

содержание

ДЕКАБРЬ 2004

ГЛАВНЫЕ ТЕМЫ НОМЕРА:

- 22 **ПОРТРЕТ**
ЭЙНШТЕЙН И НЬЮТОН. ДВА ГЕНИЯ
Экспедиция в гениальность.
- 24 **БИОГРАФИЯ**
ДЕТИ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ
Идеи клерка швейцарского патентного бюро навсегда изменили мир.
- 30 **БЫТОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА**
ПОВСЕМЕСТНЫЙ ЭЙНШТЕЙН
Многое, без чего немалыми наша повседневная жизнь, обязано своим появлением Эйнштейну.
- 36 **ТЕХНОЛОГИЯ**
АТОМНЫЕ ПЕРСПЕКТИВЫ XXI ВЕКА
Теории Эйнштейна вдохновляют инженеров третьего тысячелетия.
- 44 **ЭКСПЕРИМЕНТ**
КОМПАС ЭЙНШТЕЙНА
Почему вращается гироскоп?
- 48 **ТЕОРИЯ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ**
КОСМИЧЕСКАЯ ЗАГАДКА
Космологическая постоянная Эйнштейна выходит за рамки общей теории относительности.
- 56 **ЕДИНАЯ ТЕОРИЯ ПОЛЯ**
ЛАНДШАФТ ТЕОРИИ СТРУН
Возможно, наша Вселенная занимает лишь одну из множества долин в обширном ландшафте возможностей.
- 66 **КВАНТОВАЯ МЕХАНИКА**
ПРАВ ЛИ ЭЙНШТЕЙН?
Многие физики-теоретики были бы обескуражены, если бы великий ученый оказался прав.
- 70 **РЕЛЯТИВИЗМ**
ПОИСК НАРУШЕНИЙ ТЕОРИИ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ
Пока еще никому не удалось превзойти Эйнштейна.
- 80 **РЕТРОСПЕКТИВА**
ВЕК С ЭЙНШТЕЙНОМ
Журнал Scientific American следил за развитием теорий Эйнштейна.
- 84 **ИЗ НАШЕЙ ИСТОРИИ**
ТЕОРИИ ВСЕХ ПОЛЕЙ, ОБЪЕДИНЯЙТЕСЬ!
Сбылась ли мечта великого физика.



Учредитель:
Негосударственное образовательное учреждение
«Российский новый университет»

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. Ардамацкая

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

Ответственный секретарь: О.И. Стрельцова

Секретарь редакции: К.Р. Тиванова

Научные консультанты:
кандидат мед. наук Е.И. Бурцева,
кандидат физ.-мат. наук Н.Н. Шафрановская,
профессор Ю.В. Чудецкий

Над номером работали:
Е.М. Амелин, А.В. Банкрашков, Е.Г. Богадист,
О.А. Василенко, Е.М. Веселова, И.Я. Дихтер,
Ф.С. Капица, Б.А. Квасов, Э.В. Кононович,
Т.М. Колядич, И.М. Куржиямский, Д.А. Мисюров,
С.Р. Оганесян, И.П. Потемкин, И.Е. Сацевич,
А.С. Расторгуев, П.П. Худoley, Н.Н. Шафрановская

Корректор: Ю.Д. Староверова

Генеральный директор
ЗАО «В мире науки»: С.А. Бадиков

Главный бухгалтер: Т.М. Братчикова

Отдел распространения:
С.М. Николаев, В.Е. Солонин, М.А. Рыбакова

Спецпроекты: И.Б. Истомина

Менеджер
по связям с общественностью: А.А. Рогова

Водитель: И.В. Павлов

Курьер: А.В. Вигуро

Адрес редакции:
105005 Москва, ул. Радио, д. 22, к. 409
Телефон: (095) 727-35-30, тел./факс (095) 105-03-72
e-mail: edit@sciam.ru; www.sciam.ru

Препресс: Up-studio

Иллюстрации предоставлены Scientific American, Inc.
В верстке использованы шрифты AvanteGuardGothic
и Garamond (© ParaType Inc.)

Отпечатано: ОАО «АСТ-Московский
полиграфический дом»
748-6733 Заказ №611

© В МИРЕ НАУКИ РосНОУ, 2004

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

Тираж: 25 000 экземпляров

Цена договорная.

Перепечатка текстов и иллюстраций только с письменного
согласия редакции. При цитировании ссылка на журнал
«В мире науки» обязательна. Редакция не всегда разделяет
точку зрения авторов. Редакция 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, Carol Ezzell, Steve Mirsky,
George Musser, Christine Soares

News Editor: Phillip M. Yam

Contributing editors: Mark Fichetti,
Marguerite Holloway, 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 соответст-
вии с лицензионным договором.

РАЗДЕЛЫ:

От редакции

ЕГО СЛАВА = МИРОВАЯ СЛАВА²

3

4

50, 100, 150 ЛЕТ НАЗАД

6

СОБЫТИЯ, ФАКТЫ, КОММЕНТАРИИ

- ✱ Митохондрии – оккупанты
- ✱ Новое о защите данных
- ✱ Интриги в муравейнике
- ✱ Турбулентность водных потоков
- ✱ Предотвратить отравление CO₂!
- ✱ Предсказание извержений вулканов
- ✱ Гепатит спасает от аллергии
- ✱ Грипп: новая волна?
- ✱ Глобальное потепление
- ✱ Куда летит «Русь»?
- ✱ Полезные ископаемые

20

ПРОФИЛЬ
ОТ ФИНИША К СТАРТУ
Уэйт Гиббс

*Бывший морской пехотинец Уильям Уиттейкер
возглавляет Центр полевой робототехники.*

86

КНИЖНОЕ ОБОЗРЕНИЕ

88

ЗНАНИЕ–СИЛА
ВИДЕТЬ ТО, ЧТО ВНУТРИ
Марк Фишетти

Как работает МРТ.

90

ТЕХНИЧЕСКИЕ НЮАНСЫ
УПРАВЛЯЕМЫЙ ПОЛЕТ
Майк Кордер

Электронная система помощи летчику!

92

ПУТЕШЕСТВИЯ
ПУТЕШЕСТВИЯ ПОД ЗЕМЛЕЙ
Маргарет Холлоуэй

Темное царство в луче света.

КОЛОНКИ:

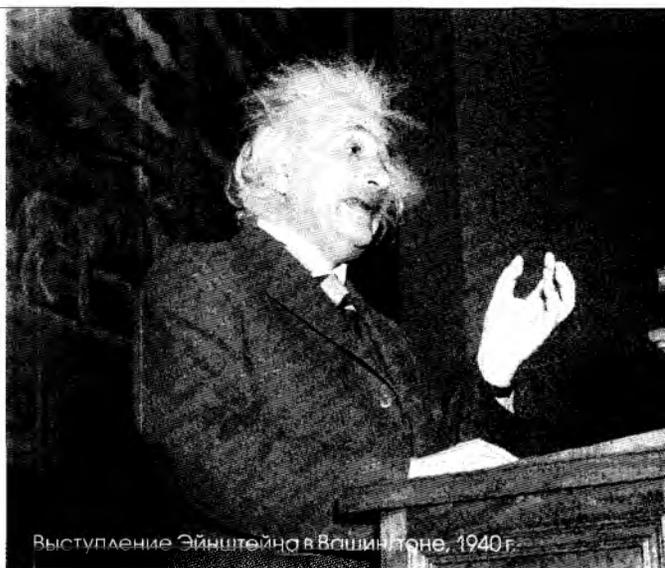
94

СПРОСИТЕ ЭКСПЕРТОВ

*Насколько опасен гепатит С?
Почему при вдыхании гелия изменяется голос?
Почему летом можно сэкономить бензина больше,
чем зимой?*

ЕГО СЛАВА = МИРОВАЯ СЛАВА²

$$E = mc^2$$



Выступление Эйнштейна в Вашингтоне, 1940 г.

Человек с пушистым облаком волос, густыми усами, пронизательным взглядом и целым мешком уравнений в руке – любой не задумываясь скажет, чья это карикатура. $E = mc^2$ – не только самое известное на свете уравнение, но и крылатая фраза, знакомая широкой публике так же, как строки Шекспира. Имя Альберта Эйнштейна вошло в перечень самых выдающихся людей XX столетия, потому что минувший век, открытый как и нынешний, немислим без великого ученого. И сегодня, спустя сто лет после выхода в свет статей, посвященных принципам относительности, квантовой и молекулярной теорий, проблема, волновавшая Эйнштейна, по-прежнему будоражит умы ученых всего мира.

Человек, додумавшийся, как изогнуть пространство и растянуть время, снискал более широкую популярность, чем многие не менее блистательные отцы современной физики – Нильс Бор, Макс Планк, Поль Дирак или Эрвин Шрёдингер.

Люди боготворили Эйнштейна. Не он придумал образ рассеянного эксцентричного гениального ученого, но он великолепно ему соответствовал. Даже в 1950-х гг., когда страх перед ядерным оружием заставил общественность с недоверием относиться к «самонадеянным сумасшедшим уче-

ным-ядерщикам», Эйнштейна это не коснулось. Он остался вне критики благодаря особенностям своей личности. Спокойно, без лишнего пафоса, однако настойчиво он стремился, чтобы его авторитет служил верным политическим целям.

Активное участие в политической жизни диктовалось не стремлением к власти, а искренним желанием предотвратить апокалипсис ядерной войны. Как невольный соавтор разработок, приведших к созданию самого страшного оружия, он считал себя ответственным за судьбу человечества. Документы свидетельствуют, что ужасы Первой мировой заставили его перейти от вялой критики милитаризма к активному протесту.

Когда гравитационное искривление света, наблюдавшееся при полном солнечном затмении 1919 г., подтвердило его теоретические построения, Эйнштейн использовал свалившуюся на него славу для того, чтобы убедить руководителей государств в необходимости создания мирового правительства. В 1939 г. он и физик Лео Сцилард направили президенту США Франклину Рузвельту письмо, давшее импульс к разрыванию Манхэттенского проекта – гонки с нацистской Германией в деле создания атомной бомбы. Однако после Хиросимы Эйнштейн сказал:

«Если бы я знал, что до этого дойдет, я стал бы сапожником!»

Реакция на политическую активность Эйнштейна была неоднозначной. В 1952 г. Израиль предложил ему стать президентом страны, а директор ФБР Эдгар Гувер считал физика подстрекателем и занес его в черный список.

Если бы Эйнштейн жил в настоящее время, он, несомненно, нашел бы массу поводов для возмущения. Несмотря на свои сионистские убеждения, он считал, что евреи должны жить в мире с арабами. Легко предположить, что Эйнштейн как стойкий противник односторонних военных акций был бы против вторжения американских войск в Ирак.

Сегодня, когда известные ученые участвуют в обсуждении экологических проблем, вопросов противоракетной обороны и многих других важных для общества вещей, раздаются голоса, что не следует смешивать науку с политикой. Эйнштейн твердо знал, что на каждом ученом лежит моральная ответственность за свое детище. Он обязан донести до людей суть своих работ и разъяснить возможные последствия их применения. Не соглашаться с этим – все равно что утверждать, что наука ничего не значит. ■

*«Я бы не советовал
создавать
коллективы
изобретателей,
так как
в результате
могут получиться
группы
укрывающихся
от работы
бездельников».*

*Альберт
Эйнштейн*

Неудивительно, что идеи Эйнштейна положены в основу самых разных научных исследований, будь то ускорение частиц до околосветовых скоростей или изучение и моделирование астрономических явлений. Однако его труды во многом способствовали и развитию технологий, без которых немислима наша повседневная жизнь. Работы, в которых Эйнштейн описал, как свет воздействует на частицы, как атомы испускают излучение и как скорость и гравитация влияют на ход времени, сыграли огромную роль в создании множества необходимых современному человеку устройств.

Когда вы входите в супермаркет, двери открываются по сигналу фотоэлемента – «электронного глаза», обнаруживающего ваше приближение. Он состоит из слоя полупроводника, заключенного между двумя электродами. Снижение интенсивности света приводит к изменению тока в фотоэлементе, которое регистрируется электронной схемой, открывающей двери.

В таких датчиках используется фотоэлектрический эффект: свет, падающий на поверхность металла, выбивает из него электроны. Это явление было обнаружено еще в 1839 г. во Франции. Эйнштейн первым правильно объяснил его, полагаясь на расчеты немецкого физика Макса Планка. В 1900 г. на основании экспериментальных данных Планк пришел к выводу, что нагретые тела испускают свет заданной частоты

(или цвета) дискретными порциями – квантами. В уравнения, описывающие излучение так называемого черного тела, он ввел константу h – постоянную Планка.

Однако Эйнштейн понял, что h – не просто математическая величина, введенная для согласования теории с наблюдениями. Он предположил, что излучение распространяется не в виде непрерывного потока энергии, а пакетами. В своей работе, опубликованной в 1905 г., гениальный физик показал, что свет может вести себя как поток частиц – фотонов, которые способны выбивать электроны с поверхности металла. Эйнштейн объяснил также, почему при возрастании световой интенсивности количество выбиваемых электронов увеличивается, а скорость их вылета остается неизменной. Оказалось, что она зависит только от цвета попадающего на металл света. Эйнштейн предположил, что энергия фотона равна его частоте, умноженной на постоянную Планка. Последующие эксперименты подтвердили гипотезу. В 1921 г. за объяснение фотоэлектрического эффекта Эйнштейну была присуждена Нобелевская премия по физике.

Фотоэффект используется в устройствах, которые зажигают уличные фонари с наступлением сумерек, регулируют плотность тонера в фотокопировальных машинах и устанавливают длительность экспозиции при фото- и киносъемке – практически в любой электронике, управляющей освещением или реагирующей на ▶

ОБЗОР

- Теоретические работы Эйнштейна стали основой многих современных технологий.
- В солнечных элементах и электронных детекторах света используется фотоэлектрический эффект.
- Принцип действия лазеров основан на испускании атомами вынужденного излучения.
- Уравнения теории относительности позволяют вычислить необходимые поправки при определении координат пользователей системы GPS.

свет. Даже в приборах, определяющих содержание алкоголя в выдыхаемом воздухе, есть фотоэлемент, реагирующий на изменение цвета специального газа, вступающего в реакцию с парами спирта. Понимание законов фотоэлектрического эффекта привело к изобретению фотоэлектронного умножителя (ФЭУ), состоящего из ряда металлических

электродов (динодов), помещенных в вакуумированный стеклянный баллон. Электрон, выбитый светом из первичной металлической мишени (фотокатода), попадает на динод и выбивает из него несколько новых электронов, которые ударяют следующий динод. Таким образом, на каждом диноде – на каждой ступени – число электронов умножается. Так проис-

ходит усиление слабого светового сигнала. ФЭУ широко используются в астрономических детекторах и телевизионных камерах.

Пожалуй, самое популярное применение фотоэлектрический эффект нашел в фотогальванических элементах, появившихся в 1950-х гг. Они способны превращать в электроэнергию от 15 до 30% энергии падающего на них света. Батареи таких элементов служат источником питания для многих устройств – от карманных калькуляторов и электронных часов до орбитальных космических аппаратов и луноходов.

ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ

КОРПУСКУЛЯРНО-ВОЛНОВОЙ ДУАЛИЗМ

Фотоэлектрический эффект, используемый в фотодатчиках, солнечных элементах и других электронных детекторах света, заключается в выбивании светом электронов с поверхности металлов. При этом их скорость зависит от длины волны света (от цвета), а не от его интенсивности. Классическая физика не в состоянии этого объяснить, поскольку в ней свет рассматривается как волна. Эйнштейн пришел к выводу, что свет ведет себя как поток дискретных порций энергии, т. е. частиц.



1 Красный свет выбивает электроны из металлической пластины. По классическим представлениям, свет – это волна, т.е. непрерывный поток энергии.



2 С возрастанием интенсивности света количество выбиваемых электронов увеличивается. С точки зрения классической физики, должна расти и их скорость, но этого не происходит.



3 Замена красного света синим приводит к значительному увеличению скорости выбиваемых электронов. Дело в том, что свет ведет себя как поток фотонов – дискретных порций энергии. Синий фотон несет в себе больше энергии, чем красный, и поэтому сильнее ударяет электрон (справа). Представление о свете как о потоке частиц позволяет объяснить и возрастание количества выбиваемых электронов с увеличением интенсивности света: чем больше фотонов попадает на пластину, тем больше частиц может быть выбито.



Вынужденное излучение

Когда мы говорим о качественном звуке и видеоизображении, то сразу вспоминаем о CD- и DVD-дисках. Сегодня практически в каждом доме есть музыкальные центры, а многие уже успели обзавестись и DVD-проигрывателями. В любом устройстве, способном считывать информацию с компакт-дисков, есть фотоэлементы. Однако наибольший интерес представляет пучок когерентного света, заменивший патефонную иглу. Вездесущие лазеры обязаны своим появлением теоретической работе Эйнштейна, написанной в 1917 г.

В статье «О квантовой теории излучения» им были изложены результаты исследований природы света и вещества. В частности, Эйнштейн пришел к выводу, что при поглощении света атомы возбуждаются – переходят на более высокий энергетический уровень. Спонтанно возвращаясь в исходное состояние, они испускают избыток энергии в виде света.

Эйнштейн заключил, что помимо поглощения и спонтанного излучения должен существовать третий вид взаимодействия, при котором падающий фотон заставляет возбужденный атом испустить еще один фотон. Далее они могут спровоцировать излучение света двумя другими атомами, в результате чего получится уже четыре фотона, затем восемь и т. д.

Для получения когерентного луча необходимо создать в материале инверсную заселенность (состояние, при котором возбужденных атомов значительно больше, чем невозбужденных) и собрать испущенные фотоны в интенсивный пучок. Осуществить это удалось лишь в 1954 г., когда Чарльз Таунс (Charles H. Townes) и его коллеги из Колумбийского университета, а также А.М. Прохоров и Н.Г. Басов в Москве, разделившие с Таунсом Нобелевскую премию 1964 года (*Прим. ред.*), создали мазер, в котором происходит усиление микроволн сверхвысокой частоты в результате вынужденного излучения.

В книге «Как появился лазер» (*How the Laser Happened*) Таунс восклицает: «До сих пор удивляюсь, почему лазер не был изобретен тридцатью годами раньше!» Не потому ли, что в работах Эйнштейна, описывающих, как вынужденное излучение порождает новые фотоны, ни слова не сказано о том, что они являются точными копиями первичных как по частоте, так и по фазе. Такие источники света, как Солнце или обычная лампа накаливания, излучают множество фотонов одинаковой частоты, «идущих не в ногу». В результате

РАБОТА СВЕТА

В фотоэлектронных умножителях световой поток поглощается фотокатодом, эмитирующим в вакуум электроны. В электростатическом поле, создаваемом электродами катодной камеры, они ускоряются, фокусируются на первый динод и выбивают с его поверхности несколько вторичных, медленных электронов. Вторичные электроны ускоряются и фокусируются на второй диноде. Далее этот процесс повторяется на всех каскадах, и с последнего динода усиленный электронный поток собирается анодом. Каждый динод работает и как анод, собирающий электроны с предыдущего, и как катод, эмитирующий усиленный поток. Отсюда и название – **ДИНОД**.



ходить усиление света. Однако даже если бы физики догадались, что фотоны получаются когерентными, они не обратили бы на это особого внимания, поскольку из расчетов Эйнштейна следовало, что вынужденное излучение возникает крайне редко.

С момента появления статьи «О квантовой теории излучения» в течение почти трех десятилетий

интенсивность нарастает, и в конце концов луч выходит наружу через одно из зеркал (полупрозрачное).

Вскоре инженеры пришли к выводу, что для изготовления лазеров годятся многие вещества, включая газированную воду и фруктовое желе с добавкой люминофора. По-настоящему широкое распространение лазеры получили благодаря полупроводниковой промышленности и изобретению светодиодов. Кроме DVD-плееров, принтеров и указок вынужденное излучение используется в авиационных гироскопах, промышленных режущих установках, медицинских приборах и оптоволоконных линиях связи. Лазер стал незаменимым инструментом научных исследований. Нескольким ученым, применявшим его для изучения химических реакций и манипулирования микроскопическими объектами, были присуждены Нобелевские премии. Мазеры используются для создания точных часов и для усиления слабых сигналов в ходе астрономических наблюдений.

РИТМ GPS

Меньше чем за \$200 можно приобрести карманное устройство, которое принимает сигналы от ▶

Разработчикам первого варианта системы GPS необходимость внесения релятивистских поправок не казалась столь очевидной.

их свет представляет собой оптический вариант случайного шума. Но если фотоны станут когерентными и «одновременно сыграют одну и ту же ноту», то вместо скучного шипения получится мощный чистый звук.

Эйнштейн просто не задумывался о когерентности. Но если бы его спросили о ней, он сразу ответил бы, что она действительно имеет место и при наличии достаточного количества возбужденных атомов должно проис-

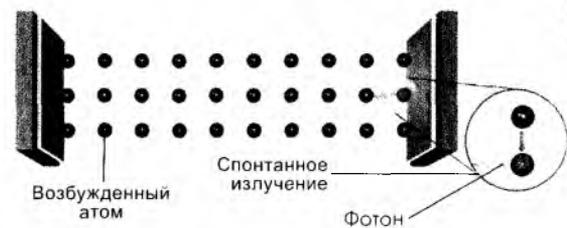
в печати время от времени появлялись ссылки на нее, но никаких новых идей выдвинуто не было. Только в начале 1950-х гг. Таунс понял, что ключевым условием усиления излучения является использование резонатора. В лазере, который был изобретен через несколько лет после мазера, роль резонатора играет область пространства между двумя зеркалами. Свет многократно отражается от них туда и обратно, его

САМЫЙ ЯРКИЙ СВЕТ

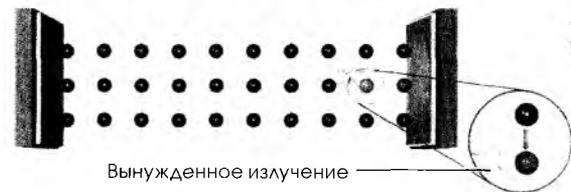
Принцип действия лазера (и его микроволнового предшественника – мазера) основан на вынужденном излучении фотонов возбужденными атомами. Эйнштейн предсказал возможность возникновения этого процесса еще в 1917 г., а сегодня лазеры находят широкое применение в медицине, промышленности, системах связи и хранения информации.



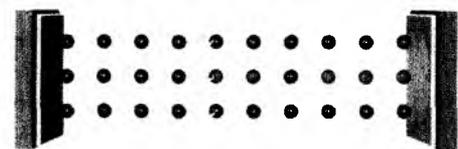
1 Атомы содержатся в резонаторе, образованном двумя зеркалами (одно из которых полупрозрачно), и «накачиваются» внешним источником энергии.



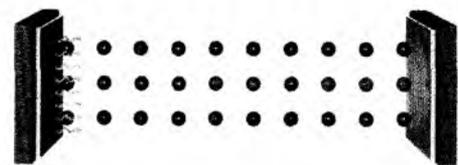
2 Энергия накачки возбуждает атомы, переводя их на более высокий энергетический уровень. Некоторые из них спонтанно возвращаются в стабильное состояние, излучая фотон.



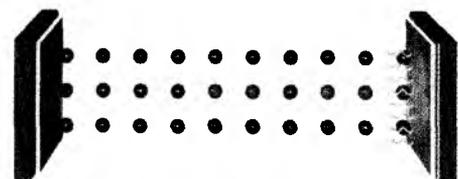
3 Когда спонтанно испущенный фотон попадает в возбужденный атом, последний переходит в основное состояние, излучая еще один идентичный фотон.



4 Фотоны вызывают вынужденное излучение других возбужденных атомов, каждый из которых добавляет к общему потоку еще по одному идентичному фотону.



5 Фотоны отражаются от зеркал и продолжают провоцировать вынужденное излучение.



6 Некоторые фотоны проходят сквозь полупрозрачное зеркало, формируя за пределами резонатора когерентный световой луч.

спутников глобальной навигационной системы (GPS) и определяет свою широту, долготу и высоту над уровнем моря. Поскольку для точного измерения расстояний необходимы прецизионные часы, все 24 спутника оснащены атомными часами (см. «Модернизация системы GPS», «В мире науки», № 9, 2004 г.).

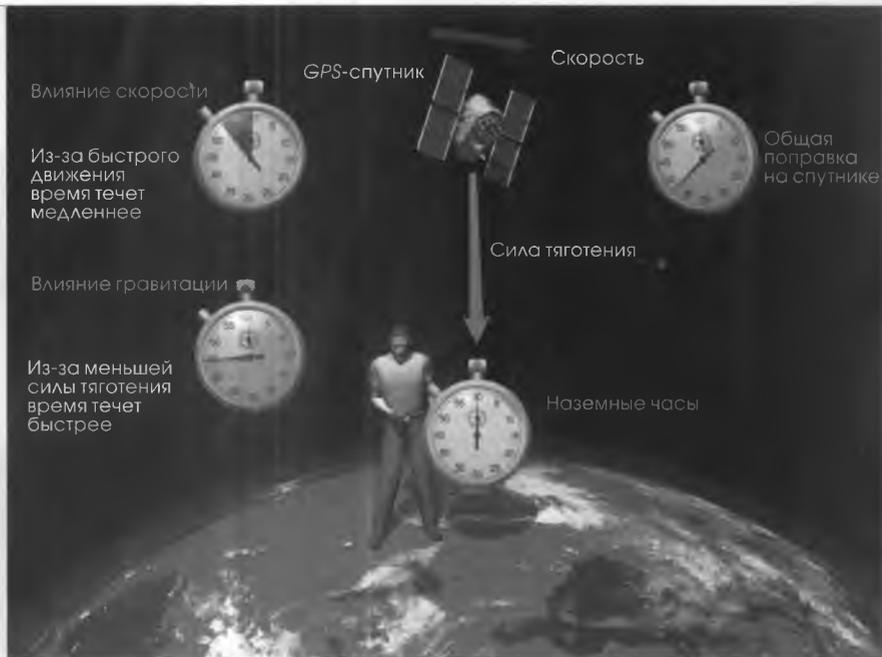
Сегодня в продаже имеются GPS-приемники, определяющие свое положение с точностью до 15 м. Чтобы погрешность была меньше 30 м, координаты нужно вычислять с учетом релятивистской поправки. При синхронизации часов GPS-приемника с часами спутника нельзя пренебрегать влиянием скорости на ход времени. Согласно теории относительности, в быстро движущихся объектах время течет медленнее, чем в неподвижных. Каждый спутник системы GPS мчится по орбите со скоростью около 14 тыс. км/ч, а значит, атомные часы на нем отстают от земных примерно на 7 мкс за сутки.

Еще сильнее на ход времени влияет тяготение. На орбите навигационных космических аппаратов, средний радиус которой составляет около 26 тыс. км, сила земного притяжения примерно в 4 раза меньше, чем на поверхности планеты. Поэтому часы на спутниках уходят вперед на 45 мкс за сутки. В итоге в системе GPS приходится вводить поправку в 38 мкс. Если этого не делать, то ошибка определения расстояния будет нарастать со скоростью 11 км в сутки. (На самом деле все несколько сложнее, поскольку спутники обращаются не по круговым, а по эллиптическим орбитам, и их удаленность от Земли периодически меняется.)

В 1970-х гг. военным разработчикам первого варианта системы GPS необходимость внесения релятивистских поправок не казалась столь очевидной. Одни специалисты считали учет влияния скорости и тяготения необходимым, а другие – совер-

ВРЕМЯ И ЕЩЕ РАЗ ВРЕМЯ

Вследствие быстрого движения спутников глобальной системы GPS бортовые часы должны отставать от земных на 7 мкс в сутки. Но меньшая сила земного тяготения на орбите заставляет их уходить вперед на 45 мкс в сутки. В итоге для получения точных GPS-данных необходимо вводить в показания бортовых часов поправку на 38 мкс в сутки. В GPS-приемниках, оснащенных системой WAAS, релятивистские ошибки исключаются с помощью сигналов от наземных станций.



пешно излишним. Прийти к единому мнению так и не удалось, поэтому первый навигационный спутник все-таки оснастили системой коррекции времени, но не включили ее, рассчитывая задействовать только в случае необходимости. Очень скоро вы-

Эйнштейн-изобретатель

Одно из изобретений Эйнштейна вы никогда не увидите в продаже. В 1920-х гг. он вместе со своим аспирантом Лео Сцилардом (Leo Szilard) запатентовал несколько холодильников на основе электромагнитно-

годня применяются для перекачки натрия в системах охлаждения ядерных реакторов на быстрых нейтронах.

Разумеется, Эйнштейн не страдал манией изобретательства. Больше всего он интересовался познанием законов природы, оставляя другим решение вопросов технического применения своих открытий. То же самое можно сказать об уравнении $E = mc^2$, которое Эйнштейн вывел в 1905 г. Раньше людям и в голову не приходило, что материю можно преобразовать в энергию. Перспектива получения огромной энергии из небольшой массы была очень заманчива, но проверить изящную формулу оказалось не так просто. Разумеется, ядерную бомбу создавали совсем не для того, чтобы убедиться, что E действительно равно mc^2 . Это наследие Эйнштейна и сегодня способно радикально изменить мир. Но оно, несомненно, никогда не появится на прилавках. ■

Для изготовления лазеров годятся многие вещества, включая газированную воду и фруктовое желе с добавкой люминофора.

яснилось, что она должна работать постоянно.

Новые методики определения местоположения не столь требовательны к поправкам на релятивистские эффекты. Например, в дифференциальной системе GPS (D-GPS) коррекция ошибок осуществляется с помощью стационарных приемников, координаты которых точно известны (так называемая система панорамного обзора – WAAS). Однако тем, кто использует GPS для слежения за временем, например, радиоастрономам, эйнштейновские поправки по-прежнему необходимы.

го насоса, который исключал утечку применяемых в те годы ядовитых хладагентов. Однако вскоре появились безопасные хладагенты, и «эйнштейновский» холодильник так и не добрался до витрин магазинов. Тем не менее электромагнитные насосы и се-

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

- How the Laser Happened: Adventures of Scientist. Charles H. Townes. Oxford University Press, 1999.
- Relativity and the Global Positioning System. Neil Ashby in Physics Today, Vol. 55, No. 5, pages 41 – 47; May 2002.
- Einstein on the Photoelectric Effect. David Cassidy. www.aip.org/history/einstein/essay-photoelectric.htm