001
Кольцо Единорога	Карликовая галактика в Большом Псе	100 млн. масс Солнца	200 тыс. св. лет	Звезды среднего возраста	2002
Поток антицентра	Погибшая карликовая галактика	Неизвестна	30 тыс. св. лет	Старые звезды	2006
Поток NGC 5466	Шаровое скопление NGC 5466	10 тыс. масс Солнца	60 тыс. св. лет	Очень старые звезды	2006
Уединенный поток	Карликовая галактика Б. Медведица II	100 тыс. масс Солнца	20 тыс. св. лет	Старые звезды	2006

Когда-нибудь мы найдем родных братьев и сестер Солнца — звезды, родившиеся в том же облаке, что и наше светило, но теперь разбросанные по всей Галактике.

Программы *RAVE (Radial Velocity Experiment)* — измерение лучевых скоростей) на Англо-Австралийской обсерватории и *SEGUE (Sloan Extension for Galactic Understanding and Exploration)* — продолжение Слоановской программы галактических исследований) на Слоановском телескопе позволили измерить скорость и химический состав более чем 100 тыс. ближайших звезд. Данные работы нужны для подготовки запуска обсерватории *Gaia* Европейского космического агентства и Космического интерферометра *NASA (Space Interferometry Mission — SIM)*. С конца 2011 г. до 2020 г. *Gaia*, наиболее совершенный из когда-либо созданных космических телескопов, будет исследовать трехмерную структуру Галактики. Для этого очень точно будут измерены координаты и скорости около миллиарда звезд, которые составляют 1% от всех светил Галактики. Кроме того, предполагается провести анализ химического состава

нескольких миллионов светил. А параллельно работающий *SIM* будет определять точное положение слабых звезд, исследуя наиболее далекие потоки. Данные проекты позволят провести глубокий обзор на небольших участках неба (*SIM*) и менее детальный по всему небу (*Gaia*).

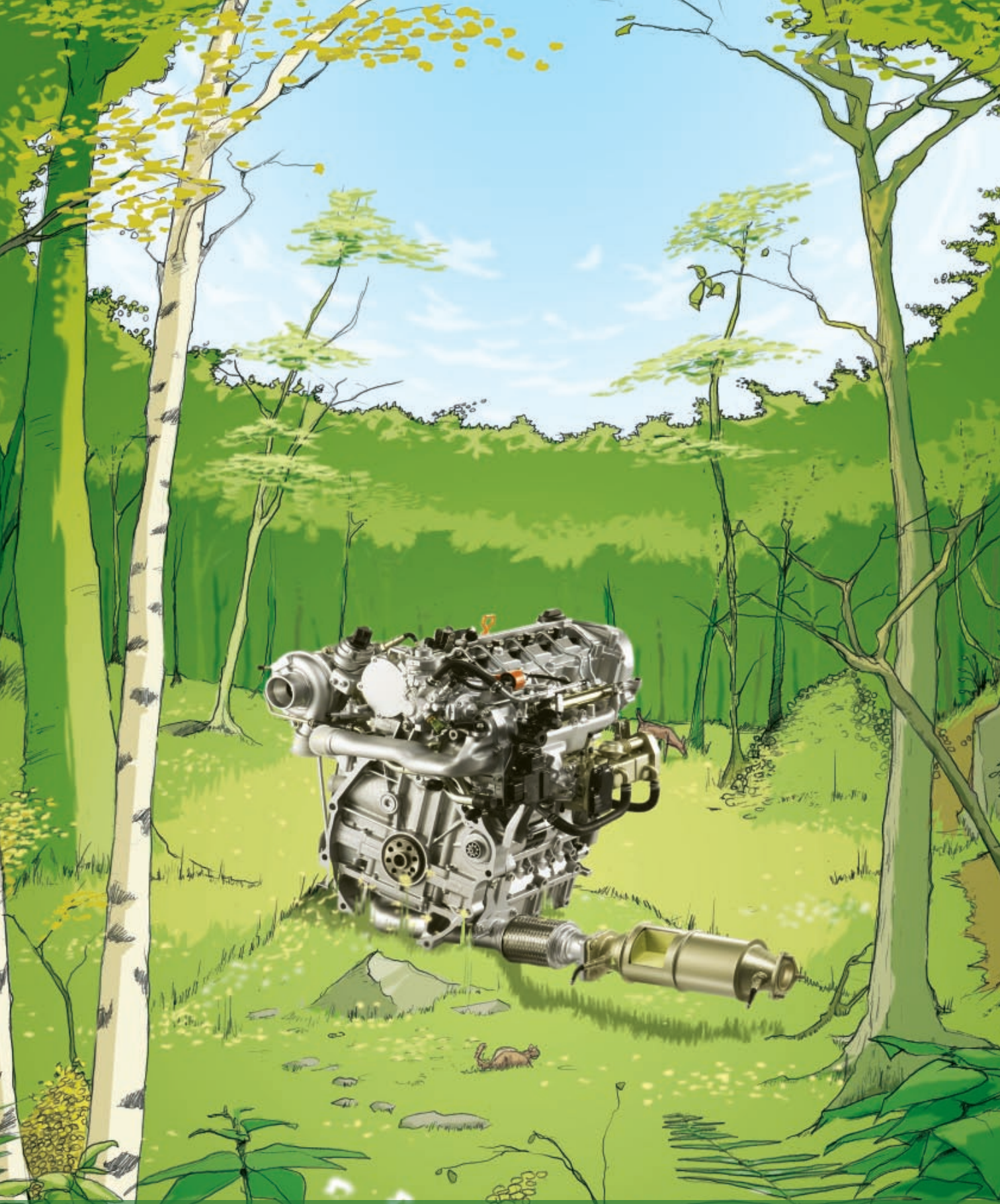
Десять лет назад, когда мы открыли звездный поток от карликовой галактики в Стрельце, многие наши коллеги восприняли это как курьез. Но оказалось, что потоки — это

главные участники запутанной истории Млечного Пути, летописи слияний и поглощений, которые, как теперь стало ясно, стимулировали развитие нашей звездной системы. Захваченные галактики дарят нам новые звезды, газ и темную материю и запускали волны звездообразования. Таким образом, переселенцы поддерживают активность нашей галактики. ■

Перевод: В.Г. Сурдин

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

- The Ghost of Sagittarius and Lumps in the Halo of the Milky Way. Heidi Jo Newberg et al. in *Astrophysical Journal*, Vol. 569, No. 1, pages 245–274; April 1, 2002. Preprint available at arxiv.org/abs/astro-ph/0111095
- The New Galaxy: Signatures of Its Formation. Ken Freeman and Joss Bland-Hawthorn in *Annual Reviews of Astronomy and Astrophysics*, Vol. 40, pages 487–537; 2002. arxiv.org/abs/astro-ph/0208106
- Uncovering Cold Dark Matter Halo Substructure with Tidal Streams. R.A. Ibata, G.F. Lewis, M.J. Irwin and T. Quinn in *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, Vol. 332, No. 4, pages 915–920; June 2002. arxiv.org/abs/astro-ph/0110690
- Galactic Chemical Evolution. Brad K. Gibson, Yeshe Fenner, Agostino Renda, Daisuke Kawata and Hyun-chul Lee in *Publications of the Astronomical Society of Australia*, Vol. 20, No. 4, pages 401–415; 2003. arxiv.org/abs/astro-ph/0312255
- Ефремов Ю.Н. Звездные острова. Фрязино, 2005.
- Марочник Л.С., Сучков А.А. Галактика. М, 1984.
- Сурдин В.Г. Динамика звездных систем. М, 2001.



Благодаря стараниям инженеров и технологов дизельный двигатель станет экологически чистым агрегатом. Кроме того, должны существенно сократиться выбросы в атмосферу соединений азота и углерода

Стивен Эшли

ЧИСТЫЙ дизель

Усовершенствованная конструкция двигателя и системы очистки выхлопных газов в сочетании с новыми видами топлива позволит дизелю сравниться с гибридным силовым агрегатом

Водитель грузовика садится в кабину, раздается рев стартера, и через мгновение из выхлопной трубы вырываются клубы едкого, плотного дыма, окутывающего буквально все вокруг. Не правда ли, знакомая картина?

Но есть и такие транспортные средства, при работе которых невозможно определить, включен их мотор или нет. К ним относится *Mercedes-Benz E320 Bluetec* из семейства высокоэкологичных и экономичных автомобилей, работающих на дизельном топливе. При объеме 3 л, обладая шестью V-образно расположенными цилиндрами, *E320* потребляет 1 л топлива на 15 км, и одной заправки ему хватает на 1100 км. Существенным доработкам была подвергнута выхлопная система *E320*, что привело к улучшению экологических характеристик автомобиля. Чтобы достичь таких результатов, разработчикам пришлось обратиться к опыту энергетиков, добившихся высокой степени очистки выбросов на электростанциях.

По словам ведущего специалиста компании *Daimler Chrysler* Томаса Уэбера (Thomas Weber), «для потребителей решающим фактором стала цена нового дизельного агрегата,

которая лишь на \$1000 выше, чем стоимость бензинового двигателя с аналогичными характеристиками».

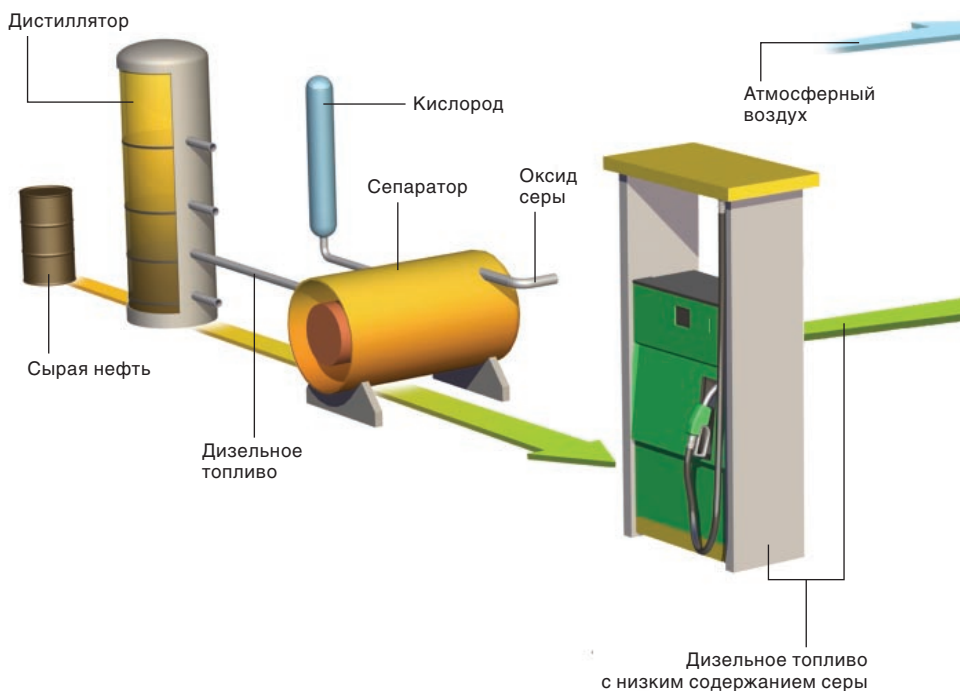
В ближайшие несколько лет автопроизводители *Volkswagen*, *Audi*, *BMW*, *Honda*, *General Motors (GM)*, *Ford*, *PSA Peugeot Citroen* и другие готовы предложить покупателям простые в эксплуатации недорогие машины с современным дизельным силовым агрегатом, не отличающиеся по экологическим показателям от своих собратьев с гибридными двигателями.

Новое поколение дизельных автомобилей наряду с гибридными и прочими должно стать связующим звеном между современными машинами и автомобилем будущего с водородным силовым агрегатом (см.: Эшли С. *Автомобили на топливных элементах* // *ВМН*, № 7, 2005; Ромм Д. и Фрэнк Э. *Гибридные автомобили* // *ВМН*, № 8, 2006). Желание автопроизводителей предлагать потребителям более экономичные и экологически чистые транспортные средства продиктовано заботой об окружающей среде и стремлением снизить зависимость от поставок импортной нефти. Согласно расчетам Агентства по защите окружающей среды США, переход на дизельное топливо трети американского ▶

ЭЛЕМЕНТЫ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТОГО ДВИГАТЕЛЯ

Дизельное топливо с самым низким содержанием серы. Оно содержит на 97% меньше серы, разрушающей двигатель и способствующей выделению автомобилем вредных веществ, чем остальные.

Современные технологии переработки нефти позволяют с помощью кислорода выводить серу из дизельного топлива. Полученные в процессе перегонки нефти соединения S с O_2 удаляются в сепараторе. Так появляется экологически чистое топливо.



автомобильного парка позволил бы экономить по 1,4 млн. баррелей нефти каждый день, что соответствует ежедневному импорту из Саудовской Аравии, из которой США получают 7% всей нефти.

Воспламенение под высоким давлением

Дизельный двигатель был изобретен в 90-е гг. позапрошлого века немецким инженером Рудольфом Дизелем

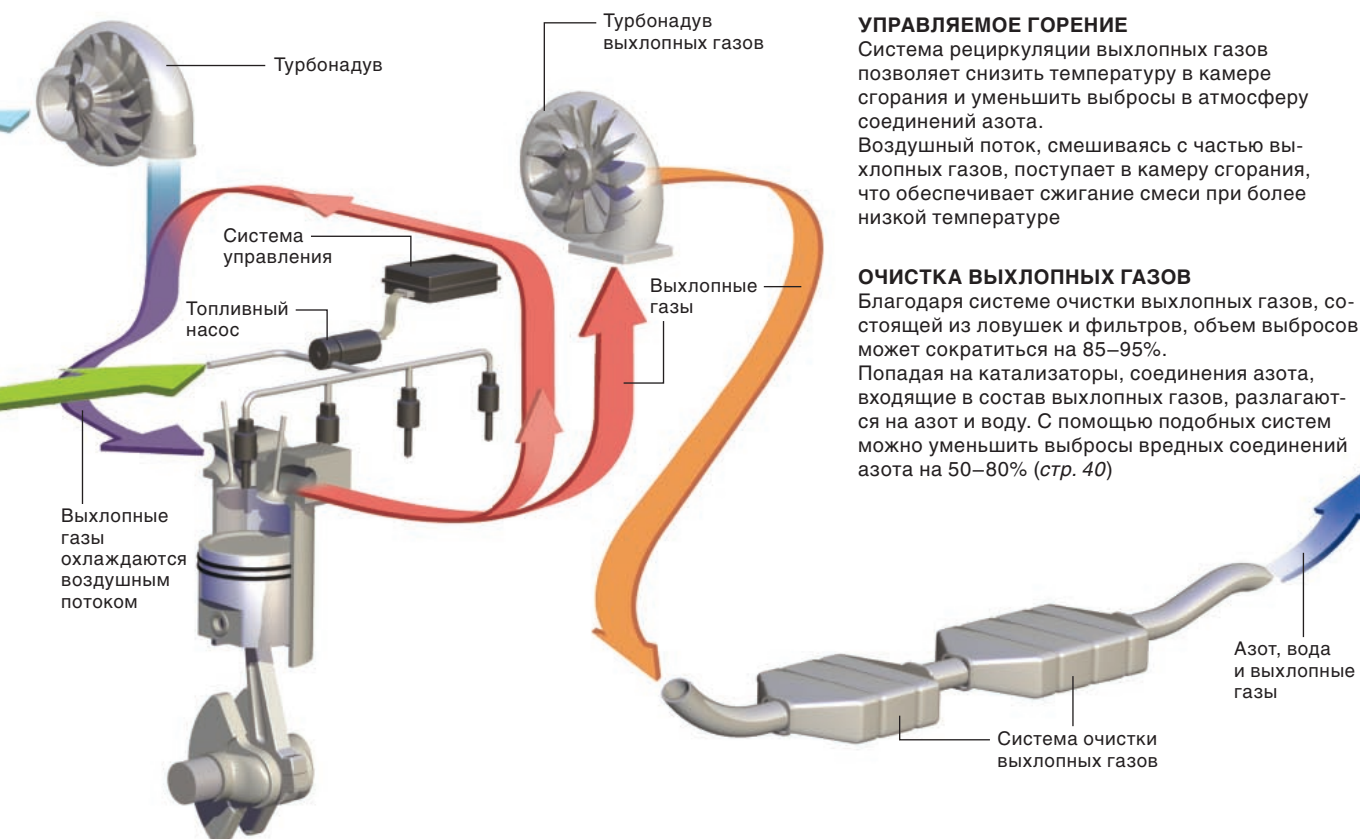
(Rudolf Diesel). Это открытие послужило толчком к развитию промышленности и транспорта. В отличие от двигателя внутреннего сгорания, для воспламенения рабочей смеси дизельной конструкции не требуется система зажигания. Дело в том, что в цилиндр сначала подается воздух, нагревающийся в процессе сжатия, затем через форсунку впрыскивается топливо, и в результате происходит самовозгорание смеси.

Расход горючего по сравнению с двигателем внутреннего сгорания у дизеля на 25–30% ниже. Легковые автомобили с таким агрегатом на 1 л ДТ могут проехать 16–20 км, в то время как с бензиновым — только 15 км.

Как считают в компании GM, важным преимуществом дизельного двигателя является большой крутящий момент, что обеспечивает мощный старт и хороший набор скорости автомобилем. В то же время особенности химического состава топлива и высокая температура его сгорания приводит к выделению большого количества соединений углерода и азота. По мнению Ричарда Кассела (Richard Kassel), директора Национального совета по защите ресурсов, выбросы только в США всех дизельных силовых агрегатов, установленных на автомобилях, тепловозах и тракторах, ежегодно становятся причиной преждевременной смерти 25 тыс. человек,

ОБЗОР: ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫЙ ДИЗЕЛЬНЫЙ ДВИГАТЕЛЬ

- Ранее у дизельных двигателей была плохая репутация. Однако усилия инженеров и ученых привели к созданию двигателя с экономичным расходом топлива и незначительными выбросами в атмосферу вредных соединений азота и углерода. Благодаря новым системам очистки выхлопных газов и использованию горючего с низким содержанием серы, дизельные автомобили всех классов могут соперничать с гибридными.
- Дизельное топливо с пониженным содержанием серы, разрушающей двигатель и систему очистки выхлопных газов, способствовало развитию новых технологий.
- На новых моделях автомобилей будут установлены современные системы очистки выхлопных газов, что существенно снизит объем вредных выбросов в атмосферу.



УПРАВЛЯЕМОЕ ГОРЕНИЕ

Система рециркуляции выхлопных газов позволяет снизить температуру в камере сгорания и уменьшить выбросы в атмосферу соединений азота. Воздушный поток, смешиваясь с частью выхлопных газов, поступает в камеру сгорания, что обеспечивает сжигание смеси при более низкой температуре

ОЧИСТКА ВЫХЛОПНЫХ ГАЗОВ

Благодаря системе очистки выхлопных газов, состоящей из ловушек и фильтров, объем выбросов может сократиться на 85–95%. Попадая на катализаторы, соединения азота, входящие в состав выхлопных газов, разлагаются на азот и воду. С помощью подобных систем можно уменьшить выбросы вредных соединений азота на 50–80% (стр. 40)

а 2,5 млн. заболевают бронхитом, астмой, раком, в результате чего теряют работоспособность. Если к 2030 г. удастся уменьшить выбросы, то ежегодные расходы США на здравоохранение можно будет сократить на \$150 млрд.

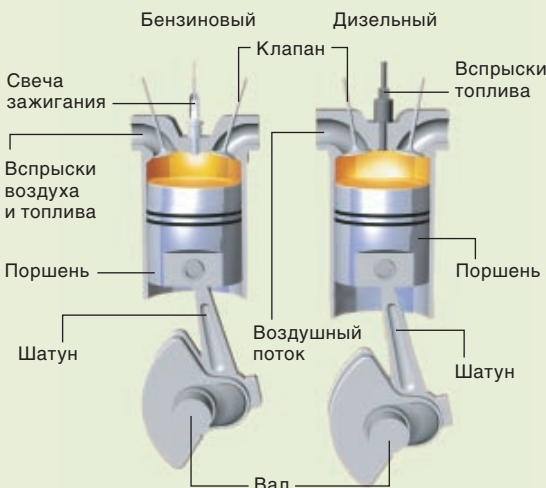
По данным маркетинговых исследований, уровень продаж автомобилей с дизельным двигателем на мировом рынке составляет 13%, а в США — 3–4%. Такое положение дел объясняется тем, что Федеральное законодательство ограничивает выбросы соединений азота и углерода (в США норма выброса окиси азота в 6 раз ниже, чем в Европе) и снисходительно относится к окиси углерода и углеводороду. Поэтому популярность автомобилей, работающих на бензине, в Америке существенно выше, чем востребованность их собратьев, оснащенных дизельными двигателями.

В Старом Свете сложилась иная ситуация. Несколько лет назад

здесь началось интенсивное производство дизельного топлива с низким содержанием серы, что привело к росту его потребления. Сегодня объемы продаж этого вида горючего

существенно выше, чем бензина, несмотря на то, что в последние годы наметилась тенденция к выравниванию цен (1 л бензина в Европе стоит \$1,6, а ДТ — \$1,3, в то время ▶

ИСКРА ИЛИ СЖАТИЕ?

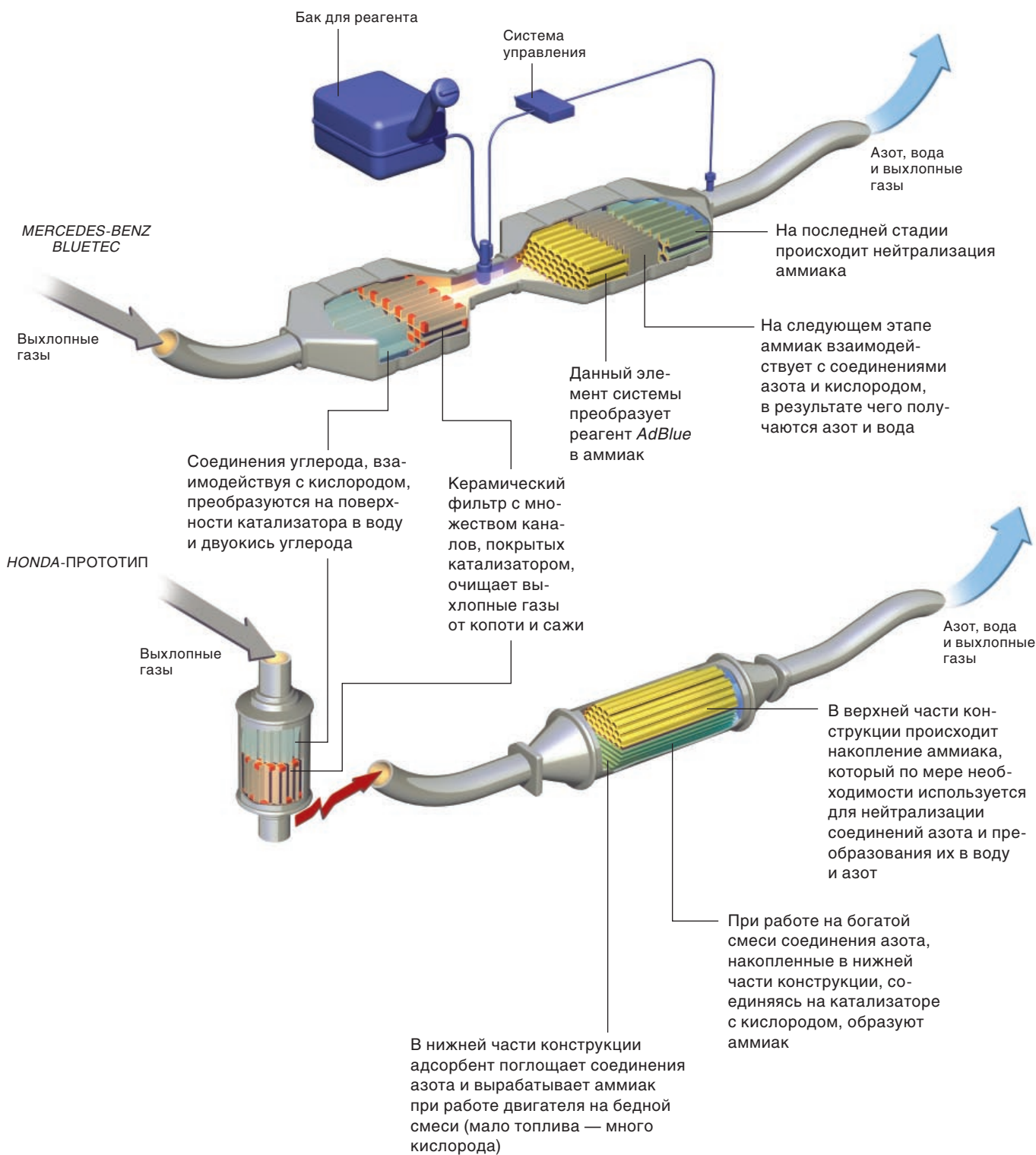


У дизельного двигателя самый низкий расход топлива по сравнению с другими двигателями внутреннего сгорания. В отличие от бензинового, где присутствует свеча зажигания, воспламенение топлива в его камере сгорания происходит за счет сжатия рабочей смеси

GEORGE RETSECK

СИСТЕМА ОЧИСТКИ ВЫХЛОПНЫХ ГАЗОВ

Современные системы очистки выхлопных газов, разработанные компаниями Mercedes и Honda, существенно уменьшают выбросы в атмосферу соединений углерода и азота



как в США — \$0,67 и \$0,6 соответственно). И это не удивительно, ведь европейское законодательство поддерживает более эффективное использование топлива, вводя соответствующие экологические нормы. Кроме того, европейские автомобильные компании, стимулируя интерес потребителей, разработали дизельные моторы небольшого объема с низким уровнем шума и легким запуском при низких температурах.

Усовершенствованный двигатель и топливо

Чистый дизельный двигатель появился благодаря усилиям инженеров, создавших современный силовой агрегат, работающий на более совершенном топливе, и систему очистки выхлопных газов. Первый уровень доработки коснулся в основном двигателей большегрузных автомобилей. Были усовершенствованы топливные насосы, что позволило сократить время впрыска

Исследователи не только стремились усовершенствовать конструкцию двигателя, но и разработали методы получения высококачественного горючего с низким содержанием серы (S), которая, попадая из сырой нефти в дизельное топливо, разрушает не только узлы двигателя, но и катализаторы в системе выхлопа автомобиля. Благодаря принятым стандартам, в США удалось снизить допустимый уровень содержания S на 97%, т.е. если ранее на 1 млн. единиц топлива могло приходиться 500 единиц S, то сейчас — только 15.

Очистка выхлопной трубы

В последние годы исследователи сосредоточили свои усилия на совершенствовании системы выхлопа дизельных автомобилей. У современных транспортных средств осуществляется контроль состава выхлопных газов и присутствует катализатор, где происходит дожигание углеводородов и окислов азо-

соединений азота на бедной смеси, для которой характерен низкий процент содержания топлива в камере сгорания. Инженеры стремятся создать двигатель с малым расходом топлива, а это означает, что горение происходит при большом количестве кислорода. Такое соотношение компонентов горючего приводит к повышенному образованию соединений азота.

По мнению Бена Найта (Ben Knight), вице-президента американского отделения компании Honda, существует несколько способов борьбы с NO_x в выхлопных газах дизельных автомобилей. За счет использования богатой смеси выхлопные газы с высоким содержанием остатков топлива, попадая в катализатор, вступают в химическую реакцию, в результате которой соединения азота преобразуются в нейтральные вещества. Такая технология позволяет сократить выбросы соединений азота в выхлопных газах на 40%, что и было доказано в ходе испытаний, проводившихся в Европе. Несмотря на то, что расход топлива увеличивается на 5%, выигрыш очевиден.

Другая технология подобна тем, которые применяются в автомобилях, работающих на бензине, и условно ее можно назвать «накопление и преобразование». В данном случае двигатель автомобиля работает на бедной смеси, и выхлопные газы проходят через катализатор, покрытый барием, на котором накапливаются соединения азота. По мере его загрязнения блок управления подает команду на подачу обогащенной топливом смеси, и происходит дожигание накопленных вредных веществ с одновременной очисткой бариевой поверхности. Преимущество данного способа очистки — низкая температура протекания каталитической реакции.

Третьим, наиболее простым методом борьбы с NO_x стало использование специального реагента, например, соединений аммиака, которые, попадая на катализатор, превращают вредные примеси в азот. Но отсутствие инфраструктуры для заправки автомобилей этим ►

Экологически чистый дизельный двигатель становится реальностью

ка и повысить степень сжатия. Новая конструкция камеры сгорания и клапанов способствовала стабилизации процесса сгорания топлива, а система турбонадува увеличила расход кислорода и привела к росту мощности агрегата. К числу последних и наиболее значимых достижений можно отнести электронный блок управления двигателем.

Создание в 70-х гг. XX в. системы рециркуляции выхлопных газов позволило смешивать подаваемый в камеры сгорания воздух с выхлопными газами, тем самым понижая температуру воспламенения топлива. Таким образом удалось сократить выброс в атмосферу окиси азота на 75%. В последние годы улучшение экологических показателей двигателя было достигнуто за счет создания теплообменников, способствующих понижению температуры рециркулируемого выхлопного газа.

В качестве дополнительной опции в систему выхлопа включается «сажевый фильтр», изготовленный из высокотемпературной керамики с покрытыми катализатором каналами, проходя через которые, выхлопные газы теряют до 98% углеводородов.

Поскольку во время работы двигателя на его элементах оседает сажа, в системе контроля выхлопа автомобиля предусмотрен режим очистки. В этом цикле увеличивается подача топлива в камеру сгорания, и температура выхлопных газов возрастает до 650 °С, в результате чего происходит выгорание сажи, и рабочая поверхность фильтра очищается.

Борьба с NO_x

В современных дизельных автомобилях выхлопные газы проходят очистку от окислов азота. Специалисты называют такие устройства каталитическими нейтрализаторами



Седан Mercedes-Benz E320 — модель 2007 г. с чистым дизельным двигателем

реагентом и необходимость оборудования последних дополнительными емкостями и дозаторами становятся препятствием для использования данного метода.

Подобный способ очистки выхлопных газов может стать следующим этапом внедрения технологии *Blueteck*, над чем работают такие компании, как *Volkswagen* и *Daimler Chrysler*. Реагент уже получил название *AdBlue* (смр. 40). По прогнозам специалистов *Daimler Chrysler*, если сотрудничество с компанией *Bosch*

Твердотельный катализатор

Представители *Honda* заявили, что разработанная инженерами компании конструкция катализатора позволяет на 90% сократить выбросы NO_x без использования дополнительных реагентов, превращая часть выхлопных газов в аммиак, который используется для нейтрализации остатков соединений азота в выпускном тракте (смр. 40). Первые образцы подобных систем, созданных под руководством главного инженера Хироши Охоно (*Hiroshi*

Ohono), будут установлены в 2009 г. на автомобиле *Honda Accord*.

В основу конструкции системы выхлопа положен двойной катализатор, верхний уровень которого состоит из пористого материала, ускоряющего химические реакции, а нижний — на основе оксида церия и платины.

В обычном режиме работы на бедной смеси верхний уровень поглощает NO_x и частично нейтрализует его, в то время как при функционировании двигателя на богатой смеси верхний катализатор начинает

вырабатывать из выхлопных газов аммиак, вступающий в реакцию на поверхности нижних катализаторов, и происходит разложение вредных примесей. В пористой структуре протекают сразу две химические реакции, приводящие к образованию аммиака, который получается в результате взаимодействия соединений углерода и водорода, а также окиси углерода и воды. Использование данной технологии позволяет сделать блок катализаторов компактным и не влечет за собой увеличения расхода горючего.

Важный составной элемент системы — электронный блок управления, благодаря которому происходит контроль над количеством вырабатываемого аммиака и работой двигателя. По мнению Бена Найта, основной задачей компании стало создание такой системы очистки выхлопных газов, которая соответствовала бы высоким экологическим требованиям и обеспечивала гарантированный пробег 190 тыс. км.

Будущее дизельных двигателей

В то время как компании *Honda*, *Daimler Chrysler* и *VW* возлагают большие надежды на дизельное топливо, менее оптимистично настроены специалисты *GM* и *Ford*. Они считают, что дизельные двигатели лучше всего зарекомендовали себя в пикапах и внедорожниках, где в полной мере проявляются их преимущества — большой крутящий момент и низкий расход топлива, в то время как в малолитражных автомобилях эти двигатели не могут настолько эффективно «показать себя». Руководство компании *Toyota*, несмотря на то, что работа по усовершенствованию дизельных двигателей для европейского и азиатского рынков продолжается, не рассчитывает на массовые продажи автомобилей на дизельном топливе на территории США. Это связано с тем, что современные технологии очистки выхлопных газов не соответствуют новым стандартам.

Новый дизельный двигатель — связующее звено между современными машинами и водородными автомобилями будущего

увенчается успехом, то выбросы соединений азота сократятся на 80%. Оснащенный подобной системой, *E320* будет в полной мере соответствовать федеральным требованиям США по ограничению вредных выхлопов. При этом на 100 км пробега ему потребуется 0,1 л реагента *AdBlue*. Новые нормы (0,07 г NO_x и 0,01 г сажи на милю) в 10 раз сокращают допустимые значения для сажи и в 2 раза для соединений азота. Уже в 2007 г. они начнут действовать в Калифорнии, а в 2009 г. — на всей территории Северной Америки.

Кроме того, американское горючее по сравнению с тем, которое продается в Европе, имеет более низкое цетановое число. Дело в том, что нефтеперегонные заводы в США ориентированы на производство бензина, поэтому для улучшения качества дизельного топлива потребуются изменения технологического цикла, и, следовательно, серьезные инвестиции. Не сможет обеспечить потребности американского рынка в топливе и широко разрекламированное дизельное горючее из растительной массы. По мнению Касселя, в ближайшие десятилетия его производство будет расти, но это лишь капля в море. Более того, еще предстоит разработать стандарты для биодизеля, чтобы каждому водителю было понятно, что именно он заливает в бак своего автомобиля. Европейские же производители дизельных двигателей и энергетические компании проявляют

большой интерес к технологии получения топлива из угля и природного газа.

Несомненно, новые виды топлива и усовершенствованные системы очистки выхлопных газов внесут свой вклад в охрану окружающей среды, но произойдет это не ранее чем лет через десять. Кроме того, к 2030 г. современный парк дизельных автомобилей выработает свой ресурс, что приведет к сокращению выбросов соединений азота до 4 млн. т, а соединений углерода — до 250 тыс. т ежегодно, что улучшит экологическую обстановку.

Переход на использование дизельного топлива с низким содержанием серы стал прорывом в современной автомобильной промышленности. Нечто подобное произошло в 70-х гг. XX в., когда правительство США ввело запрет на добавление соединений свинца в бензин. Такие меры не только способствовали снижению выброса *Pb* в атмосферу,

но и позволили инженерам разработать системы катализаторов для очистки выхлопных газов. Однако, если путь к внедрению чистого автомобиля с бензиновым двигателем занял 30 лет, то, согласно прогнозам специалистов, экологически чистый дизель должен появиться на рынке в три раза быстрее. ■

Перевод: П.П. Худолей

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

Diesel Technology Forum discussion of clean diesels: www.dieselforum.org/meet-clean-diesel/what-is-clean-diesel/
U.S. Environmental Protection Agency's National Clean Diesel Campaign: www.epa.gov/cleandiesel/
Mercedes-Benz Bluetec technology: www4.mercedes-benz.com/specials/scr/en/index-nocom-en.htm
Honda clean diesel technology: <http://world.honda.com/news/2006/c060925DieselEngine/>



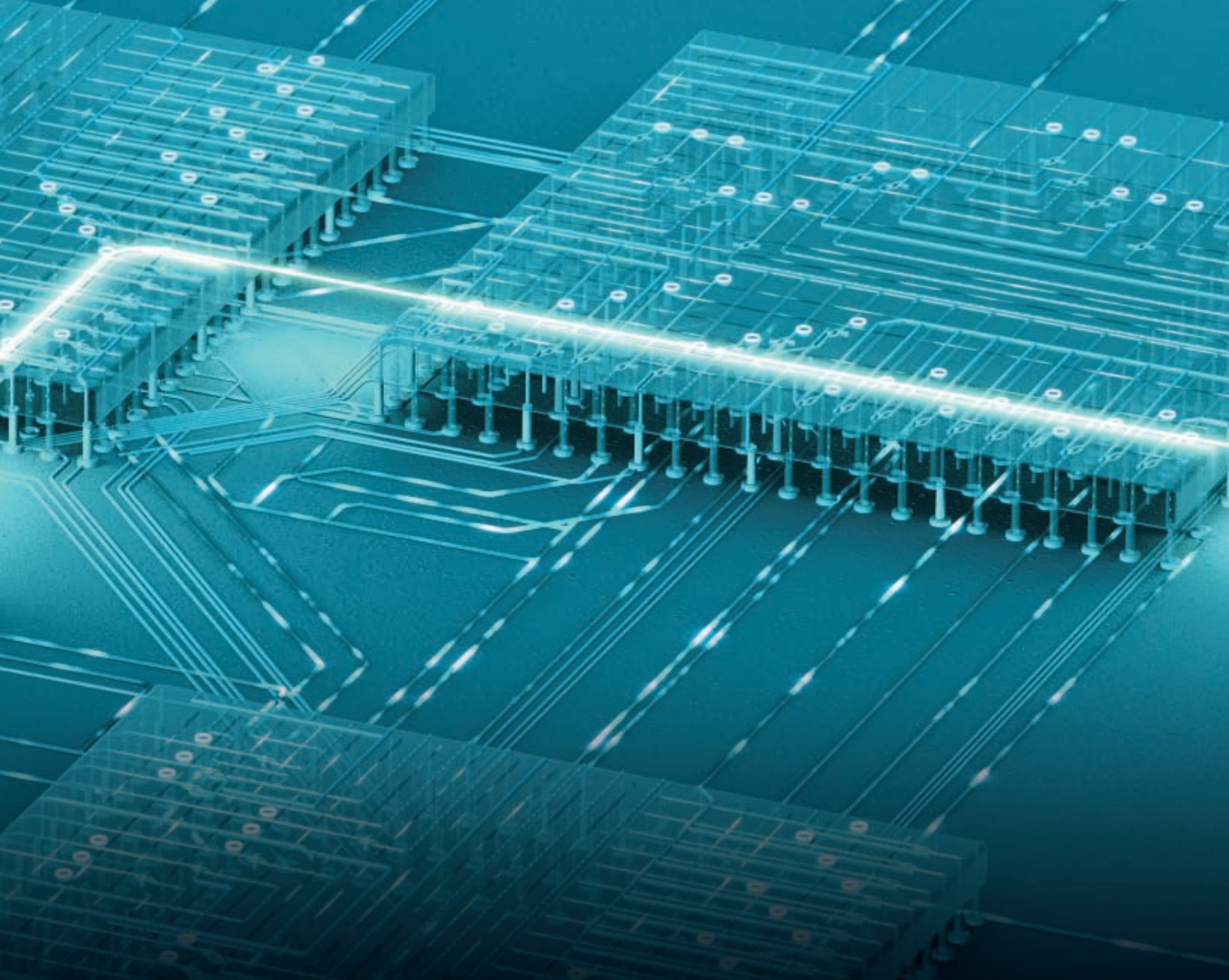
НАРОДНОЕ РАДИО

ЛЮДИ СЛУШАЮТ

www.narodinfo.ru
трансляция online

в Москве	612кГц
в Самаре	1107кГц
в Мурманске	68,21МГц
в Краснодаре	68,72МГц
в Горно-Алтайске	68,00МГц



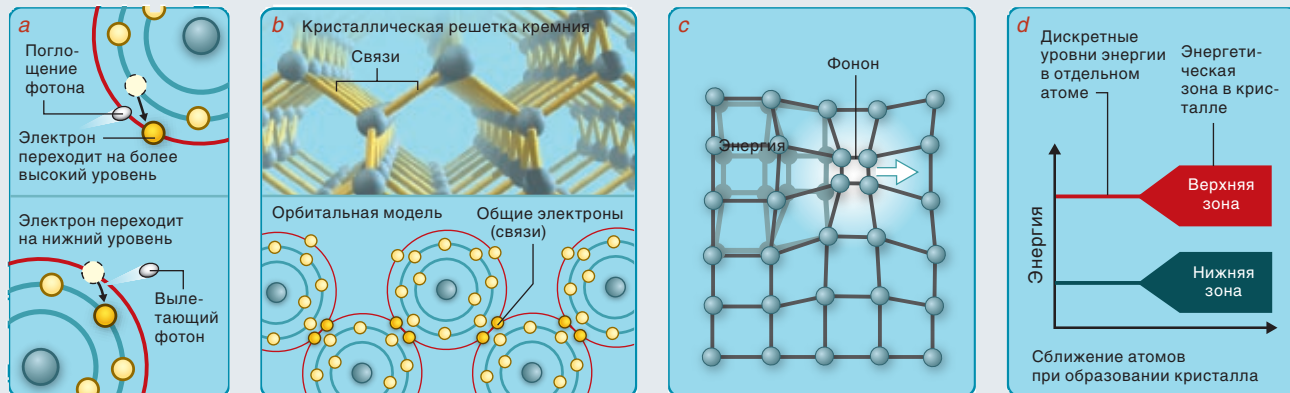


Бахрам Джелали

КРЕМНИЕВЫЙ ЛАЗЕР

КАК ЗАСТАВИТЬ КРЕМНИЙ ИЗЛУЧАТЬ КОГЕРЕНТНЫЙ СВЕТ?

Природные свойства кремния делают его малоэффективной средой для генерации лазерного излучения



Процесс излучения когерентного света основан на свойствах электронов, находящихся на внешних орбиталях атомов. При поглощении фотона электрон возбуждается, поднимаясь на более высокую орбиту, называемую верхним энергетическим уровнем (а). При переходе на нижний уровень носитель заряда испускает свет. В твердом теле атомы образуют связи, делая электроны, находящиеся на верхних энергетических уровнях, общими (b). Чтобы добиться усиления света (необходимое условие для излучения когерентного свечения), внешние источники энергии (свет или электрический ток) накачивают общие электроны на более высокие энергетические уровни. Фотоны, испускаемые возбужденными электронами, стимулируют каскадное испускание квантов света, в результате чего

происходит усиление света. Также поток фотонов усиливается, приобретая энергию при столкновениях с фононами — квантованными колебаниями атомов кристаллической решетки (с).

Диапазон уровней энергии общих электронов под влиянием электромагнитных полей соседних атомов становится шире (d). В результате накачанный электрон в кристалле «перепрыгивает» из одной зоны в другую.

На графике, характеризующем изменение энергий и импульсов электронов в арсениде галлия, энергетические зоны располагаются вертикально, на одной линии (e). В отличие от зон легированного галлия, уровням в кремнии соответствуют разные импульсы, в результате чего энергии, полученной от поглощенного фотона, недостаточно для

Исследователи научились генерировать лазерное излучение на основе кремния

Кремниевые чипы давно применяются для управления потоками электронов в компьютерах, сотовых телефонах, телевизорах и т.д. Кремний (Si) относится к недорогим материалам, поэтому с помощью кремниевых микросхем, способных создавать и направлять пучки света, можно было бы разработать дешевые оптические устройства, предназна-

ченные, например, для увеличения скорости передачи данных.

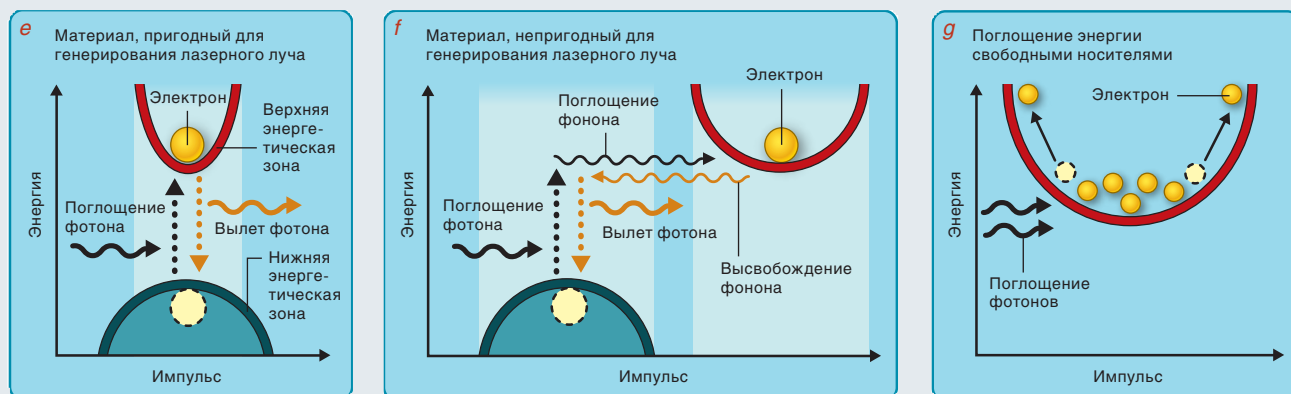
Однако претворить идею создания лазера на основе кремния в жизнь оказалось не так просто. Несколько десятков лет исследования, проводившиеся в этой области, не давали результатов, и лишь недавно ученые заставили кремний испускать интенсивный свет. Что же встало на пути исследователей?

ОБЗОР: КРЕМНИЕВЫЕ ЛАЗЕРЫ

- В течение многих лет исследователи пытались создать кремниевый чип, способный испускать когерентный свет высокой интенсивности. Такие микросхемы могли бы использоваться при сверхскоростной передаче цифровых данных, а также во многих устройствах, облегчающих повседневную жизнь человека.
- Используя несколько различных методов, исследователи заставили кремний излучать когерентный лазерный свет.

Лазеры: как все начиналось

Применять кремний для генерации лазерного излучения так, как это происходит при использовании традиционных материалов, таких как арсенид галлия, нельзя. Дело в том, что при возбуждении атомы кремния не испускают свет нужных свойств, а то свечение, которое возникает, кремний не в состоянии



перехода электрона в более высокую зону (f). Для передачи энергии необходим фотон с достаточной величиной импульса. К сожалению, электроны часто не дожидаются нужного фонона, теряя свою избыточную энергию. Именно поэтому испускание света кремнием до последнего времени оставалось неэффективным.

Однако на этом трудности, связанные с применением кремния, не заканчиваются. Свойства кремния способствуют поглощению энергии свободными носителями заряда. Взаимодействие фотона и возбужденного электрона в верхней зоне приводит к двум возможным исходам: либо квант света стимулирует испускание нового фотона, заставляя электрон перейти в нижнюю зону, либо электрон поглощает фотон, поднимаясь на уровень вверх, оставаясь

в пределах той же зоны (g). Во втором случае носитель заряда не испускает квант света, а значит и усиления света не происходит.

Верхние зоны атомов арсенида галлия уже и имеют более крутые склоны, в результате чего количество содержащихся в них электронов сравнительно невелико. А поскольку испускание фотонов в арсениде галлия превышает поглощение, материал прекрасно усиливает свет. Верхние зоны атомов кремния шире, поэтому для их заполнения требуется больше электронов.

Кремний обладает низкой излучательной способностью и высоким процентом потерь энергии, а потому применять к нему обычные методы усиления света нельзя

усиливать путем «стимулированного» или вынужденного излучения.

Обычно лазерный луч формируется следующим образом: свет или электрический ток «накачивает» электроны в атомах рабочей среды на более высокий энергетический уровень, называемый верхним (или возбужденным) состоянием. Когда возбужденные атомы возвращаются в нормальное (основное) состояние, высвобождается дополнительная энергия в виде квантов света — фотонов, формирующих рассеянный свет низкой интенсивности. (Альберт Эйнштейн назвал этот процесс «спонтанным излучением».) Когда один из испущенных фотонов проходит через группу предварительно возбужденных атомов, их электроны освобождаются от избыточной энергии, излучая новые, синхронно движущиеся в одном направлении

фотоны. В результате образуется узко направленный луч света, стимулирующий каскадное испускание квантов света, которые в свою очередь вынуждают излучать другие возбужденные атомы среды. Данный процесс можно сравнить с лавиной, сходящей по заснеженному горному склону.

Идея стимулированного свечения, высказанная Эйнштейном, не привлекла всеобщего внимания до 1958 г., когда Чарльз Таунс (Charles Townes) и Артур Шавлов (Arthur Schawlow) предложили для отражения хаотично рассеиваемых фотонов окружить материал, испускающий свет, зеркалами. Эксперименты с отражением показали, что при возвращении излученных квантов света процесс стимуляции возбужденных атомов питает сам себя (как в цепной

реакции), в результате чего образуется мощный пучок света определенной длины волны — лазерный луч. Два года спустя Теодор Мэйман (Theodore Maiman) продемонстрировал первый лазерный генератор, основанный на накачке электронов в кристаллах рубина светом мощной лампы.

В полупроводниках (материалы, электрические свойства которых находятся между хорошими проводниками и изоляторами) электроны располагаются в энергетических зонах, содержащих серию уровней, которые, согласно квантовой теории, электронам «разрешено» занимать. Поглощая фотон, электрон, находящийся на внешней орбитали атома, приобретает энергию, позволяющую ему перейти в верхнюю зону. Справедливо и обратное утверждение: электрон, испускающий ▶

квант света, возвращается на один или несколько уровней ниже.

Представим верхний и нижние энергетические уровни в виде двух сосудов (см. стр. 46-47). Чаще всего практически все электроны находятся в нижнем сосуде. Но если фотон, обладающий энергией, достаточной для пересечения запрещенной зоны, сталкивается с электроном, он может перевести его в верхнюю зону или сосуд.

Для того чтобы испускать кванты света, материал должен получать энергию, которой будет достаточно для перехода большей части электронов из нижней энергетической зоны, где они располагаются в основном состоянии атома, в верхнюю зону (инверсия населенности).

Когда фотоны проходят через рабочую среду, происходит каскадное увеличение их числа

Отмечу, что для излучения фотонов не требуется миграция всех электронов; достаточно перемещения лишь части заряженных частиц из вершины нижней зоны в верхнюю. Электроны в верхнем сосуде высвобождают энергию, испуская фотоны. Когда излученные кванты света проходят через полупроводник, содержащий много электронов на верхнем уровне, они стимулируют испускание дополнительных фотонов и т.д.

Взаимодействие электронов и квантов света не изменяет суммарной энергии системы, но процессы, приводящие к формированию лазерного луча, могут протекать только при соблюдении взаимодействующими частицами

ОБ АВТОРЕ

Бахрам Джелали (Bahram Jalali) — профессор Школы техники и прикладных наук Генри Самуэли (Henry Samueli) при Калифорнийском университете в Лос-Анджелесе. Джелали — член правления Калифорнийского научно-го центра.

закона сохранения импульса. Импульс фотона, движущегося в кристалле, физически можно представить как стремление кванта света продолжать двигаться в одном направлении. Испущенный свет обладает малым значением импульса, а следовательно, взаимодействие между ним и электронами лучше всего протекает, когда верхняя и нижняя энергетические зоны находятся на одной линии (прямозонная структура), а это происходит при равенстве импульсов начальной и конечной точки обмена энергией между зонами. Равенство импульса характерно для материалов, используемых при генерации когерентного света. Кремний обладает непрямозонной структурой,

поэтому импульсы верхней и нижней зоны отличаются друг от друга, вследствие чего энергии возбужденного электрона не хватает для перехода на более высокий уровень. Помочь ему в этом может волна колебаний кристаллической решетки кремния, называемая фононом, которая обеспечивает дополнительный импульс. Однако прежде чем электрон, переходящий в верхнюю зону дождется появления достаточно мощного фонона, его энергия практически полностью перейдет в тепло. В итоге только один из миллиона возбужденных электронов успешно испускает фотон. Материалы, использующиеся для создания когерентного света, например арсенид галлия, в 10 тыс. раз более эффективны.

Непрямая структура зон снижает эффективность кремниевого лазера, но получить когерентный свет на основе кремния все же возможно. Рассмотрим поглощение света свободными носителями заряда. Представьте себе группу электронов, накачанных в верхнюю зону. Когда фотон взаимодействует с занимающими

верхний уровень заряженными частицами, происходит испускание новой световой волны, усиливающей когерентный свет. Однако в результате взаимодействия с фотоном электрон может просто подняться чуть выше в пределах верхней зоны, а свет при этом испущен не будет. Скорость этих конкурирующих процессов зависит от количества находящихся в верхней энергетической зоне электронов.

В арсениде галлия верхняя энергетическая зона уже, чем нижняя, кроме того, она обладает более крутыми склонами, поэтому для ее заполнения не требуется большого количества электронов. Верхний энергетический уровень кремния, напротив, характеризуется широкой верхней зоной и пологими склонами, следовательно, при накачке электроны Si больше склонны к поглощению, чем к испусканию фотонов.

Кроме того, возникновению лазерного излучения в кремнии препятствует рекомбинация Оже, возникающая, когда электрон в верхней зоне не испускает свет, а передает свою энергию другим несущим заряд частицам, которые впоследствии переводят избыточную энергию в тепло. Величина переведенной энергии зависит от числа электронов в верхней энергетической зоне. В кремнии рекомбинация Оже происходит интенсивнее, чем в арсениде галлия. Дело в том, что в случае кремния требуется более интенсивная накачка электронов в верхнюю зону для преодоления низкой эффективности испускания света. Как же заставить кремний излучать когерентный свет?

Первый успех

Недавно было разработано несколько методов, позволяющих «обойти» природные свойства кремния. Согласно первому из них, для увеличения количества электронов, испускающих фотоны, движение носителя заряда в пространстве ограничивается (квантовая клетка). Ограничение перемещения электрона размывает значения скорости и, соответственно, импульса

(произведение массы носителя заряда на его скорость).

В качестве квантовой клетки может быть использована пленка из кварца (диоксид кремния), с вкраплениями кристаллического кремния. Накачка кристаллов производится посредством внешних источников света. В 2000 г. группа Лоренцо Павеси (Lorenzo Pavesi) из Университета Тренто (Италия) впервые получила оптическое усиление на основе кремниевых нанокристаллов. Открытие итальянской группы исследователей вдохновило многих ученых, и вскоре появилось множество новых устройств, использующих оптическое усиление для достижения многообещающих результатов.

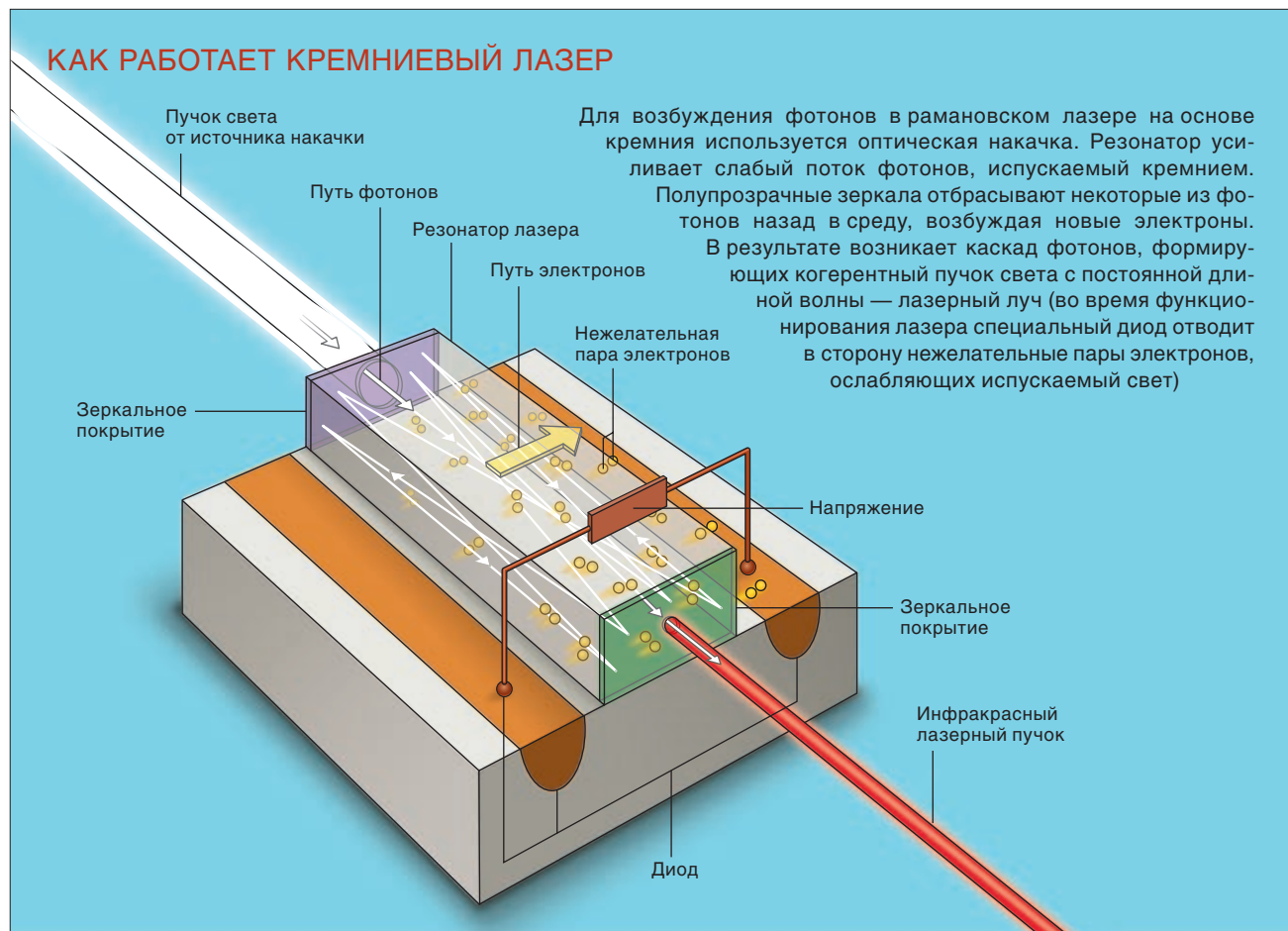
В одном из них используется эрбий, который обычно добавляют к стеклу в оптических волокнах при создании усилителей с оптической накачкой и лазеров для телекоммуникационных сетей. Франческо

Приоло (Francesco Priolo) из Университета в Катании (Италия) и Сальваторе Коффа (Salvatore Coffa) из женеvской фирмы *STMicroelectronics* использовали метод, примененный Павеси, как средство улучшения оптических свойств кремния. Результатом работы группы стало создание светоизлучающих диодов (*LED*), работающих при комнатной температуре и таких же эффективных, как диоды из арсенида галлия.

Светодиод фирмы *STMicroelectronics* состоит из слоя металла, стекла и полупроводника. Когда к металлу и полупроводнику подводится напряжение, заряженные частицы, движущиеся через стекло, ускоряются и возбуждают электроны атомов эрбия, внедренные в стеклянную прослойку. Возбужденные заряженные частицы заполняют верхнюю энергетическую зону и испускают свет. В диодах *LED* метод «квантовой клетки»

используется для повышения проводимости стекла, что позволяет уменьшить напряжение, создающее электрический ток между металлическим и полупроводниковым слоем. В данном случае из-за самопроизвольного испускания фотонов, получается диффузный, а не возникающий при вынужденном излучении лазерный свет.

Недавно группа Джеймса Ксу (James Xu), работающая при Университете Брауна, создала лазерное излучение в нанокристалле кремния при -230°C (см. стр. 51). Для генерации когерентного света исследователи создали тонкую кремниевую пленку с системой отверстий, расположенных друг от друга на расстоянии 110 нм. По мнению Ксу, наблюдаемое свечение испускают электроны, локализованные в располагающихся на поверхности нанокристаллов кремния дефектах решетки, а усиленное излучение ▶



возникает вследствие увеличения диапазона возможных значений импульса заряженных частиц.

Кремний испускает когерентный свет

Накачка электронов в верхнюю энергетическую зону атомов полупроводника — не единственный способ усиления света. Например, при увеличении энергии фотонов свет, проходящий через проводник, усилива-

в новом излучателе осуществлялась, как и в установке Меймана, оптически, и, хотя использованный способ возбуждения обычно малоэффективен, разработанное кремниевое устройство преобразовывало подведенную энергию в свет почти так же эффективно, как обычные лазеры. Вскоре лазерный «пионер» был совмещен с диодом, что позволяет включать и выключать лазер электрическим путем.

Кремний преобразует энергию накачки в свет почти так же эффективно, как это происходит в обычных материалах

ется. А при возвращении небольшой части усиленных фотонов обратно в кристалл происходит генерация лазерного излучения.

Именно этот принцип был использован в 2004 г. при создании первого кремниевого лазера. Накачка

Вплоть до конца 70-х гг. прошлого века исследователи использовали для изучения физических свойств многих элементов эффект Рамана, характеризующий взаимодействие света с фононами. Позже инженеры применяли его для придания

оптическим волокнам функций усилителей и лазеров, но поскольку для этого требуется несколько километров световодов, создать кремниевый лазер ученые не могли. Однако эффект Рамана в кремнии может быть в 10 тыс. раз более выраженным, чем в оптических волокнах. Такая разница объясняется тем, что атомы кристалла кремния, в отличие от микрочастиц аморфного стекла, обладают высокоупорядоченной структурой.

Для рамановского лазера требуется оптическая накачка. Во избежание появления в верхней энергетической зоне атомов кремния электронов, способных «препятствовать» излучению света, возбуждение кремния проводилось с помощью инфракрасного излучения с длиной волны 1500 нм. Энергия такого фотона была меньше, чем ширина запрещенной зоны, в результате чего возбужденные электроны скапливались около вершины нижнего энергетического уровня. Однако иногда происходит объединение энергий двух фотонов, переводящее электрон на верхний уровень. И хотя таких носителей заряда относительно немного, они поглощают часть энергии системы.

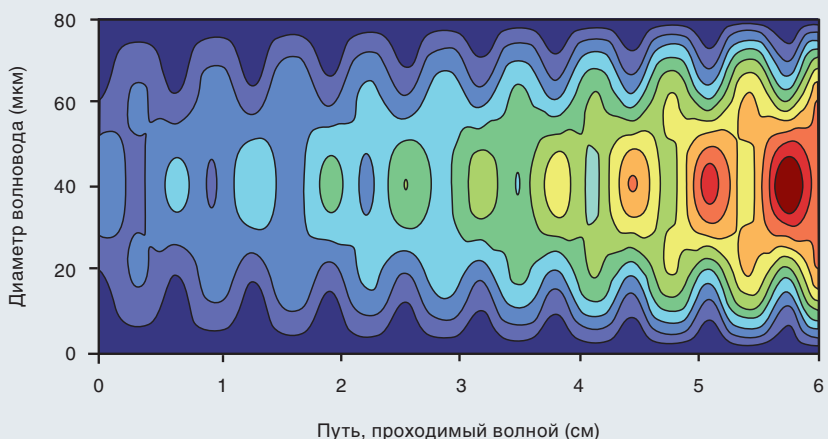
Для того чтобы избежать таких потерь, первый кремниевый лазер работал в импульсном режиме, удаляя электроны при помощи приложенного к кристаллу электрического поля, что мешало им накапливаться и отбирать энергию.

Недавние исследования показывают, что метод сохранения энергии, примененный в первом лазере, для Si недостаточно эффективен. Дело в том, что интенсивность, с которой можно удалять электроны, ограничена максимальной скоростью перемещения частиц в кремнии (0,001 от скорости света). Кроме того, для этого требуется большая электрическая мощность.

Однако существуют методы, повышающие эффективность кремниевого лазера. Например, облучение кремния протонами или добавление небольшого количества платины вынуждает вырвавшиеся

КРЕМНИЕВЫЙ ЛАЗЕР — УСИЛИТЕЛЬ ИЗОБРАЖЕНИЯ

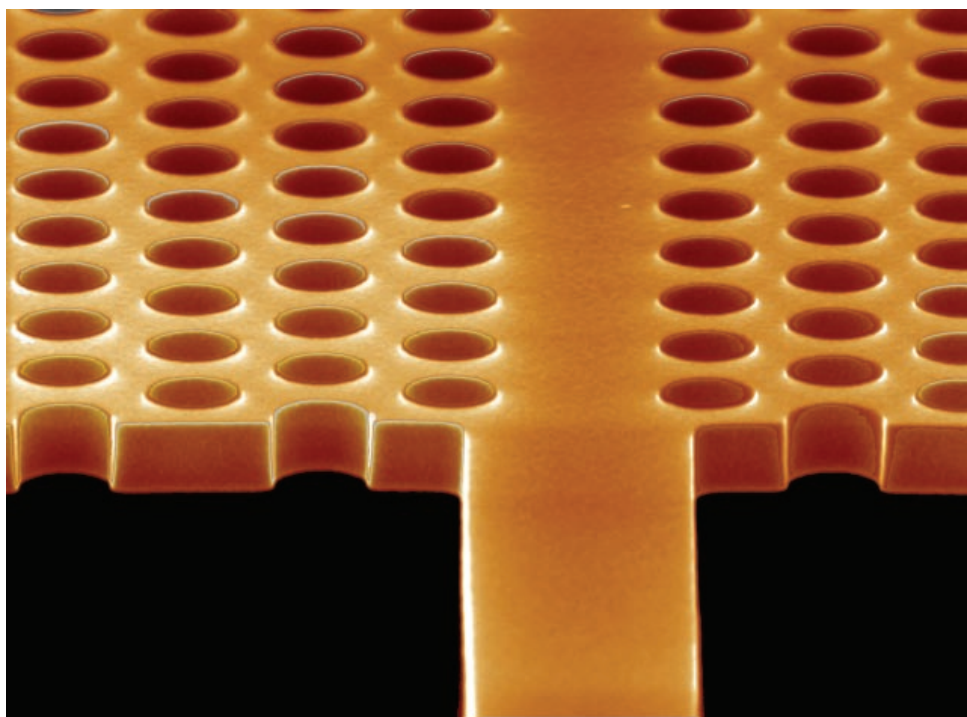
В волноводе, поперечное сечение которого намного больше, чем длина волны приходящего света, любое распределение движущегося света входит в фокус и выходит из него в результате конструктивной (с усилением) и деструктивной (с ослаблением) интерференции световых волн, отражающихся от стенок волновода. Применение оптической накачки приводит к одновременной фокусировке и усилению изображения при прохождении света по волноводу. Исследователи из Калифорнийского университета в Лос-Анджелесе и фирмы *Northrop Grumman* разрабатывают устройство, в котором эффект Рамана усиливает изображение по мере его прохождения через кремниевый волновод большого сечения. Усилитель на основе лазера улучшит дистанционное восприятие и качество изображений. Такие устройства могут применяться при экологическом мониторинге



электроны возвращаться на нижний уровень.

Все же удаление электронов в верхней зоне не решает всех проблем, возникающих при работе кремниевого лазера: часть возбуждающей энергии теряется в результате одновременного поглощения электроном двух фотонов. Используя принцип, на котором основана работа солнечных батарей, исследователи доказали, что кремниевые рамановские лазеры, собирая потерянную энергию накачки, способны вырабатывать электричество, появляющееся при прохождении через кремний возникающих при двухфотонном поглощении электронов. Ученые установили, что можно организовать прохождение носителей заряда так, что потребление энергии устройством, равное производству электрического тока на напряжение, станет отрицательным. Иными словами, кремниевый чип сможет самостоятельно генерировать энергию, которую можно использовать, например, для питания расположенных на нем электрических цепей.

Однако проблем, связанных с двухфотонным поглощением, можно избежать, если осуществлять накачку электронов световыми волнами с длиной 2300 нм. Энергия возбуждающих фотонов при этом настолько мала, что даже воздействие двух квантов света не приводит



ЛАЗЕРНЫЙ ЭФФЕКТ ПРИ НИЗКОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ был продемонстрирован исследовательской группой Джеймса Ксу из Университета Брауна. В эксперименте использовалась тонкая пленка кремния, покрытая отверстиями наноразмеров, подобная той, что показана на рисунке. Лазерный луч образуется из-за стеснения электронов в квантовых клетках на поверхности пленки

мощности. Кроме того, по сравнению с арсенидом галлия, кремний более дешевый и многофункциональный материал.

Труд разработчиков кремниевого лазера начинает окупаться, и вполне вероятно, что скоро кремний бросит вызов традиционным «лазерным» материалам, сделав неиз-

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

- Subtle Is the Lord: The Science and the Life of Albert Einstein. Abraham Pais. Oxford University Press, 1982.
- The Incredible Shrinking Transistor. Yuan Taur in IEEE Spectrum, Vol. 36, No. 7, pages 25-29; July 1999.
- Demonstration of a Silicon Raman Laser. Ozdal Boyraz and Bahram Jalali in Optics Express, Vol. 12, No. 21, pages 5269-5273; October 2004.
- Computing at the Speed of Light. W. Wayt Gibbs in Scientific American, Vol. 291, No. 5, pages 80-87; November 2004.
- Optical Gain and Stimulated Emission in Periodic Nanopatterned Crystalline Silicon. S. G. Cloutier, P. A. Kossyrev and J. Xu in Nature Materials, Vol. 4, No. 12, pages 887-891; December 2005.
- Optical Interconnects: The Silicon Approach. Edited by L. Pavesi and G. Guillot. Springer Series in Optical Sciences. Springer, 2006.
- Silicon Photonics: The State of the Art. Graham Reed. John Wiley & Sons, 2007.

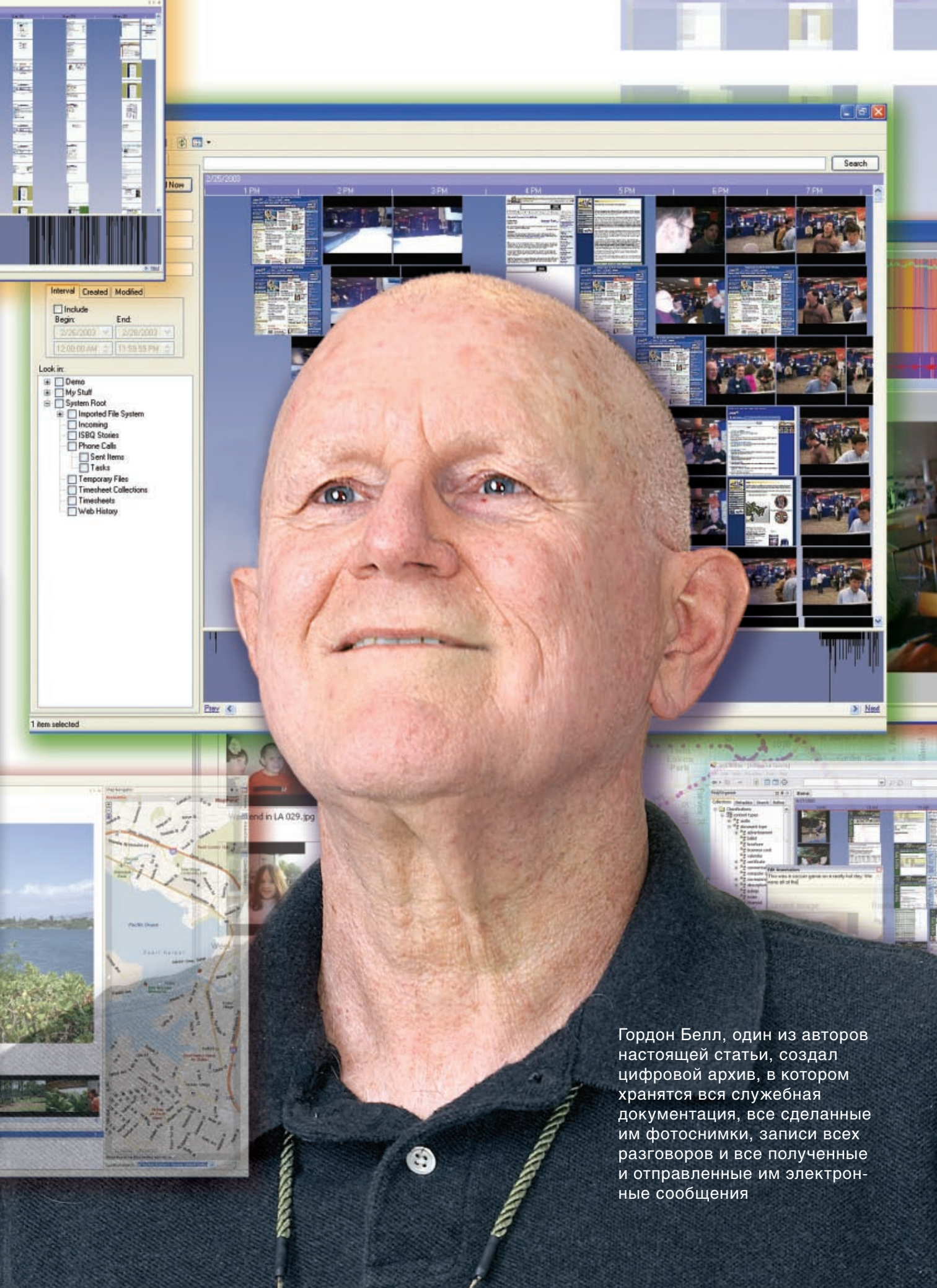
Среди всех материалов, пригодных для генерации лазерного излучения, кремний — один из лучших по теплопроводности

к переходу носителя заряда на верхний энергетический уровень. Накачка в диапазоне длин волн от 2,3 тыс. до 7 тыс. нм делает кремний идеально подходящей для генерации когерентного света средой.

Среди всех материалов, пригодных для генерации лазерного излучения, кремний — один из лучших по показателям теплопроводности и устойчивости к повреждению при оптическом возбуждении высокой

бежным объединение электроники и фотоники. Несмотря на то, что еще рано говорить о направлении, в котором электронно-фотонная технология будет задействована шире всего, новые устройства, основанные на принципе работы кремниевого лазера, вне всяких сомнений повлияют на повседневную жизнь человека. ■

Перевод: Б.А. Квасов



Гордон Белл, один из авторов настоящей статьи, создал цифровой архив, в котором хранятся вся служебная документация, все сделанные им фотоснимки, записи всех разговоров и все полученные и отправленные им электронные сообщения

Гордон Белл и Джим Геммел

цифровая жизнь

Новые системы могут позволить людям регистрировать все, что они видят, слышат, и даже то, что не могут воспринимать непосредственно, и заносить всю информацию в личный цифровой архив

Человеческая память настолько ненадежна, что необходимость вспомнить номер телефона, имя делового партнера или название любимой книги буквально сводит с ума. Люди придумали множество стратегий борьбы с забывчивостью, например записи в ежедневниках, электронных записных книжках, органайзерах в мобильных телефонах, напоминания в ICQ, не говоря уже о традиционных «узелках на память» (см.: *Алхимия памяти // ВМН, № 8, 2004*). И все же важная информация продолжает улетучиваться из головы. Однако недавно в рамках исследовательского проекта *MyLifeBits* («Биты моей жизни») наша группа из *Microsoft Research* разработала портативные датчики, позволяющие вести цифровую хронику жизни человека. В качестве испытуемого мы выбрали Гордона Белла, одного из авторов настоящей статьи. В течение шести лет мы пытались регистрировать обмен информацией между Беллом и другими людьми, а также между ним и различными устройствами. Кроме того, фиксировались образы, которые он видел, звуки, которые он слышал, веб-сайты, которые он посещал. Вся информация сохранялась в архиве, из которого ее можно быстро и легко извлечь.

Мы выяснили, что цифровая хроника, в которую включается и аудио-визуальный ряд, позволяет человеку не только восстанавливать в памяти события или разговоры, но и быстро, с помощью всего нескольких нажатий клавиш находить любое когда-либо прочтенное в электронном сообщении, документе или на веб-сайте слово.

Современные датчики регистрируют не только то, что человек воспринимает непосредственно, но и то, что он не может увидеть, услышать или почувствовать — например содержание углекислого газа в воздухе, уровень кислорода в крови или около 3 млрд. сокращений сердца в течение жизни, а также иные физиологические параметры. Компьютер способен проанализировать содержание цифровой хроники и предупредить, скажем, о возможном сердечном приступе. Более того, если врач получит доступ к детальной записи работы сердца, то вам больше не придется напрягать свою память, пытаясь ответить на вопрос, когда вы в первый раз почувствовали недомогание.

Но, вероятно, важнее всего то, что цифровая хроника дает людям возможность оставить потомкам живую, детальную и наглядную историю своей жизни, что до сих пор ►

ОДИН ДЕНЬ ИЗ ЦИФРОВОЙ ЖИЗНИ

Описание одного дня из жизни воображаемой семьи Диджиталов наглядно иллюстрирует некоторые из потенциальных возможностей цифровых хроник



Анне Диджитал, профессору химии, нужно просмотреть статью, фамилию автора которой она забыла. Однако она помнит, что видела ее прошлым летом, когда разговаривала по телефону со своим студентом. Поэтому она ограничила поиск только теми документами, которые она просматривала во время телефонных разговоров со своими учениками, и тут же нашла статью

Дэвид Диджитал, биржевой маклер, архивирует все документы, электронные сообщения, телефонные разговоры и веб-страницы, посещаемые им в течение рабочего дня. Когда он составляет электронное сообщение, программа предупреждает его, что он тратит слишком много времени на общение с неперспективными клиентами. Проанализировав информацию, Дэвид оптимизирует свою работу. В конце рабочего дня, для того чтобы оценить реакцию организма на напряженную работу, связанную с подготовкой и проведением собрания корпорации, он просматривает последние записи, где фиксировались пульс, частота дыхания, число потребленных калорий и т.д.

Дэвид ведет свою семилетнюю дочь Лору в клинику, т.к. программа анализа состояния ее здоровья показала, что прибавка в весе за последние полгода оказалась меньше ожидавшейся. Врач считает, что это связано с приемом Лорой противоастмических препаратов, и рекомендует на время воздержаться от них, т.к. в последние месяцы дыхание Лоры было превосходным



могли позволить себе только богатые и знаменитые.

Как создать «искусственную память»?

О расширении возможностей памяти человека с помощью «умных машин» впервые задумался еще в конце

Второй мировой войны Ванневар Буш (Vannevar Bush), возглавлявший Агентство передовых военных исследований правительства США (DARPA). Он предложил устройство *Memex* (*memory extender — расширитель памяти*) на основе микрофильмов, которое было предназначено,

чтобы хранить весь обмен информацией своего владельца, записи его разговоров и прочитанные им книги. Оно должно было встраиваться в рабочий стол, снабженный клавиатурой, микрофоном и несколькими дисплеями. Предполагалось, что человек на своем рабочем месте сможет воспользоваться фотокамерой для получения микрокопий фотоснимков, текстов и создавать новые документы, делая записи на сенсорном экране. Однако спектр возможностей устройства показался Бушу недостаточно широким, и он решил, что *Memex* должен моделировать ассоциативное мышление человека.

В течение следующего полувека отважные пионеры в области компьютерных наук, такие как Тед Нелсон (Ted Nelson) и Даглас Энгелбарт (Douglas Engelbart), развили

ОБЗОР: ЦИФРОВЫЕ ХРОНИКИ

- Ненадежность человеческой памяти побуждает исследователей разрабатывать системы автоматической регистрации обмена аудиовизуальной информацией, электронными документами и сохранения полученных данных в архиве.
- Успехи в области разработки различных датчиков и систем хранения данных смогут облегчить цифровую регистрацию. Труднее будет разработать программное обеспечение для систематизации сохраняемой информации.
- Цифровые хроники могут найти применение в здравоохранении и ряде других областей человеческой жизни, но разработчики должны обеспечить безопасность использования цифровых архивов.



За обедом Дейв и Анна споят со своим 14-летним сыном Стивом. Анне не нравится, что мальчик делает домашние задания по вечерам, она хочет, чтобы сын приступил к работе немедленно. Но Стив показывает родителям данные программы анализа обучения, свидетельствующие о том, что как бы поздно он ни садился за уроки, это не ухудшает его показателей успеваемости. Более того, согласно цифровой хронике Стива, от обсуждений в классе он получает больше пользы, чем от самостоятельной работы дома



Пожилая мать Анны, Джин, живет в доме престарелых, персонал которого имеет доступ к некоторой части ее цифровой хроники и поэтому может контролировать, не пропускает ли она свои ежедневные прогулки. Кроме того, медсестра автоматически извещается о любых нарушениях работы сердца Джин и оказывает соответствующую помощь. Анна обнаружила, что полезно просматривать журнал работы посудомоечной машины ее матери, т.к. когда Джин устает, она часто засиживается за столом. По вечерам Джин просматривает старые фотографии и видео из своего цифрового архива, используя для долгих прогулок по воспоминаниям интерактивный дисплей



некоторые идеи Буша. Тем не менее, существовавший тогда уровень развития науки и техники не позволял полностью реализовать проект *Metex*. Прошли годы и ситуация изменилась: появились современные цифровые системы записи, хранения и передачи информации, были разработаны новые датчики и процессоры, а рост емкости информационных носителей был поистине ошеломительным.

Сегодня накопитель на жестких магнитных дисках (НЖМД) стоимостью \$600 способен вместить 1 ТБ (один терабайт, т.е. 10^{12} байт) цифровых данных. Это означает, что на нем может храниться все, прочитанное человеком на протяжении 60 лет (включая сообщения по электронной почте, веб-страницы, газеты и книги), 8 часов разговоров,

все купленные за это время музыкальные записи (MP3), около 220 тыс. снимков, запечатлевших буквально каждый день из жизни владельца цифровой хроники (табл. на стр. 58). Если нынешние тенденции сохранятся, то через 10 лет то же количество данных можно будет записать на флэш-память сотового телефона, связанного по беспроводному каналу с накопителем персонального компьютера объемом 4 ТБ. А через 20 лет за \$600 можно будет купить накопитель емкостью 250 ТБ, который сможет вместить в себя информацию, полученную более чем за 100 лет.

В наше время продолжают создаваться новые поколения недорогих переносных и стационарных датчиков. Некоторые из них позволяют получать сведения о состоянии здоровья и передвижениях пользователя,

другие же помогают контролировать атмосферное давление, температуру, влажность воздуха, уровень освещенности и т.д.

Стационарные датчики планируется размещать в помещениях или встраивать в бытовую технику. Например, устройство, вмонтированное в холодильник, окажет неоценимую помощь людям, стремящимся следить за своим питанием или похудеть, т.к. оно будет фиксировать, сколько раз за сутки открывалась заветная дверца, за которой хранятся соблазнительные пирожные, ароматные сыры, бекон и мороженое.

Наконец, появились процессоры, способные эффективно отыскивать, анализировать и визуализировать огромные объемы информации. Сегодня даже самый обычный недорогой сотовый телефон может вести ▶



Фотокамера *SenseCam* автоматически делает снимки при изменении уровня освещенности или когда поблизости находятся люди. При этом *GPS*-приемник постоянно отслеживает местоположение Белла, позволяя создавать визуальный дневник его перемещений

поиск в сети Интернет и воспроизводить аудио- и видеозаписи. Более того, практически все современные мобильные телефоны, смартфоны, коммуникаторы и другие портативные устройства оснащены высоко-

ОБ АВТОРАХ

Гордон Белл (Gordon Bell) и **Джим Геммел** (Jim Gemmell) работают в *Microsoft Research* над проектом *MyLifeBits* («Биты моей жизни»). В 1970-х гг. Белл, один из пионеров компьютерной отрасли, отвечал за создание знаменитого мини-компьютера *VAX* в компании *Digital Equipment Corporation*, а в 1980-х гг. принял участие в разработке государственной политики в области компьютерных наук. Геммел работает старшим исследователем в группе *Next Media* компании *Microsoft*. В круг его интересов входят личные архивы, управление личными средствами аудиовизуальной информации и т.д.

качественными цифровыми фотокамерами, что привело к массовому увлечению фотографией. В результате этого электронные дневники (блоги), в которых оперативно размещаются фотоиллюстрации, сделанные буквально несколько минут назад, стали популярнее у молодежи, чем персональные веб-сайты. Столь широкое распространение цифровых хроник, для ведения которых требуются простейшие средства сбора, хранения и передачи данных, свидетельствует о растущем интересе к цифровым записям.

Хроника одного дня из жизни Белла

Наш опыт работы с цифровой хроникой начался в 1998 г. Тогда Белл, чтобы избавиться от груды бумаг, карточек, писем, газетных вырезок, объявлений и фотоснимков, стал переводить все документы, относящиеся к его личной жизни и работе, в цифровой формат. Он дошел до

того, что сканировал даже логотипы кофейных кружек и футболок.

На архивирование, в том числе видеофильмов, видео- и аудиозаписей лекций и выступлений, у него и его помощника ушло несколько лет. Однако существовавшее тогда программное обеспечение не давало возможности использовать собранную с таким трудом информацию. Тогда в 2001 г. в рамках проекта *MyLifeBits* мы решили создать базу данных, которая позволила бы не только осуществлять полнотекстовый поиск, но и быстро отыскивать цифровую информацию по атрибутам, называемым метаданными: например, по дате или месту съемки, по записанному или произнесенному примечанию к файлу и т.д.

Система *MyLifeBits* не только фиксирует все взаимодействия Белла с другими устройствами, но и автоматически регистрирует копии всех посещаемых им веб-страниц, открываемых файлов, отправляемых

и получаемых сообщений, песен, которые он прослушивает, а также все операции, выполняемые мышью и клавиатурой.

Выходя из дома, Белл всегда берет с собой фотокамеру *SenseCam*, разработанную компанией *Microsoft Research*. Камера автоматически делает снимок каждый раз, когда ее датчик фиксирует тепловое излучение, идущее от животного или человека, а также тогда, когда меняется освещенность. Последнее может означать, что пользователь вошел

В XXI веке автоматические фотокамеры могут стать эффективными стимуляторами памяти

в помещение или покинул его, следовательно, представляет интерес при создании хроники одного дня из его жизни. Одновременно с этим *MyLifeBits* с помощью системы *GPS* постоянно контролирует местонахождение Белла и предает полученные данные по беспроводному каналу связи в архив, что позволяет программе автоматически регистрировать место и время съемки.

Нейрофизиолог Мартин Конуэй (*Martin Conway*) из Лидского университета в Англии считает, что *SenseCam* может стать «первым настоящему эффективным стимулятором памяти». Его предположение подтверждается результатами исследований, недавно проведенных в клинике Адденбрука в Кембридже (Англия). Наблюдения показали, что у людей с ослабленной памятью, которые каждый вечер просматривали снимки, сделанные камерой *SenseCam*, воспоминания сохранялись более двух месяцев, в то время как у пациентов, пользовавшихся дневниковыми записями, улучшения памяти не наблюдалось.

За шесть лет Белл собрал в своем архиве более 300 тыс. записей, занимающих около 150 ГБ памяти. Информация хранилась в его двухдисковом ноутбуке и в настольном компьютере его помощника, связанных с местной и дистанционной системами резервного копирования.

Львиная доля объема хранения (более 60 ГБ) приходилась на видеозаписи, тогда как статические изображения занимали около 25 ГБ, а аудиофайлы (в основном музыка) — 18 ГБ. В архиве также содержится по 100 тыс. веб-страниц и электронных сообщений, 15 тыс. текстовых файлов и т.д.

Белл пришел к выводу, что система *MyLifeBits* оказалась очень удобной для связи со старыми знакомыми и коллегами, для поиска сайтов в Интернете, особенно когда тре-

буется найти нужную цитату для научной статьи, а также для предоставления врачу записей об аортокоронарном шунтировании, которое было сделано Беллу 25 лет назад.

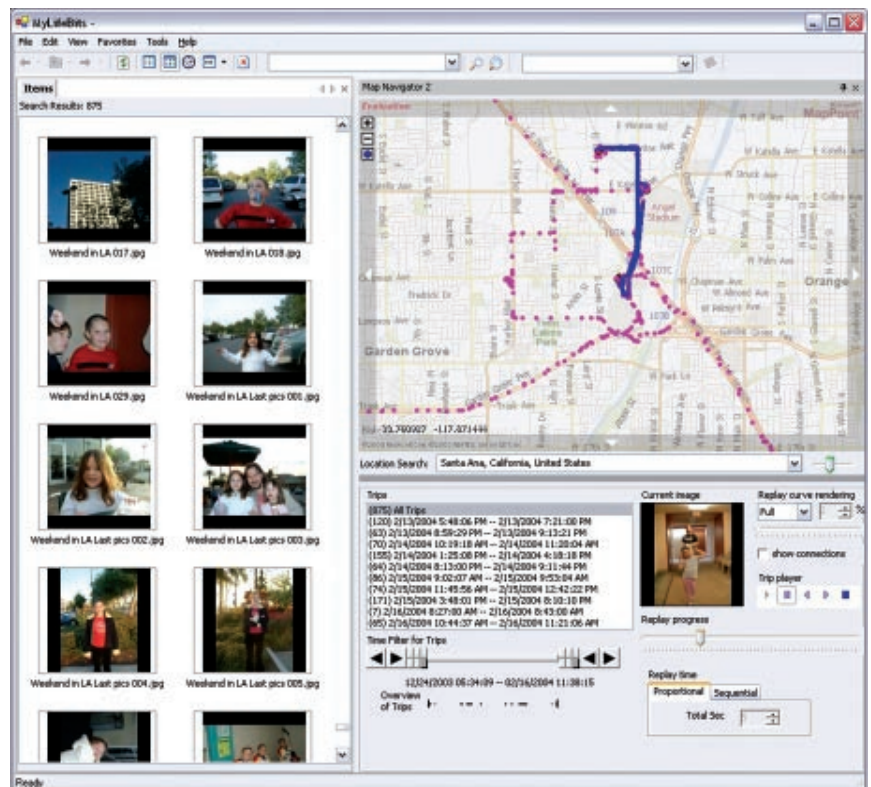
Несмотря на очевидные преимущества нашей системы, она все же

требует доработки. Так, совершенствование программы преобразования устной речи в текст позволит осуществлять поиск слов или предложений в телефонных разговорах, а автоматическое распознавание лиц поможет пользователям без труда определять, кто изображен на той или иной фотографии. Система же анализа формы и содержания документов сможет существенно облегчить поиск информации.

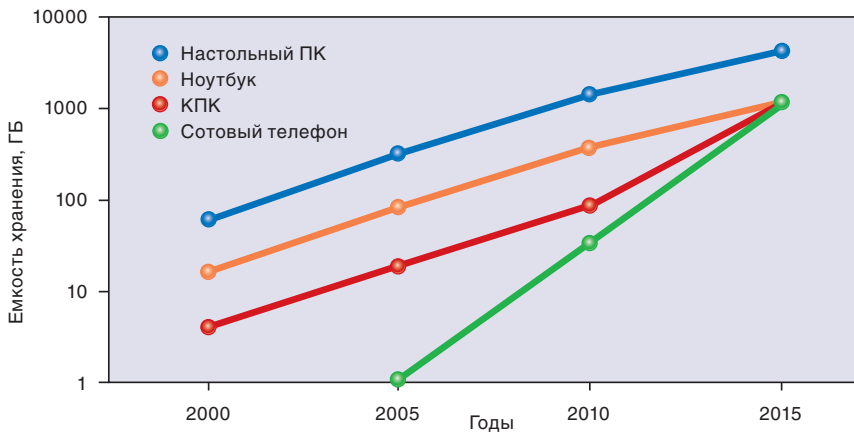
Мы надеемся, что наши *LifeBits*, способные в мультимедийной форме регистрировать все происходящее в жизни пользователя, будут со временем встраиваться в домашние серверы, подключенные к различным веб-услугам.

Реализация идеи

Чтобы проиллюстрировать потенциальные возможности цифровых хроник, мы смоделировали один день жизни воображаемой семьи (*врезка на стр. 54–55*). Различные сведения из семейной цифровой хроники хранятся в сотовых телефонах, ▶



Снимки, сделанные во время поездки Джима Геммела с детьми в Лос-Анджелес, соотнесены с полученной информацией от *GPS*-приемника (розовые точки на карте)



Объект	Размер, байт	Количество в день	Накопленный объем, Гб	
			за год	за 60 лет
Книги, отчеты	1 000 000	1	0,4	21,9
Электронные сообщения	5000	100	0,2	11,0
Отсканированные страницы	100 000	5	0,2	11,0
Web-страницы	50 000	100	1,8	109,5
Купленные песни (MP3)	4 000 000	1	1,5	87,6
Записи речи	1 000 в секунду	8 часов	10,5	630,7
Фотоснимки (JPEG)	1 000 000	10	3,7	219,0
ИТОГО			18,2	1090,6

Из-за округления чисел в суммах возможны расхождения

В последние годы емкость систем хранения данных выросла во много раз и будет продолжать расти (график). К 2010 г. типичный настольный ПК сможет хранить более терабайта (триллиона байтов) данных, а ноутбуки, карманные компьютеры (КПК) и сотовые телефоны достигнут этого уровня к 2015 г. Одного терабайта достаточно для хранения всех книг, электронных сообщений, записанных разговоров, купленных песен и фотографий, накопленных за 60 лет (таблица)

ноутбуках, домашних компьютерах членов семьи, а вся информация передается по защищенному каналу связи через Интернет-хост серверу управляющей хранением данных компании, которую мы назовем *LifeBits, Inc.* Она регулярно выполняет резервное копирование и размещает информацию в архивах, расположенных в разных местах, что позволяет предотвратить ее потерю в случае природной или антропогенной катастрофы.

Переносные датчики, необходимые для ведения цифровых хроник, позволяющие собирать данные о частоте пульса, дыхания и о числе

сожженных калорий, уже серийно выпускаются *VivoMetrics* и *BodyMedia*, а компания *Dust Networks* разработала беспроводной концентратор для передачи сигналов внутри сети датчиков. Несомненно, они облегчают контроль над состоянием здоровья людей и позволяют правильно распределять физические нагрузки.

Исследования, проведенные в Вашингтонском университете, убедительно показали важность непрерывного мониторинга состояния диабетиков и больных с нарушениями сна. Но как осуществить такой контроль? На этот вопрос призван

дать ответ осуществляемый под руководством Бамбанга Парманто (Bambang Parmanto) из Питтсбургского университета проект *MyHealthBits* («Биты моего здоровья»), цель которого — создание комплексной системы регистрации медицинских показателей состояния здоровья человека и управления большим объемом собранных данных.

В рамках *Human Speechome Project* (проект «Говорящий дом»), которым руководит Деб Рой (Deb Roy) из медиа-лаборатории Массачусетского Технологического института, ведутся записи каждого часа бодрствования годовалого сына Роя, позволяющие изучить, как люди усваивают язык.

Первые успехи обнадеживают и наглядно демонстрируют широкий спектр возможностей эры цифровых хроник. Однако сегодня некоторые государства и отдельные штаты США налагают ограничения на запись разговоров и фотографирование, т.к. это воспринимается как вторжение в частную жизнь. Более того, многих людей тревожит возможность использования цифровых хроник в судопроизводстве. Если в суде свидетельские показания, основанные на том, что человек запомнил, могут быть оспорены, то документальное подтверждение действий или слов подсудимого не вызывает сомнений. В этом отношении показательна судьба Ричарда Никсона — единственного президента США, досрочно прекратившего свои полномочия и подавшего в отставку после скандала, известного как «Уотергейт», и обвинений, грозивших ему импичментом. Несмотря на то, что 37-й президент США рекомендовал своим помощникам, свидетельствуя перед большим жюри, говорить: «Я не помню», магнитные записи собственных разговоров Никсона погубили его. Для тех, кто видит в новых технологиях средство расширения своей памяти, использование материалов цифровых хроник в суде будет равносильно самоговору.

Не менее пугает и возможный доступ к цифровым хроникам

аферистов, грабителей или авторитарных правительств. Однако в персональных компьютерах большинства людей уже сейчас хранится конфиденциальная информация, разглашение которой может привести к возникновению серьезных проблем, поэтому крайне важно обеспечить конфиденциальность и предотвратить ее незаконное использование. Более того, если наши компьютерные системы и можно будет сделать абсолютно безопасными, то пользователь должен быть очень осторожным, передавая куда-либо свою информацию: одно ошибочное нажатие клавиши — и сведения о состоянии его здоровья могут попасть, например, к его работодателям и негативно повлиять на карьерный рост. Для предотвращения подобных ошибок программы должны предупреждать как о несанкционированном доступе, так и о том, что существует определенный риск при передаче данных.

Некоторые сложности могут возникнуть и при открытии документов через десятилетия после их записи. Поэтому владельцам цифровых хроник нужно будет регулярно преобразовывать свои файлы в новые форматы, чтобы предотвращать потери данных из архивов. Еще труднее будет создать програм-



Переносной датчик, постоянно регистрирующий и архивирующий данные о состоянии здоровья человека, помогает врачам выявлять заболевания на ранних стадиях. Например, нарукавная повязка *SenseWear* компании *BodyMedia* позволяет по результатам измерений температуры кожи, теплоотдачи и электрического сопротивления рассчитывать число сожженных организмом калорий

В связи с этим наша исследовательская группа планирует создать программное обеспечение на основе систем искусственного разума, предназначенных для работы

облегчающую наш быт и поиск необходимых сведений. ■

Перевод: И.Е. Сацевич

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

■ As We May Think. Vannevar Bush in *Atlantic Monthly*, Vol. 176, No. 1, pages 101–108; July 1945.

■ A Personal Digital Store. G. Bell in *Communications of the ACM*, Vol. 44, No. 1, pages 86–91; January 2001.

■ Digital Memories in an Era of Ubiquitous Computing and Abundant Storage. Mary Czerwinski, Douglas W. Gage, Jim Gemmell, Catherine C. Marshall, Manuel A. Pérez-Quifones, Meredith M. Skeels and Tiziana Catarci in *Communications of the ACM*, Vol. 49, No. 1, pages 44–50; January 2006.

■ MyLifeBits: A Personal Database for Everything. Jim Gemmell, Gordon Bell and Roger Lueder in *Communications of the ACM*, Vol. 49, No. 1, pages 88–95; January 2006.

■ Сведения о MyLifeBits доступны на сайте www.mylifebits.com

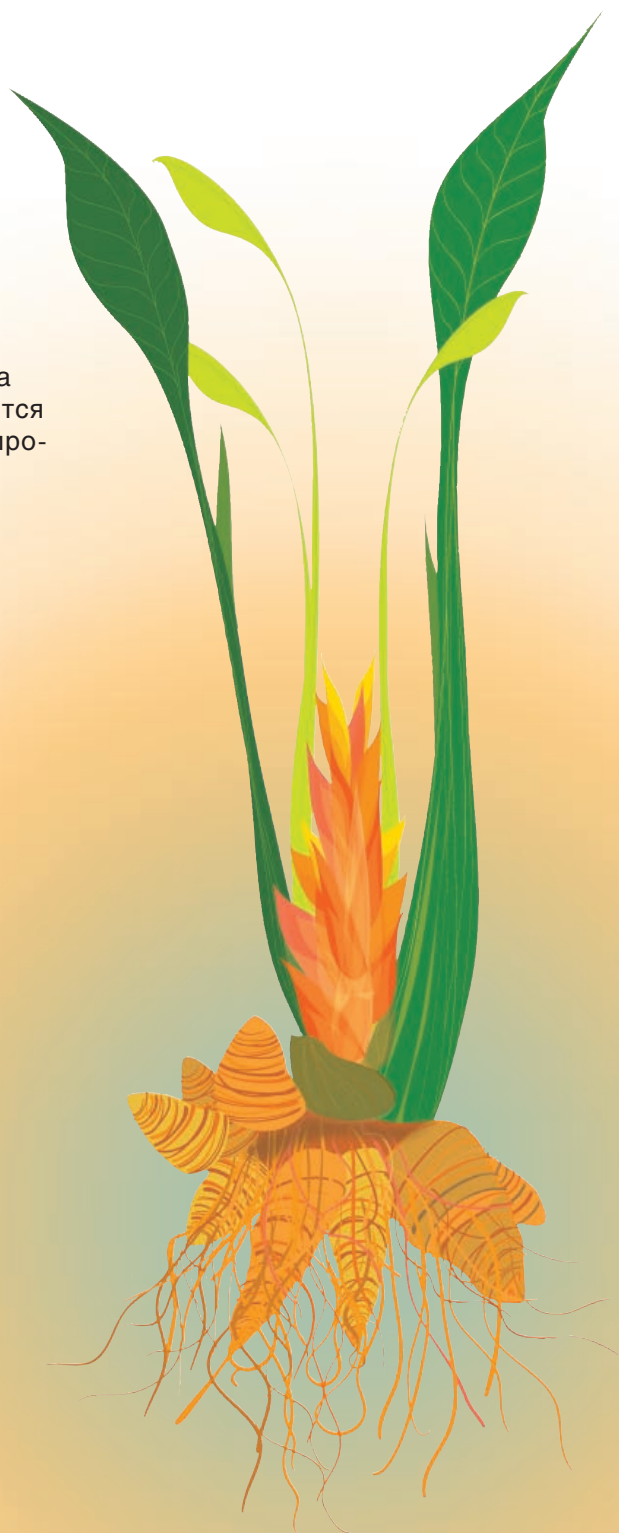
Цифровая хроника позволит каждому человеку оставить потомкам детальную и наглядную историю своей жизни. До сих пор это могли позволить себе только богатые и знаменитые

многие обеспечение, которое позволяло бы компьютерам выбирать нужные сведения из гигантских хранилищ знаний. Компьютеры как минимум должны лучше справляться с систематизацией информации, но конечной целью цифровой эволюции является создание машины, которая действовала бы как личный секретарь, способный предугадывать потребности пользователя.

с огромным объемом информации. Мы уже разрабатываем программы систематизации файлов по их контенту, но сделать предстоит еще очень много.

Наступление эры цифровой хроники неотвратимо. И, несмотря на то, что некоторых людей пугает перспектива постоянной регистрации почти каждого своего шага, нельзя забывать, что цифровые архивы могут хранить ценнейшую информацию,

В корневищах куркумина
(*Curcuma longa*) содержится
целебное вещество с широ-
ким спектром действия



Гэри Стикс

ЦЕЛЕБНАЯ пряность

Действительно ли один из компонентов приправы карри помогает при лечении таких тяжелых заболеваний, как болезнь Альцгеймера и рак?

Проверенный способ найти новое лекарственное средство — проштудировать древние медицинские трактаты в поисках рецептов снадобий на основе природных ингредиентов. Многие ныне хорошо известные в фармакологии вещества изначально были получены из растений, моллюсков и даже горных пород. Так, аспирин впервые был экстрагирован из коры ивы, понижающий уровень холестерина статины — из плесневых грибов, а противомаларийное вещество артемизинин — из коры дерева, давно известного в традиционной китайской медицине. Однако далеко не всегда подобные препараты вызывают доверие врачей и пациентов. Так, деятельность фирмы *Shaman Pharmaceuticals*, которая в 1990-х гг. надеялась получить более \$90 млн. за продажу прав доступа к старинным рецептам изготовления лекарств, закончилась тем, что компания стала распространять свои продукты как пищевые добавки, а затем и вовсе прекратила существование.

Сегодня ситуация кардинально меняется. Например, такие природные вещества, как резвератрол, содержащийся в красном вине, и омега-3-жирные кислоты из рыбьего жира уже привлекли к себе пристальное внимание специалистов. По результатам предварительных исследований, их можно использовать как недорогие средства для лечения и профилактики различных заболеваний, не вызывающие побочного

действия. Недавно список претендентов на звание природного снадобья пополнила куркума — желто-оранжевый порошок, получаемый из растения *Curcuma longa*, произрастающего в Азии. До недавнего времени она была известна лишь как ингредиент приправ, издавна добавляемых в пищу в качестве ароматизатора и консерванта.

Биологически активные компоненты куркумы (куркумин и сходные с ним элементы) обладают антиоксидантным, противовоспалительным, противовирусным, антимикробным и противогрибковым действием и могут быть использованы при лечении рака, диабета, артритов, болезни Альцгеймера и других хронических заболеваний. Для ученых, которые иногда в шутку называют себя куркуминологами, названные вещества интересны не только тем, что обладают широким спектром действия, — они к тому же малотоксичны. Есть основания надеяться, что куркумин или его производные найдут применение как средство для терапии и предотвращения некоторых опасных заболеваний человека. В частности, он может оказаться полезным в онкологии.

Если еще в конце 1990-х гг. о куркумине упоминалось лишь в 100 научных публикациях, то в 2005 г. — уже в 300. Но готовы ли медики к широкому применению куркумина в своей практике? Дело в том, что в определенных соединениях данное вещество, влияющее на множество биохимических процессов в организме, иногда может «нажать не на ту кнопку» и усугубить ситуацию.

Долгая история

«Халди» на языке хинди, «цзян хуан» на китайском, «манджал» на тамильском — все это куркума, которая применяется в медицине уже более 5 тыс. лет. В древние времена в Индии она была первым снадобьем для заживления ран, очистки крови и лечения болезней желудка в системе врачевания Аюрвед. Затем куркума надолго «выродилась» в обыкновенную приправу.

Интерес к пряности возник снова лишь в 1970-е гг., когда группа индийских исследователей обнаружила, что она снижает уровень холестерина у крыс. Однако вплотную исследованиями куркумы специалисты занялись только в 1990-х гг. Одним из пионеров в данной области стал Бхарат Аггарвал (*Bhagat Aggarwal*) из Онкологического центра М.Д. Андерсона при Техасском университете, занимавшийся поиском противораковых средств. Его исследования неожиданным образом привели к хорошо известной пряности.

В 1980-х гг. Аггарвал первым получил в чистом виде два важных в иммунологическом отношении вещества: факторы некроза опухоли (*TNF*, от *tumor necrosis factor*) альфа и бета, которые рассматривались как потенциальные противораковые агенты. При местном применении они действительно убивали раковые клетки, однако стоило им попасть в кровоток, как они начинали проявлять противоположные свойства — действовали как стимуляторы ракового процесса. *TNF* активизирует белок под названием ядерный фактор каппа в (*NF kappa B*), который, в свою очередь, включает один из генов, участвующих в воспалении и клеточной пролиферации.

Такая связь между воспалением и неконтролируемым делением раковых клеток побудила Аггарвала обратиться к историческим традициям своей страны. Он с юных лет знал, что куркума использовалась в системе врачевания Аюрвед как противовоспалительное средство, и решил испытать ее в другом качестве. «Мы взяли немного приправы прямо с кухонной полки и посмотрели, как она действует на клетки, — вспоминает Аггарвал. — Эффект превзошел все ожидания: куркума полностью блокировала действие *TNF* и *NF kappa B*».

Дальнейшие исследования показали, что блокирование пути биосинтеза *NF kappa B* куркумином подавляет репликацию и распространение раковых клеток разных типов. Полученные результаты ▶

послужили стимулом к проведению в Онкологическом центре Андерсона первых пробных клинических испытаний на использование куркумина в комплексной терапии рака поджелудочной железы и множественной миеломы. В других медицинских учреждениях куркумин апробируется как средство предотвращения рака толстой кишки и болезни Альцгеймера. Результаты опытов на животных уже показали его эффективность при лечении заболеваний, сопровождающихся воспалением, таких как панкреатит, артрит, колит, гастрит, аллергия и лихорадочные состояния, а также при борьбе с аутоиммунными и сердечно-сосудистыми нарушениями.

Разумеется, чтобы доказать, что средство можно использовать в качестве лекарства, необходимо провести масштабные клинические испытания. Однако Аггарвал уверен, что приправа, которую Васко да Гама привез некогда в Европу с Востока, может стать панацеей чуть ли не от всех болезней.

Онкологический центр М.Д. Андерсона, мировой лидер в области исследований рака, уже начал использовать куркумин в больших масштабах, чем можно было бы ожидать, учитывая, что он не прошел еще полномасштабных испытаний. Онкологическим больным рекомендуется принимать вещество, постепенно увеличивая дозу до 8 г в сутки, что в 40 раз превышает

его содержание в блюдах индийской кухни. Между тем, фармацевты обычно прописывают медикаменты в миллиграммных дозах. Когда Аггарвала спросили, не опасается ли он появления побочных действий при подобных дозировках, он ответил, что в ходе предварительных клинических испытаний, проведенных в других центрах, суточная доза куркумина составляла 12 г, однако он ни разу не получил информации о каких бы то ни было осложнениях.

Плюсы и минусы

Сегодня появляется масса публикаций, посвященных удивительным свойствам куркумина. Однако без внимания остается информация

КУРКУМИН КАК ЛЕЧЕБНОЕ СРЕДСТВО: ЗА...			
Болезнь	Действие	Источник данных	Публикации
Ревматоидный артрит	Экстракт корневищ куркумы уменьшает воспаление суставов и их разрушение (опыты на мышах)	Медицинский колледж при Аризонском университете	<i>Arthritis and Rheumatism</i> , ноябрь 2006 г.
Болезнь Альцгеймера	Куркумин помогает иммунным клеткам разрушать амилоидные бляшки (опыты <i>in vitro</i>)	Калифорнийский университет в Лос-Анджелесе и Администрация по делам ветеранов	<i>Journal of Alzheimer's Disease</i> , 9 октября 2006 г.
Рак толстой кишки	Куркумин подавляет активность гормона, причастного к развитию рака толстой кишки (опыты на клеточных культурах)	Медицинский факультет Техасского университета в г. Галвестон	<i>Clinical Cancer Research</i> , 15 сентября 2006 г.
Полипы толстой и прямой кишки	Куркумин и кверцетин при совместном приеме уменьшают размер и число полипов (клинические данные)	Университет Джона Хопкинса и Кливлендская клиника	<i>Clinical Gastroenterology and Hepatology</i> , август 2006 г.
Нарушение когнитивных функций	Более 1000 пожилых жителей Сингапура, употреблявших карри, дали лучшие показатели при проведении теста на сохранность когнитивных функций, чем те, кто использовал эту приправу редко или вообще не употреблял	Национальный Сингапурский университет и другие источники	<i>American Journal of Epidemiology</i> , 1 ноября 2006 г.
... И ПРОТИВ			
Болезнь	Действие	Источник данных	Публикации
Миеломы	В больших дозах куркумин ускоряет разрушение белка p53, который предотвращает репликацию раковых клеток или ускоряет их гибель (опыты на клеточных культурах)	Вейцмановский научно-исследовательский институт, Реховот, Израиль	<i>Proceedings of the National Academy of Sciences USA</i> , 12 апреля 2005 г.
Рак толстой кишки	Куркумин инактивирует белок p53, подавляющий развитие рака толстой кишки	Университет Юты	<i>Carcinogenesis</i> , сентябрь 2004 г.
Рак молочной железы	Куркумин блокирует действие некоторых химиотерапевтических средств (опыты на клеточных культурах и на животных)	Северокаролинский университет в г. Чэпел-Хилл	<i>Cancer Research</i> , 1 июля 2002 г.

о том, что он иногда приобретает негативные свойства и вместо подавления способствует выживанию раковых клеток.

В 2004 г. Иосиф Шаул (Yosef Shaul) из Вейцмановского научно-исследовательского института в Реховоте занимался изучением фермента *NQO1*, регулирующего содержание в клетке хорошо известного белка *p53*. Когда уровень данного белка повышается, в организме выключается защитный механизм, который не только останавливает деление раковых или поврежденных клеток, но и может заставить их «совершить самоубийство».

Шаул обнаружил, что антикоагулянт дикумарол и сходные с ним вещества могут блокировать работу *NQO1*, следовательно, и белка *p53*. Исследователи задались вопросом: что произойдет, если на *p53* в нормальных и лейкозных клетках воздействовать такими антиоксидантами, как куркумин и резвератрол? К их удивлению, куркумин, подавляя *NQO1*, заставлял белок *p53* прекращать свою работу по уничтожению aberrантных клеток. Аналогичные данные получил и ряд других ученых. В ответ на подобные публикации Аггарвал заметил, что существуют работы, свидетельствующие как раз об обратном: об активации куркумином белка *p53*.

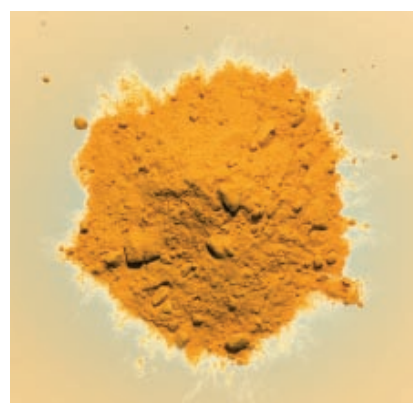
Теперь предстоит выяснить, насколько соответствуют наблюдения Шаула, сделанные на клеточных культурах, тому, что происходит в организме человека, когда куркумин подвергается метаболическим превращениям. Шаул использовал в своих опытах куркумин в концентрациях от 10 до 60 мкМ, примерно с такими же количествами препарата работали сотрудники Онкоцентра в некоторых своих экспериментах *in vitro*, столько же получали и пациенты. Куркумин — вещество, плохо всасывающееся в кровь, поэтому лишь малая его часть попадает в кровотоки. Кроме того, оно быстро разрушается в организме.

Низкие концентрации куркумина в крови и необходимость повысить их для достижения максимального

терапевтического воздействия — первоочередная задача для специалистов, занимающихся внедрением пряности в медицинскую практику. Вопрос дозировки представляется ключевым для любого лекарственного вещества — даже аспирин становится ядом, если принимать его в больших количествах. Оптимальные дозы для большинства новых препаратов подбираются в ходе продолжительных доклинических испытаний на клеточных культурах и мышах. Между тем, фармакологические компании пока не стремятся заняться куркумином. Им проще использовать препараты строго направленного действия (например, те, которые связываются с определенным рецептором), чем испытывать вещество, влияющее на широкий спектр процессов.

Куркума уже успела стать предметом судебного разбирательства. В 1995 г. одна исследовательская организация при поддержке правительства Индии выступила с иском об отзыве выданного Миссисипскому университету патента на применение этого вещества для лечения ран. После того как индийская сторона заявила о невыполнении одного из основных требований к предмету патентования (а именно — новизны), ведомство по патентам и торговым знакам США аннулировало разрешение. Основанием послужили статья в одном из индийских журналов за 1953 г. и указание на то, что о куркуме как о лечебном средстве упоминается в одном из написанных на санскрите текстов.

Ряд небольших компаний предпринимает попытки изменить химический состав куркумина с тем, чтобы повысить его эффективность и, получив новое вещество, обеспечить его патентоспособность. Фирма *AndroScience* в Сан-Диего планирует уже в текущем году начать первую фазу испытаний средства на основе производных куркумина для лечения угревой сыпи. Однако найти желающих заняться препаратом широкого спектра действия в наш век лекарств строго целевой направленности не так-то просто. В свою очередь, Аггарвал опасается,



что химики-синтетики могут только навредить, желая улучшить то, что создано Природой.

Если удастся преодолеть все сложности и пройти тест на безопасность, куркумин станет достойной альтернативой дорогим препаратам, находящимся сейчас на пике популярности. Получив положительные результаты в опытах на мышах, Грег Коул (Greg Cole) из Калифорнийского университета в Лос-Анджелесе готовится к проведению клинических испытаний куркумина как средства уничтожения амилоидных бляшек, образующихся в головном мозге при болезни Альцгеймера. Если тесты пройдут успешно, Коул намеревается предложить простой рецепт против образования бляшек, доступный не только богатым, но и бедным: смешивать куркумин с растительным маслом и вводить в рацион. ■

Перевод: Н.Н. Шафрановская

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

- Inhibition of NAD(P)H:Quinone Oxidoreductase 1 Activity and Induction of p53 Degradation by the Natural Phenolic Compound Curcumin. Peter Tsvetkov et al. in Proceedings of the National Academy of Sciences USA, Vol. 102, pages 5535–5540; April 12, 2005.
- Multiple Biological Activities of Curcumin: A Short Review. Radha K. Maheshwari et al. in Life Sciences, Vol. 78, pages 2081–2087; 2006.
- The Molecular Targets and Therapeutic Uses of Curcumin in Health and Disease. Edited by Bharat B. Aggarwal, Young-Joon Surh and Shishir Shishodia. Springer (in press).



Джеффри Баррик и Роналд Брейкер

ДРЕВНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИЕ переключатели

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

Каким образом бактерии регулируют синтез необходимых витаминов? В данном вопросе существовала полная неясность, и осенью 2000 г. мы решили его подробно изучить. Побудительными мотивами стали новые данные в пользу одной заманчивой гипотезы о первых формах жизни на Земле и наши собственные работы по созданию переключателей из биологических молекул. Разгадкой головоломки, заданной бактериями, занялась наша исследовательская группа из Йельского университета. Результат превзошел все ожидания: мы обнаружили совершенно новый механизм клеточной саморегуляции, в основе которого находилась древнейшая биологическая молекула — рибонуклеиновая кислота (РНК).

РНК, долгое время считавшаяся посредником при синтезе белков, оказалась наделена большими полномочиями, для реализации которых она использует изощренные механизмы. Функционирование нового типа молекул РНК (рибопереключателей) до конца не изучено, но уже ясно, что они могут стать основой новых методов борьбы с заболеваниями человека. Так, многие патогенные бактерии используют данные устройства для регуляции фундаментальных метаболических процессов.

Бактериальные клетки, на удивление хорошо приспособившиеся к условиям среды, — это настоящие химические фабрики, находящиеся на полном самообеспечении и нацеленные на непрерывное воссоздание самих себя. Однако только штаммы, поддерживающие непрерывность этой цепочки актов самовоспроизведения в условиях жесткой конкуренции за ресурсы, смогли дожить до наших дней.

Жесткий контроль

Бактерии способны образовывать сотни сложных молекул, необходимых для воссоздания клетками самих себя, всего за 20 мин. Процесс начинается с двухцепочечной геномной ДНК, где в закодированном виде записаны необходимые инструкции. Примерно 90% ДНК типичной бактерии детерминируют синтез белков, составляющих основу новой клетки или катализирующих образование необходимых для этого структур.

Сначала с ДНК связываются молекулы фермента РНК-полимеразы, которые копируют ее сегменты с образованием других информационных молекул — матричных РНК (мРНК). Бактериальные клетки так спешат, что едва одна РНК-полимераза начинает считывать ▶

белок-кодирующий сегмент, как к нему присоединяется следующая полимеразная молекула, и т.д. Каждый из большинства сегментов кодирует один белок, но есть и такие (их называют оперонами), которые содержат информацию о синтезе целой группы функционально связанных между собой белков. РНК менее стабильны, чем ДНК, и бактериальные клетки обращаются с многочисленными мРНК-транскриптами как с бумажными фотокопиями.

Эти «фотокопии» складывались как фигурки оригами и сами определяли свою дальнейшую судьбу

Неиспользованные мРНК быстро разрезаются на куски, и синтезированные молекулы распределяются по рибосомам — этим клеточным машинам по синтезу белков.

Рибосомы уже находятся в полной готовности. Обычно они выстраиваются в линейку и начинают считывать информацию с мРНК еще до того, как РНК-полимераза закончит свою работу. Они движутся вдоль молекулы мРНК, расшифровывая триплет за триплетом (тройка нуклеотидов, кодирующих определенную аминокислоту) и присоединяя соответствующие аминокислоты к растущей белковой цепи. Как только новосинтезированная молекула белка сходит с рибосомного конвейера, она складывается в сложную трехмерную структуру, а рибосома соскальзывает с мРНК. На освобожденное место «садится» другая рибосома и т.д. В результате на одной

молекуле мРНК синтезируется много копий кодируемых ею белков.

Для того чтобы обеспечить плавность и согласованность «производственного процесса», клетка использует две категории белков: транспортные белки, поставляющие «сырье», и ферменты, ускоряющие их биотрансформацию (метаболизм) через цепочку последовательных биохимических реакций. При этом бактерия заботится об экономном расходовании ресурсов,

и вместо того чтобы создавать ненужную инфраструктуру, использует механизмы контроля, которые могут воздействовать на транспортные системы в ответ на изменения потребностей клетки в питательных веществах или в их доступности. Только разобравшись в действии данных механизмов, исследователи смогли приподнять завесу тайны над процессом синтеза витаминов в бактериальных клетках.

Для постоянного контроля количества сырья и поставки необходимого числа транспортных белков и ферментов к разным производственным линиям бактерии используют особые белки. У кишечной бактерии *Escherichia coli* одним из них служит *Lac*-репрессор. В отсутствие лактозы (возможного источника энергии для бактерии) этот сложный белковый комплекс связывается с ДНК и блокирует транскрипцию

генов, которые кодируют ферменты, участвующие в расщеплении лактозы. Поскольку нет субстрата (в данном случае лактозы), не нужен и соответствующий фермент (лактаза). Но как только концентрация лактозы повышается до определенного уровня, *Lac*-репрессор отделяется от ДНК и блокировка снимается.

Аналогичный регуляторный механизм определяет судьбу мРНК, транскрибируемых с геномной ДНК. У почвенной бактерии *Bacillus subtilis* имеется белковый комплекс *TRAP*, контролирующий работу двух оперонов. Один кодирует ферменты, необходимые для синтеза аминокислоты триптофана, другой — переносчика триптофана. Когда *TRAP* получает сигнал, что в данных белках нет необходимости, он прочно связывается с лидерным концом соответствующей мРНК и оборачивает его вокруг себя. Рибосома не может распознать сайт инициации трансляции и начать работать. При этом соседний сегмент молекулы принимает конфигурацию «шпильки» — структуры, прерывающей транскрипцию (схема на стр. 67).

Помимо механизмов регуляции синтеза жизненно важных молекул, у бактерий существует набор инструментов для «изготовления» более экзотических химических веществ. Так, человеческий организм получает необходимые витамины с пищей, а бактерии должны синтезировать их сами. Многие сложные витамины на самом деле являются коферментами, участвующими в синтезе белков. В их создании задействованы сложные метаболические процессы, и бережливые бактерии строго контролируют дорогостоящее производство, останавливая его, когда в коферментах нет необходимости.

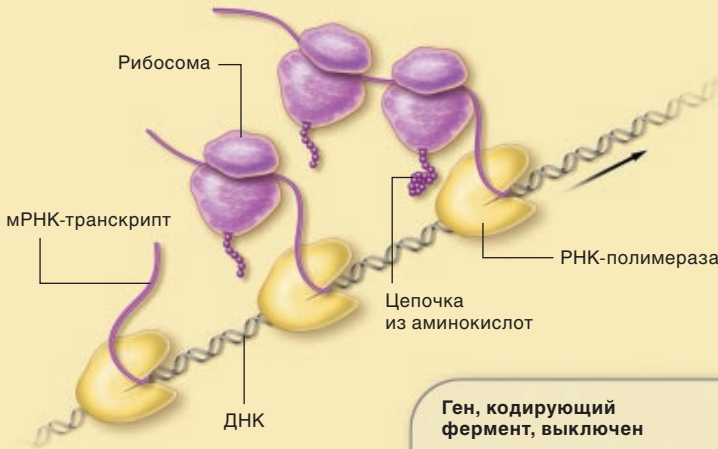
К концу 1980-х гг. исследователи досконально изучили регуляцию производства ряда коферментов у бактерий и обнаружили, что для этого используются механизмы, напоминающие регуляцию при участии *Lac*-репрессора и *TRAP*. Однако все попытки идентифицировать белки, способные детектировать каждый кофермент и держать под контролем

ОБЗОР: РИБОПЕРЕКЛЮЧАТЕЛИ

- Обычно за регуляцию работы генов в клетке отвечают белки, но некоторые бактерии используют для этих целей РНК.
- Обнаружение РНК, обладающих некоторыми свойствами белков, стало еще одним доводом в пользу существования древнего мира, которым управляли РНК.
- Рибопереключатели — это группа молекул РНК, которые не только содержат инструкции, скопированные с ДНК, но и могут решать, нужно ли их выполнять.
- Рибопереключатели регулируют многие жизненно важные процессы в бактериальных клетках, и есть основания полагать, что они могут стать еще одной мишенью для противомикробных препаратов.

БЕЛКИ-НАДЗИРАТЕЛИ НА КЛЕТОЧНЫХ ФАБРИКАХ

Для координации и оптимизации производства компонентов, необходимых для выживания и репликации, бактерии обычно используют особые белки. Они могут остановить производство, пока не получат сигнал, что данный продукт необходим бактерии и имеется соответствующее сырье. Исследование работы таких белков помогло открыть рибопереклюватели



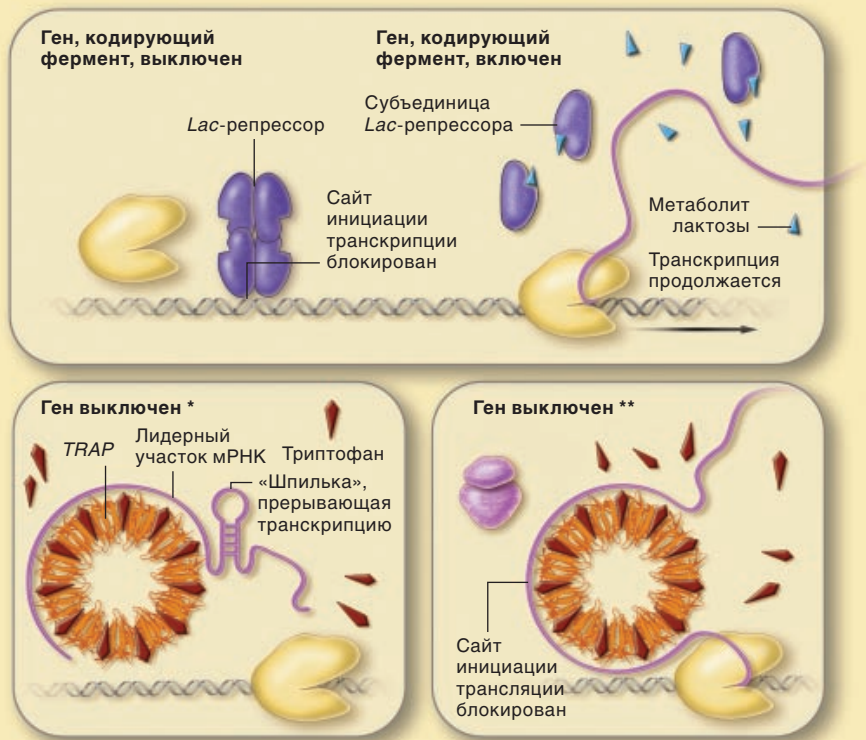
ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ПРОЦЕСС

Скоростной конвейер по синтезу белков (слева) руководствуется в своей работе инструкциями, записанными в закодированном виде в генах молекулы ДНК. Фермент РНК-полимераза движется вдоль ДНК, транскрибируя ген в матричную РНК (мРНК). Как только сегмент мРНК сходит с конвейера, к нему присоединяются рибосомы, переводя записанную в мРНК информацию с языка нуклеотидов на язык аминокислот (составных частей белков). Готовая аминокислотная цепочка складывается в трехмерную структуру — функциональный белок

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ

Белки-надсмотрщики регулируют производственный процесс разными способами (справа).

В отсутствие лактозы *Lac*-репрессор (вверху) выключает ген, кодирующий синтез фермента, который расщепляет лактозу, блокируя связывание РНК-полимеразы с ДНК. Когда концентрация лактозы повышается до определенного уровня, один из ее метаболитов «вклинивается» в щель между субъединицами *Lac*-репрессора, и тот отсоединяется от ДНК. Теперь ген может транскрибироваться. *TRAP*-комплекс регулирует работу генов, детерминирующих образование белков, которые участвуют в синтезе и транспорте аминокислоты триптофана, взаимодействуя с мРНК двояким образом. В присутствии триптофана *TRAP* наматывает на себя лидерный конец соответствующей мРНК, а остальная ее часть складывается в виде шпильки — структуры, обрывающей транскрипцию (слева внизу). Аналогично *TRAP* изолирует лидирующий конец мРНК, которая отвечает за синтез переносчика триптофана, так что рибосома не может связаться с сайтом инициации трансляции (внизу справа)



* Ген, кодирующий белок, который участвует в синтезе триптофана

** Ген, кодирующий белок, который участвует в транспорте триптофана

транскрипцию и трансляцию, ни к чему не привели. Ситуация стала еще загадочней: если нет никакого «надзирающего» белка, то как же клетке узнать, нужно ей синтезировать витамины или нет? Ответ подсказали работы ученых, занимающихся исследованием совсем других

функций РНК. Чтобы разобраться, в чем тут дело, нам придется ненадолго вернуться к рибосомам.

Наследство, оставшееся от царства РНК

Белки могут быть колесами, винтиками, лентами сборочного конвейера

и еще много чем другим, что «подвозит» и перерабатывает сырье, необходимое для создания новой клетки. Однако не все оборудование на «фабрике» создано из белков. Так, «ядро» рибосомы состоит из таких же нуклеотидов, из каких построена мРНК. Но, несмотря на то, что ▶

рибосомная РНК (рРНК) тоже служит копией сегмента ДНК, в ней не записано никаких инструкций по изготовлению чего-либо. Сразу после синтеза молекула рРНК образует структуру, в которой определенные нуклеотиды спариваются друг с другом наподобие того, как это происходит в шпильке мРНК — терминаторе трансляции.

Однако упаковка рРНК происходит на более высоком уровне, чем упаковка мРНК. В ней участвуют несколько белковых субъединиц, прочно удерживающихся вместе благодаря небольшим химическим модификациям. Белковые «скрепки» уплотняют упаковку рРНК в составе рибосомы и упрятывают ее вглубь комплекса. И только в микроскоп с атомным разрешением можно увидеть, что ядро рибосом, катализирующее образование новых связей между аминокислотами, состоит исключительно из РНК.

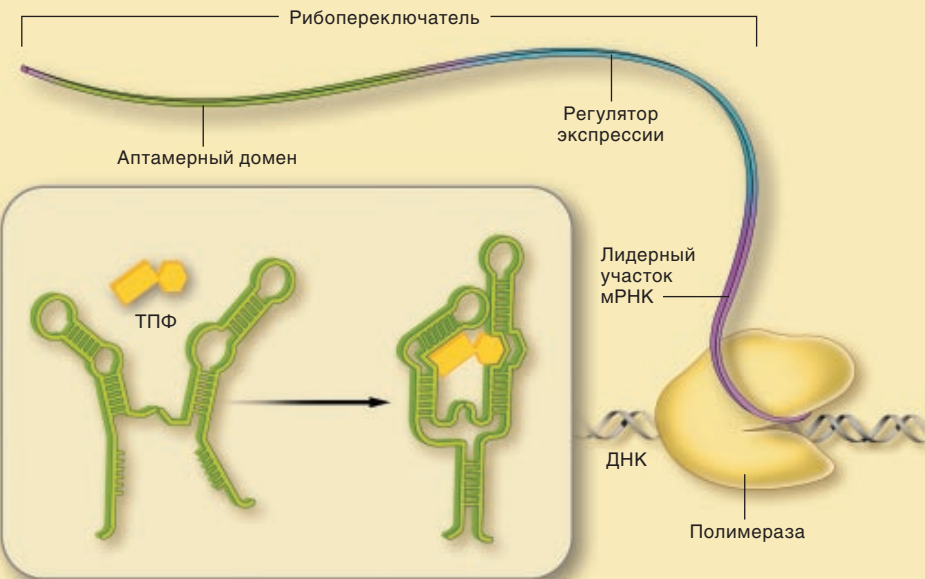
Новое свидетельство того, что некоторые виды РНК обладают ферментативной активностью, было с энтузиазмом встречено сторонниками теории уникальности форм жизни на первобытной Земле, выдвинутой в 1970-х гг. Харолдом Уайтом III (Harold White III) из Делаварского университета. Он обратил внимание на то, что многие важные коферменты содержат странные РНК. Так, в состав аденозилкобаламина (кофермента B_{12}) входит РНК-нуклеотид, а молекула тиаминпирозофосфата (кофермента В) «обернута» сахарофосфатным остовом (составной частью РНК). Эти нуклеотидные «осколки», по-видимому, служили подспорьем в работе белков, и Уайт предположил, что они представляют собой рудимент, сохранившийся с тех давних времен, когда у протоклеток еще

ОБ АВТОРАХ

Джеффри Баррик (Jeffrey E. Barrick) и **Роналд Брейкер** (Ronald R. Breaker) изучали разнообразные рибопереключатели в Йельском университете. Сейчас Баррик работает в Университете штата Мичиган. В круг его интересов входят эволюция бактерий и компьютерное моделирование процессов саморепликации. Группа Брейкера продолжает заниматься созданием контролирующих устройств на основе РНК и поисками антибиотиков, нацеленных на природные рибопереключатели.

АВТОНОМНЫЕ ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛИ

В основе работы некоторых регуляторных клеточных систем лежат РНК-копии генов. Рибопереключатель — это сегмент лидерной последовательности РНК-транскрипта, который определяет, нуждается ли клетка в продукте, кодируемом остальной частью мРНК, и изменяет свою конфигурацию таким образом, что мРНК либо транслируется, либо нет. Рибопереключатели имеют два основных домена: аптамер, который реагирует на присутствие определенного метаболита (внизу), и регулятор экспрессии, который определяет судьбу мРНК, изменяя свою конфигурацию (справа)



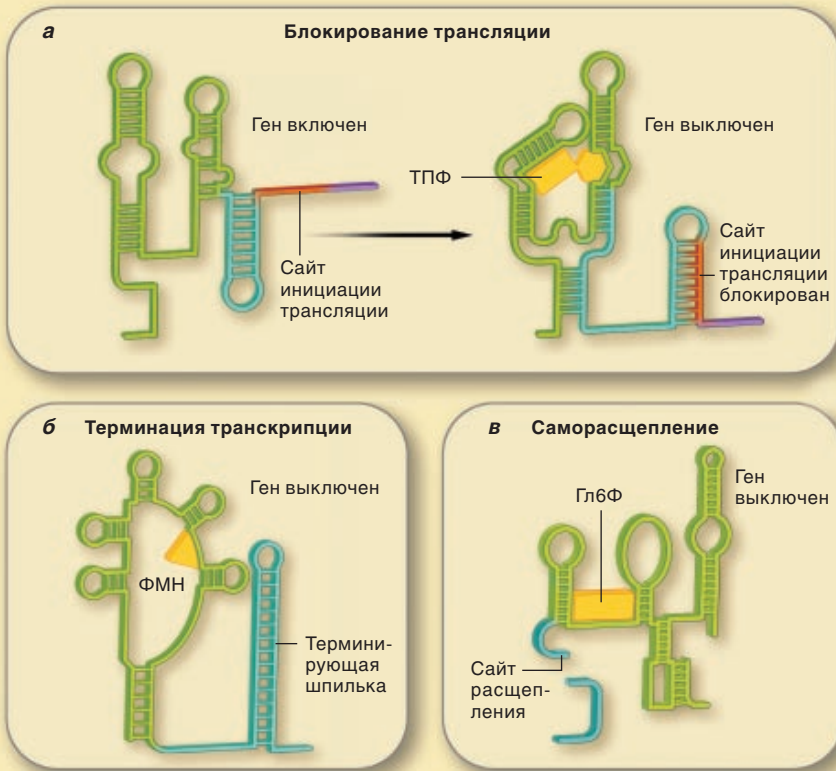
СВЯЗЫВАНИЕ МЕТАБОЛИТА

Аптамер (детектор тиаминпирозофосфата — ТПФ) сразу после отсоединения от полимеразы принимает конформацию, изображенную в левой части рисунка. Связываясь с ТПФ, он переходит в состояние с более плотной упаковкой (слева) и прочно удерживает метаболит

не было ДНК и они не могли синтезировать белки. РНК служила и хранилищем информации, и биополимером, способным управлять метаболическими процессами и выполнять всю ту сложную работу, которая сегодня возложена на белки.

В начале 1980-х гг. были обнаружены два живых примера существования таких доисторических РНК. Один из них — РНКазы Р,

бактериальная РНК, которая способна расщеплять первичные РНК-транскрипты. Второй — удивительная РНК-последовательность, которая вырезает сама себя из более длинного мРНК-транскрипта путем перегруппировки химических связей. В 1989 г. Сидни Олтман (Sidney Altman) из Йельского университета и Томас Чек (Thomas R. Cech) из Колорадского университета в г. Боулдер получили Нобелевскую премию по химии за эти удивительные открытия. Стало ясно, что молекулы РНК, ранее считавшиеся простыми посредниками в передаче информации, могут образовывать сложные трехмерные структуры и катализировать биохимические реакции в точности как белковые ферменты. Все такие РНК, в том числе и те, что



МЕХАНИЗМ ДЕЙСТВИЯ ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЕЙ

Для регуляции синтеза белков рибопереклюатели используют разные стратегии. Например, в отсутствие ТПФ сайт инициации трансляции остается доступным для рибосомы, и синтезу белка ничто не мешает (а, слева). Когда же ТПФ связывается с аптамером, участок, содержащий сайт инициации, образует шпильку, и трансляция блокируется (а, справа). Рибопереклюатель, связывающий кофермент флавиномононуклеотид (ФМН), образует шпильку — структуру, прерывающую транскрипцию РНК-полимеразой (б). Один из рибозимов в ответ на связывание глутамин-6-фосфата (Гл6Ф) расщепляет сам себя (в)

входят в состав рибосом, стали называть рибозимами.

В начале 1990-х гг. техника манипулирования с биологическими молекулами *in vitro* достигла такого уровня, что исследователи получили возможность проводить эксперименты с использованием РНК, способной складываться в функционально активные структуры. Они хотели убедиться в распространенности данного явления и справедливости существования «мира РНК», а кроме того, надеялись найти способы биотехнологического применения рибозимов.

Природные сенсоры

Лари Гоулд (Larry Gold) из Колорадского университета в Боулдере, Джералд Джойс (Gerald Joyce)

из Исследовательского института Скриппса и Джек Шостак (Jack W. Szostak) из Массачусетской больницы разработали метод «эволюции в пробирке», который позволил им протестировать триллионы синтетических РНК на их соответствие теории Дарвина о выживании наиболее приспособленных. Вскоре обнаружилось, что существует разнообразность коротких молекул РНК, прочно связывающих аденозинтрифосфат (АТФ), а также многие органические красители, аминокислоты и антибиотики.

Шостак назвал РНК, рожденные в пробирке, аптамерами (от лат. *aptus*, «приспособленный»). Многие аптамеры обладали более важным качеством, чем простая способность связываться с определенными молекулами:

они «отбраковывали» молекулы, сходные с ними по структуре.

Мы решили использовать такую избирательность для создания сенсора на основе РНК. Наш план состоял в выборе аптамера, способного распознавать целевую молекулу и сообщать об этом. Мы остановились на рибозиме, прозванном «головка молотка» за его характерную трехмерную конформацию. Это один из самых простых и эффективных природных рибозимов, способных к саморасщеплению. Можно было бы, например, присоединить флуоресцентную метку к одному концу цепи, образующей головку, и вещество (тушитель флуоресценции) где-нибудь поблизости в пределах свернутого участка РНК. Как только аптамерный домен нашего сенсора отыщет целевую молекулу и свяжется с ней, «головка молотка» удалит молекулу тушителя, и метка начнет флуоресцировать.

РНК оказалась настолько хорошо приспособленной к выполнению сенсорной функции, что мы разработали аптамер-сопряженные рибозимы, способные детектировать широкий спектр молекул и сообщать об этом. Наш набор сенсоров можно было поместить на чип и одновременно регистрировать множество химических веществ, даже когда они входили в состав сложной смеси.

Легкость, с которой можно создавать РНК-сенсоры, навела нас на мысль, что аналогичные устройства существуют и в природе. Известно, что рибозимы (отголоски далекого прошлого) продолжают играть важную роль и в современном живом мире. Быть может, в геноме ныне живущих организмов есть пока не идентифицированные нуклеотидные последовательности, которые кодируют РНК-устройства с другими функциями?

Нас увлекла проблема регуляции синтеза витаминов бактериями. Мы собрали все известные сведения о белке *BtuB*, составной части переносчика кофермента B_{12} в *E.coli*. Та часть молекулы мРНК, которая кодирует *BtuB*, начинается с протяженной некодирующей лидерной ▶

последовательности длиной 210 нуклеотидов. Такая необычная длина могла быть связана с выполнением последовательностью какой-то важной функции. Уже было известно, что образование белка *BtuB* подавляется при высокой концентрации B_{12} в клетке, но никакого белкового сенсора, реагирующего на B_{12} , обнаружено не было.

Из работ других ученых мы знали, что B_{12} препятствует связыванию рибосом с *BtuB*-РНК, а один из экспериментов указывал на то, что в присутствии B_{12} в лидерной последовательности РНК происходят структурные изменения. Может быть, протяженная лидерная последовательность включала природный B_{12} -связывающий аптамер, который регулировал экспрессию соответствующих генов?

Мы картировали участки *BtuB*-РНК, изменявшие конформацию в присутствии B_{12} , и обнаружили одну интересную вещь: вблизи

начала кодирующей части *BtuB*-мРНК в молекуле появляется новый изгиб (*twist*). Это структурное изменение вполне могло стать препятствием для связывания рибосомы. Создавалось впечатление, что сама РНК выполняла функции сенсора в отношении B_{12} и регулировала его синтез подобно тому, как *TRAP* регулировал синтез триптофана в *B.subtilis* — через блокирование связывания рибосомы. Мы назвали РНК, способную переводить ген из работающего состояния в неработающее и обратно, рибопереключателем.

Исследуя лидерную последовательность молекулы *BtuB*-РНК, мы обратили внимание еще на один случай регуляции, не имевший объяснения. Все мРНК, кодирующие ферменты и переносчики для кофермента B_1 у разных групп бактерий, содержат одинаковую последовательность, а мутации в ней приводят к нарушению репрессии соответствующих генов в клетках,

где имеется достаточное количество B_1 . У *E.coli* мРНК-оперона, кодирующего два фермента биосинтеза, вблизи сайта инициации трансляции первого из них имеется лидерная последовательность. Мы обнаружили, что B_1 индуцирует в этой мРНК структурное изменение, которое изолирует участок связывания рибосомы. Затем нами было показано, что лидерная последовательность содержит домен из 91 нуклеотида, связывающий B_1 . Как и наши искусственные сенсоры, этот природный рибопереключитель содержит отдельный аптамер, соединенный с некой функциональной последовательностью, что позволяет ему регулировать синтез B_1 .

Мы обнаружили по крайней мере две мРНК, которые безо всякого белкового сенсора определяли содержание в клетке целевого вещества и сами решали, нужно ли включать их синтез. Данные молекулы мРНК уже не были пассивными посредниками в цепи передачи информации, они складывались как фигурки оригами и определяли свою дальнейшую судьбу. Описанные нами случаи не были простым курьезом. Одна из последовательностей, которая присутствует у родственных *B.subtilis* бактерий, — это рибопереключитель, распознающий кофермент S-аденозилметионин (SAM). Другой рибопереключитель регулирует синтез и транспорт кофермента флавиномонуклеотида (B_2). Сегмент мРНК, предположительно, кодирующий белок, который участвует в синтезе лизина в *E.coli*, на самом деле является сложным аптамером, регулирующим синтез этой аминокислоты у широкого круга бактерий. Таким образом, рибопереключитель — никакая не экзотика, а широко распространенный контрольный механизм.

Идентификация рибопереключателей

Рибопереключители можно реконструировать, исходя из структуры соответствующих аптамеров. Таким способом уже идентифицировано более десяти классов природных

ЗАМАНЧИВЫЕ ПЕРСПЕКТИВЫ

Многие бактерии, в том числе указанные здесь микроорганизмы, патогенные для человека, используют для регуляции работы своих генов рибопереключители. Веществами, приводящими их в действие, могут быть новые антибиотики, в частности такие, которые выключают гены, детерминирующие синтез какого-либо жизненно важного для бактерии метаболита. В каждом из перечисленных микроорганизмов обнаружены рибопереключители разных типов; указано число генов, работу которых они контролируют. Звездочки означают, что среди этих генов существует по крайней мере один, кодирующий жизненно важный продукт.

Бактерии, патогенные для человека	Число типов рибопереключателей	Число контролируемых ими генов
<i>Acinetobacter baumannii</i>	4	6
<i>Bacillus anthracis</i>	9	82
<i>Brucella melitensis</i>	5	21*
<i>Enterococcus faecalis</i>	7	17
<i>Escherichia coli</i>	4	15*
<i>Francisella tularensis</i>	4	8
<i>Hemophilus influenzae</i>	5	15*
<i>Helicobacter pylori</i>	1	2
<i>Listeria monocytogenes</i>	9	49
<i>Mycobacterium tuberculosis</i>	3	13
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	3	27
<i>Salmonella enterica</i>	3	34*
<i>Staphylococcus aureus</i>	8	30*
<i>Streptococcus pneumoniae</i>	5	19
<i>Vibrio cholerae</i>	5	13
<i>Yersinia pestis</i>	3	11

переключателей. Их устройство и механизм действия немного различаются, однако в принципе все они сходны. Рибопереключатели — это РНК-транскрипты, способные регулировать экспрессию соответствующих генов, разрешая их трансляцию или блокируя ее даже без прочтения генетической информации рибосомой. Рибопереключатели отслеживают потребность клеток в продукте, который кодируется контролируемым ими геном, и если продукта достаточно, изменяют свою конфигурацию. Таким образом, любой рибопереключатель содержит два сегмента: чувствительный к целевому

механизмов. Так, распознавание метаболита должно занимать не более нескольких секунд — именно столько времени нужно рибосоме, чтобы связаться с едва сошедшей с полимеразного конвейера лидерной последовательностью. При этом прочность связывания не играет особой роли.

Сканирование бактериальных геномов, предпринятое нами в поисках новых рибопереключателей, преподнесло новые сюрпризы. У одной только *B. subtilis* мы идентифицировали девять новых последовательностей с рибопереключателем типа «головка молотка». Один из них содержал двойной аптамер, рабо-

Известно, что у многих опасных для человека микроорганизмов синтез нескольких метаболитов регулируется с помощью рибопереключателей. Сейчас ведутся поиски веществ, которые связывались бы с аптамерами, посылали бактериальной клетке ложный сигнал о наличии того или иного метаболита и, в конце концов, приводили к ее гибели.

Еще одна интересная идея — использование искусственных рибопереключателей для регуляции генов *in vivo*, например в генной терапии. Можно было бы сконструировать переключатель, реагирующий на какое-нибудь безвредное вещество, и встроить его в нужный ген. Затем конструкцию можно ввести в клетки пациента и регулировать ее работу с помощью таблеток, содержащих вещество-активатор.

До наших дней дошли лишь осколки утраченного мира, которым правили молекулы РНК. Но один из таких осколков — РНК-переключатель — оказался накрепко «вмонтирован» и в современные организмы. Возникает вопрос: единственный ли это рудимент далекого прошлого, или есть и другие доисторические молекулы, которые все еще используются живыми системами (может быть, даже организмом человека) и ждут своего открытия? ■

Перевод: Н.Н. Шафрановская

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

- The Origin of Life on the Earth. Leslie E. Orgel in *Scientific American*, Vol. 271, No. 4, pages 76–83; October 1994.
- Thiamine Derivatives Bind Messenger RNAs Directly to Regulate Bacterial Gene Expression. Wade Winkler, Ali Nahvi and Ronald R. Breaker in *Nature*, Vol. 419, pages 952–956; October 31, 2002.
- Metabolite-Binding RNA Domains Are Present in the Genes of Eukaryotes. Narasimhan Sudarsan, Jeffrey E. Barrick and Ronald R. Breaker in *RNA*, Vol. 9, No. 6, pages 644–647; June 2003.
- Riboswitches as Antibacterial Drug Targets. Kenneth F. Blount and Ronald R. Breaker in *Nature Biotechnology* (in press).

До наших дней дошли только осколки утраченного мира, которым правили молекулы РНК

продукту аптамерный домен и регуляторную последовательность.

Аптамер — это рецептор, специфически связывающий целевой низкомолекулярный метаболит. У всех типов рибопереключателей его структура в принципе одинакова, даже если речь идет об эволюционно далеких друг от друга организмах. Регуляторная последовательность, иногда охватывающая часть аптамерного домена, содержит участок, который изменяет свою конформацию и тем самым влияет на экспрессию гена (стр. 68–69). У B_{12} - и V_1 -рибопереключателей регуляторная последовательность препятствует инициации трансляции, переходя в такую конформацию, при которой рибосома не может связаться с сайтом инициации трансляции и начать считывать информацию с мРНК. У рибопереключателей другого типа, содержащих такие же аптамеры, регуляторные последовательности вызывают преждевременную остановку транскрипции, образуя шпильку — сигнал терминации.

Чем больше мы узнавали о рибопереключателях, тем большее изумление вызывала у нас та безупречность, с которой природа отрегулировала работу всех винтиков, пружин и шестеренок созданных ею

тавший на включение экспрессии, но не на выключение. Другой оказался рибозимом, срабатывающим в ответ на присутствие целевого метаболита. Вместо того чтобы изменять свою конфигурацию, он саморазрушался еще до начала трансляции.

Из всех идентифицированных на сегодня типов рибопереключателей лишь один обнаружен у многоклеточных организмов, все остальные имеют бактериальное происхождение. Работа генома высокоорганизованных живых существ регулируется гораздо более сложным образом, и путь от ДНК к белкам далеко не такой прямой, как у бактерий. Вместо простых мРНК-фотокопий у них образуется РНК-транскрипт с большим числом некодирующих участков — интронов, которые до синтеза белка должны быть удалены.

У многих грибов и растений, в частности у риса, в интронах, которые входят в состав оперонов, детерминирующих синтез тиамина, содержится аптамер, регулирующий синтез кофермента V_1 . Связываясь с последним, аптамер вызывает изменение конформации в местах соединения интрона с кодирующими участками РНК-транскрипта и блокирует его вырезание (сплайсинг).

Джон Вернер, Баинджо Пинна и Лотар Шпильман

ЦВЕТОВЫЕ ИЛЛЮЗИИ

и МОЗГ



Взглянув на фотографию осенних листьев и отражений на воде, легко понять, насколько значительна роль цвета в нашем восприятии. Ощущение глубины и многие детали исчезают на черно-белом снимке

Изучение зрительных иллюзий свидетельствует о том, что восприятие цвета мозгом неотделимо от представлений о форме и глубине

Как беден стал бы мир, лишись красок! Цвета не только позволяют нам видеть окружающее более точно, но и порождают качественно новые оттенки восприятия. Например, на цветной фотографии (стр. 72) отчетливо видны осенние листья в спокойной глади фонтана, отражения в воде деревьев и синего послеполуденного неба над ними. А на черно-белом снимке листья менее заметны, голубые небеса отсутствуют вовсе, отражения лишь намечены, сама вода едва угадывается, кроме того, пространство картины совершенно лишено глубины.

Многие люди полагают, что цвет служит определяющей и неотъемлемой характеристикой предметов и зависит исключительно от длины волны отраженного света. Однако

такое мнение неверно. Ощущение цвета рождается в мозге. Если бы воспринимаемые нами оттенки обуславливались только протяженностью световой волны, то предметы имели бы для нас совершенно разную окраску в зависимости от освещения, например на солнце и в тени. На самом деле цвет предметов, «увиденный» мозгом, постоянен и независим от внешних факторов.

Некоторые исследователи, изучающие зрение, скажут, что «раскрашенное» восприятие мира — это излишество, в котором нет реальной необходимости. В конце концов, есть люди и животные, довольствующиеся черно-белым изображением. Например, для того чтобы ориентироваться в пространстве и управлять движениями, цвет не нужен. По всей вероятности, люди, у которых вследствие инсульта развилась цветовая слепота, во всех других отношениях обладают совершенно нормальным зрением. Подобные наблюдения легли в основу представлений о независимой природе обработки цвета, не связанной с восприятием глубины и формы, т.е. о том, что цвет сводится лишь к оттенку, насыщенности и яркости.

Тем не менее, изучение иллюзорных цветов (которые наши глаза видят там, где их нет) показывает, что обработка информации о цвете неотделима от таких представлений, как границы и форма объектов. Уже десять лет мы пытаемся понять, каким образом цвет влияет на восприятие других свойств предметов. В процессе работы мы исследовали множество иллюзий, а некоторые из них сами же и создали. Они помогли нам выяснить, каким образом обработка цвета нервной системой рождает новые качества формы и границ. Однако прежде чем рассказать об иллюзиях, стоит напомнить, как происходит обработка информации о цвете в мозге человека.

Пути к иллюзиям

Зрительное восприятие начинается с поглощения света или, точнее, дискретных порций энергии, называемых фотонами, колбочками и палочками,

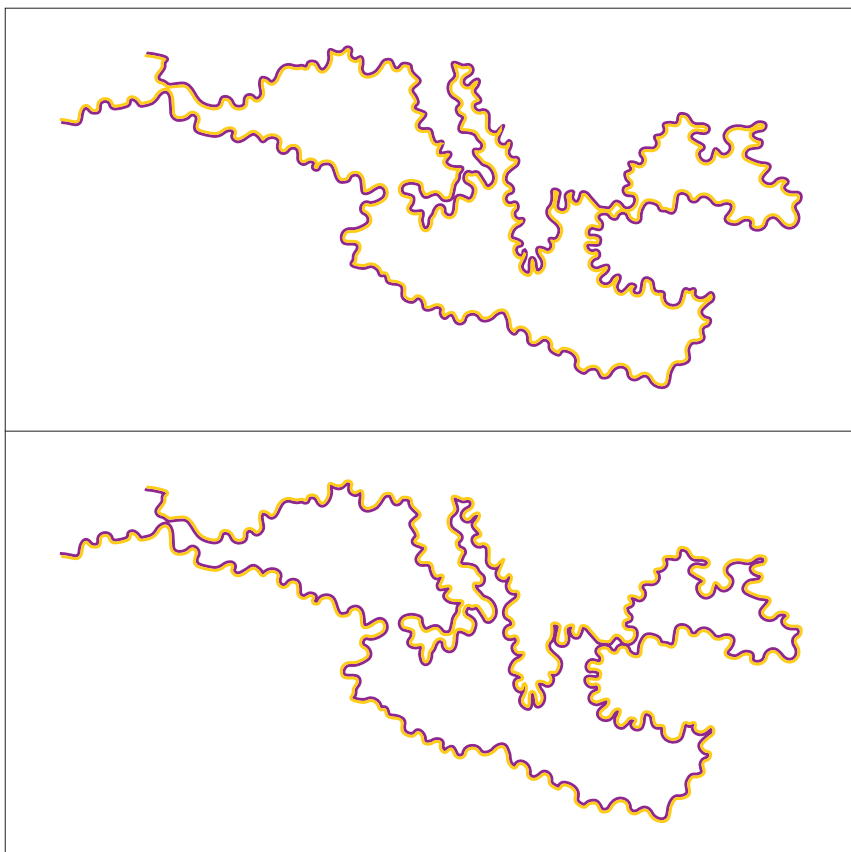
расположенными в сетчатке (стр. 75). Колбочки работают при свете дня, палочки отвечают за ночное зрение. Реакция колбочки определяется количеством попавших на нее фотонов, а затем передается двум другим типам нейронов, называемых биполярными клетками *ON*- и *OFF*-типа, которые становятся источником сигнала для ганглиозных клеток, также расположенных в сетчатке.

Ганглиозные клетки обладают рецептивными полями, организованными по типу «центр-периферия». Рецептивное поле любого зрительного нейрона представляет собой область пространства в окружающем физическом мире, которая может воздействовать на данный нейрон. Нейрон с рецептивным полем «центр-периферия» отвечает по-разному в зависимости от соотношения количества света, попадающего в середину поля и на его край.

Ганглиозная клетка *ON*-типа дает максимальный разряд, когда центр ярче периферии, а минимальный — когда рецептивное поле освещено равномерно. Клетки *OFF*-типа ведут себя противоположным образом. Такой антагонизм между серединой и краями ведет к тому, что ганглиозные клетки реагируют на контраст и в результате обеспечивают четкую реакцию мозга на границы объектов.

Большая часть аксонов ганглиозных клеток передает сигналы в мозг, а именно, в латеральное колленчатое тело таламуса, расположенное в самой глубине мозга, оттуда же — в зрительную кору (на затылочной поверхности). Разные популяции ганглиозных клеток в неодинаковой степени чувствительны к различным характеристикам стимулов, таким как движение и форма, и их волокна передают импульсы с различной скоростью. Например, сигналы о цвете передаются по медленным волокнам.

Считается, что в процессе видения участвует не менее 40% мозга человека. В областях, включающихся на ранних этапах визуальной обработки (поля зрительной коры *V1*, *V2* и *V3*), нейроны организованы ▶



При акварельном эффекте возникает ощущение, что более светлый из двух цветов распространяется на белую область. Данный пример показывает, насколько важен цвет для восприятия размера и формы фигуры. На нижнем рисунке легко узнаваема карта Средиземного моря, где цвет как бы растекается на территории суши

в карты с поточечным отображением зрительного поля. Отсюда сигналы расходятся в 30 различных областей, которые связывают между собой более чем 300 путей. Каждый участок выполняет свои специфические функции, такие как обработка цвета, движения, глубины и формы, при этом ни один из них не обладает исключительно одним перцептивным качеством. Далее вся информация объединяется

и дает нам целостное восприятие объекта, имеющего конкретную форму и цвет. Нейрофизиологи пока не сумели до конца понять данный механизм.

Интересно, что двустороннее разрушение некоторых зрительных областей ведет к искаженному видению не только формы, но и цвета. Данное наблюдение подтверждает, что чувство цвета неотделимо от других характеристик объекта.

В результате смешения сигналов, несущих информацию об окраске и форме, человек может увидеть то, чего нельзя было бы ожидать на основе анализа длины волны света, отраженного от предмета, что наглядно демонстрируют созданные нами иллюзии.

Акварельный эффект

Один из экспериментов с иллюзорным цветом показывает, насколько велико значение цвета для восприятия размеров и формы фигуры. При определенных условиях окраска предмета меняется в зависимости от оттенка фона, на котором он рассматривается: он может казаться более контрастным или ассимилироваться. До сих пор было описано распространение цвета лишь на относительно небольшие площади, что согласуется с мнением, что связи между зрительными нейронами довольно короткие. Однако мы были удивлены, обнаружив, что если белая область ограничена двумя контурами различного цвета (причем внутренний светлее наружного), то оттенок внутреннего контура как бы растекается на всю поверхность.

Данную иллюзию мы назвали акварельным эффектом. Мы обнаружили, что цвет распространяется, когда оба контура непрерывны, т.е. наружная темная линия выступает как некий барьер, заключающий цвет внутри себя и не дающий ему выйти наружу. Фигура выглядит плотной и слегка приподнятой. Если поменять цвета контуров, тот же участок покажется абсолютно белым и немного утопленным.

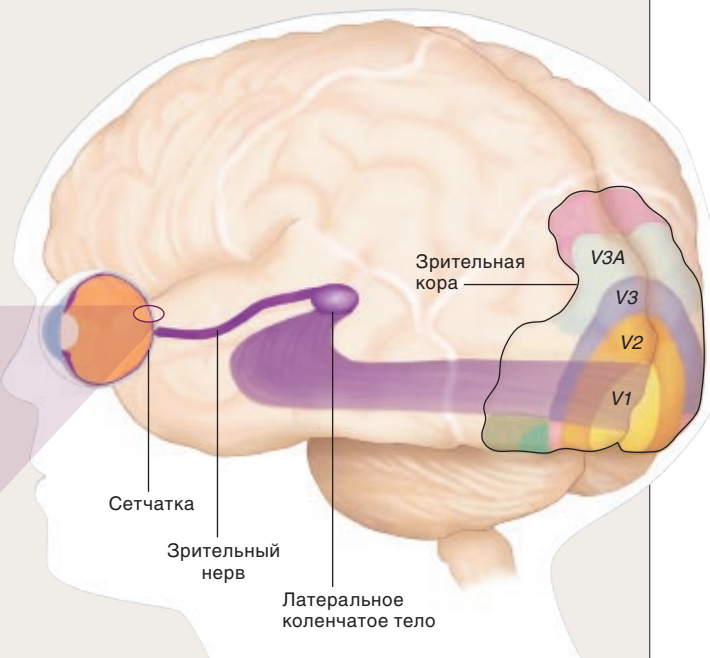
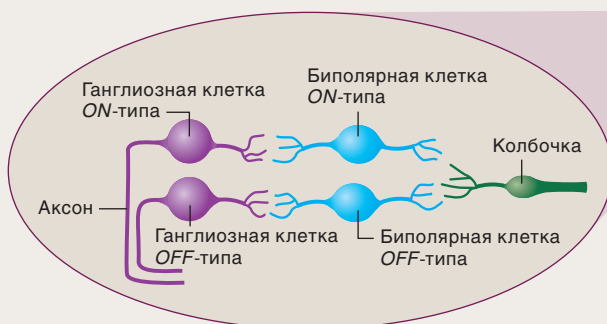
Акварельный эффект больше влияет на выделение фигуры из фона, чем такие свойства, как близость, непрерывность, замкнутость, симметрия и др., открытые гештальт-психологами в начале XX в. Заполнение цветом происходит со стороны более светлой линии контура, и именно эта область воспринимается как фигура, а то, что расположено со стороны темного контура, становится фоном. Такая особенность восприятия позволяет

ОБЗОР: ЦВЕТОВОЕ ЗРЕНИЕ

- Исследователи считают, что обработка цвета в мозге происходит независимо от восприятия других параметров, таких как форма и глубина.
- Изучение иллюзорных цветов показывает, что восприятие цвета индуцирует возникновение ощущения формы и глубины.
- Авторы с помощью модифицированной ими иллюзии Эренштейна показали, каким образом цвет, очертания и форма совместно обеспечивают отображение мозгом окружающего мира.

ВИДЕТЬ ЦВЕТ

Восприятие цвета начинается с поглощения света колбочками — фоторецепторами сетчатки (*фрагмент внизу*). Колбочка отвечает на сигнал всегда одинаково, но ее активность передается двум различным типам нейронов, называемым биполярными клетками *ON*- и *OFF*-типа, которые, в свою очередь, соединены с ганглиозными клетками *ON*- и *OFF*-типа, а их аксоны несут сигнал в мозг — сначала в латеральное колленчатое тело, а оттуда далее в зрительную кору



преодолеть двусмысленность изображения. Кстати, Эдгар Рубин (Edgar Rubin), один из пионеров изучения выделения фигуры из фона, утверждал, что граница принадлежит фигуре, а не фону.

С точки зрения нейрофизиологии акварельную иллюзию можно объяснить тем, что сочетание на белом фоне светлого контура с ограничивающим его более темным стимулирует нейроны, реагирующие либо на границы, которые светлее с внутренней стороны, чем с наружной, либо наоборот, но не те и другие одновременно. Принадлежность самого контура кодируется на ранних этапах обработки в зрительной коре, вероятно, в полях *V1* и *V2*. В экспериментах на обезьянах исследователи обнаружили, что приблизительно половина нейронов зрительной коры реагирует на направленность контраста (переход от светлого к темному или наоборот) и таким образом обозначают границу. Те же самые нейроны участвуют в восприятии глубины, которое помогает выделить фигуру из фона.

Результаты наших исследований показали, что волнистые линии дают более сильный акварельный

эффект, чем прямые, возможно потому, что извилистые границы вовлекают в реакцию большее количество нейронов. Далее сигнал о цвете, детектированный такими нейронами, должен распространиться на большие площади поля зрения до тех пор, пока не наткнется на барьер в виде таких же клеток, воспринявших границу на противоположной стороне замкнутого контура. Таким образом, на данном уровне анализа цвет и форма неразрывно связаны.

Радиальные линии

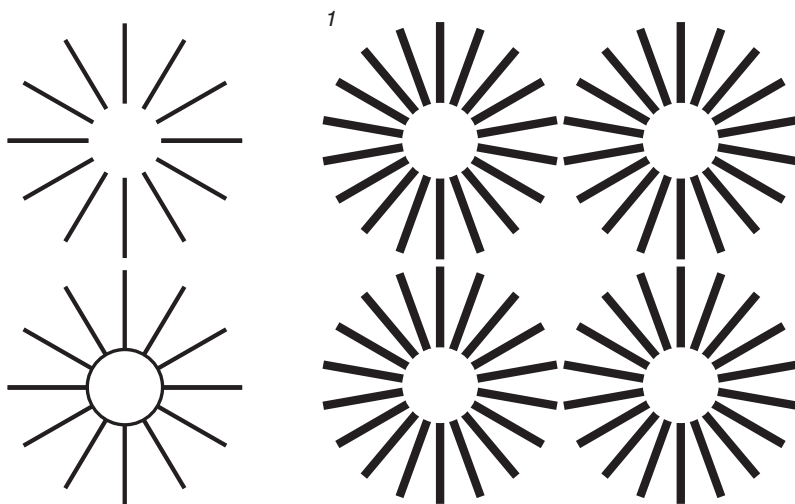
Иллюзия с радиальными линиями также подтверждает, что цвет участвует в выделении фигуры из фона. В 1941 г. немецкий психолог Вальтер Эренштейн (Walter Ehrenstein) продемонстрировал, что на участке, заключенном между концами радиально расходящихся линий, возникает иллюзорный яркий круг, как будто расположенный немного впереди лучей. Однако ни самой фигуры, ни ее границы в реальности не существует.

Выраженность данного феномена зависит от длины, ширины, количества и контрастности веерообразных отрезков. Видимо, в основе

иллюзии лежит работа нейронов, реагирующих на концы линий. Такие клетки, называемые нейронами с концевым торможением, были обнаружены в зрительной коре. Сигналы от них объединяются и подаются на другой нейрон более высокого порядка, благодаря которому центральная область изображения кажется яркой.

Изучая иллюзию Эренштейна, мы меняли количество, длину и ширину радиальных линий (*пронумерованные иллюстрации, стр. 76-77*). Для усиления эффекта паттерн повторен четыре раза на каждом рисунке. Определив параметры лучей, обеспечивающих возникновение самого яркого круга в центре (1), мы начали экспериментировать с хроматическими свойствами промежутка в центре между отрезками. Сначала мы добавили к иллюзии Эренштейна черное кольцо, и яркость центрального кружка совершенно исчезла: иллюзия разрушилась. Дело в том, что окружность подавляет активность нейронов, реагирующих на концы линий.

Однако если кольцо имеет цвет, оно может активизировать другие клетки. Стоило сделать его цветным, ►



Иллюзия, созданная немецким психологом Вальтером Эренштейном в 1941 г., послужила основой для создания новых оптических обманов. Добавление окружности (слева внизу) разрушает иллюзорное видение яркого круга в центре.

1) Яркие круги заполняют промежутки в центре между линиями в иллюзии Эренштейна, которая модифицирована нами для усиления эффекта

как белый круг внутри него не только стал выглядеть намного ярче, чем в иллюзии Эренштейна, но и приобрел некоторую плотность, как будто на поверхность бумаги была нанесена белая паста (2). Мы были удивлены, поскольку иллюзорные свечение и фактура поверхности обычно не возникают одновременно и даже считаются взаимоисключающими. Мы назвали наблюдаемое явление аномальной индукцией яркости. Как и при акварельном эффекте, виновниками иллюзии были клетки кортикальных полей, задействованных на ранних этапах зрительной обработки.

Далее в промежуток между радиальными линиями в иллюзии Эренштейна мы поместили серый

круг (3). Возникло новое впечатление, которое мы назвали мерцающим глянцем. Оно проявлялось при каждом движении глаз или перемещении самого паттерна. Такой эффект может возникнуть из-за конкуренции между ON- и OFF-системами: линии вызывают иллюзорное ощущение повышения яркости, которому противостоит реальное снижение сияния серого круга. Когда мы заменили белый диск в центре цветного кольца на черный и сделали фон того же цвета (4), то круги стали выглядеть темнее, чем идентичный им черный фон. В отличие от белых кругов, казавшихся светящимися, чернота создает своего рода пустоту, черную дыру, которая поглощает весь свет.

ОБ АВТОРАХ

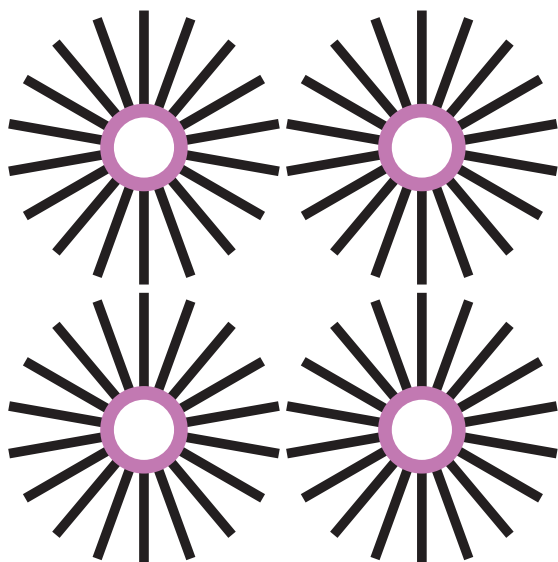
Джон Вернер (John S. Werner), **Баинджо Пинна** (Baingio Pinna) и **Лотар Шпильман** (Lothar Spillmann) изучали иллюзии, описанные в настоящей статье, на протяжении последних десяти лет. Вернер получил докторскую степень по психологии в Университете Брауна и проводил исследования в Институте перцепции Нидерландской организации прикладных научных исследований. В настоящее время он профессор Калифорнийского университета в Дэвисе. Пинна, профессор университета Сассари в Италии, окончил Падуанский университет. Шпильман, возглавляющий Лабораторию зрительной психофизики во Фрайбургском университете в Германии, проработал два года в Массачусетском технологическом институте и пять лет в Фонде сетчатки и Массачусетской клинике глаза и уха.

Когда круг в центре цветного кольца был серым, то казалось, что в нем присутствует дополнительный оттенок: в нашем примере он воспринимался как желтовато-зеленый, когда кольцо было фиолетовым (5). Более того, при каждом движении глаз или при перемещении рисунка круг как будто мерцал. Мерцающий аномальный цветовой эффект зависит от свойств радиальных линий и цветного кольца так же, как и остальные иллюзии, но в данном случае присутствуют и некоторые уникальные особенности, которые, видимо, нельзя считать простой комбинацией других известных оптических обманов. В описываемой иллюзии индуцированный цвет был одновременно как светящимся, так и мерцающим. Удивительно, но он кажется еще и парящим над остальной частью картинки.

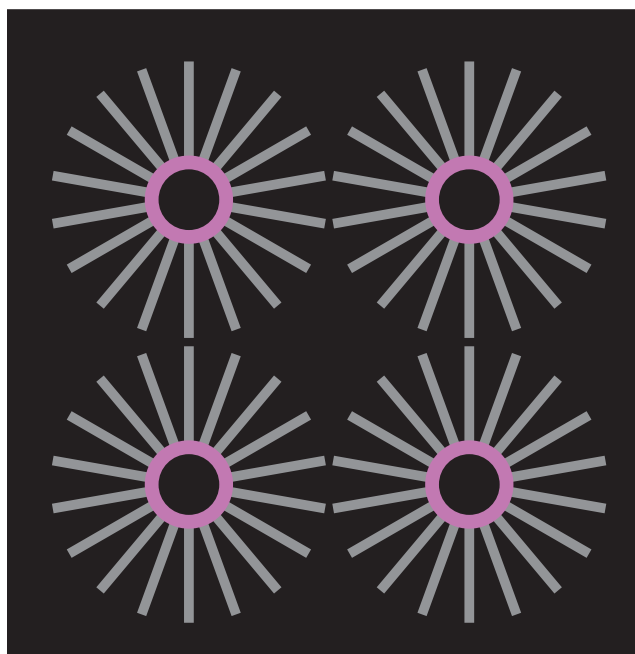
Возможно, в создании данной иллюзии задействованы нейроны с концевым торможением, активированные радиальными линиями, однако только этим нельзя объяснить одновременное возникновение мерцания и дополнительного цвета. Не ясно, влияют ли радиальные линии непосредственно на цветовой контраст, или же яркость цвета возникает косвенно как следствие глянца и мерцания, рождающихся при сочетании расходящихся отрезков и серого цвета.

К сожалению, пока мы не можем понять причины возникновения данной иллюзии. Она столь сложна, что вряд ли порождается каким-то одним простым процессом. Скорее всего она представляет собой попытку мозга примирить противоречащие друг другу сигналы в различных специализированных путях. Исследователям предстоит еще многое узнать о том, как мозг воспринимает физический мир. Работа над иллюзорными цветами продолжается и обещает указать нам путь к постижению сложного устройства зрительной системы человека. ■

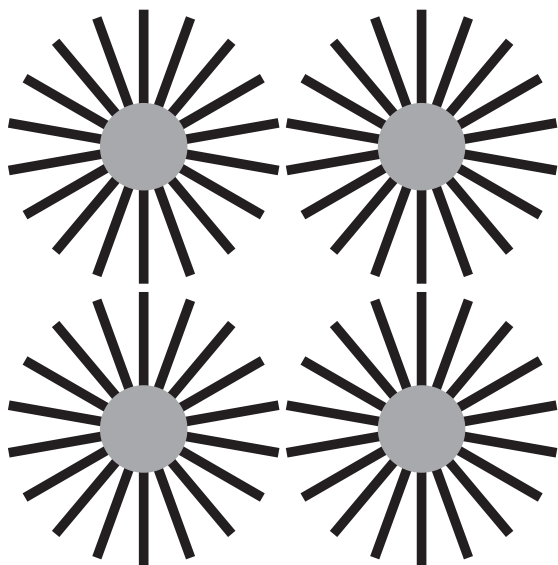
Перевод: Б.В. Чернышев



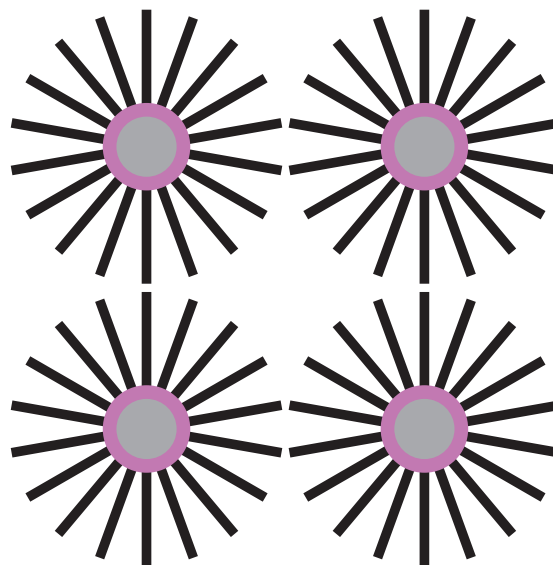
2) Аномальная индукция яркости: добавление цветных колец заставляет иллюзорные круги казаться еще белее



4) Аномальная индукция черноты: черные круги внутри цветных колец кажутся намного темнее, чем физически идентичный им фон



3) Мерцающий глянец: серые круги создают эффект мерцания



5) Мерцающий аномальный цветовой контраст: серые круги, окруженные фиолетовыми кольцами, при перемещении взгляда или рисунка кажутся зеленовато-желтыми и светящимися

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

- Sensory Experience, Adaptation and Perception. Edited by Lothar Spillmann and Bill R. Wooten. Lawrence Erlbaum Associates, 1984.
- Visual Perception: The Neurophysiological Foundations. Edited by Lothar Spillmann and John S. Werner. Academic Press, 1989.
- Neon Color Spreading: A Review. P. Bressan, E. Mingolla, L. Spillmann and T. Watanabe in Perception, Vol. 26, No. 11, pages 1353–1366; 1997.

- The Watercolor Effect: A New Principle of Grouping and Figure-Ground Organization. B. Pinna, J. S. Werner and L. Spillmann in Vision Research, Vol. 43, No. 1, pages 43–52; January 2003.
- The Visual Neurosciences. Edited by L.M. Chalupa and J.S. Werner. MIT Press, 2004.
- Figure and Ground in the Visual Cortex: V2 Combines Stereoscopic Cues with Gestalt Rules. F. T. Qiu and R. von der Heydt in Neuron, Vol. 47, No. 1, pages 155–166; July 7, 2005.

Михаил Конашев

ЭВОЛЮЦИЯ БЫЛА ИХ БОЖЕСТВОМ



Взаимоотношения науки и религии на рубеже XX–XXI вв. вновь приобрели очертания актуальной проблемы и вызывают горячие споры. Одновременно все чаще говорится о религиозной основе нравственности и духовности как единственно возможной предпосылке возрождения России и всего человечества

Особый интерес в рамках темы взаимоотношений науки и религии представляют взгляды трех выдающихся мыслителей, биологов-эволюционистов XX в., не побоявшихся предложить свои интерпретации этических и гуманистических аспектов как достижений науки в целом, так и эволюционной теории, свое понимание соотношения этой теории и религии, свой общекультурный и общечеловеческий «эволюционный синтез». Двое из них, русский и затем американский генетик Ф.Г. Добржанский и английский зоолог Дж.С. Хаксли, были (вместе с С.С. Четвериковым, Э. Майром, Дж.Дж. Симпсоном и целым рядом других выдающихся ученых) создателями современной эволюционной теории, а их книги — «Генетика и происхождение видов» (1937) и «Эволюция. Современный синтез» (1942) — по праву считаются классикой эволюционной биологии XX в. Третий, французский палеонтолог, священник, теолог, член ордена иезуитов Пьер Тейяр де Шарден, получил научную известность как один из первооткрывателей синантропа.

Если Хаксли, как и американский палеонтолог Дж. Дж. Симпсон, был против каких бы то ни было попыток «слияния» или соединения эволюционной теории и религии, то и Тейяр де Шарден, и Добржанский выступали за некий синтез религии и эволюционной теории, в надежде, что такой синтез пойдет на благо науке, религии и человеку. При этом концепция Тейяра де Шардена оказалась близка к представлениям не только Добржанского, но и Хаксли, который во вступлении к английскому изданию книги «Феномен человека» отмечал значительное количество совпадений между своими взглядами на эволюционные проблемы и взглядами автора.

Концепция Тейяра де Шардена

Что же привлекало Хаксли и Добржанского в теории Тейяра де Шардена? Ответом может служить запись Добржанского в его дневнике от 15 августа 1958 г.: «Читал книгу

Teilhard de Charden, Le Phenomen Humain. Он сказал многое, что тоже хочу сказать. Прежде всего то, что эволюция мира, жизни и человека есть единый процесс миротворения». Добржанский увидел в концепции Тейяра попытку вновь «поднять» человека, вернуть ему ценность и смысл жизни, свое место и предназначение в мире. Вот почему он неоднократно цитировал знаменитое высказывание последнего о том, что человек больше чем центр мира, он — стрела, устремленная в будущее, ось всей эволюции. В концепции Тейяра де Шардена человек в ходе эволюции — и прежде всего благодаря прогрессу науки — постепенно становился духовным, смысловым центром мироздания.

Именно эта грандиозная, впечатляющая, внушающая надежду и оптимизм картина и породила массу почитателей и последователей Тейяра де Шардена во многих странах, огромное море литературы, несколько периодических изданий, обшеств и ассоциаций, наконец, само понятие «тейярдизм».

Но хотя оба ученых и верующих человека, Добржанский и Тейяр де Шарден, выступали за сотрудничество, союз науки и религии, соотношения сторон в этом союзе они определяли по-разному.

Добржанский, православный верующий, регулярно посещавший церковь и молившийся, тем не менее в своей концепции отдавал предпочтение науке. По Добржанскому, именно наука, а не религия, играла и играет главную роль в культурной эволюции человека: «Наука радикально изменила идеи человека о мире, в котором он живет. Что, возможно, наиболее важно, наука изменила представление человека о самом себе».

Более того, в некоторых своих научно-популярных работах Добржанский выступал как критик религии, противопоставляя религиозной концепции человека концепцию эволюционную, дающую человеку реальную, а не иллюзорную надежду и реальные средства превращения человеческой ▶



Джулиан Соррелл Хаксли (1887–1975)

мечты в действительность. В частности, он определяет библейские тексты как плод художественной деятельности: «Поэтическое воспроизведение выхода человека за пределы собственной эволюции можно увидеть в библейском повествовании о вкушении плода с дерева познания добра и зла».

Это преодоление человеком эволюционных границ, согласно Добржанскому, заключалось в том, что предки человека были всего лишь животными, не ведающими добра и зла, греха и добродетели, но на определенной степени своей

эволюции «человечество стало способно отличать правильное от неправильного, добро от зла. Традиция называет это Падением Человека. Человек пал, когда впервые он стал способен свободно преступить и преступил этическое предписание. Однако тем же самым актом человек возвысился над уровнем животности. Человек восходил, не падал». Тем самым человек из просто животного стал этическим животным.

По Добржанскому, христианская теология использовала идею, унаследованную от иудаизма и философов

эллинистической эпохи, о существовании золотого века в начале мира и последовавшей за ним регрессивной эволюции. В действительности появление человека на мировой сцене «было прыжком вперед в истории космоса. Грех, злодеяние, преступление, нарушение может случиться с существом, которое осознает себя и природу своих действий. Человек такое существо, но его предки таковым не были».

Возражая идеологам «биологической» природы человека, Добржанский вновь противопоставляет религиозное и эволюционное понимание и объяснение человека: «Как оптимистический тезис, что человек по существу добр, так и пессимистический антитезис, что он пал и развращен, предшествовали научной биологии и антропологии. Великие религии, в особенности Христианство, усвоили как тезис, так и антитезис, первый как часть доктрины Первородного Греха, второй — Божественной Милости. Есть ли у науки что-либо, что можно было бы добавить к этим древним человеческим проникновениям? По крайней мере, она может поместить их в контекст некоторых хорошо обоснованных открытий, которые предполагают, что человек не предопределен своей «природой» быть хорошим или плохим, но может стать тем или другим в зависимости от обстоятельств». Таким образом, согласно Добржанскому, человек не запрограммирован биологически стать альтруистом или эгоистом, святым или грешником, героем или трусом, тружеником или лентяем. Он обладает возможностью стать кем угодно, ибо адаптивность человека «основывается на замечательной открытой бесконечности образцов поведенческого развития».

Разумеется, человеческая биологическая природа во всем ее разнообразии несовершенна. Но именно наука позволяет не только устранить такие очевидные для всех биологические минусы, как наследственные болезни, но и усовершенствовать в будущем

биологическую природу человека, приобрести желаемые качества и способности при должной осторожности и мудрости. Добржанский был убежден, что эволюция жизни и эво-

В концепции Тейяра достижение «точки Омега» предопределено и как бы изначально запрограммировано. Добржанский, напротив, полагал, что эволюция человека

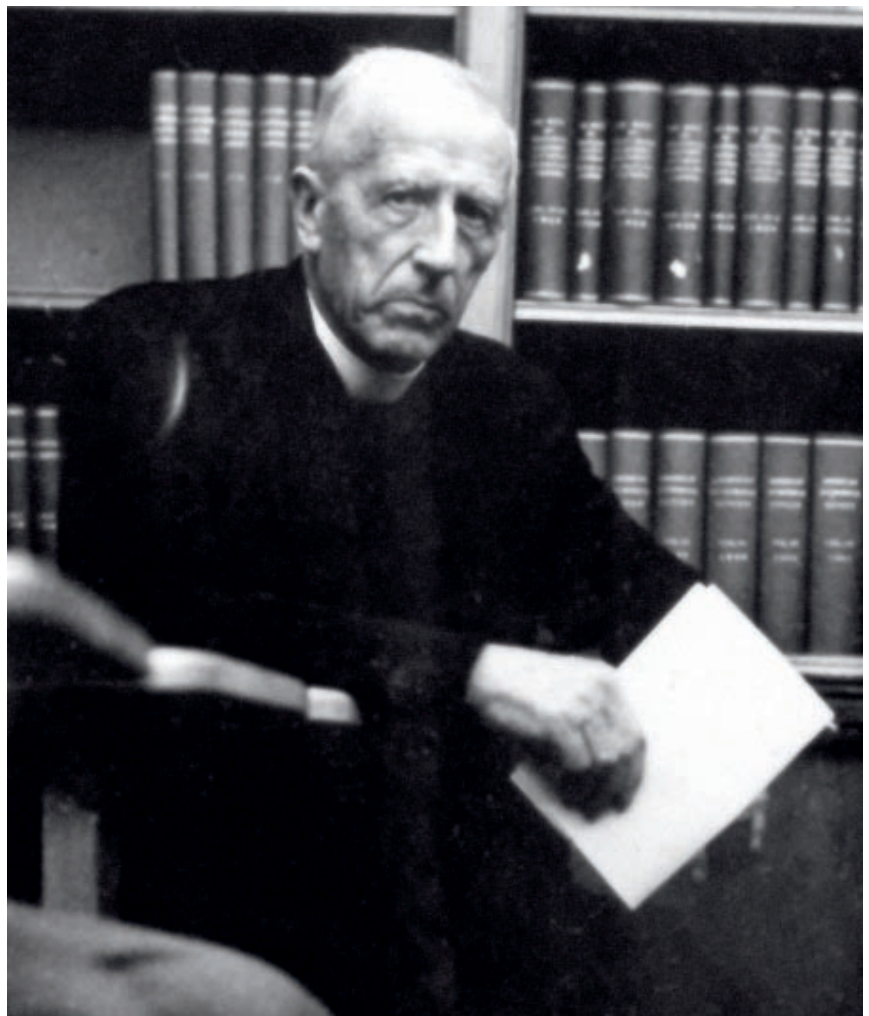
По Добржанскому, мог и не появиться, хотя эволюционная тенденция, ведущая к возникновению человека, конечно, была. По Тейяру, человек не может не достичь (в конечном итоге) «пункта Омега». У Добржанского неизвестно, достигнет ли человек какого-либо пункта вообще, и если все же достигнет, то какого именно. В этом смысле, с одной стороны, концепция Добржанского более трагична, но с другой — и более человечна. Человек не выполняет ничего задания; он не просто стрела, устремленная в будущее к заданной точке (Омега), он — стрела, которая в своем полете сама определяет, пусть и с участием обстоятельств, эту точку, каждый раз вновь и вновь задает ее для себя, ставит перед собой как цель. ▶

По Добржанскому, христианская теология использовала идею, унаследованную от иудаизма и философов эллинистической эпохи, о существовании золотого века в начале мира и последовавшей за ним регрессивной эволюции

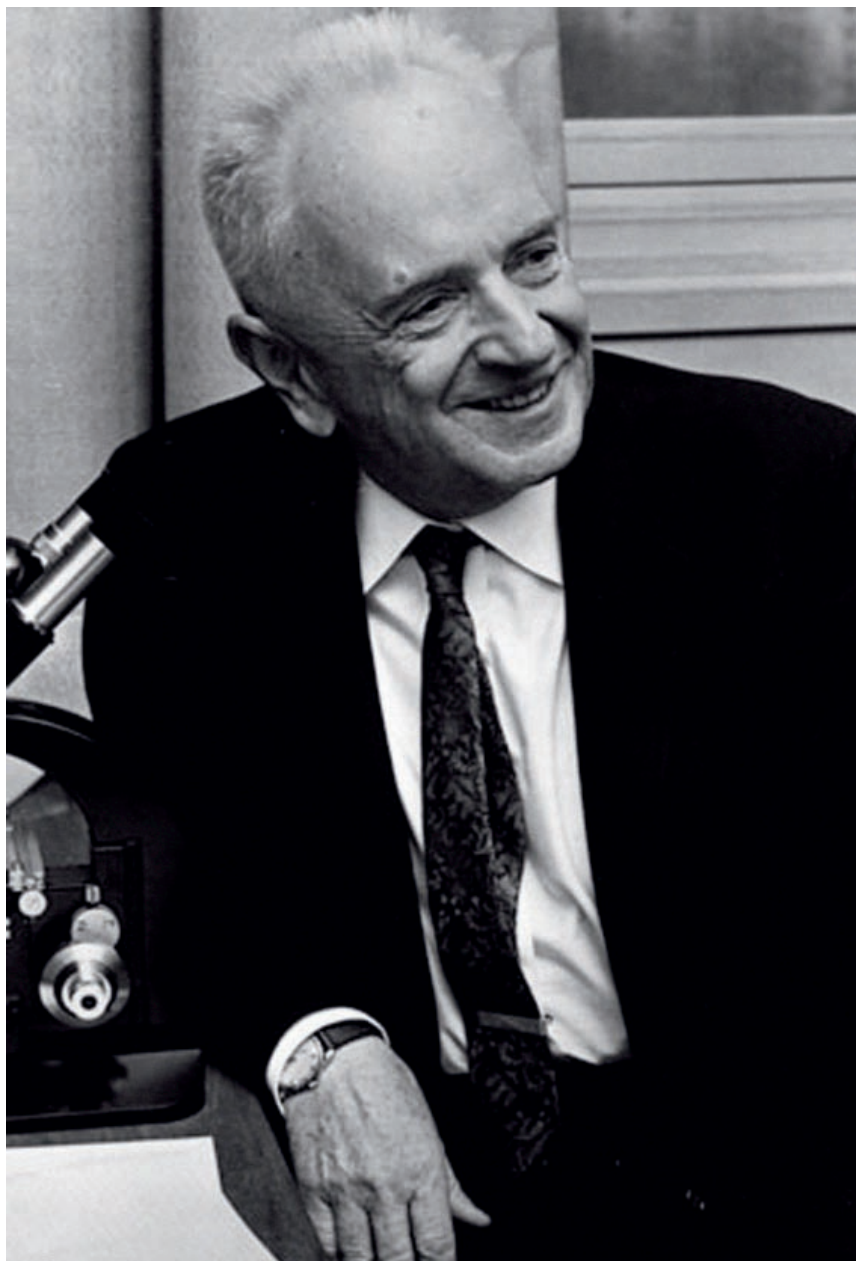
люция человека не завершилось, и человек все еще остается «незаконченным экспериментом». Принципиальная разница между научным и религиозным подходом к человеку состоит в ответе на вопрос о том, чей это эксперимент. «Последователи религиозных традиций верят, что вселенная есть деяние Господа. Однако человек открыл, что оба эксперимента продолжаются, и что он сам призван в них участвовать, помочь их осуществлению. В рамках ограниченных, налагаемых законами природы, человечество может сделать все от него зависящее, чтобы сформировать свое будущее в соответствии со своими представлениями о добре и красоте».

Концепция Тейяра де Шардена представляет собой как бы зеркальное отражение концепции Добржанского. На первый взгляд, эволюционная концепция Тейяра тоже опирается на науку, а не на религию. С помощью науки и, по меткому замечанию Добржанского, красивого французского языка Тейяр обосновывает, доказывает, убеждает. Но вся конструкция и замысел, сама основная идея Тейяра все же глубоко религиозна: человек в своей эволюции направлен к «точке Омега», к слиянию с Богом. Тем самым эволюция человека, по Тейяру, закрыта и конечна, представляя собой «христогенез». У Добржанского же эволюция человека потенциально бесконечна, открыта и не направлена к некоей заранее установленной конечной цели.

вероятностна и многовариантна, несет в себе огромный спектр возможностей в будущем. По Тейяру, человек фактически не мог не появиться.



Пьер Тейяр де Шарден (1881–1955)



Феодосий Григорьевич Добржанский (1900–1975)

Общая особенность теорий Тейяра де Шардена и Добржанского, состоящая в том, что они не являются

ОБ АВТОРЕ

Михаил Борисович Конашев — историк генетики, кандидат биологических наук, заместитель директора Санкт-Петербургского филиала Института истории естествознания и техники Российской Академии наук.

только или чисто научными, порождая и порождает их непонимание или непонимание. Поскольку обе концепции претендовали на синтез науки и религии, в котором результаты и данные науки определенным образом соединены, «сплавлены» с религиозными и философскими идеями, они были неоднозначно восприняты как учеными-эволюционистами, так и деятелями церкви и простыми верующими, не получив в итоге одобрения и поддержки.

Ученых не устраивала вненаучная составляющая синтеза, теологов, религиозных философов и обычных верующих — напротив, ее научная часть. Отсюда и крайности прямо противоположных оценок синтеза Тейяра де Шардена.

Такое отторжение обеих концепций, как и безусловное неприятие церковью эволюционной теории как таковой удивляло и огорчало Добржанского: «Как иронично, что оппозиция эволюционной идее пришла в современные времена главным образом из религиозных кругов!» Сходное и, быть может, даже еще большее огорчение испытал и Тейяр де Шарден, который не только был отстранен на долгие годы от преподавательской деятельности, но и лишен возможности опубликовать свои теоретические работы, в том числе главный свой труд «Феномен человека» из-за запрета иезуитского ордена. Изъятие наиболее острых мест, предпринятое им в 1947 г., не приносит успеха. В конце сентября этого года Тейяр с горечью сообщает в одном из писем: «Неделю назад я получил уведомление от генерала ордена из Рима, запрещающего мне, со всеми принятыми формальностями, что-либо еще публиковать по вопросам философии и теологии». Осенью 1948 г. Тейяр направляется в Рим, пытаясь лично добиться разрешения у папской курии на публикацию если не самого «Феномена», то хотя бы его фрагментов под заглавием «Зоологическая группа человека», но безрезультатно. Даже посмертная публикация собрания сочинений Тейяра вызвала новые гонения, начавшиеся с изъятия книг ученого из библиотек семинарий и других католических учреждений в 1957 г. и указа ватиканской канцелярии во главе с кардиналом Оттавиани от 30 июня 1962 г., направленного на то, чтобы охранить католическую молодежь от воздействия тейяровской мысли.

Война против эволюционной теории

Это неприятие, а зачастую и самая настоящая идеологическая война

против эволюционной теории и эволюционистов, включая Ч. Дарвина, продолжается и сегодня. В стремлении выкинуть теорию «происхождения человека от обезьяны» из школьных и университетских программ, религиозные деятели ортодоксальной церкви фактически объединились с представителями «научного креационизма» и «разумного замысла» (*intelligent design*). В этом отношении Россия уступает только одной стране — США, и, возможно, уже недалек тот день, когда дарвинизм, как и в царские времена, окажется под частичным цензурным запретом, а отечественные эволюционисты, как некогда и Дарвин, будут вынуждены прибегнуть к самоцензуре.

Хаксли публично заявлял, что вера в бога для него невозможна, ибо бог — всего лишь порождение человека

Во всяком случае, стремление во что бы то ни стало воплотить в жизнь лозунг «плюс православизация всей страны» (правда, не провозглашенный официально, но явно входящий в комплект идеологии современной российской «элиты») представляет собой отнюдь не мифическую опасность.

Не удивительно, что не добилась успеха и третья модель синтеза — концепция Дж.С. Хаксли: попытка замены религии наукой в качестве религии. Сам Хаксли, не только всемирно известный ученый и активный популяризатор науки, но и «гражданин мира», первый генеральный директор ЮНЕСКО, убежденный в прогрессе человечества, определял свою позицию как атеизм. Хаксли публично заявлял, что не верит в персонафицированного бога ни в одном смысле из тех, в которых обычно используется это понятие. Вера в бога для него невозможна, ибо бог — всего лишь порождение человека. Он не раз писал о том, что для веры в сверхъестественное больше нет места. Успехи науки подвели человечество к такой стадии его эволюции, «на которой

Бог больше не является полезной гипотезой». Все религиозные системы, находящиеся в кризисе, «выросли из человеческого неведения и беспомощности перед лицом внешней природы», но благодаря науке человек получил знания и контроль над природой.

Хаксли признавал, что не все причины существования религии исчезли. Но он считал, что такое положение напрямую связано с недостаточным развитием науки, с тем, что совсем незначительный прогресс достигнут в познании и контроле над «внутренней средой человека как вида» и устройством общества. Хаксли полагал, что именно эти две сферы станут осно-

вами для будущей науки, прогресс которой приведет к исчезновению и этих оснований религии. Но пока этот прогресс не произошел, Хаксли считал необходимым замену религии тем, что он называл сначала научным, а потом эволюционным гуманизмом, выступив как проповедник своего рода новой «квазирелигии». По мнению Хаксли, человек XX в. нуждался в новой системе религиозных верований. Такой системой, по мысли Хаксли, и является эволюционный гуманизм, который, как и все предыдущие религии, говорит человеку о его предназначении. Человек — «высшая форма жизни, произведенная эволюционным процессом на этой планете, последний доминантный тип и единственный организм, способный к дальнейшему основному продвижению или прогрессу. Знает он это или нет, желает или нет, он отныне главный фактор дальнейшей эволюции земли и ее обитателей. Другими словами, его судьба — реализовать новые возможности для всего земного сектора космического процесса, быть инструментом эволюционного прогресса на этой планете».

Употребление термина «инструмент» может создать впечатление, что человек в концепции эволюционного гуманизма Хаксли — всего лишь орудие некоего абстрактного, постороннего ему эволюционного прогресса. Однако, по Хаксли, это две стороны одной медали: «Наиболее священный долг человека, и в то же время наиболее великолепная его возможность, это возможность способствовать максимально осуществлению эволюционного процесса на этой земле, что включает наиболее полную реализацию его собственных наследственных возможностей». Поскольку человек не может реализовать свои способности иначе как в обществе и через общество, его необходимость и его долг в том, чтобы помогать другим людям реализовывать их способности, а обществу в целом — сохранять и улучшать социальный порядок, способствующий такой реализации.

По Хаксли, эволюционный гуманизм снимает конфликт между религией и наукой, оставляя лишь противоречие между научным знанием и определенными религиозными системами. Более того, религия должна теперь соединиться с наукой, основываться на ней. Наука обеспечивает все увеличивающееся знание и понимание, через эволюционную биологию объясняет природу человека, дает религии более полное понимание судьбы человека.

Нетрудно заметить, что в данном случае у Хаксли речь идет о его же собственной новой религии — эволюционном гуманизме. Предыдущие же традиционные религии остаются в конфликте с наукой. В кооперации между будущей наукой и будущей религией Хаксли отводил последней подчиненную роль, поскольку именно наука будет определять, какие проявления религии «интеллектуально допустимы и социально желательны» с точки зрения человеческого прогресса.

Хаксли пишет о религии как о «социальном органе», призванном решать проблему судьбы человека, его роли в мироздании и того, ►

как ему сыграть эту роль. При такой трактовке под понятие религии подпадают и верования гаитянских вуду, и католицизм, и фашизм, и сталинский социализм. Религии превращаются в «системы отношения,

Аргумент, который, по замыслу Хаксли, должен объединять его новую религию — эволюционный гуманизм — со старыми религиями, состоящий в том, что все религии, науки и философии явля-

роль донаучных понятийных конструкций, спекуляций воображения, призванных дать объяснение постигаемым природным явлениям. Эволюционный гуманизм базируется на научных понятиях и с этой точки зрения религией быть не может, в противном случае религия и наука просто бы совпадали. Единственная сходная черта эволюционного гуманизма и религии — претензия на то, чтобы быть руководящей силой, то есть идеологией. Но эволюционный гуманизм, дающий, по Хаксли, человеку руководство и вдохновение для дальнейшего развития, базируется на научном знании и потому противостоит историческим религиям. Став в результате предыдущей биологической эволюции определяющей и направляющей силой всей биологической эволюции на Земле, включая свою собственную эволюцию, человек занял место прежних богов. Разумеется, такая «религия», так же как концепции Тейяр де Шардена и Добржанского, просто не могла быть принята религиозными кругами.

Таким образом, ни одна из трех концепций не смогла объединить науку и религию, верующих и неверующих, теистов и атеистов. Попытки синтеза ни Тейяр де Шардена, ни Добржанского, ни Хаксли не удовлетворяли ни одну из сторон, для которых он был предназначен, поскольку ни одна из сторон не получила от него того, что хотела получить — своего господства, да и сам «синтез» все-таки таковым не являлся. В основе же противоречивых и драматических поисков всех трех ученых лежало одно и то же чувство необъятности Вселенной и единения с ней, а также искреннее желание сделать человеческую жизнь лучше и человечнее.

Вздох угнетенной твари

В то же время все три опыта экспансии эволюционной теории за пределы познания и объяснения собственно биологической эволюции выявили характерную именно для XX в. черту соотношения науки и религии, лишь усилившуюся

По мысли Хаксли, человек — не что иное, как эволюция, осознавшая самое себя

при котором знание может быть сочетательно с идеалами и вообразимо сплавляться с нашими глубокими духовными эмоциями, образуя стабильный остов чувств и верований, которые в свою очередь будут влиять на поведение и помогать определять моральное и практическое действие».

ются «творениями человека, и боги продукты человеческого ума в той же степени, что и научные законы природы», недостаточен. После дальнейших пояснений Хаксли он приобретает обратный, разъединительный смысл.

Хаксли указывает на то, что в исторических религиях боги играют



в начале XXI столетия при кажущемся ренессансе религии, в частности в России. Религия, этот «вздых угнетенной твари», несмотря на все попытки ее модернизации и адаптации, занимает всю ту же «экологическую нишу», что и прежде, и никакую другую занимать не способна — она находится на своеобразной периферии человеческого мышления и деятельности, там, где человек еще не стал полноценным, разумным, свободным и ответственным существом, или вновь перестал быть им, где он все еще является рабом обстоятельств и неподвластных ему сил, включая его собственные, то есть на той границе, до которой человек (и наука вместе с ним) дошел в постижении и преобразовании мира в человеческий мир и самого себя в человеческого человека. При этом религия в принципе давно потеряла свой священный статус и образ, став всего лишь одним из бесчисленных объектов науки и, что еще хуже для ее будущего, таким же пройденным этапом в недавней эволюции человека, как лапты или свечка. Приходится признать, что, например, в России граждане бывают вынуждены зажигать свечи, но не из исконной любви к ним и не из религиозной экзальтации, а потому, что по неизвестной и еще непонятной для них причине в их домах погас электрический свет.

В своем дневнике Добржанский не раз благодарит Господа за то, что жив и еще может заниматься наукой. Не исключено, что если бы у докторов, наблюдавших и лечивших Добржанского, было больше возможностей, и благодаря их усилиям и умениям его жизнь была бы продлена, да не на год или два, а на десяток-другой лет, в дневник были бы записаны строчки со словами иной благодарности. ■

Исследование выполнено при поддержке Российского Гуманитарного научного фонда (номер проекта 06-03-00533а) и *Maison de Sciences de l'Homme*

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

- Dobzhansky Th. Genetics and the origin of species. N. Y.: Columbia University Press, 1937.
- Dobzhansky Th. Evolution and Man's Self-Image // Evolution Anthropology, Physical. London, 1975. P. 189–220.
- Huxley J. Essays of a Biologist. London: Chatto & Windus, 1923.
- Huxley, J. Religion without Revelation. New York and London: Harper & Brothers, 1927.; London: C. A. Watts & Co., 1967.
- Huxley J. What Dare I Think? London: Chatto & Windus, 1931.
- Huxley, J. The Uniqueness of Man. London: Chatto & Windus, 1941.
- Huxley J. S. Evolution, the Modern Synthesis. L.: George Allen and Unwin, 1942.
- Huxley, J. Evolutionary Humanism. Melbourne: AIF, 1954.
- Huxley J. Essays of a Humanist. London: Chatto & Windus, 1964.
- Huxley, J. Introduction // Pierre Teilhard de Chardin. The Phenomenon of Man. London: Collins, 1959. P. 11–28.
- Teilhard de Chardin P. Le Phénomène humain. Paris: Ed. du Seuil, 1955.
- Arnould J. Les créationnistes. Paris: Les Édition du Cerf, 1996.
- Arnould J. Teilhard de Chardin. [Paris]: Perrin, 2005.
- Birk H. James. Interpreting evolution: Darwin & Teilhard de Chardin. Buffalo, N.Y.: Prometheus Books, 1991.
- Intelligent design creationism and its critics: philosophical, theological, and scientific perspectives / Pennock, Robert T. Ed. Cambridge, Mass.; London: The MIT Press, 2001.
- Lecourt D. L'Amérique entre la Bible et Darwin. Paris: Presses Universitaires de France, 1992.
- Воронцов Н. Развитие эволюционных идей в биологии. М.: Изд. Отдел УНЦ, до МГУ, Прогресс-Традиция, АБФ, 1999.
- Галл Я. Джулиан Соррелл Хаксли. 1887–1975. СПб.: Наука, 2004.
- Гинзбург В. Вера в Бога несовместима с научным мышлением // Поиск, 1998, № 29–30, 18–24 июля.
- Грекова Т.И. О вере и неверии людей науки // Дни медицины и биологии в Петербурге. СПб.: б/и, 1998. С. 201–211.
- Конашев М.Б. По ту и по эту сторону океана (Феодосий Григорьевич Добржанский: 1900-1975) // Выдающиеся отечественные биологи. СПб, 1996. Вып. 1. С. 45–58.
- Конашев М.Б. Наука и религия: Ф.Г. Добржанский // Зарубежная Россия. 1917-1945. Сб. статей. Кн. 3. СПб.: Лики России, 2003. С. 160–167.
- Конашев М.Б. Наука и религия: Дж. Хаксли и Ф.Г. Добржанский // И.С. Шмелев и духовная культура православия. IX Крымские международные Шмелевские чтения. Сборник материалов международной научной конференции. 12–16 сентября 2000 г. Симферополь: Таврия-Плюс, 2003. С. 329–337.
- Конашев М.Б. Чарльз Дарвин и цензура в России и Англии в XIX веке // Цензура и доступ к информации: история и современность. СПб.: Изд-во РНБ, 2005. С. 31–32.
- Мочалов И.И. в.И. Вернадский и религия // ВИЕТ, 1988, № 2. С. 36–44.
- Обращение Санкт-Петербургского союза ученых к научному сообществу // <http://www.polit.ru/science/2007/03/13/obroschenie.html>
- Разин А.В., Разин С.В. Союз науки и религии в современном мире вряд ли возможен // Вестн. РАН, 2004, Т. 74, № 9. С. 796–801.
- Сайт Санкт-Петербургского отделения Российского гуманистического общества «Светский гуманист»: www.humanism.al.ru
- Старостин Б.А. От феномена человека к человеческой сущности // Тейяр де Шарден П. Феномен человека. [Пер. с фр. Н.А. Садовского]. М.: Наука, 1987. С. 3–36.
- Степанов в.М. Союз религии и науки — программа XXI в. // Мир в III тысячелетии. Диалог мировоззрений: Материалы 5-го Всерос. науч.-богослов. симпозиума, 15–16 июня 1999 г. Новгород: Изд-во Волго-Вят. акад. гос. службы, 1999. С. 83–88.
- Тейяр де Шарден П. Феномен человека. М.: Наука, 1987.
- Шрейдер Ю.А. Христианство как путь выхода науки из кризиса // Истина и жизнь, 1993, № 5. С. 27–28.

ВСЕМИРНАЯ СВЯЗЬ

Спутниковое радиовещание на весь мир обеспечивают три компании: на США вещают XM Satellite Radio и Sirius Satellite Radio, а на Африку, Азию и Европу — WorldSpace. У XM два геостационарных спутника и около 800 маломощных наземных ретрансляторов в городах (верхний рисунок), у Sirius — три спутника на наклоненных эллиптических орбитах и около 100 мощных ретрансляторов, обслуживающих крупные города. Обе системы в равной степени надежны, однако самой новаторской частью системы стали персональные радиоприемники, считает исследователь Лаборатории реактивной тяги в Пасадене, Калифорния, Дэн Гебель (Dan Goebel).

Антенны как портативных, так и автомобильных приемников принимают сигналы от всех спутников и ретрансляторов компании, а внутренний процессор, переключаясь, выбирает наиболее сильный из сигналов.

Почему же удастся охватить всю территорию страны в любое время? Как объясняет вице-президент компании Sirius Терри Смит (Terry Smith), при сканировании сигнала приемник различает пространственные, частотные и временные условия приема сигнала. В первом случае сигнал спутника может доходить до одного слушателя и не достигать другого. Во втором спутники и ретрансляторы ведут передачу на различающихся длинах волн, позволяя пользователю выбирать нужную частоту. И, наконец, в третьем случае сигналы передаются с небольшими задержками, а их блокировка дает возможность компенсировать любые кратковременные сбои.

Пользователи могут принимать только те радиоканалы, за которые они заплатили. Когда слушатель становится абонентом, спутник передает ему код активации, благодаря которому радиоприемник может блокировать каналы, на которые абонент не подписан.



Спутник компании XM

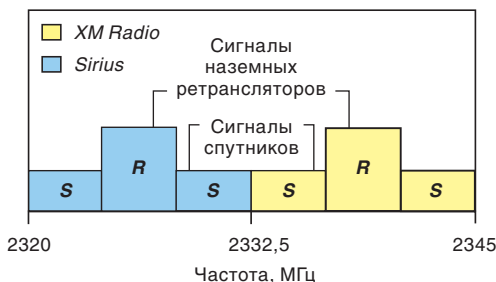
РЕТРАНСЛЯТОРЫ распространяют сигнал, получаемый от спутника. XM Radio обычно размещает в городах ряд ретрансляторов мощностью по 50–100 Вт, чтобы покрыть зоны, затеняемые от спутников зданиями и другими препятствиями. Sirius Radio чаще использует ретрансляторы мощностью 400–2000 Вт, чтобы охватить весь город



Портативный приемник

Ретранслятор XM

ПРИЕМНИК непрерывно выполняет сканирование сигналов от всех «видимых» спутников и ретрансляторов, выбирая самый сильный



НИСХОДЯЩИЙ КАНАЛ: Сигнал со спутников XM и Sirius лежит в S-диапазоне. Каждый спутник распределяет 100 своих каналов на 1000 частот по краям 4-МГц диапазона, а наземные ретрансляторы работают в средней полосе спектра. Приемники рекомбинируют частоты в каналы, используя метод передачи сигналов с расширенным спектром. WorldSpace работает на частотах L-диапазона от 1467 до 1492 МГц

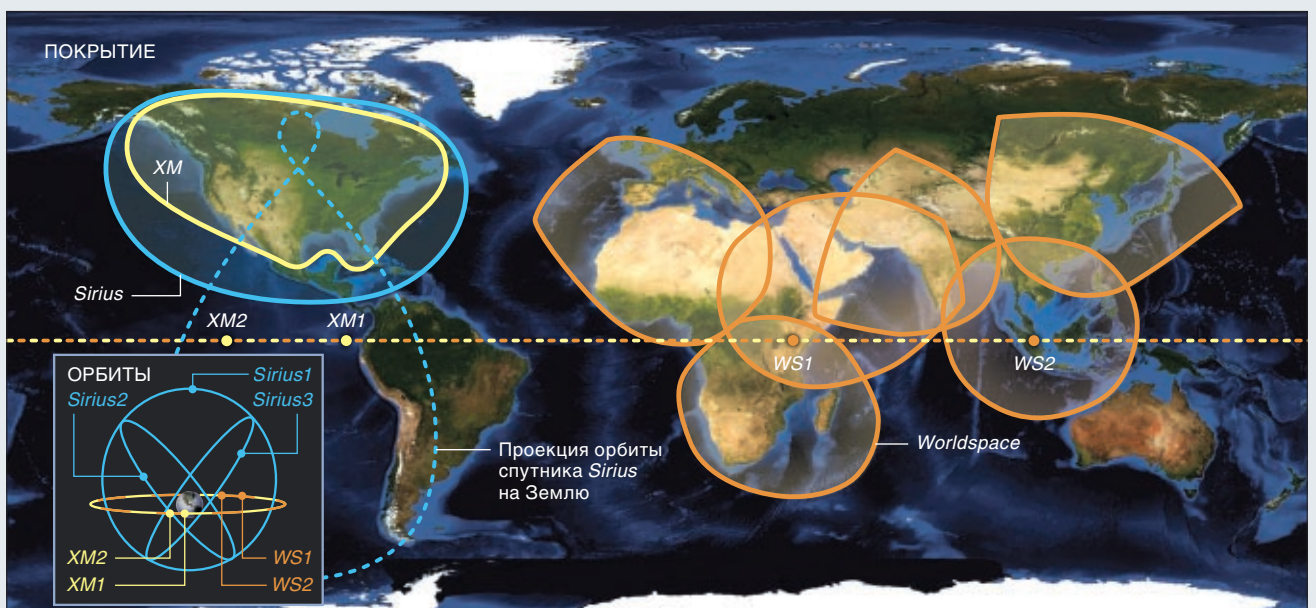
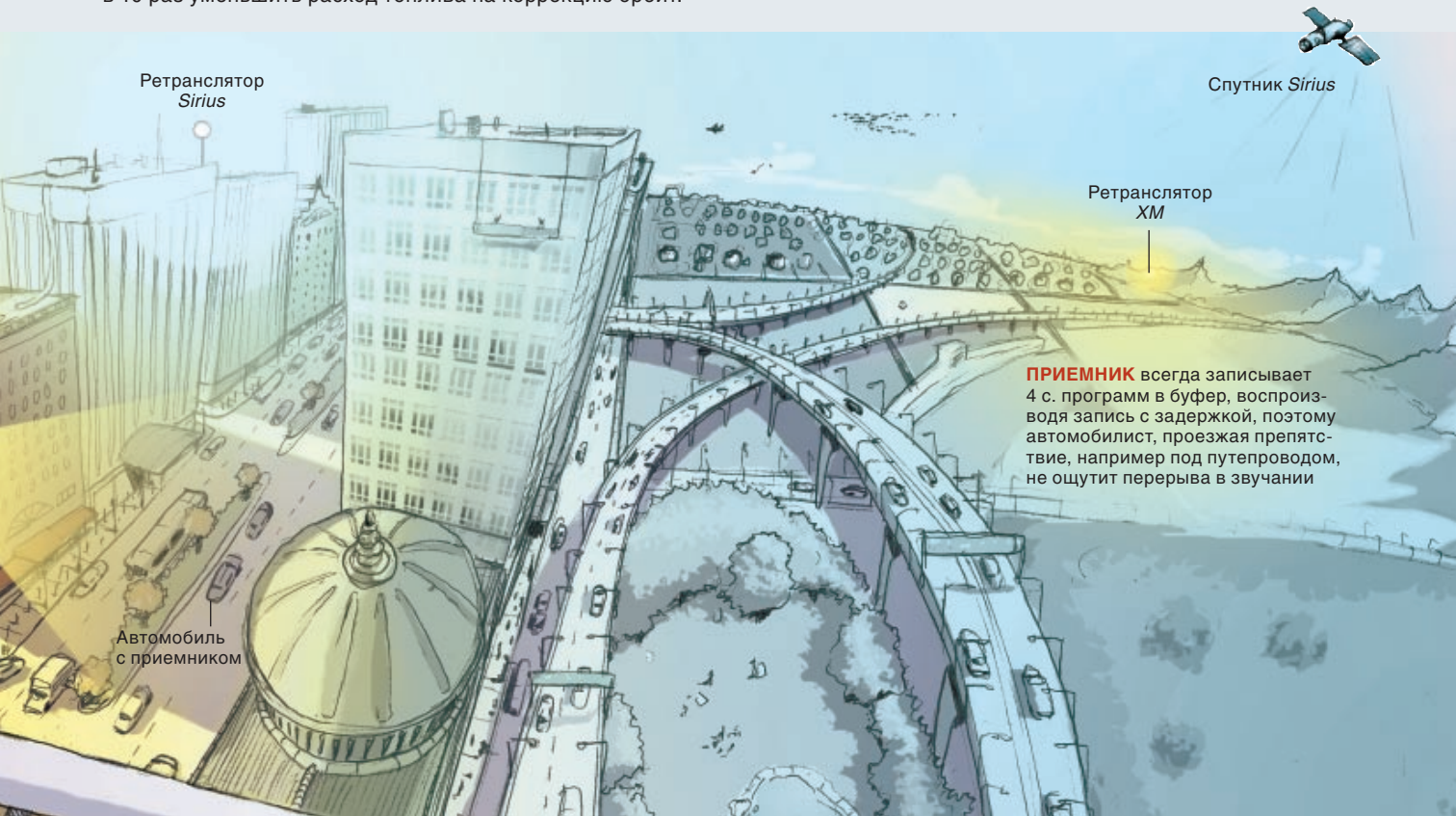
ВСЬ СПЕКТР КАНАЛОВ XM Radio передает на землю геостационарные спутники, вещание которых охватывает континентальную часть США под углами 30–40° по отношению к горизонту. Sirius Radio использует три спутника с наклонными эллиптическими орбитами, обеспечивающими угол распространения сигнала больше 60°. Каждый спутник «выписывает» над Землей восьмерку (пунктирная линия на рис. справа), проводя над Северной Америкой около 16 ч. У WorldSpace два геостационарных спутника, каждый из которых осуществляет вещание по трем каналам на различные страны

ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ...

СЖАТИЕ. Используя цифровые технологии передачи, вещатель может «втиснуть» в выделенную ему полосу частот больше каналов (или повысить качество звучания), и при этом не потребуются менять конструкцию приемника. Пять лет назад, когда *Sirius* и *XM* начали свое вещание, они предлагали лишь 60 каналов. За счет улучшения способов сжатия информации, передаваемой из студии на спутник, число каналов увеличилось до 100. Кроме того, появились сообщения о ситуации на дорогах. Чтобы создать новые алгоритмы сжатия, позволяющие экономить полосу, изучаются органы слуха, мозг человека и то, как они воспринимают звук.

ПЛАВАЮЩИЙ ПОЛ. Бетонный пол студии компании *Sirius* уложен на резиновый надувной «матрас». Эта воздушная подушка позволяет снизить вибрации от движения транспорта, пневматических молотков и других городских шумов, которые могли бы стать помехой для сигнала, передаваемого на спутник. Кроме того, шумовой сигнал потребляет биты, но его трудно сжать в силу их случайного характера.

ИОННЫЕ ДВИГАТЕЛИ. Сегодня более 30 телекоммуникационных радио- и телевизионных спутников удерживаются на своих стационарных орбитах (с которых их стремятся сдвинуть силы притяжения Луны и Солнца) с помощью ионных двигателей, включаемых дважды в сутки примерно на час. По словам Дэна Гебеля из Лаборатории реактивной тяги, это позволяет в 10 раз уменьшить расход топлива на коррекцию орбит.



Стивен Эшли

САМОКАТ С **МОТОРОМ**

Дебют электросамоката *Segway Human Transporter* в 2001 г. был многообещающим. Однако прошло более пяти лет со дня представления разрекламированного *Segway*, но по тротуарам, тропинкам, пешеходным улицам и велодорожкам мира разъезжает не более 24 тыс. таких двухколесных экипажей. И, тем не менее, у детища инженера Дина Кеймена (Dean Kamen) появились свои поклонники.

Недавно компания *Segway* представила две новинки *Segway Personal Transporter (PT)*: городскую и пригородную модель *i2* и внедорожную модель *x2*.

Мне удалось поговорить с пользователями, продавцами и конструкторами самокатов *Segway* и самому немного покататься. «Просто встаньте на него как на обычный скейт», — сказал мне Эд Цанг (Ed Tsang), с которыми мы проводили испытания модели электросамоката *i2*. Я с некоторой опаской приблизился к транспортному средству, отдаленно напоминающему старую колесную газонокосилку, только с невысокой платформой вместо вращающихся ножей. Уцепившись за Т-образный руль, я робко поставил ногу на платформу и взобрался на устройство.



Самокаты *Segway* — удобное средство передвижения для охранников больших компаний или аэропортов

При первой поездке на *Segway* вы наверняка начнете немного нервничать, боясь упасть, но, проехав немного, убедитесь, что нужно всего лишь доверять машине. Ее система управления с гироскопической стабилизацией сделает все, чтобы без усилий можно было управлять самокатом. Итак, мой *i2* плавно и бесшумно двинулся вперед.

Главный технолог компании Даг Филд (Doug Field) считает, что пользовательский интерфейс *Segway* исключительно удобен. В основе механизма сенсорной обратной связи, который используется в системе управления, лежат две микропроцессорные платы, пять миниатюрных гироскопов и два чувствительных к наклону акселерометра,

обеспечивающие безопасность. Система поддерживает равновесие, управляя вращением колес так, чтобы площадка всегда находилась точно под центром тяжести водителя. Если при движении вперед вы слегка отклонитесь назад, регенеративная тормозная система мягко остановит самокат.

В компании Segway усовершенствовали схему «управления посредством наклонов тела», которая позволяет человеку поворачивать, смещая свой корпус и руль в сторону поворота. Сделайте полный оборот руля, и Segway будет поворачиваться на месте, поскольку одно колесо будет вращаться вперед, а другое назад.

Новая литиево-ионная аккумуляторная батарея большей емкости, размещенная под платформой, позволяет самокату развивать скорость до 20 км/ч. На одной зарядке модель i2 может проехать от 26 до 36 км, а х2 — 16–19 км. Другое

полезное новшество — беспроводной информационный ключ. Он сообщает данные о скорости и пройденном расстоянии, позволяет дистанционно запускать Segway, задавать предел скорости и быстро включать противоугонную систему.

Электросамокат может быть использован различными категориями граждан, считает владелец парка самокатов Segway в Калифорнии. Горожане могут добираться на нем от дома до работы или ездить по магазинам, не утруждая себя изнурительным поиском парковки. Он также удобен для поездок за город. Полицейские и работники охранных фирм и складов могут объезжать на нем свои владения. Однако, несмотря на усовершенствования, Segway плохо продается. Возможно, пользователей, у которых нет острой нужды в нем, отпугивает цена (от \$4 до \$5,5 тыс.). Дилеры предлагают снизить ее вдвое, и тогда продажи подскочат. Но едва ли



Модель Segway i2 Commercial Cargo предназначена для перевозки небольших грузов аккумуляторные батареи, которые в данном устройстве стоят наиболее дорого, смогут существенно подешеветь в обозримом будущем. ■

ежемесячный научно-информационный журнал

SCIENTIFIC AMERICAN **В мире науки**

Открыта подписка по специальной цене 450 рублей

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

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

SCIENTIFIC AMERICAN
в мире науки

КОСМОС

АЛЬМАНАХ

Потерянная планета
Загадочный Марс
Теория струн
План Вселенной



Организация менеджмента в малом бизнесе: монография. М.: Палеотип, 2007.

В настоящем издании предпринята попытка проанализировать причины снижения эффективности современного менеджмента в малом бизнесе и определить целесообразные направления его совершенствования. При этом подробно рассмотрены причины, методы и средства, адекватные возрастающим угрозам нестабильности малого бизнеса. Показывается, что прямое транслирование решений, известных из западного опыта предпринимательства, на отечественный рынок испытывает принципиальные затруднения, часть которых связаны с менталитетом отечественного предпринимателя, а другая часть — с определенными институциональными и методическими недоработками. В работе показаны возможные направления совершенствования системной и методической ситуации, связанные с учетом западного и отечественного опыта, а также глобальных, корпоративных и прочих тенденций, которые во многом самопроизвольно используют фактор самоорганизации, что с наибольшей силой проявляется именно в малом бизнесе.

Книга посвящается великим спортсменам, прославившим нашу страну, Л.И. Яшину, К.И. Бескову, Н.Ф. Королеву и многим другим.

Предлагаемая вниманию читателей монография продолжает проект «Менеджмент в спорте». Проект был открыт в Международной Академии футбольной и спортивной индустрии (МАФСИ) в 2003–2004 гг. подготовкой новых программ по инициативе ПФЛ для обучения топ-менеджеров футбольных клубов I лиги и II дивизии. Продолжен проект в учебном пособии профессора А.В. Орлова «Основы менеджмента в спорте — футбол» (М.: Палеотип, 2004) с участием кафедры Государственного управления и прикладного менеджмента РЭА им. Г.В. Плеханова в 2005–2007 гг. на основе научных исследований и публикаций аспирантов, выпускных и дипломных работ бакалавров, специалистов, диссертаций магистров.

В скором времени планируется к выпуску как продолжение проекта новая книга «Корпоративный менеджмент и бюджетирование в профессиональном спорте: футбол — баскетбол — хоккей», в которую войдут новые исследования

и разработки авторов касательно процессов управления и бюджетирования в профессиональных спортивных клубах.



Макарова Е.А. Профессиональный спорт: государство, менеджмент, право (футбол — бокс — теннис): монография / под общ. ред. д-ра экон. наук, проф., акад. РАЕН А.В. Орлова; Е.А. Макарова. М.: Палеотип, 2007.



В монографии рассмотрены вопросы формирования потенциала инвестиционно-строительного комплекса с учетом рисков составляющей. Особое внимание уделено методам оценки и управления инвестиционными рисками в условиях диверсификации инвестиционно-строительного комплекса.

Петровская М.В. Риски в инвестиционно-строительном комплексе: теория и методология управления: монография / М.В. Петровская; под общ. ред. д-ра экон. наук, проф., засл. деят. науки РФ А.Ю. Егорова. М.: Палеотип, 2007.



ЮРИСТЪ

ИЗДАТЕЛЬСКАЯ ГРУППА

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

Учебная, научная, деловая и справочная
литература по юриспруденции

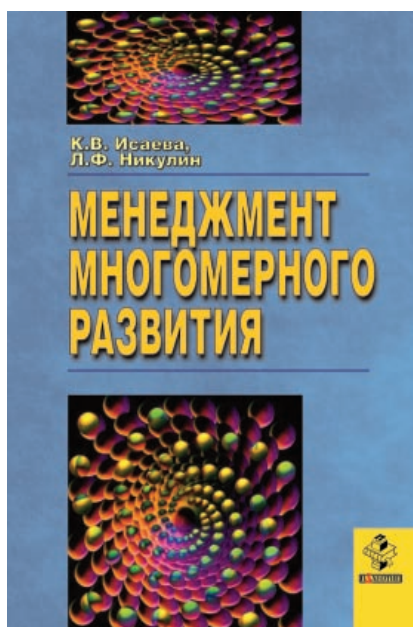
- свыше 10 лет на рынке учебной и профессиональной юридической литературы
- сотрудничает с авторскими коллективами ведущих вузов России
- высокий уровень подтвержден дипломами международных выставок, ярмарок и конкурсов



Наши книги вы можете приобрести:

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

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



Исаева К.В. Менеджмент многомерного развития: монография / К.В. Исаева, Л.Ф. Никулин. М.: Палеотип, 2007.

В предлагаемой читателю книге подробно, исходя из современных представлений, рассмотрена методология изучения предметной области конкретного знания. Описаны аспекты векторно-динамического развития рынка образовательных услуг. Подробно проанализирован генезис категорий «менеджмент» и «маркетинг» применительно к системе получения знаний и рынку образовательных услуг. Показано воздействие процессов глобализации на мировую индустрию высшего образования, указано на влияние изменений толерантности и характера межличностных отношений на сближение предметных областей этих категорий.

Сделан вывод о том, что управление знаниями является основой реструктуризации современного высшего образования. Проведено индикатирование современного состояния рынка образовательных услуг в современной России.

Учебное пособие посвящено актуальным проблемам, связанным с управлением инновационной деятельностью. Рассматриваются вопросы теории и практики управления инновационной деятельностью:

- особенности формирования и развития инновационной деятельности;
- современные формы инновационной деятельности;
- механизм государственного регулирования инновационных процессов;
- концепция построения национальной инновационной системы;
- основные элементы и инфраструктура национальной инновационной системы;
- проблемы формирования национальной инновационной политики и ее перспективы развития;
- вопросы развития инновационных систем;
- анализ зарубежного опыта формирования национальных инновационных систем;
- современные способы управления инновационными процессами;

– оценка эффективности инновационных процессов и др.



Семенова А.А. Система управления инновационной деятельностью: учебное пособие / А.А. Семенова. М.: Палеотип, 2007.



В монографии известного специалиста в области благоустройства и озеленения г. Москвы раскрываются структура и состояние жилищно-коммунального хозяйства города в современных условиях, приводятся концепция инновационного развития жилищно-коммунального хозяйства города и особенности управления его инвестиционными ресурсами, дается анализ инновационно-инвестиционных процессов в ЖКХ, рассматриваются перспективы развития и технологии регулирования жилищно-коммунального комплекса.

Фатиев М.М. Инновационное развитие жилищно-коммунального хозяйства города: монография. М.: Палеотип, 2007. 148 с.

ЧТО АЛКОГОЛЬ И НАРКОТИКИ ДЕЛАЮТ С ДЕТЬМИ?

В последние годы широко распространены среди детей и подростков стало употребление психоактивных веществ (алкоголя, наркотиков и др. одурманивающих средств). Какие последствия влечет за собой отравление этими веществами? Отвечает профессор, доктор медицинских наук Олег Ботвиньев

Наряду с тяжелыми психосоматическими осложнениями, отравление психоактивными веществами (ПАВ) вызывает расстройства гомеостаза (совокупность скоординированных реакций, обеспечивающих поддержание или восстановление константности внутренней среды организма) и характеризуется большим разнообразием клинических проявлений. Кроме того, были случаи, когда больные некоторое время находились в коматозном состоянии.

У всех отравившихся ПАВ отмечались сбой внешнего дыхания, отрицательные изменения функций сердечно-сосудистой системы, а также работы центральной нервной системы — например психоневрологические расстройства в виде нарушения координации движений. Четверть от числа всех больных после отравления ПАВ страдали психомоторным возбуждением, слуховыми и зрительными галлюцинациями, бредом. В 27% случаев дети временно теряли память (амнезия), долго не могли сориентироваться на месте и во времени, у них проявлялись параноидно-галлюцинаторные и депрессивные психопатологические комплексы. После интоксикации у многих подростков нарушалась терморегуляция и появлялись судороги, несмотря на то, что ранее их

не было, наблюдалось расстройство зрения. У всех пациентов после осмотра был зафиксирован нистагм (непроизвольные быстрые ритмические движения глазных яблок).

У детей, имеющих какие-либо хронические заболевания, отмечалось их серьезное обострение после перенесенной интоксикации ПАВ. Особенно это было выражено при заболеваниях сердечно-сосудистой системы, желудочно-кишечного тракта, бронхиальной астме, тяжелой неврологической патологии. Самое большое число осложнений пришлось на отравление алкоголем и его суррогатами (в 96% случаев) и психостимуляторами (84%), чуть меньше — на отравление седативными средствами (74%) и летучими органическими веществами (62%).

Карина Тиванова

реальны ли виртуальные частицы?

Отвечает Гордон Кейн, директор Мичиганского Центра теоретической физики Мичиганского Университета в Энн Арбор

Существование виртуальных частиц подтверждается теоретически и экспериментально. Квантовая механика допускает кратковременные нарушения закона сохранения энергии, при котором одна из частиц может превращаться в пару «виртуальных» частиц, воссоединяющихся впоследствии в исходную частицу.

В атоме водорода электрон и протон связаны между собой фотонами, каждый из которых может превращаться в пару — виртуальный электрон и его античастицу — виртуальный позитрон. Поскольку атом водорода имеет два идентичных энергетических уровня, то в зависимости от того, на каком из них он находится, атом

по-разному взаимодействует с виртуальными электроном и позитроном. В результате такого взаимодействия энергии уровней немного изменяются. Это явление было открыто и измерено Уиллисом Лэмом (Willis Lamb) в 1947 г., за что он впоследствии удостоился Нобелевской премии в области физики. Еще один феномен, связанный с виртуальными частицами, — кварки. Кварки представляют собой частицы, вступающие в «сильные взаимодействия». Например, из легких кварков образуются протоны и нейтроны. «Истинный» кварк — это самый тяжелый из шести типов кварков. Гипотеза о его существовании была выдвинута в начале 1990-х гг., однако обнаружить его никак не удавалось. Наконец, на коллайдере LEP в Европейском центре физики высоких энергий

(CERN) были синтезированы миллионы Z-бозонов, элементарных частиц с целочисленным спином, создающих слабые взаимодействия, и была точно измерена их масса. Однако полученное значение отличалось от величины, предсказываемой Стандартной Моделью физики элементарных частиц. Полученная разница в массе объясняется тем, что какое-то время Z-бозоны существуют в виде виртуальных «истинных» кварков. Спустя несколько лет масса высших кварков была точно измерена на коллайдере «Теватрон» в Национальной лаборатории ускорителей им. Ферми. Результат соответствовал данным, полученным в CERN, что позволило исследователям еще на шаг приблизиться к пониманию свойств виртуальных частиц и их значимости для квантовой механики.



VII Всероссийская выставка научно-технического творчества молодежи НТМ- 2007

26 - 29 июня 2007 г.

Москва, ВВЦ, павильон № 57

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

НТМ - 2007 - это:

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

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

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

ежемесячный научно-информационный журнал

SCIENTIFIC AMERICAN **В мире науки**

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



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



Читайте в следующем выпуске журнала:



ПРОГНОЗ ЗДОРОВЬЯ

В крови человека задолго до того, как он почувствует первые признаки недомогания, появляются особые антитела. Разработка тестов на их наличие даст возможность вовремя принять превентивные меры

ЭКСПАНСИЯ ЧЕРНЫХ ДЫР

Одна черная дыра размерами меньше, чем Солнечная система, может определять судьбу скопления галактик

НАКОНЕЦ-ТО ЦИФРОВОЕ ТЕЛЕВИДЕНИЕ?

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

КАРТОГРАФИРУЯ ГЕНОМ РАКА

Атлас генома рака поможет нанести новую территорию на карту местности болезней человека

И ПАЛИ ДАМБЫ

В наши дни снесены многие дамбы, что позволяет рекам и экосистеме восстановиться. Но это чревато и экологическими рисками. Можно ли их избежать?

МОЛЕКУЛЯРНЫЙ КОНСТРУКТОР

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

ХРАНИТЕ СТВОЛОВЫЕ КЛЕТКИ В БАНКЕ

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

КАК ОФОРМИТЬ ПОДПИСКУ/ЗАКАЗ на ЖУРНАЛ «В МИРЕ НАУКИ»

1. Указать в бланке заказа/подписки те номера журналов, которые Вы хотите получить, а также Ваш полный почтовый адрес.

2. Оплатить заказ/подписку в отделении Сбербанка (для удобства оплаты используйте квитанцию, опубликованную ниже).

Оплату можно произвести также при помощи любой другой платежной системы по указанным в этой квитанции реквизитам.

3. Выслать заполненный бланк заказа/подписки вместе с копией квитанции об оплате:

■ по адресу 105005, г. Москва, ул. Радио, д. 22, редакция журнала «В мире науки»;

■ по электронной почте distr@sciam.ru;

■ по факсу 105-03-72.

Подписку можно оформить со следующего номера.

БЛАНК ЗАКАЗА ПРЕДЫДУЩИХ НОМЕРОВ ЖУРНАЛА

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

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

Ф.И.О. _____

Индекс _____

Область _____

Город _____

Улица _____

Дом _____ Корп. _____ Кв. _____

Телефон _____

E-mail: _____

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

БЛАНК ПОДПИСКИ

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

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

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

Ф.И.О. _____

Индекс _____

Область _____

Город _____

Улица _____

Дом _____ Корп. _____ Кв. _____

Телефон _____

Дата рождения _____ / _____ /20 _____

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

Фамилия, И.О., адрес плательщика

Вид платежа	Дата	Сумма
Подписка на журнал «В мире науки» на _____ номеров		
Плательщик		

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

Фамилия, И.О., адрес плательщика

Вид платежа	Дата	Сумма
Подписка на журнал «В мире науки» на _____ номеров		
Плательщик		

ОФОРМИТЬ ПОДПИСКУ МОЖНО:

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

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

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

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

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

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

