

ЭРУДИТ

ЮНЫЙ

04/2018

**КУБИЧЕСКИЕ
ПУЗЫРИ**

ФОКУС ЧЕБЫШЁВА

**СЕКРЕТ
НЕОТРАЗИМОСТИ**

СУПЕРХВОСТ И СУПЕРРОГА

**ГОСТИ
ИЗ ЧЁРНОЙ
ДЫРЫ**

ОТКУДА ПРИЛЕТАЮТ
КОСМИЧЕСКИЕ ЛУЧИ?

КАК МОЗГ
РАЗЛИЧАЕТ
ЛИЦА

?

ОГНЕДЫШАЩИЕ

ГОРЫ

12+

ПОДПИСКА:

«КАТАЛОГ РОССИЙСКОЙ ПРЕССЫ» – 99641

«ГАЗЕТЫ, ЖУРНАЛЫ» – 81751

«ПОЧТА РОССИИ» – П4536



ПОДПИСКА НА 1-Е ПОЛУГОДИЕ 2018 ГОДА

Ты не пропустишь ни одного номера!

ЮНИЙ **Эрудит** JUNIOR
ЖУРНАЛ ДЛЯ ЛЮБОЗНАТЕЛЬНЫХ
10/2017

СПЛАДКА
ТАБЛЕТКА
ОТ ВСЕХ БОЛЕЗНЕЙ

ПОДВОДНЫЕ
РОБОТЫ
БОИТСЯ КАМНАРОМ

СТРАННЫЕ
СУЩЕСТВА
ИЗ ПЯТОГО ЦАРСТВА

СТАРТ
В БУДУЩЕЕ
ЭКСПЕРИМЕНТЫ И ПЛОНА МАСКА

ЮНИЙ **Эрудит**
ЖУРНАЛ ДЛЯ ЛЮБОЗНАТЕЛЬНЫХ
11/2017

ЗАСЕЛЯЕМ
ЭКЗОПЛАНЕТЫ
АВТОМОБИЛЬ
ДЛЯ РАЛЛИ
МОЛНИИ
ОТ ЗЕМЛИ К НЕБУ

ЮНИЙ **Эрудит**
ЖУРНАЛ ДЛЯ ЛЮБОЗНАТЕЛЬНЫХ
12/2017

НЕАНДЕРТАЛЬЦЫ
СРЕДИ НАС

АВИАЦИЯ
ИЗ СКАЗОК

12+

12+

12+

Журнал о том,
как устроен мир

Подписные индексы:
«Каталог Российской прессы» –
99641, а также на сайте
www.vipishi.ru
каталог «Почта России» –
П4536, а также на сайте
www.podpiska.pochta.ru
каталог «Газеты. Журналы» –
81751

12+

ПИН-ФО: 7907228 от 30.09.2016
50 рублей (рублики)
Фотобанк

ЮНЫЙ ЭРУДИТ

04/2018

Издание осуществляется в сотрудничестве с редакцией журнала «SCIENCE & VIE. JUNIOR» (Франция).

Журнал «ЮНЫЙ ЭРУДИТ» № 4 (188) апрель 2018 г.
Детский научно-популярный познавательный журнал.
Для детей среднего школьного возраста.

Главный редактор периодических изданий:
Елена Владимировна МИЛЮТЕНКО.
Заместитель главного редактора периодических изданий:
Ольга МАРЧЕВА.
Главный редактор:
Василий Александрович РАДЛОВ.
Дизайнер: **Тимофей ФРОЛОВ.**
Перевод с французского:
Виталий РУМЯНЦЕВ.
Корректор: **Екатерина ПЕРФИЛЬЕВА.**

Печать офсетная. Бумага офсетная.
Заказ № 190/19125.
Тираж 10 000 экз.
Дата печати: февраль 2018 г.
Подписано в печать: 22 февраля 2018 г.

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор).
Свидетельство о регистрации СМИ:
ПИ № ФС 77-67228 от 30 сентября 2016 г.

Учредитель и издатель:
АО «Эгмонт Россия Лтд.».
Адрес: РФ, 127006, г. Москва, ул. Долгоруковская, д. 27, стр. 1.
Для писем и обращений: РФ, 119071, Москва, 2-й Донской пр-д, д. 4.
Электронный адрес: info@egmont.ru, с пометкой в теме письма «Юный эрудит».

Отпечатано в типографии:
ООО «Компания «Юниверс Маркетинг», ул. Полиграфическая, д. 10, г. Фастов, Киевская обл., Украина, 08500.
Тел. +38-044-494-0903.
Цена свободная.

Распространитель в республике Беларусь:
ООО «Росчерк», Минск, ул. Сурганова, д. 57б, офис 123.
Тел. + 375 (17) 331-94-27 (41).

Размещение рекламы:
тел. (495) 933-72-50, Юлия Герасимова.

Редакция не несет ответственности за содержание рекламных материалов. Любое воспроизведение материалов журнала в печатных изданиях и в сети Интернет допускается только с письменного разрешения редакции.

ЕАС



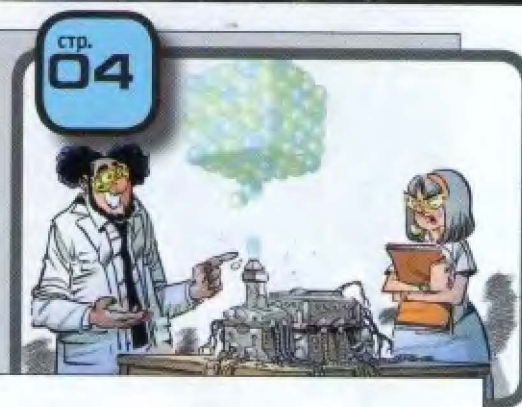
Мы в социальных сетях



Присоединяйтесь!



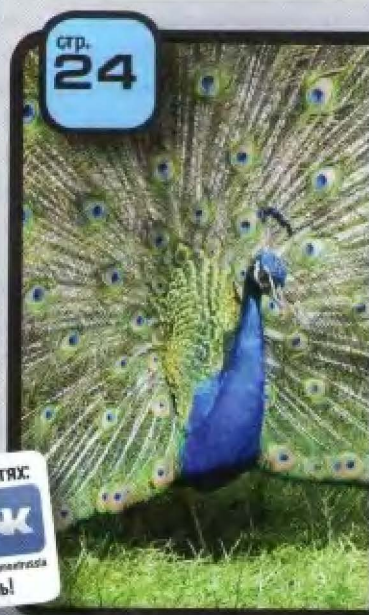
стр. 14



стр. 04



стр. 20



стр. 24

- 02.. КАЛЕНДАРЬ АПРЕЛЯ**
Велосипед – «машина для ходьбы» и пароход под парусами.
- 04.. А ЧТО ЕСЛИ...**
Математика мыльных пузырей
Чтобы выдуть кубический мыльный пузырь, придется изменить весь мир.
- 10.. НАУКА ОТКРЫВАЕТ ТАЙНЫ**
Источник космических лучей
Чтобы понять, откуда к нам прилетают космические частицы, ученые ловят их в... баки с водой.
- 14.. СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ**
Рим во власти тиранов
Эти люди не гнушались ничем, чтобы стать во главе империи, а потом расправлялись со всеми, кто им был неугоден.
- 20.. ЗАГАДКИ ПРИРОДЫ**
Огнедышащие горы
Как образуются вулканы, какими они бывают и отчего извергаются.
- 24.. УДИВИТЕЛЬНЫЕ ЖИВОТНЫЕ**
Секрет неотразимости
Пытаясь понять, как животные реагируют на своих искусственных двойников, ученые пришли к весьма интересным выводам.
- 28.. ТЕХНИКА ТРЕТЬЕГО ТЫСЯЧЕЛЕТИЯ**
Фоторобот, считанный из памяти
Исследователи хотят создать технологию, способную выводить на экран компьютера образ, хранящийся в памяти человека.
- 33.. ВОПРОС-ОТВЕТ**
Как устроен жидкокристаллический экран и почему нельзя делить на ноль?

Ч/Б 188/15

Велосипедная прогулка, рисунок 1887 года.



Джозеф Брама, изобретатель гидравлического пресса.

Монах-католик показывает японцу увеличительное стекло, сделанное в Европе.



ФОТО: БИБЛИОТЕКА КОНГРЕССА США

05

► «Не нужно изобретать велосипед!» – говорят человеку, который пытается придумать что-то, что уже давно придумано. К счастью, эту фразу никогда не говорили немцу Карлу фон Дрезу – тому, кто этот велосипед изобрел! Правда, конструкция Дрезы, запатентованная **5 апреля 1818 года**, мало походила на знакомый нам велосипед. Изобретатель даже назвал ее «машинной для ходьбы», так как у нее не было педалей. Но начало было положено. В 1840 году шотландский кузнец Киркпатрик Макмиллан догадался поставить на заднее колесо педали. Потом педали перекочевали на переднее колесо, а затем это колесо стало намного больше заднего. Так появились велосипеды «пенни-фартинг», которые можно увидеть на старинных картинах. А в 1884 году появился велосипед, похожий на современный, – с цепной передачей. Словом, хорошо, что изобретатели никого не слушали и продолжали свое дело! Ведь даже в последние годы на велосипеде появляется масса новшеств – от дисковых тормозов до планетарной коробки передач.

14

► Имя Джозефа Браммы, английского изобретателя, родившегося 270 лет назад, **14 апреля 1748 года**, сегодня мало кому известно. И это несправедливо! Джозеф Брама – основатель гидротехники и изобретатель гидравлического пресса, устройства, которое удивляет многих. Принцип действия пресса довольно прост: представь два заполненных жидкостью и соединенных между собой цилиндра с поршнями. Пусть площадь одного поршня – 1 см^2 , а второго – 10 см^2 . Если мы надавим на первый поршень с силой, скажем, 5 кг, то жидкость передаст усилие на второй поршень. Но так как площадь его в 10 раз больше, то и передаваемое усилие возрастет в 10 раз – до 50 кг. Сегодня гидравлические домкраты используются очень широко, они есть в инструментальном ящике каждого грузовика. А еще Брама сконструировал замок и обещал крупную награду тому, кто сможет его открыть. Справиться с этой задачей смогли только по прошествии 67 лет, и слесарь, которому удалось раскрыть секрет, провозился с замком 51 час!

15

► Вплоть до середины XIX века европейцы почти ничего не знали о жизни Японии. Почему? Первые корабли с европейскими купцами и пиратами начали приставать к японским берегам еще в 1542 году. Гостям были рады, ведь они привозили с собой европейские товары. Но вместе с купцами приплывали и миссионеры-католики, старавшиеся приобщить местное население к Слову Божию. Усилия миссионеров не пропали даром: очень многие японцы вскоре приняли христианство. Однако правителям Японии чужая религия не нравилась, и они стали всячески притеснять новоявленных христиан. Вспыхнуло восстание, которое власти смогли подавить с большим трудом. Последним оплотом восставших стала крепость Хара, ее обороняли около 30 000 японцев-христиан, но **15 апреля 1638 года** крепость была взята. Японские власти казнили неугодных, и чтобы впредь оградить страну от «чужих веяний», запретили европейцам въезжать в Японию, а японцам – выезжать из нее. Этот режим самоизоляции длился два столетия.



Первый пароход «Сириус» в открытом океане.



Альфонс Бертильон, криминалист.



Франц Ахард, первый производитель сахара в Европе.

22

24

28

► **22 апреля 1838 года** Атлантический океан пересек первый пароход, который назывался «Сириус». Надо заметить, что еще за 19 лет до этого от американского берега отплыл окутанный клубами пара и дыма пароход «Саванна», а спустя несколько десятков дней «Саванна» так же эффектно причалила к британскому берегу. Но на самом деле в открытом море этот пароход следовал под парусами – капитан «Саванны» разжигал топку, что говорит, «на публику», так как собирался продать свое судно. «Сириус» же прошел под парами весь путь. Правда, стоило это не дешево: за время плавания пришлось сжечь не только весь запас угля – 450 тонн, но и запасные снасти. Получалось, что пароход сильно проигрывал парусному судну, ведь его приходилось грузить топливом под завязку, и для полезного груза просто не оставалось места! И только дальнейшее совершенствование техники (а главное – замена гребных колес на более эффективный винт) помогло пароходам одержать верх над парусниками.

► **24 апреля 1853 года** родился Альфонс Бертильон. Этот француз начал свою карьеру со скромной должности полицейского писаря. Бертильон заметил, что в полицейской картотеке описания преступников очень расплывчаты. Например, рост указывался как «высокий», «средний» или «низкий». В результате толку от такой картотеки было не много, ведь поймав преступника, полицейским очень трудно было понять, есть ли у них досье на этого человека. Бертильон предложил точно измерять характерные размеры тела и лица правонарушителя и вносить эти измерения в специальную таблицу. Руководство не поддерживало нововведения Бертильона. Но отношение изменилось, когда однажды Бертильону удалось с помощью своих таблиц довольно быстро выяснить истинную фамилию преступника, называвшего себя вымышленным именем. Новый метод идентификации назвали «бертильонажем», и полиция многих стран пользовалась им, пока не появился более совершенный способ – дактилоскопия.

► **28 апреля 1753 года** родился Франц Ахард, немецкий химик. С молодых лет Ахард пытался найти способ получения сахара из свеклы – в те времена сахар добывали из тростника, растущего в Центральной Америке, и в Европе он стоил дорого. Способ был найден, но им никто не заинтересовался, кроме торговцев, доставлявших сахар из-за океана. Они предложили небогатому ученому баснословные деньги, лишь бы он признал свои опыты неудачными. Но Ахард отказался. Всё расставила по местам война с Наполеоном. Французские военные корабли не давали английским судам, занятым доставкой сахара из Америки, заплывать в порты Центральной Европы. Цены на сахар тут же подскочили, и работа на маленьком сахарном заводе, построенном Ахардом, закипела. А вскоре по всей Европе появились поля свеклы, предназначенной для производства сахара, и заводы, такие же, как у Ахарда. Эти предприятия принесли владельцам огромную прибыль. Ахард же, будучи ученым, а не дельцом, умер в бедности.

МАТЕМАТИКА МЫЛЬНЫХ ПУЗЫРЕЙ

ЧТО Я УЗНАЛ,
ПРОФЕССОР!

ОНИ СОБИРАЛИСЬ
ПЕРЕДАТЬ ЧЕЛОВЕЧЕСТВУ
ВСЬ СВОЙ БАГАЖ ЗНАНИЙ,
А ВЫ ВМЕСТО ЭТОГО
ПОПРОСИЛИ ИХ РАСКРЫТЬ
СЕКРЕТ КУБИЧЕСКИХ
МЫЛЬНЫХ ПУЗЫРЕЙ?!!

ДОБРО ПОЖАЛОВАТЬ!

□ Рене Кюийерье

В знаменитом «Майнкрафте» все круглые предметы изображаются кубическими. Но то, что годится для компьютерной игры, совершенно не подходит для реальной жизни!

М

ы с малых лет знаем, что такое мыльные пузыри и как с ними обращаться. Наполни емкость мыльной водой, окуни в нее соломинку, подуй, и на смоченном конце начнет раздуваться, меняя каждую секунду форму, тоненькая радужная пленка. Потом идеально круглый шар отправится в свободный полет...

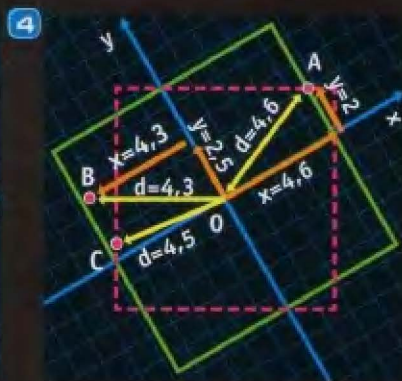
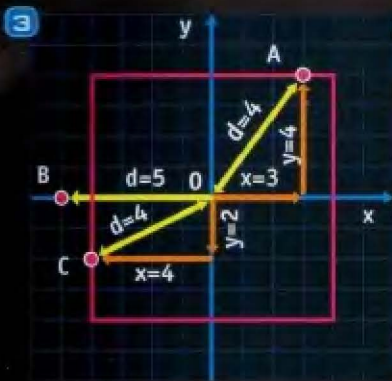


МО/СОМ

А давай
возьмем не круглую
в разрезе соломинку, а квадратную, и попро-
буем с ее помощью выдуть кубический пузырь!
Ну что, ты уже задумался, где искать трубочку
с квадратным сечением? Тогда считай наше
предложение первоапрельским розыгрышем:
как ни дуй, какие соломинки ни используй,

пузыри всегда будут принимать сферическую
форму. А всё потому, что они подчиняются
фундаментальному закону природы. Впрочем,
давай забудем на время о мыльных пузырях
и представим безвоздушное пространство,
в котором носятся частицы материи. Иногда
эти частицы сталкиваются и соединяются друг





наибольшей является координата y , значит, «расстояние Чебышёва» между точками O и A будет равно 4. У точки B (координаты $x = 5, y = 0$) наибольшая координата x , соответственно «расстояние Чебышёва» между O и B теперь равно 5. Заметь, что если мы отложим все точки, удаленные от центра O на «расстояние Чебышёва», равное 4, мы получим «квадратный круг», в который попадет и точка C .

4 Повернем оси. Теперь розовый квадрат не является «квадратным кругом», так как не все его точки находятся на одинаковом «расстоянии Чебышёва» от центра O . Нарисуем новый «квадратный круг» (зеленый цвет), на котором лежит точка A . Чудесным образом изменились все расстояния, причем так, что расстояние OC оказалось больше расстояния OB .

OLIVIER CHARBONNEL

ВОПРОС РАССТОЯНИЯ

Прости, я хотел сказать «кишел»... Ведь мы собирались делать кубические мыльные пузыри, вот нам и пришлось всё перевернуть.

Итак, ты дуешь в соломинку, и – вот те на! – из нее вылезает мыльный куб! А в нем сияют, отражаясь, лучи также ставшего кубическим Солнца. Теперь и в зеркало страшно взглянуть, вдруг и лицо сделалось квадратным! Но уже в следующее мгновение ты забываешь о подобных пустяках, поскольку всё вокруг тебя начинает трястись и грохотать. Земная твердь крошится на куски, чтобы принять нужную кубическую форму...

Всё это кажется тебе фантастикой? Значит, ты не математик, для которого такие вещи вполне допустимы. Ты думаешь, что расстояние – это пространство, отделяющее тебя от соседа по парте, то есть некое количество сантиметров между ним и тобой. А для математиков расстоянием является геометрическое отношение между двумя точками A и B , которое подчиняется трем строгим правилам:

- ▶ расстояние между A и B равно нулю, если только $A = B$;
- ▶ расстояние между A и B равно расстоянию от B до A (ну, а кто сомневается?);
- ▶ если добавить третью точку C , то расстояние AB будет либо короче расстояния $AC + CB$, либо равно ему (следовательно, самый короткий маршрут – это дорога от A до B).

КУБИЧЕСКИЕ ПУЗЫРИ

Теперь вопрос: какое расстояние от твоего дома до школы? Ответить на него можно, например, так: по карте – 700 м. Или: если идти по улице и переулку, то 1 км. А можно так: 10 минут пешком. Особые зануды (которые не знают тонкостей математики) скажут: расстояние измеряется

в метрах, значит, последний ответ не годится! А вот и нет, все три варианта отвечают вышеперечисленным правилам. Более того, в повседневной жизни нас интересует именно третий ответ. Выходит, одно и то же расстояние

может быть разным, в зависимости от того, как мы будем его измерять. И вот тут математики показали себя во всей красе!

Незадолго до 1850 года русский математик Пафнутий Чебышёв описал расстояние, подчиняющееся тем же трем правилам, но таким образом, что точки, расположенные на одном «расстоянии Чебышёва» от центра, образуют не круг, а квадрат (см. дополнительный текст вверху). Ты догадался, к чему мы клоним? Если в законе

ТЕРМИНАЛ

Согласно **теореме Пифагора**, в прямоугольном треугольнике сумма квадратов катетов a и b , равна квадрату гипотенузы c . То есть: $a^2 + b^2 = c^2$.

теперь тебе понятно, почему планеты и звезды имеют форму шара (менее крупные небесные объекты тоже приняли бы такую форму, не будь они твердыми и маленькими, ведь сила гравитации зависит и от массы).

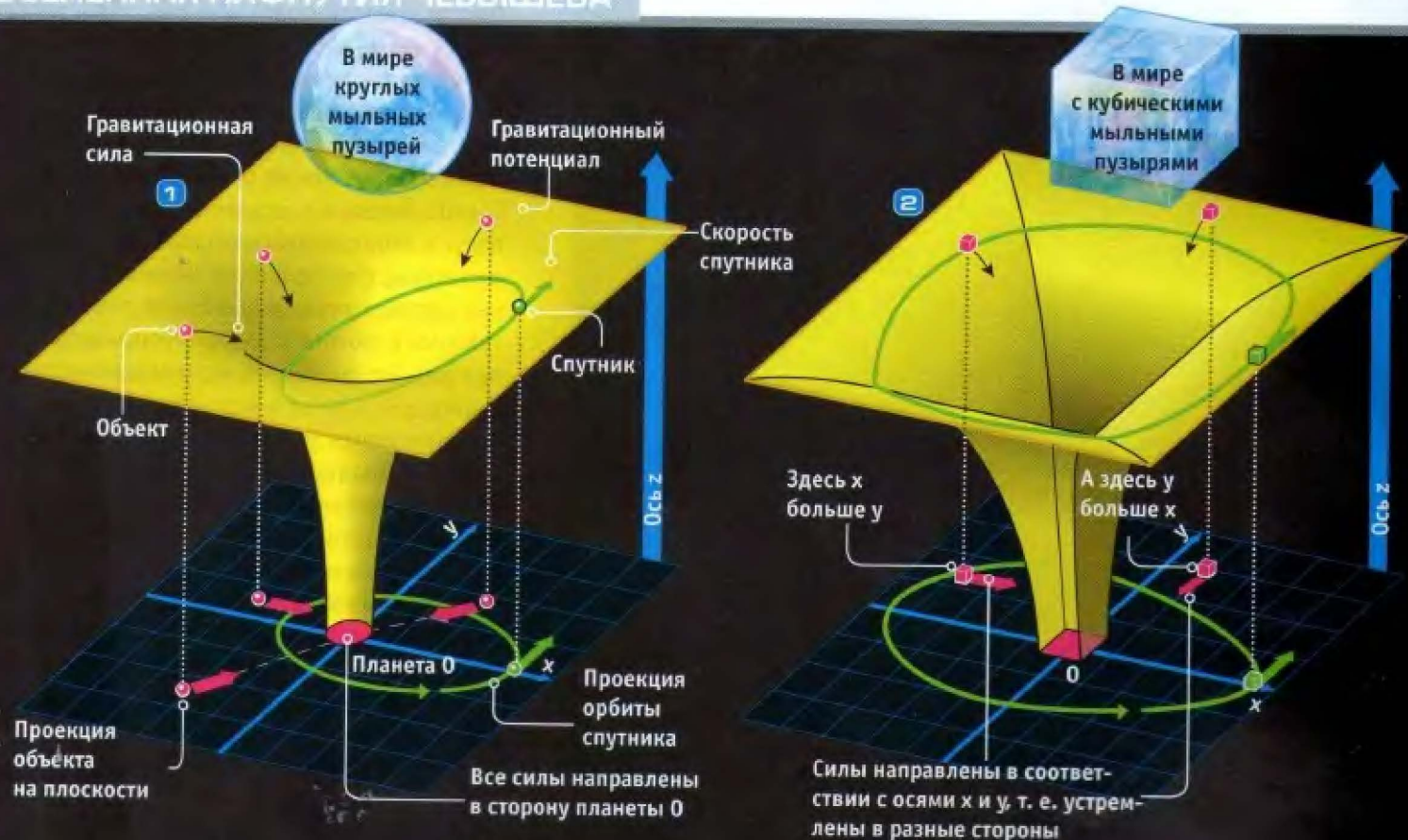
КУДА НИ КИНЕШЬ ВЗГЛЯД, ОДНИ ШАРЫ!

«Ну с планетами разобрались, – скажешь ты, – но... при чем здесь мыльные пузыри?» А просто процессы схожие, за исключением того, что молекулы воды и мыла, которые образуют поверхность мыльных пузырей, притягиваются за счет другой силы, которая пытается подтянуть их к центру, но наталкивается на сопротивление попавшего в пузырь воздуха. Он-то и давит на мыльную пленку изнутри, подчиняясь тому же правилу: сила обратно пропорциональна расстоянию. И опять рождается сфера.

Более того, все основополагающие законы природы действуют с оглядкой на расстояние. Так что нет ничего удивительного в том, что наш мир буквально кишит всякого рода шарами.

В КУБИЧЕСКОМ МИРЕ ГОЛОВА КВАДРАТНАЯ?

ВСЕЛЕННАЯ ПАФНУТИЯ ЧЕБЫШЁВА



► гравитации «сила притяжения обратно пропорциональна квадрату расстояния» использовать «расстояние Чебышёва», то мыльные пузыри станут... кубическими.

Славный фокус-покус, чтобы вконец заморочить тебе голову: благодаря чисто умозрительному

способу мы изменили весь мир! Прощай, уютная и такая удобная Вселенная, где пространство было одинаковым во всех направлениях и где расстояние между тобой и твоим соседом по парте не менялось в зависимости от того, в какую

сторону ты сам повернул: к нему ли, к учителю или к окну.

Чтобы применять на практике «расстояние Чебышёва», необходимо вначале расположить в пространстве оси координат x , y и z . Тогда, что бы ни произошло, любая сторона любого «кубического шара» во Вселенной всегда будет перпендикулярна этим фундаментальным осям. Требуется доказательство? Выдуй еще горсточку разноцветных кубиков, и ты обнаружишь, что все их передние грани параллельны, словно

у плотно уложенных ящиков (см. схему на с. 09). Аналогичную картину можно будет увидеть и среди ядер атомов, и среди планет со всеми их естественными спутниками: всё вокруг разом станет кубическим! Кстати, а что с Луной? Не станет ли она в таком случае вращаться вокруг Земли по квадратной орбите? Хороший вопрос! В обычной Вселенной всё выглядит примерно так же, как если на растянутую гибкую сетку положить тяжелый свинцовый шар – она прогнется под его весом, и получится что-то вроде воронки, – а затем по стенке этой воронки катнуть шарик поменьше: он заскользит вниз, описывая круги. Похожим образом и Луна вращается вокруг Земли. В космосе «по Чебышёву» круглая воронка превратится в квадратную (см. дополнительный текст вверху). Головоломные расчеты доказывают, что в принципе Луна вполне могла бы вращаться вокруг Земли по забавной яйцеобразной орбите (один конец – острее, другой – тупее)... Но есть одна загвоздка: преобразившееся пространство теперь не является одинаковым во всех направлениях. Поэтому Луну нужно запустить на орбиту строго параллельно одной из осей нашего нового мира. Ошибись хоть на йоту, и Луна полетит по такой немислимой

**ЯДРА АТОМОВ
ПОХОЖИ
НА ИГРАЛЬНЫЕ
КУБИКИ**



1 Если планета O притягивает к себе расположенные поблизости небесные тела, то это происходит потому, что ее окружает невидимое силовое поле, физики называют его гравитационным потенциалом. Всё происходит таким образом, будто небесные объекты (обозначены красным цветом), помещенные в некую точку пространства, просто скатываются по склону потенциала (обозначен желтым цветом). Если кинуть объект с определенной скоростью, он превратится в естественный спутник (зеленый цвет) планеты O и начнет двигаться по орбите вокруг нее. В реальном мире потенциал зависит от расстояния и не зависит от того, как мы ориентируем оси координат. (Для простоты мы изобразили проекцию положений спутников и сил на плоскую координатную сетку). Спутники испытывают силу гравитационного притяжения (красная стрелка на координатной сетке), постоянно направленную в сторону планеты O .

2 Если заменить реальное расстояние на «расстояние Чебышёва», потенциал примет другую форму: в секторе, где x больше y , в расчет нужно брать лишь x , и сила будет направлена вдоль осей x . И наоборот, в секторах, где y больше x , сила будет направлена вдоль осей y . Следовательно, потенциал уже станет зависеть от выбранной оси. Если пустить спутник со скоростью, направленной строго параллельно одной из осей, то можно, как на нашей схеме, добиться замкнутой орбиты яйцеобразной формы (зеленый цвет). При малейшей ошибке подобный механизм не заработает, и спутники полетят в труднопредсказуемом направлении.

траектории, что рано или поздно «катапультируется» в космическую бездну. А всё потому, что изменились правила игры, и силы гравитации теперь устремлены вдоль одной из трех координатных осей: x , y или z ... Иными словами, у небесных тел мало шансов остаться в паре.

РАЗЛЕТЕЛИСЬ КТО КУДА, КАК ВОРОБЬИ

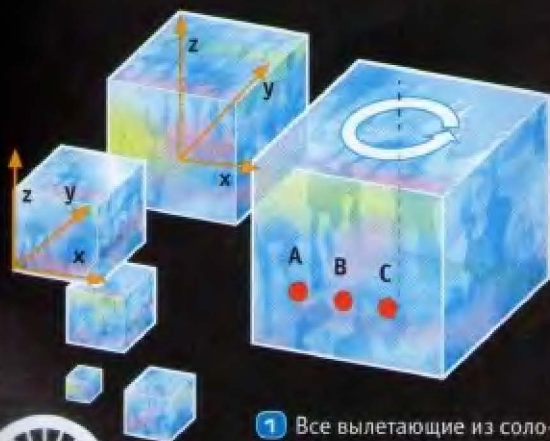
Поскольку абсолютного совершенства в нашем мире нет и не предвидится, то можно смело предсказывать, что большинство кубических планет вряд ли «угадают» с направлением и не попадут на замкнутые орбиты. К чему это приведет, догадаться не сложно: все небесные тела Галактики разлетятся в разные стороны, как вспугнутые воробьи...

Кстати, ты уже успел подумать о том, что атомы, электроны, протоны и нейтроны тоже быстро разбегутся, и наша история закончится тем, что вместе с кубическими пузырями лопнет и вся Вселенная? Если да, то молодец! Получается, что именно ровное и симметричное – одинаковое во всех направлениях – пространство необходимо для существования жизни, такой, какую мы знаем. И искривлять его, например, чтобы совершать сверхдальние космические путешествия, как-то боязно! ■

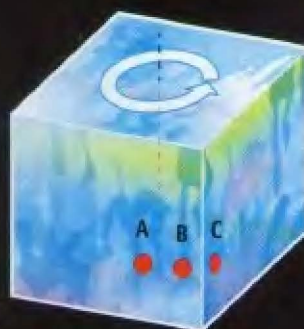
КРУЖИТСЯ, ДА НЕ ПО КРУГУ!

В мире, где царствует «расстояние Чебышёва», все «кубические мыльные пузыри» сориентированы одинаковым образом, их грани перпендикулярны трем «фундаментальным» осям x , y и z , которые позволяют определить расстояние. И если бы им пришлось вращаться вокруг своей оси, то делали бы они это весьма своеобразно:

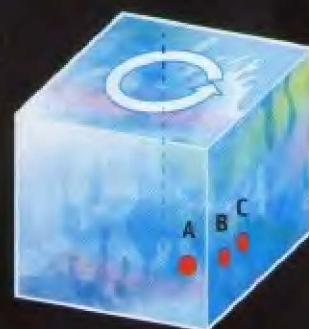
но: сохраняя начальную ориентацию. Если бы ты попробовал подуть на такой кубик, чтобы заставить его вращаться, он бы не закрутился. Однако, присмотревшись, ты бы заметил, что водно-мыльная пленка вращается будь здоров, но выглядит это так, будто она скользит по граням неподвижного куба.



1 Все вылетающие из соломинки «кубические мыльные пузыри» сориентированы в пространстве одинаково, и повернуть их невозможно.



2 Когда же они вращаются вокруг своей оси, точки их поверхности (A , B , C) перемещаются...



3 ...следуя контурам куба, ребра которого своего направления не меняют.

ИСТОЧНИК КОСМИЧЕСКИХ ЛУЧЕЙ

☞ Фабрис Нико

Землю беспрестанно бомбардируют потоки частиц высокой энергии. Откуда они летят к нам? Долгое время никто не мог ответить на этот вопрос. И лишь недавно ученым удалось определить источник их происхождения, расположенный в далеких глубинах Вселенной.



Представь, что на дворе уже лето, и ты любишь кристально чистым ночным небом. И тебе даже в голову не придет, что как раз в этот момент из космической бездны к Земле подлетает микрочастица, несущаяся со скоростью 300 000 км в секунду. Что произойдет, когда эта микроракета на всем ходу врежется в молекулы газа, составляющие верхний слой атмосферы Земли?

Да она их просто разобьет вдребезги и разнесет во все стороны! Газовые «осколки» (электроны, протоны...), перенасыщенные энергией, которая передалась им в результате могучего удара, столкнутся в свою очередь с другими молекулами и также разобьют их в пух и в прах! Одна-единственная сумасшедшая частица способна породить цепную реакцию столкновений, и в конце концов на Землю обрушится до десяти миллиардов самостоятельных частиц, которые, словно лавина, накроют собой поверхность площадью до нескольких десятков квадратных километров. Ты только прочти, что пишут физики о космических лучах сверхвысокой энергии (см. дополнительный текст на с. 12), наверняка удивишься! Но когда подобное случится непосредственно над твоей головой, ты абсолютно ничего не увидишь и не почувствуешь. Все события произойдут на уровне атомных ядер так что даже волос на твоей макушке не шевельнется.





**ОХОТА
ЗА ЧАСТИЦАМИ
ВЕДЕТСЯ
НА РАВНИННЫХ
ПРЕДГОРЬЯХ
АРГЕНТИНЫ.**

осыпает землю, сразу несколько датчиков срабатывают почти одновременно. Полученные данные обрабатываются компьютером, и в результате определяется траектория полета частиц и начальная точка их пути. С 2004-го по 2016 год таким образом было зафиксировано 30 000 космических частиц, что позволило составить карту звездного неба, на которой хорошо видно распределение источников космических лучей (см. схему внизу). По цвету того или иного участка Вселенной – синему, желтому или красному – можно определить, откуда чаще всего к нам являются космические гости: синий цвет означает низкий уровень излучения, а красный – высокий.

Внизу: карта изображает небо, видимое с аргентинской обсерватории (белым цветом отмечена «слепая зона», то есть участок, недоступный для наблюдения с этого уголка Земли. Красным цветом обозначены зоны Вселенной, откуда приходит наибольшее количество космических лучей. Здесь астрофизики и искали их источник.

ЗА ПРЕДЕЛАМИ ГАЛАКТИКИ

Первый вывод, который можно извлечь из составленной карты, заключается в том, что космические лучи прилетают в принципе отовсюду. Следовательно, источников их происхождения много, что, конечно, неудивительно. Однако второй вывод оказался для ученых полной неожиданностью: максимально активная, красная, зона

1600 БАКОВ С ВОДОЙ

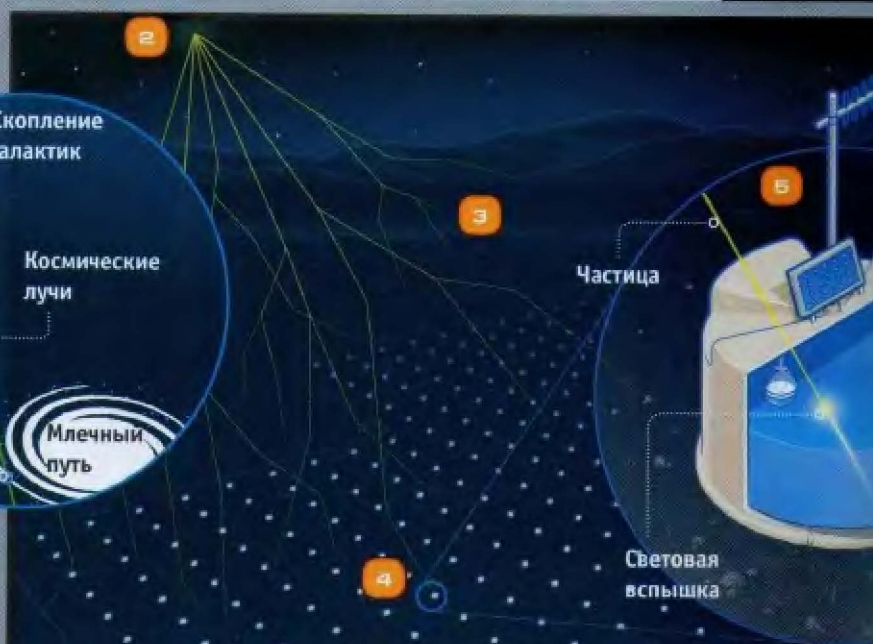
Каждый год на Землю падает несколько тысяч таких необычайно насыщенных энергией частиц. Откуда они являются к нам? Что придает им столь колоссальный заряд энергии? После исследований, длившихся несколько десятилетий, у ученых, кажется, появились ответы на эти вопросы. Охота за частицами велась из обсерватории имени Пьера Оже (французский физик, который в 30-х годах прошлого века открыл высокоэнергетичные космические лучи). Обсерватория, построенная в 1999–2004 гг. – это целый комплекс площадью 3000 км² (больше территории нынешней Москвы!), который расположен в пустынных предгорьях Аргентины и включает в себя 1600 детекторов, отстоящих друг от друга на расстоянии 1,5 км (см. схему на с. 12). Каждый детектор снабжен баком, в который налито 1,6 тонны очищенной воды. Скорость частиц столь высока, что когда они погружаются в воду, происходит небольшая световая вспышка, вот ее и регистрируют датчики, фиксирующие интенсивность излучения и точное время прилета частицы. Когда пучок частиц



располагается вовсе не в центре нашей галактики, где находится основная масса вещества Млечного Пути (звезды, планеты, газовые облака). Карта однозначно показывает, что подавляющее количество космических лучей приходит к Земле из области, далекой от центра Млечного Пути. И что еще любопытнее, таинственный источник таится вне плоскости нашей галактики, имеющей, как известно, вид широкой спирали. Он находится выше этой плоскости, там, где материя становится редкой. Получается, что большинство космических лучей родом из пустынной области космоса! Что за ерунда? Впрочем, у этой загадки имеется простое и логичное объяснение. Наша галактика далеко не единственная во Вселенной, в ней – миллиарды галактик. И если взглянуть в направлении участка неба, где наблюдается наиболее интенсивное излучение частиц, то окажется, что именно там, на удалении сотни миллионов световых лет от Земли, лежит область большого скопления галактик. Здесь-то, без сомнения, и скрывается главный производитель космических лучей! Теперь, имея такую ценную информацию, астрофизики рано или поздно сумеют его определить. Тем более что список подозреваемых короток – раз, два и обчелся! Во-первых, это может быть сверхмассивная черная дыра, типа той, что находится в центре нашей галактики (кстати, ее недавно удалось сфотографировать!). Подобные черные дыры размещаются в центре очень многих галактик,



ЭТАПЫ ПУТИ КОСМИЧЕСКОЙ ЧАСТИЦЫ



Когда космический луч **1** пришедший из скопления далеких галактик, врывается в земную атмосферу, он сталкивается с молекулами газов и дробит их **2**. Возникает лавина столкновений **3**, приводящая к образованию миллиардов частиц. Когда они достигают поверхности планеты, их улавливают 1600 детекторов **4**, размещенных на площади 3000 км² в Аргентине.

Сведочувствительные датчики фиксируют световую вспышку, возникающую при ударе частицы о воду в баке детектора **5**. Все полученные данные обрабатываются на компьютере, и в результате устанавливается траектория движения каждой частицы, что позволяет восстановить все этапы ее пути, вплоть до начального, т. е. установить местонахождение их общего источника.

СЕМЕЙСТВО КОСМИЧЕСКИХ ЛУЧЕЙ

Все космические лучи имеют одинаковую природу – это ядра атомов от водорода до железа. Но их классифицируют по категориям в зависимости от количества содержащейся в них энергии. Самые слабые

ТЕРМИНАЛ

Электронвольт

(эВ, международное обозначение – eV) – единица, используемая в физике для описания очень малых количеств энергии, в частности тех, что содержат электроны, вращающиеся вокруг ядер атомов.

мощностью 1 миллиард электронвольт исходят от нашего Солнца. Их ученые обнаружили еще в 1910-х годах. За ними следует большая армия лучей сверхновых звезд, то есть звезд, взорвавшихся

после завершения цикла своего существования. Летящие от них во все стороны лучи могут достигать 100 тысяч миллиардов и даже 1 миллиона миллиардов электронвольт. Планка поднимается еще выше, до 10 миллиардов миллиардов электронвольт, когда мы проникаем в область космических лучей сверхвысоких энергий. Их энергия в миллион раз превышает энергию частиц, которые на сумасшедших скоростях носятся в коллайдерах, сталкиваясь между собой. Обрати внимание на то, что эта энергия столь значительна лишь потому, что ее несет в себе одна-единственная частица размером порядка 0,000000000001 м. Если же перейти на человеческий масштаб, то это не превысит энергию теннисного мяча, пущенного при подаче.

ТЕРМИНАЛ

Световой год

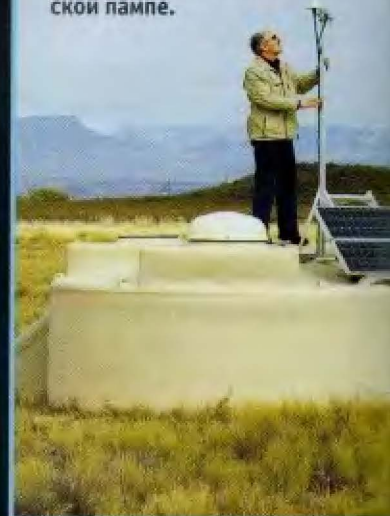
соответствует расстоянию, которое свет преодолевает за год (примерно 10 тысяч миллиардов километров).

ТЕРМИНАЛ

Гравитационное притяжение

– сила, с которой небесное тело, благодаря своей массе, притягивает к себе окружающие тела.

Инженер проверяет коммуникационную антенну одного из 1600 детекторов обсерватории Пьера Оже, расположенной в аргентинской пампе.





Очищенная вода

ANTOINE DAGAN



PIERRE-AUGER OBSERVATORY

ТЕРМИНАЛ

Гамма-лучи — невидимое излучение той же природы, что и солнечный свет, но обладающее в миллиард раз большей энергией.

У АСТРОФИЗИКОВ ДВА ПОДОЗРЕВАЕМЫХ.

Космические лучи могут образовываться в результате взрыва гигантской звезды, приводящего к образованию черной дыры.

по массе они в миллион раз превышают Солнце и такие плотные, что притягивают к себе любую материю поблизости от себя. Звезда, имевшая неосторожность приблизиться к ней на слишком короткое расстояние, обречена! Под воздействием непреодолимой силы **гравитационного притяжения** черной дыры она развалится на части, раздробится, распадется на молекулы, затем на атомы, ядра атомов... В результате получится хорошо перемешанная физико-химическая смесь, которая, повращавшись некоторое время со скоростью, близкой к скорости света, исчезнет в черной дыре. Но не полностью. Часть материи погибшей звезды за счет сложного механизма, описывать который мы здесь не станем, будет выброшена из черной дыры в виде луча, энергетическую мощь которого даже трудно представить. Чем не кандидатура на роль источника космических излучений? А во-вторых, источником космических лучей могут быть так называемые гамма-всплески, также обладающие колоссальной энергией. Без черных дыр и здесь дело не обошлось: такие вспышки возникают при их зарождении, когда массивная звезда, дойдя до последнего мига своего существования, за несколько секунд обрушивается внутрь. При этом она так сильно сжимается, что плотность достигает предельных значений, а значит, можно поздравлять черную дыру с рождением. Такой процесс сопровождается мощнейшим выбросом материи (см. иллюстрацию сверху).

Различные слои газа погибшей звезды сталкиваются между собой на почти что световой скорости,

что и приводит к гамма-всплескам. Одна лишь такая вспышка высвобождает за секунду в миллиард раз больше энергии, чем все звезды нашей галактики вместе взятые! Данное излучение называется гамма-излучением, потому что из всех лучей пучка **гамма-лучи** — самые мощные. Кроме них, имеются еще рентгеновское излучение, лучи видимого светового диапазона и прочие. Присутствуют в них и частицы высокой энергии, которые, возможно, и составляют те космические лучи, что сейчас изучают ученые.

ЧЕРНЫЕ ДЫРЫ В ЦЕНТРЕ ВНИМАНИЯ

Какая же из двух гипотез верна? У исследователей сложилось на этот счет собственное мнение. Они заметили, что галактики из скопления, откуда к нам приходит максимум космических лучей, имеют одну характерную особенность: они принадлежат к числу так называемых «галактик со вспышкой звездообразования», то есть они производят множество новых звезд, в том числе гигантских. Чем звезда массивнее, тем короче продолжительность ее жизни. Следовательно, если в интересующем нас скоплении образуется много звезд, то и умирает их также немало. Каждая смерть звезды — это очередная гамма-вспышка... и поток космических лучей. Вывод, безусловно, требует подтверждения, однако исследователи верят в свою интуицию. Получается, что космические лучи связывают нас напрямую с рождающимися черными дырами. А значит, мы сможем больше узнать об этих самых загадочных объектах Вселенной... ■

GREGOIRE CIRADE

РИМ

ВО ВЛАСТИ ТИРАНОВ



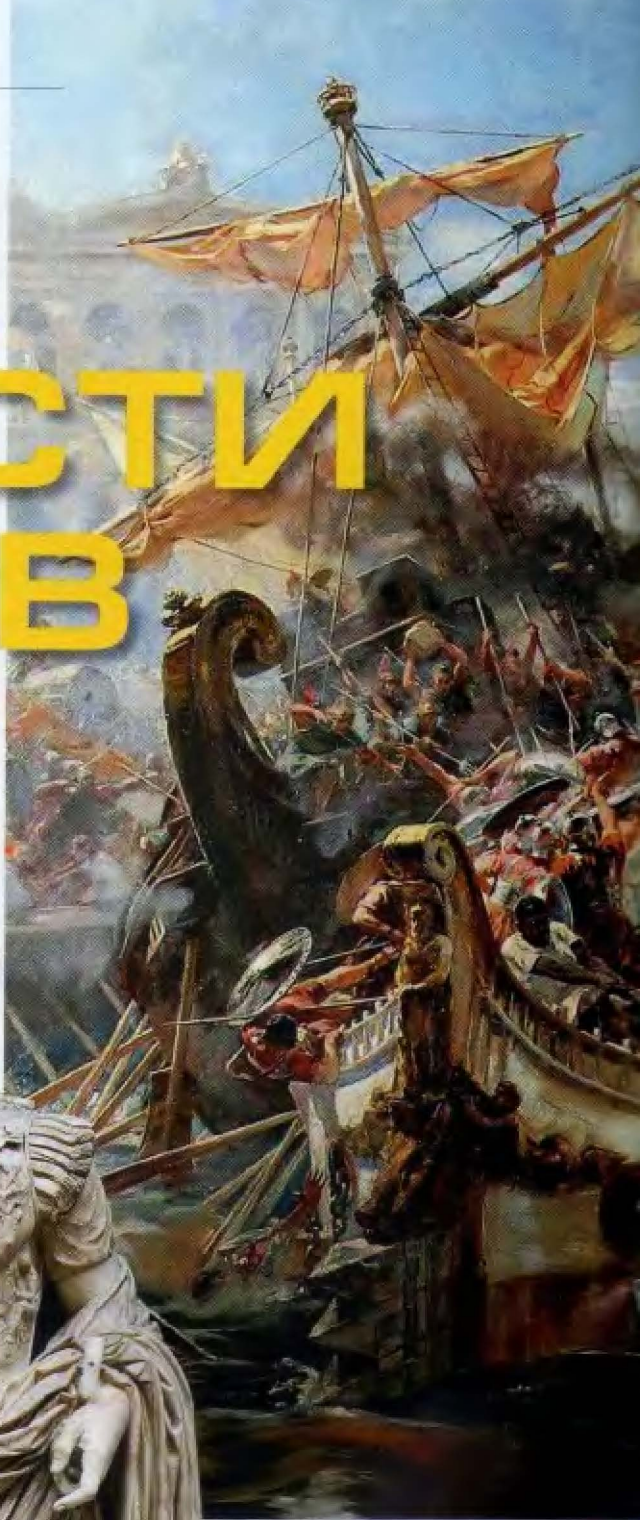
Слева: Римская империя на карте мира.

Внизу: Октавиан Август.

Римская империя, положившая начало европейской культуре, прославилась не только своим величием, но и тиранами, коварство и жестокость которых не знали границ.

☞ Михаил Калининский

Император Октавиан Август знал, что после его смерти власть над Римом перейдет в руки Тиберия, сына его жены от предыдущего брака. Однажды, глядя на будущего правителя, Октавиан горько произнес: «Бедный римский народ, в какие он попадет медленные челюсти!» Через 30 лет уже император Тиберий, действительно «изжевавший» немало римлян, был вынужден назначить наследником своего внучатого племянника Гая Калигулу. Тиберий, прозвавший жутковатого внука «рептилией», делал не менее мрачные предсказания, повторяя, что «Калигула живет на погибель и себе, и всем, и в его лице вскармливается змея для римского народа».



15 декабря 37 года знатному римскому патрицию Гнею Домицию сообщили, что его жена Агриппина Младшая родила сына, которого впоследствии назвали Нероном. Гней, который сам был человеком далеко не лучших качеств, со злобной иронией воскликнул, что от него и Агриппины «ничего не может родиться, кроме ужаса и горя для человечества». И все эти пророчества сбылось в полной мере. Вот и получилось, что Вечный город и вся Римская империя почти на полвека оказались во власти отвратительных тиранов.

На потеху публике в древнеримских цирках устраивались не только бои между гладиаторами, но и морские сражения. Картина Ульпиано Чека.



**НЕОГРАНИЧЕННАЯ
ВЛАСТЬ РИМСКИХ
ИМПЕРАТОРОВ
РАСТЛЕВАЛА ИХ,
ПРЕВРАЩАЯ
В ЧУДОВИЩ.**

«МЕДЛЕННЫЕ ЧЕЛЮСТИ» ИМПЕРАТОРА ТИБЕРИЯ

Раннее детство будущего римского императора Тиберия прошло в кровавой неразберихе гражданских войн. В конце концов власть оказалась в руках Октавиана Августа, и отец Тиберия, выступавший против Октавиана, вынужден был спастись бегством, перебираясь в разные концы империи вместе со своей семьей. В 39 году до н. э. Октавиан объявил амнистию, и родители Тиберия смогли вернуться в Рим. Когда отец умер, Тиберий стал жить в доме Октавиана, который женился на матери Тиберия Ливии. Суровость уклада и подозрительность нового мужа матери развили в Тиберии мрачность, даже угрюмость, скрытность, а потом и свирепость. Историк Дион



**Император
Тиберий.**

Кассий так описывал Тиберия: «Это был человек со многими хорошими и многими плохими качествами. И когда он проявлял хорошие, то казалось, что в нем нет ничего плохого, и наоборот». В 17 лет Тиберий начал гражданскую карьеру, удачно складывалась и его военная служба – он успешно воевал в Армении, Галлии и Паннонии (20–13 года до н.э.). Но затем Тиберия постигла огромная личная драма – Октавиан Август заставил его развестись с горячо любимой женой Випсанией и женил на своей дочери Юлии. Такой поворот судьбы окончательно испортил и без того тяжелый характер Тиберия. С Юлией он прожил недолго, а потом (с 12 по 7 год до н. э.) воевал в Германии, после чего удалился в добровольное изгнание на остров Родос. Своим ►►

► отъездом Тиберий рассердил Августа, опала привела к тому, что Тиберий начал всерьез опасаться за свою жизнь. Лишь после гибели своего последнего внука император пошел навстречу просьбам Ливии и усыновил Тиберия. Через 10 лет, в 14 году, Август умер.

Тиберий принял все меры, чтобы унаследовать правление империей, но под конец решил устроить своим будущим подданным «тест на лояльность» — стал лицемерно отказываться от власти, называя ее «рабской долей». Ведь гораздо большей популярностью пользовался Германик, племянник Тиберия, успевший прославиться как полководец. Находившиеся под его командой легионы даже восстали, требуя избрать именно Германика императором. Но тот отказался и присягнул Тиберию. Только тогда Тиберий «согласился» стать императором.

Поначалу Тиберий демонстративно оказывал уважение **сенату** — все свои шаги маскировал его решениями, держался в тени, жил в простоте и отказывался от почетных титулов. Вместе с тем он возобновил применение старого закона об «оскорблении величия» (*Lesae maiestatis*). Раньше закон был направлен лишь против предателей и тех, кто причинил вред римскому народу, причем наказание следовало за дела, а не за слова. Теперь под «оскорблением величия» понималось оскорбление лично императора. Приравнилось всё это к измене и каралось очень жестоко. К тому же доноскички получали до 25% имущества осужденного.

Чтобы еще больше укрепиться во власти, Тиберий отправил Германика на Восток, где его вскоре отравили. Жену же Германика, Агриппину Старшую, Тиберий сперва отказался принимать, а потом и вовсе сослал и уморил голодом. Расправившись с главным соперником и его женой, Тиберий взялся за их детей: в конце концов



Агриппина Старшая с сыновьями возвращается в Рим после гибели мужа. Один из сыновей — Калигула. Картина Бенджамина Уэста.

ТЕРМИНАЛ

Сенат — совет старейшин, один из высших законодательных органов власти в Древнем Риме.

Смерть Германика, картина Николая Пуссена.



из трех сыновей Германика уцелел только один — Гай по прозвищу Калигула.

Репрессии против родственников обрушились и на их окружение — друзей, слуг и просто знакомых, а заодно и на всех, заподозренных в нелояльности. В Риме воцарилась атмосфера всеобщего страха.

В 27 году Тиберий, превратившийся в законченного человеконенавистника, уединился в своем дворце, упрятанном в скалах острова Капри, и отдавал оттуда время от времени кровожадные приказы. А Римом тем временем управлял Луций Сеян, командир преторианцев. Однако Сеяну самому захотелось стать императором. В 33 году он организовал заговор, но один из офицеров, Квинт Макрон, донес об этом Тиберию. Заговорщиков, а заодно и многих неугодных, казнили, а Макрон получил должность Сеяна, возглавив **преторианскую гвардию**.

Тиберий, ненавидевший всех и всеми ненавидимый, пребывал в состоянии глубокой депрессии, прерываемом лишь приступами гнева. Весной 38 года Тиберий тяжело заболел. Утром 16 марта его дыхание вроде бы остановилось, и Калигула — тот самый, единственный уцелевший сын Германика, тут же стянул с его пальца перстень с императорской печатью. Но Тиберий вдруг открыл глаза. Тогда Макрон набросил на него ворох одежды и задушил.

ПРОТИВОЯДИЕ ОТ ЦЕЗАРЯ

Император Гай Юлий Цезарь Август Германик по прозвищу Калигула родился 31 августа 12 года н.э. С раннего детства он сопровождал отца в его военных походах и вырос среди легионеров. Мать часто выводила его к солдатам в легионерском наряде, и солдаты ласково прозвали его «сапожок» (*Caligula* от латинского *caliga* — «сапог»). Маленького Калигулу взялась опекать мать Тиберия, поэтому Гая не затрунул

Справа: Смерть Тиберия. Картина Жан-Поля Лорана.



ТЕРМИНАЛ

Преторианцы – личные телохранители императоров Римской империи. Входили в состав преторианской гвардии.

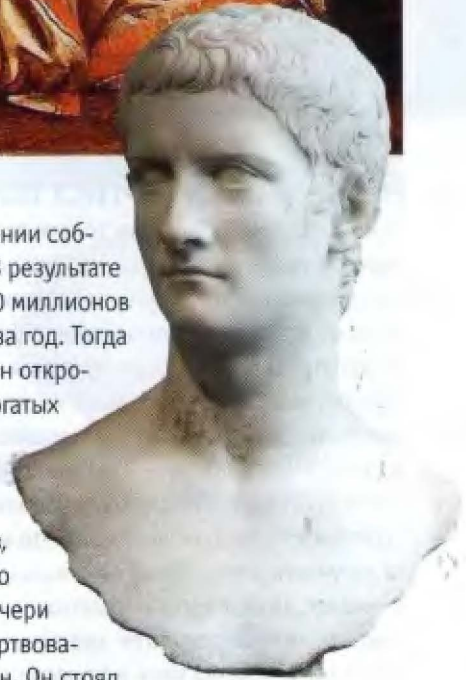
ТЕРМИНАЛ

Тибр – река в Риме.

гнев императора. В 31 году Тибериус вызвал Калигулу на Капри и поселил у себя фактически на положении пленника. Калигулу постоянно провоцировали на выражение недовольства, но он хитро обходил все ловушки. Да еще развлекал мрачного императора темпераментной пляской. Калигула быстро приобщился к дворцовым утехам, с явным удовольствием присутствовал при пытках и казнях, и как писал о нем историк Светоний, «не было на свете лучшего раба и худшего господина». Воцарение Калигулы, вызывавшего воспоминания о народном любимце Германике, было встречено всеобщим ликованием. Под крики «Тиберия в Тибр!» он в нарочито сдержанных выражениях почтил память предшественника и объявил о назначении в соправители своего двоюродного брата Гемелла. Солдатам были пожалованы денежные премии, а для народа устроены хлебные раздачи и гладиаторские бои. В целом же правление Калигулы начиналось вроде бы пристойно – была объявлена амнистия и даже запрещены доносы. Однако вскоре выяснилось, что новый император – тиран похлеще Тиберия. Для начала он приказал убить Гемелла за «оскорбление величия» – тот якобы принимал противоядие перед обедом у Калигулы. При этом Калигула еще и пошутил: «Надо же, как будто есть противоядие от цезаря!» Потом «отблагодарил» Макрона – казнил без суда и следствия. Щедрые подарки римской черни и солдатам всегда были его первейшей

С ДРЕВНЕЙШИХ ВРЕМЕН ВЛАСТЬ МЕНЯЛА ГВАРДИЯ.

заботой, не говоря уже об удовлетворении собственных непомерных потребностей. В результате скопленные Тибериусом 2 миллиарда 700 миллионов сестерциев он промотал не более чем за год. Тогда средством добывания денег был избран откровенный грабеж. Калигула вынуждал богатых людей делать его своим наследником, потом обвинял их в измене, казнил и завладевал имуществом. Было введено неимоверное количество налогов, платить в казну приходилось буквально за всё, а по случаю рождения своей дочери император потребовал массовых пожертвований от всех граждан. Он стоял на ступенях дворца и ловил монеты, бросаемые ему проходящими мимо колоннами римлян. В конце концов Калигула посягнул на основы рабовладения – разрешил рабам выступать с любыми обвинениями против своих хозяев.

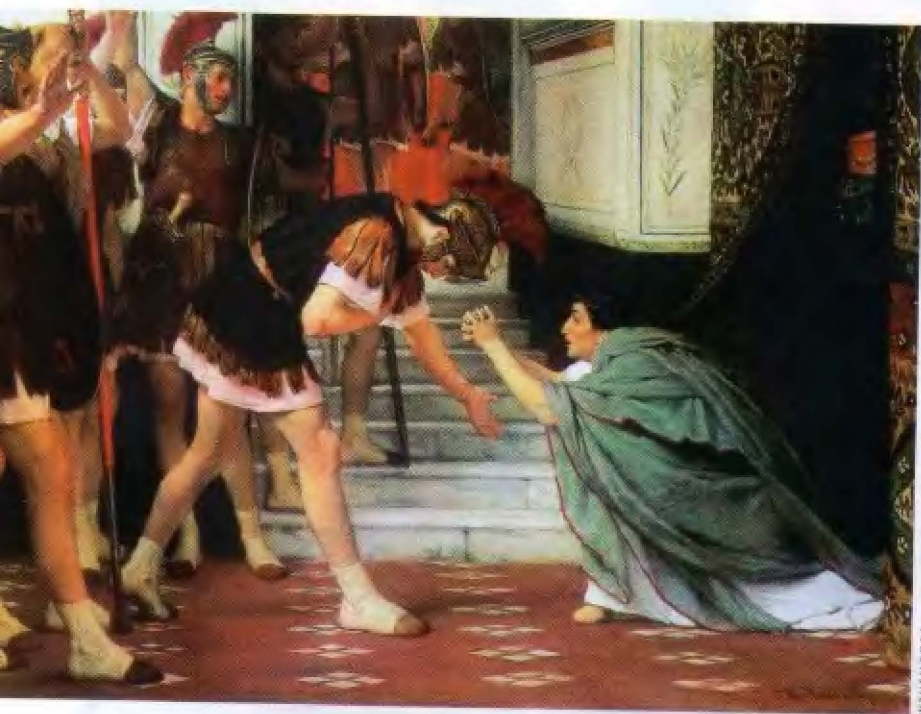


Император Гай Юлий Цезарь Август Германик по прозвищу Калигула.

Справедливости ради нужно добавить, что при Калигуле развернулось строительство Рима, император следил за состоянием дорог, но в целом отношении Калигулы к своим подданным можно охарактеризовать крылатой латинской фразой: «Пусть ненавидят, лишь бы боялись!». Выходки императора римляне терпели около четырех лет. Но 24 января 41 года заговорщики во главе с (опять же!) командиром преторианцев Кассием Хереей зарезали Калигулу в одной из дворцовых галерей. «Противоядие от цезаря» всё же нашлось.



Император Клавдий – дядя Калигулы и отчим Нерона.



WIKIMEDIA

▶▶ **НЕРОН: «КАКОЙ АРТИСТ ПОГИБАЕТ!»**

Убийцы Калигулы были настолько поглощены идеей устранения безумца, что даже не наметили его преемника. Убив Калигулу, заговорщики, не зная, что делать дальше, просто буйствовали во дворце. Один из солдат, пробегая по галерее, заметил чьи-то ноги, торчащие из-под занавеси у дверей. Солдат выволок прятавшегося на свет и узнал в нем Клавдия – дядю Калигулы (брата Германика). Увидев, что Калигулу убивают, он в страхе спрятался за занавесью. Думая, что и его ждет та же участь, он бросился в ноги солдату, умоляя о пощаде. Но тот вдруг отсалютовал Клавдию как императору, затем преторианцы посадили его на носилки и понесли в свой лагерь. Причем прохожие жалели Клавдия, считая, что его тащат на казнь. Однако преторианцы провозгласили его императором, что было тут же утверждено сенатом. В императорской семье Клавдия с детства считали недотепой. Тиберий и Калигула, расправившиеся со многими родственниками, не уничтожили его, похоже, лишь для того, чтобы сделать объектом злых шуток. Между тем глупым он не был. Став императором, он показал себя в целом дельным правителем, главное, не кровожадным. Впрочем, Клавдий отличался крайней рассеянностью, забывчивостью и ленью. Он женился четыре раза, и каждая новая жена вертела им как хотела. Его последняя жена – Агриппина Младшая (сестра Калигулы), буквально женила его на себе, заставила сделать наследником своего сына Нерона,

Вверху: преторианский солдат провозглашает Клавдия императором, картина Лоуренса Альма-Тадемы.

Внизу: Нерон и Агриппина.



а потом... свела в могилу, угостив отравленными грибами. В результате 16-летний Нерон Клавдий Цезарь Август стал императором.

Этот юноша был не лишен способностей, которые выражались в маниакальном увлечении театром, пением и игрой на кифаре. Воспитателем Нерона был известнейший философ Сенека, однако у властной матери были свои планы. Рассказывали, что однажды Агриппина спросила у прорицателей о судьбе своего сына, и те ответили, что он будет царствовать, но убьет свою мать. Агриппина на это заметила: «Пусть убьет, лишь бы царствовал!». Фактически же она хотела видеть сына безвольным орудием в своих руках, чтобы самой править от его имени. Но здесь Агриппина натолкнулась на противодействие Сенеки, да и сам Нерон стал тяготиться ее диктатом. Отношения между ними стали портиться, дело дошло до того, что Агриппина пригрозила: если Нерон не будет ей подчиняться, она сделает императором Британика, брата Нерона по отцу. Вот тут Нерон впервые проявил подлинные свои качества – Британик был сразу отравлен прямо на пиру в присутствии Агриппины (в 55 году).

Мать, однако, не оставила попыток «образумить» сына, действуя через его жену Октавию. Тогда Нерон решил избавиться от своей матери. Внешне примирившись с Агриппиной, он отправил ее в плавание на саморазрушающемся корабле, а когда Агриппина чудом спаслась, просто послал к ней убийц.

Разделавшись с матерью, Нерон развелся с Октавией, сослал ее, а затем и казнил. Кстати, следующую жену Нерона, Пoppлею, постигла не лучшая участь – она умерла после того, как император ударил ее. Словом, зверства Нерона

перешли всякие границы, тем более, что Сенека устранился от дел, видя, что его воспитанник совершенно отбил от рук.

Теперь Нерон мог беспрепятственно предаваться своим театральным увлечениям, мотовству и распутству. Император стал выступать в роли певца, поэта, возничего, актера. Он участвовал в артистических состязаниях якобы на общих основаниях, а потом «удивленно» принимал призы.

Правильно организованные «зрители», очень часто состоявшие из согнанных дубинками простолюдинов, изображали свой восторг, на радость императору-актеру. Однако всё это требовало денег. Нерон стал решать эту проблему методами своих предшественни-



Горящий дворец в Риме.
Автор картины Пьер-Жак Волер.

ков: сразу начались процессы об «оскорблении величия», конфискации, казни и тому подобное... Император хотел решить две задачи: подавить любую потенциальную оппозицию и получить средства для колоссальных расходов, в том числе для грандиозного строительства в Риме, развернувшегося после пожара 64 года. «Будем действовать так, чтобы ни у кого ничего не осталось!» – заявил Нерон.

Молва сразу же обвинила именно Нерона в сознательном поджоге города – якобы он хотел, во-первых, расчистить место для реализации своих строительных планов, а, во-вторых, насладиться зрелищем пылающего Вечного города, призванным вдохновить императора на создание великого произведения искусства. Эти подозрения подкреплялись свидетельствами о преторианцах, мешавших тушить огонь. Впрочем, вскоре «виновные» были найдены – в поджогах обвинили неких приверженцев восточных сект (возможно, это были первые христиане), которых подвергли мучительной казни. Пожар усилил сопротивление деспотии. В 65 году был раскрыт большой заговор, в котором было замешано много лиц из высших сословий. Жертвой новой волны репрессий стал и Сенека, которого Нерон заставил покончить с собой. В 66-67 годах император предпринял артистическое турне по Греции. Это путешествие стоило огромных денег и окончательно подорвало финансы империи. Кажется, император поставил

**УПОЕНИЕ
ВЛАСТЬЮ
ПРИВОДИТ
К КРАХУ.**

цель полностью истощить великий Рим.

Но тут у него начались серьезные неприятности. Вспыхнуло большое восстание в Иудее. Почти одновременно против Нерона восстали войска в Галлии, Испании и Африке. А Нерон продолжал вести себя так, будто весь мир существует только для его удовольствия. Восторженные крики толпы он воспринимал как гарантию едва ли не вечности своего правления.

Наконец, не устояли преторианцы, польстившись на награды, обещанные им одним из лидеров мятежных легионов. Растерявшийся Нерон переходил от глупой бравады к приступам полного отчаяния. Сенат, вдохновленный

бездействием преторианцев, низложил Нерона и объявил его вне закона. И вот Нерон остался в одиночестве в своем дворце. Лишь с несколькими рабами император бежал из Рима и после колебаний покончил с собой на пригородной вилле. Перед смертью он всё повторял: «Какой артист погибает!» Со смертью Нерона 9 июня 68 года династия Юлиев-Клавдиев канула в небытие. ■



Император
Нерон.

Смерть Нерона.
Художник Василий Смирнов.

WIKIMEDIA



ОГНЕДЬ ИШАЦИ ГОРЬЫ

Извержение вулкана – грандиозное явление природы. Правда, лучше наблюдать за ним издалека...

✎ **Никита Копя**

На Земле насчитывается несколько тысяч вулканов. Большая часть из них находится на дне морей и океанов, однако и на суше их немало – около девятисот. Чаще всего вулкан на протяжении многих лет и даже веков «спит», то есть находится в спокойном состоянии, и только по характерной конической форме и вулканическим отложениям на склонах можно догадаться, что это не обычная гора. А потом вдруг – ба-а-бах! – начинается извержение. Давай разберемся, почему так происходит.

ПЕПЕЛ И БОМБЫ

Извержением вулкана – это выброс на земную поверхность магмы – расплавленных горных пород, находящихся под землей. Как мы уже писали в прошлом номере журнала, поверхность Земли образована твердой земной корой, имеющей толщину несколько десятков километров, а глубже расположена мантия, в верхней части которой обычно и находится магма. Причем, под огромным давлением – ведь на нее давит вся земная кора. Магма, разумеется, стремится вырваться наружу, но в большинстве мест земная кора является для нее непреодолимым препятствием. Однако земная кора не сплошная, а состоит из отдельных кусков – литосферных плит. Между этими плитами существуют трещины, или, как их называют геологи, разломы. По этим разломам магма и выходит на поверхность, образуя вулканы.

Во время извержения из жерла вулкана могут выбрасываться различные газы, жидкие (**лава**)

ТЕРМИНАЛ

Лава – вышедшая на поверхность и освобождающаяся от газов магма, состоит в основном из кремнезема и оксидов металлов. Температура лавы при выходе на поверхность колеблется от 500 до 1300 °С.


А ПОТОМ ВДРУГ –
БА-А-БАХ! –
НАЧИНАЕТСЯ
ИЗВЕРЖЕНИЕ.

ЛАХАР

Опаснейшее вулканическое явление – лахар – грязевой поток, состоящий из смеси вулканического пепла с водой, образовавшейся при таянии ледника на склоне извергающегося вулкана. По консистенции лахар напоминает бетон – он жидкий при движении, а в состоянии покоя быстро затвердевает. При скорости до 100 км/ч такой поток может разрушить всё на своем пути. В 1985 году лахары, возникшие после извержения вулкана Невадо-дель-Руис в Колумбии, стали причиной гибели более 23 тысяч человек.

Лахар на вулкане
Сент-Хеленс (США).





Вулканическая бомба

Извержение японского стратовулкана Сакурадзима, 2009 год.

ТЕРМИНАЛ

Тефра – это застывшие на лету куски лавы. В зависимости от размера, они подразделяются на **пепел** (мельче 2 мм), **лапиллы** (от латинского *lapillus* – камешки, их размер 2–64 мм), и **вулканические бомбы** (больше 64 мм).

и твердые вещества (**тефра**). Ты, наверное, думаешь, что опаснее всего тефра в виде вулканических бомб – ведь они большие и тяжелые, и могут убить человека или пробить крышу в доме. А пепел – это же просто пыль, как она может быть опасна? Но на самом деле вулканические бомбы разлетаются недалеко, а вот маленькие, и потому легкие, частички пепла ветер разносит на очень большие расстояния. Например, облако вулканического пепла, образовавшееся при извержении вулкана Кракатау в Индонезии в 1883 году, дважды облетело Землю. Пепел чрезвычайно опасен при вдыхании – накапливаясь в дыхательных путях, он забивает их, вызывая удушье. Кроме того, вулканический пепел портит турбины реактивных двигателей самолетов, что может привести к их остановке.

ПЛОСКИЕ И КОНИЧЕСКИЕ

Может показаться, что особенно опасно жить в местах, где литосферные плиты расходятся, а там, где эти плиты плотно сходятся друг с другом, риск значительно меньше. Действительно, вулканы, находящиеся на широких разломах, извергаются часто и подолгу. Правда, не очень интенсивно: магма выходит на поверхность относительно спокойно и может равномерно растекаться на многие километры со скоростью до нескольких метров в секунду. Постепенно из этих наслоений формируется гора с пологими склонами и почти плоской вершиной. Такие вулканы называют щитовыми, и наблюдать их можно, например, в Исландии. Там же, где литосферные плиты сталкиваются и с огромной силой напирают друг на друга, магма

ГАВАЙСКИЙ И СТРОМБОЛИЙСКИЙ ТИПЫ ИЗЕРЖЕНИЯ

Вулканы классифицируют по типу извержения. Типы вулканических извержений, как правило, называются в честь известных вулканов, на которых наблюдается характерное извержение. На схемах справа вулканы двух типов извержения – так называемый Гавайский, извержение которого не очень интенсивно и лава сильно растекается, и Стромболийский (стратовулканы) – лава более густая и выбрасывается из жерла частыми взрывами.

- | | |
|---------------------|-----------------------------------|
| 1 Пепельный шлейф | 7 Слой породы |
| 2 Фонтан лавы | 8 Магматический канал |
| 3 Кратер | 9 Магматическая камера |
| 4 Лавовое озеро | 10 Лапилли |
| 5 Поток лавы | 11 Вулканические бомбы |
| 6 Слои лавы и пепла | 12 Выпадение вулканического пепла |



ГАВАЙСКИЙ ТИП ИЗВЕРЖЕНИЯ

прорваться через сам разлом не может, поэтому ей приходится искать «слабое место» поблизости. Магма собирается в районе, где земная кора потоньше, и поднимается там поближе к поверхности. Здесь давление вышележащих пород не такое сильное, поэтому из магмы начинают выделяться растворенные в ней газы (точно также, как выделяется газ из газировки, когда ты отвинчиваешь крышку бутылки, уменьшая, тем самым, давление внутри). В итоге происходит взрывное извержение, в ходе которого из жерла вулкана вылетают **вулканические газы**, тефра и выливаются мощные потоки лавы. Лава в районах столкновения литосферных плит обычно вязкая и относительно холодная (800-900 °С), поэтому она быстро застывает, не успевая удалиться от жерла вулкана больше чем на несколько километров. Таким образом, в результате серии взрывных извержений образуется стратовулкан – гора характерной формы с относительно крутыми склонами. Периодичность и интенсивность извержения вулканов этого типа может быть очень разной: у некоторых из них небольшие извержения происходят почти непрерывно, как у вулкана Стромболи, расположенного на небольшом острове у берегов Италии, у других между мощнейшими извержениями могут пройти сотни лет – например, вулкан Пинатубо на Филиппинах до своего катастрофического извержения в 1991 году не извергался 611 лет. Если магма, пытающаяся выйти на поверхность, очень вязкая, она застывает еще до того, как стечет вниз по склонам вулкана, формируя купол на его вершине. Этот купол закупоривает жерло вулкана как пробка бутылку с шампанским. Со временем эту пробку вышибают накопившиеся газы, и получается грандиозный взрыв. Столб горячих газов и пепла поднимается в воздух на высоту

ТЕРМИНАЛ

Вулканические газы – высвобождающийся из магмы, состоит в основном из водяного пара (50-85%), остальное приходится на различные газы, некоторые из которых могут быть очень ядовиты.



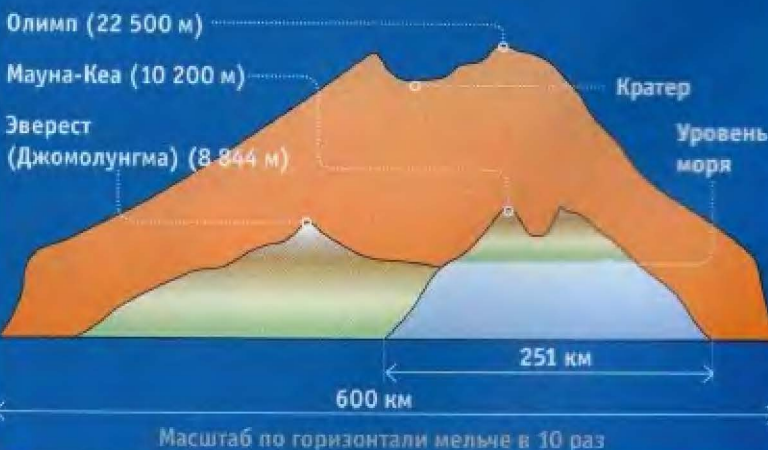
Автомобили, засыпанные вулканическим пеплом, 1991 год, Филиппины.

ФОТО: JIM O. GRIGGS

САМЫЙ САМЫЙ

Самый большой вулкан, известный ученым, называется Олимп, и находится он на... Марсе. Его высота – более 21 км, а диаметр кратера – 85 км!

На Земле самый большой вулкан – Муана-Кеа на Гавайях. Его вершина возвышается над поверхностью Тихого океана на 4200 м, а подошва лежит на глубине 6 км. Последний раз Муана-Кеа извергался в 1984 году.



ИНТЕРЕСНЫЕ ФАКТЫ

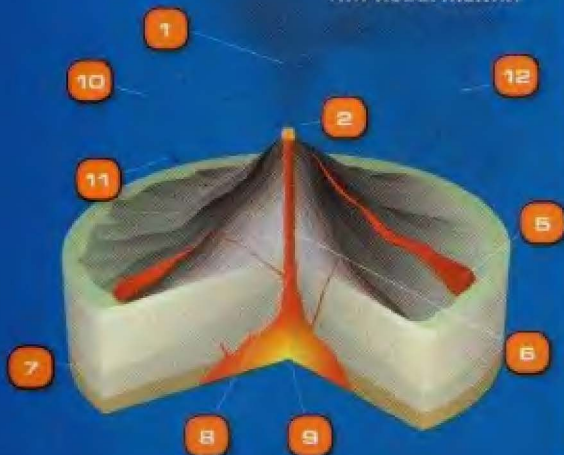
- ▶ Крупнейшее извержение произошло 200 лет назад, в 1815 году. Вулкан Тамбора, расположенный в Индонезии, выбросил около 170 км^3 вулканического материала, на несколько дней полностью заслонившего солнечный свет даже в 600 км от места извержения. Погибло примерно 71 тыс. человек.
- ▶ Извержение вулкана Килауза (Гавайские острова) началось в 1983 году, и продолжается до сих пор.
- ▶ Исландский вулкан Эйяфьядлайёкюдль известен двумя вещами: во-первых, своим названием, которое очень трудно запомнить и выговорить, и во-вторых тем, что его извержение в 2010 году вызвало отмену более 60 тысяч авиарейсов.

Извержение вулкана на юге Исландии.



ФОТО: DAVID KARMA

СТРОМБОЛИЙСКИЙ ТИП ИЗВЕРЖЕНИЯ



Слева: смертоносный пирокластический поток, спускающийся со склона извергающегося вулкана.



ФОТО: YOUTUBE



Поток лавы.



ФОТО: JIM D. CRIGGS

Фонтан раскаленной лавы высотой 10 м во время извержения одного из гавайских вулканов.

до 50 км, а по склонам со скоростью до 700 км/ч скатывается пирокластический поток – раскаленная до $100\text{--}800 \text{ }^\circ\text{C}$ туча из вулканических газов, пепла и камней. Это одно из самых опасных вулканических явлений. В 1902 году пирокластический поток, образовавшийся в результате извержения вулкана Монтань-Пеле на острове Мартиника в Карибском море, уничтожил тридцатитысячный город Сен-Пьер. Кроме того, считается, что именно пирокластический поток был основной причиной гибели людей в Геркулануме и Помпеях во время извержения Везувия в 79 году.

СУПЕРВУЛКАН

Даже самые мощные извержения, зафиксированные человеком, являются сравнительно небольшими по сравнению с мегаизвержениями, в ходе которых из недр Земли вырывается более 1000 км^3 лавы и пепла (подобным объемом можно целиком заполнить Ладожское озеро). К счастью, происходят такие катастрофы примерно раз в 50-100 тысяч лет, но каждая из них оставляет свой след в истории Земли. Хуже всего то, что мегаизвержение способно изменить глобальный климат на нашей планете, и может привести к катастрофе: огромное количество пепла, попавшее в верхние слои атмосферы частично блокирует солнечный

свет, вызывая резкое похолодание. Последнее такое извержение произошло 27 тысяч лет назад в Новой Зеландии. В ходе него образовалось крупнейшее в этой стране озеро Таупо.

Может ли мегаизвержение произойти в наши дни? Ученые считают, что такое событие может случиться в национальном парке Йеллоустон на северо-западе США. По данным вулканологов, мегаизвержения в этом районе происходят примерно каждые 600-700 тысяч лет, и сейчас как раз приближается

срок для очередного.

Правда, ученые оценивают вероятность такого события менее чем в одну тысячную процента в год. Но если мегаизвержение всё-таки произойдет, оно не только опустошит десятки тысяч квадратных километров на западе Северной Америки – от выпадения

пепла, изменения химического состава атмосферы, а главное, резкого похолодания климата, пострадает все население планеты. Сейчас ученые разрабатывают проект отвода избыточного тепла от магмы, накапливающейся под предполагаемым местом извержения – с последующим его использованием для производства электроэнергии. Нам остается только надеется, что этот проект будет реализован до того, как мегаизвержение произойдет. ■

МЕГАИЗВЕРЖЕНИЕ СПОСОБНО ИЗМЕНИТЬ ГЛОБАЛЬНЫЙ КЛИМАТ.



СЕКРЕТ НЕОТРАЗИМОС

Исследуя, на какие предметы особенно сильно реагируют те или иные животные, ученые пришли к очень интересным выводам.

✎ Борис Жуков



Кукушонок в гнезде камышовки.

ФОТО: PER HARALD OLSEN

К

ак известно, кукушка не вьет собственных гнезд и не высидывает птенцов. Она подбрасывает свои яйца в гнезда различных мелких птичек, и те выкармливают кукушат. Многие люди, когда впервые узнают об этом, очень удивляются: почему они это делают? Неужели птицы столь глупы, что не отличают кукушонка от своих птенцов?

На самом деле певчие птицы прекрасно справляются с различением разных объектов – в частности, безошибочно отличают своих соплеменников. Мало того: если они заметят в своей кладке яйцо, которое по размеру, форме или окраске отличается от их обычных яиц, то сразу же выбросят его вон. (Поэтому каждая кукушка несет яйца, очень точно имитирующие яйца того вида птиц, на котором

Яйцо кукушки, подложенное к яйцам обыкновенной овсянки, более крупное, но такой же расцветки.



ФОТО: GP HER FLIP



ПАВЛИНИЙ ХВОСТ – ОГРОМНЫЙ И КРАСИВЫЙ СИЛЬНО ЗАТРУДНЯЕТ ПОЛЕТ.

ТИ



ФОТО: KENPEI

она паразитирует.) Но если чужое яйцо доживет до вылупления птенца – птицы будут кормить его, как бы он ни выглядел. Почему?

ЭКСПЕРИМЕНТЫ С МАКЕТАМИ

Чтобы ответить на этот вопрос, нам придется перенестись лет на восемьдесят назад. Во второй половине 1930-х годов голландский зоолог Николаас Тинберген попытался выяснить, по каким именно признакам животные опознают те объекты, на которые направлено их **врожденное поведение** – брачное, агрессивное, родительское... Тинберген и его сотрудники много экспериментировали с макетами, имитирующими самку бабочки-бархатницы, самца рыбки колюшки в брачном наряде, голову взрослой чайки, яйца птиц... Здравый смысл подсказывал,

Бархатницу можно приманить кусочком бумажки, лучше – темной.

ТЕРМИНАЛ

Врожденное поведение передается организму по наследству, к нему относятся, в частности, безусловные рефлексы и инстинкты.

что чем больше макет похож на оригинал, тем сильнее будет реакция на него. И в самом деле, макеты, выполненные с высокой точностью, вызывали соответствующее поведение: самцы бархатницы срывались с ветвей и устремлялись в погоню за бумажной самкой, самец колюшки азартно атаковал модель, изображающую другого самца; чайка охотно садилась насиживать искусственные яйца. Впрочем, ученые быстро выяснили, что на самом деле для того, чтобы вызвать такую реакцию, макету достаточно быть сходным с оригиналом лишь по немногим ключевым признакам. Самцы бархатниц преследовали не только бумажных красоток, но и любой кусочек бумаги, если он был окрашен в достаточно темный цвет и двигался в воздухе характерным «танцующим» полетом.



ФОТО: РИЧАРД ДИВЕН

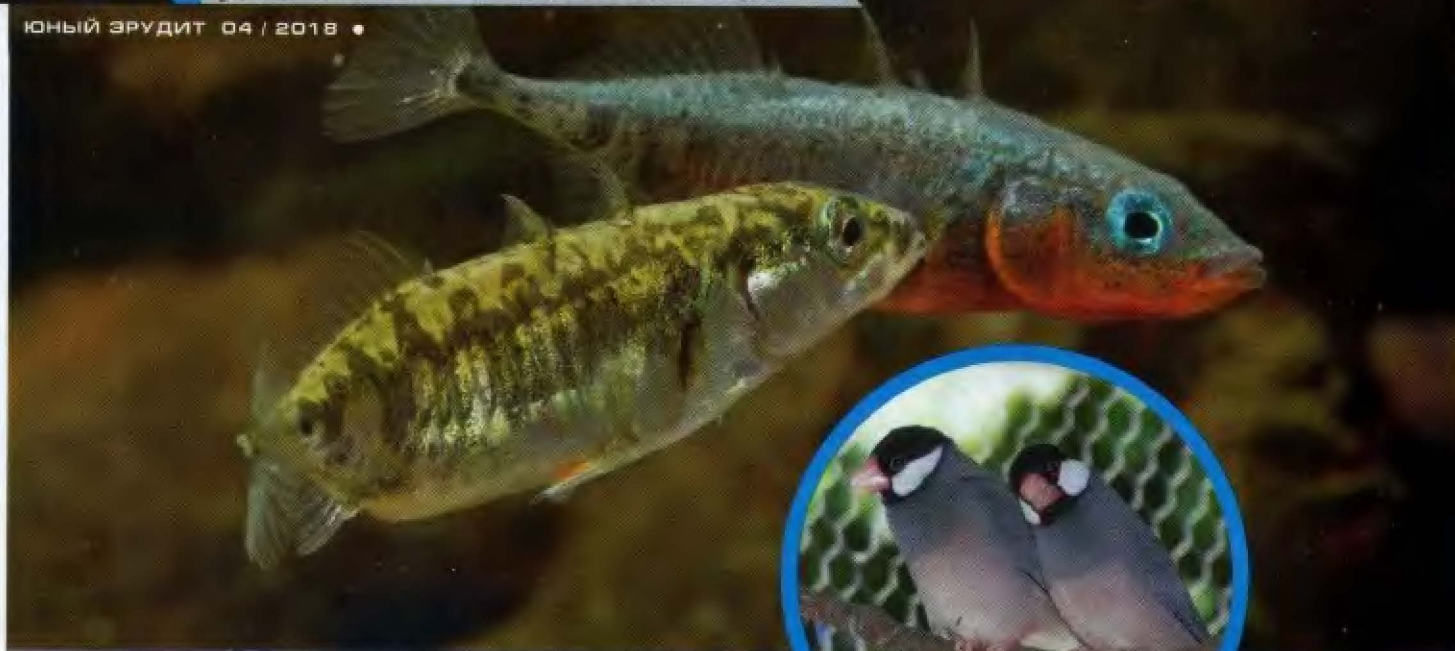


ФОТО: GALL073

► Самцы колюшек кидались на любой движущийся продолговатый предмет, нижняя часть которого была красной. Даже полностью красные объекты вызывали их ярость: Тинберген однажды наблюдал, как сидящие в аквариумах вдоль окна колюшки-самцы пытались преследовать... красный почтовый фургон, проезжавший по улице.

Вверху:
Во время нереста бока и брюхо самца колюшки краснеют.

Вверху справа:
Серые рисовки – птицы, живущие в тропиках.

колер, яростнее, чем живых соперников. И самцы бархатниц предпочитали живым самочкам с их серыми крыльями

«жгучих брюнеток» – даже если те были просто квадратиками из черной бумаги. Пожалуй, самое удивительное проявление эффекта сверхстимула обнаружил ученик Тинбергена Десмонд Моррис. Моррис наблюдал поведение серых рисовок – маленьких птичек из семейства ткачиков. Обычно эти птицы ночуют, садясь в рядок и тесно прижимаясь друг к другу. Но при содержании в одном вольере с голубями рисовки не обращали внимания друг на друга, а жались по ночам к голубям. Дальнейшие наблюдения показали: рисовка, начавшая устраиваться на ночлег, садится на жердочку и распушает перья, делаясь зрительно больше и круглее. Это действует как призыв «кто хочет спать – присоединяйтесь!». Большие птицы с округлыми формами и окраской, похожей на окраску рисовок, невольно оказались для тех сверхстимулом, с которым не могли соперничать самые привлекательные «соночлежники».

ПОБОЛЬШЕ И ПОЯРЧЕ

Само по себе это не удивило Тинбергена. Непредвиденным оказалось другое: оказалось возможным сделать макет, который вызывал у животного более сильную реакцию, чем точное изображение оригинала. Такие «сильнодействующие» изображения Тинберген назвал сверхоптимальными стимулами (сейчас их обычно называют просто сверхстимулами).

Отличия этих макетов от их природных прототипов были разными, но чаще всего они укладывались в простое правило «побольше и поярче». Чайка бросала собственную кладку ради насиживания огромного искусственного яйца – очень похожего по расцветке на чайчье, но только размером почти с саму птицу. Самцы колюшки атаковали блесну, нижняя половина которых была окрашена в ярко-красный

РЕАКЦИЯ ЖИВОТНЫХ НА МАКЕТЫ МОЖЕТ БЫТЬ СИЛЬНЕЕ, ЧЕМ НА ОРИГИНАЛЫ.

Слева: Блесна, имитирующая колюшку. Не знаем, какотреагируют на них хищные рыбы, но у самцов колюшки они вызовут агрессию!

СУПЕРХВОСТ И СУПЕРРОГА

Нервные механизмы, обеспечивающие такое восприятие жизненно важных объектов, были неясны (они не вполне ясны и сейчас), зато значение открытого эффекта Тинберген понял сразу. Идея сверхстимула давала простое и убедительное объяснение целому ряду явлений, казавшихся загадочными и даже противоречащими биологическим теориям.

Например у многих животных известны чрезмерно увеличенные и явно обременительные для них



структуры, как правило, присутствуют только одному полу (обычно самцам). Классическим примером такого явления служит павлиний хвост – огромный, красивый, но требующий для своего развития немало ресурсов, а главное – сильно затрудняющий полет. Другой общеизвестный пример – олених рога: эффектное украшение, которое невозможно использовать ни для какой практической цели. При этом они порой вырастают огромными (у вымершего несколько тысяч лет назад гигантского оленя *Megaloceros giganteus* размах рогов достигал 3,6 метра!), должны каждый год отрастать заново, сильно утяжеляют голову и затрудняют передвижение по лесу. А бивень нарвала (см. дополнительный текст внизу) и вовсе ставит ученых в тупик.

Загадка павлиньих хвостов и олених рогов мучила еще Дарвина: как мог естественный отбор создать столь затратные и бесполезные структуры? Для объяснения этого Дарвин выдвинул гипотезу полового отбора: огромные рога или хвосты развились у тех видов, самкам которых нравились подобные украшения. В результате из поколения в поколение самцы с самыми большими рогами или хвостами оставляли больше потомства – и украшения всё росли, пока не достигли нынешних размеров. Однако ни Дарвин, ни те, кто разрабатывал эту теорию позже, не могли ответить на вопрос оппонентов: почему же естественный отбор не заставил самок предпочитать тех женихов, что выглядят более скромно?

ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ЧУВСТВА

Ответом на этот вопрос и стало открытие сверхстимулов. Любой признак, позволяющий легко отличить самца от самки, имеет шанс стать стимулом для запуска брачного поведения. Если это произойдет, то те, у кого он выражен сильнее, неизбежно будут более привлекательны для противоположного пола. И в ряду поколений признак будет неуклонно приобретать черты сверхстимула, становясь гротескно преувеличенным (на человеческий взгляд) – и потому неотразимым. Чтобы предотвратить такое развитие событий, естественному отбору нужно было бы изменить основные принципы организации поведения – а это, судя по всему, невозможно.

Тот же самый механизм позволяет кукушонку «обманывать» своих приемных родителей. Да, мелкие птички изо всех сил кормят кукушонка, даже когда он уже больше их самих, – именно



Реконструкция вымершего большегого оленя в Музее северной Ирландии.

потому, что он – больше! Размеры кукушонка и прежде всего его огромный, ярко окрашенный ненасытный рот – неотразимый сверхстимул для родительского поведения птиц. Вероятно, он вызывает у птиц сильнейший прилив родительских чувств. Остальные черты облика и поведения «сверхптенца» при этом значения не имеют.

Понятие сверхстимула может оказаться ключом и ко многим другим проблемам – и не только в области поведения животных. Есть основания думать, что по тому же принципу устроено восприятие не только тех объектов, на которые направлено врожденное поведение, но и вообще всякое восприятие. Если так, это может объяснить, например, почему некоторые картины, где изображения, казалось бы, искажены, производят на нас более сильное эмоциональное впечатление, чем изображения, выполненные с фотографической точностью. Уж не на механизме ли сверхстимула основано само это таинственное свойство искусства – выразительность? ■

ЗАЧЕМ НАРВАЛУ БИВЕНЬ?

Изображение нарвала в старинном атласе животных.



У самок полярного дельфина нарвала нет верхних зубов, а у самцов вырастает только один (левый) – но зато какой! Спирально закрученный вокруг собственной оси, исключительно прочный и невероятно длинный (примерно в половину длины тела самого нарвала), он торчит прямо вперед. Уж каких только функций не приписывали этому бивню: инструмент для пробивания льда, специализированный орган осязания, охотничье оружие... Но почему же этот орган, если он столь полезен, есть только у самцов? Ведь самкам тоже нужно пробивать лед, прощупывать путь в мутной воде и ловить рыбу. У ученых нет на это ответа.

ФОТОРОБОТ, СЧИТАННЫЙ ИЗ ПАМЯТИ

Американские исследователи расшифровали код, с помощью которого мозг распознает лица. Теперь не за горами и тот день, когда полицейские смогут считывать нужную информацию прямо из головы свидетеля преступления...

✎ **Мари-Катрин Мера**

Вторник, 12 августа 2064 года, 8 часов утра. Во французском городе Рубе совершено убийство. Прибывшие на место преступления эксперты-криминалисты снуют по квартире, фотографируя, снимая отпечатки пальцев, стараясь найти любую зацепку, которая могла бы вывести их на след убийцы. Увы, ничего! Прежде чем скрыться, преступник старательно вытер всё, к чему прикасался. И даже волоска после себя не оставил! К счастью, нашелся свидетель трагических событий. Сосед убитого столкнулся с человеком, выбежавшим из квартиры, в которой было совершено преступление. К сожалению, дать мало-мальски вразумительное описание убийцы он так и не смог, хотя и утверждал, что сцена будто отпечаталась в его сознании... «Ну что ж, тогда у нас есть единственный шанс раскрыть дело по горячим следам, – решительно провозгласил комиссар полиции. – Не будем терять время, приступим к опознанию!» Его помощники надели на голову свидетеля сетчатый шлем с датчиками и присоединили шлем к компьютеру, после чего попросили постараться как можно более ярко и зримо представить лицо предполагаемого преступника. И чуть ли не сразу в лучах голографического проектора возникла голова мужчины. Полицейские быстро проббили картинку по базе данных: есть, попался, голубчик! Этот человек уже привлекался к уголовной ответственности, и теперь от правосудия ему не уйти!..

Ты считаешь, что наша детективная история сшита белыми нитками, притянута за уши и тому подобное? Ошибаешься! Аппарат по считыванию информации из мозга и расшифровке кода лицевой идентификации уже существует. Его разработали двое ученых – Дорис Цао и Ле Чан из Калифорнийского технологического института, и в настоящее время он проходит

ПОДСМОТРЕНО В ГОЛОВЕ ОБЕЗЬЯНЫ



Лица, которые видела обезьяна

Лица, воссозданные компьютером

Исследователям удалось воссоздать лица, увиденные макаками, путем анализа электрической активности их мозга. Сверху – фотографии, показанные обезьянам. Внизу портреты, нарисованные компьютером после обработки данных, поступивших из их мозга. Сходство поразительное!

ИМЯ, ФАМИЛИЯ
ЛОПИНЕЛЬ
ТАНКРЕД

ДАТА РОЖДЕНИЯ
14/06/2022
ЖЕНЕВА – ШВЕЙЦАРИЯ

ПРИМЕТЫ
35 ЛЕТ
ВОЛОСЫ КАШТАНОВЫЕ
ГЛАЗА ЗЕЛЕНЫЕ
1,72 М

МЕСТО ЖИТЕЛЬСТВА
РУВВ
УЛ. ДЕ ЛОН-КУТО
Д. 3

НАЦИОНАЛЬНОСТЬ
ФРАНЦУЗ

**ЛИЧНОСТЬ
ПРЕСТУПНИКА
УСТАНОВЛЕНА**

**МАШИНА
ДЛЯ ЧТЕНИЯ
МЫСЛЕЙ
СТАНОВИТСЯ
РЕАЛЬНОСТЬЮ.**

КАК НЕЙРОНЫ РАСПОЗНАЮТ ЛИЦА

Исследователи, демонстрировавшие обезьянам портреты людей, зафиксировали электрическую активность 205 нейронов, специализированных на распознавании лиц. Каждый нейрон реагирует на один из 50 признаков лица (у нескольких нейронов могут быть одинаковые функции). В зависимости от значения признака, меняется и электрическая активность нейрона.

1 Когда обезьяне показывают портрет человека, 205 нейронов в ее мозге, отвечающих за распознавание лиц, активизируются (на схеме представлены лишь нейроны с № 49 по 55).

2 Если на следующем портрете слегка увеличить расстояние между глазами, все нейроны сохраняют прежний уровень электрической активности, за исключением № 52, чья активность усилится. Следовательно, его специализация – «расстояние между глазами».

3 Если еще больше увеличить расстояние между глазами, нейрон № 52 вновь соответствующим образом отреагирует: его активность пропорциональна расстоянию между глаз.

4 На последнем портрете уменьшена ширина рта. На это изменение откликнулся лишь нейрон № 53, значит, именно он специализируется на признаке «ширина рта».



испытания, правда, не на людях, а на обезьянах – макаках. И результаты впечатляют. Так, исследователям удалось воспроизвести человеческое лицо, которое ранее видела обезьяна. Разумеется,

ученые не ставили перед собой конкретную цель помочь следователям разыскивать преступников, их просто заинтересовал механизм – распознавания лиц человеческим мозгом. Задача не из легких,

ведь, по сути дела, все лица устроены одинаково: два глаза, нос, рот... Как в известной песенке: «Точка, точка, запятая, вышла рожица смешная». Да и располагаются элементы лица примерно в одних и тех же местах. Конечно, существуют яркие детали и особые приметы. Скажем, у твоего друга гладкие каштановые волосы, карие глаза, прямой нос и тонкие губы. В окру-

жится несколько сотен людей с такими же приметами. А по всей Земле их и вовсе миллионы. Вот и получается, что данное нами описание не позволяет идентифицировать твоего друга среди прочих людей. И тем не менее ты легко и быстро узнаешь его даже в огромной толпе!

СОВОКУПНОСТЬ МЕЛКИХ ДЕТАЛЕЙ ДЕЛАЕТ ЛИЦО УНИКАЛЬНЫМ.

ЧТО ДЕЛАЕТ НАШЕ ЛИЦО УНИКАЛЬНЫМ

Да, природа снабдила тебя очень эффективной системой по распознаванию лиц. И ученые

уже выяснили, что находится она в **височной доле** головного мозга. Однако механизм работы этой системы пока неясен. Совершенно очевидно, что она способна улавливать и мгновенно анализировать большое количество информации об особенностях человеческих лиц, остается лишь понять, на какие отличительные черты она при этом опирается и каким образом добывается нужного результата.

ТЕРМИНАЛ

Височная доля – парная область мозга, располагается сзади висков с боков черепа.



между глазами, расстояние между ноздрями и их расположение по отношению к рту, ширина лица, длина бровей, величина носа, расстояние между носом и кончиком подбородка... Есть и такие признаки, которые относятся не к отдельным элементам лица, а охватывают сразу несколько. В целом же этих признаков вполне достаточно, чтобы получить точное изображение любого лица.

Оставшиеся 25 признаков относятся в основном к тону и текстуре элементов лица: кожи, волос, зрачков, кругов под глазами, здесь же и особенности надбровных дуг, крыльев носа или, скажем, величина ямочки под губой. Словом, эти признаки сообщают о цвете различных элементов лица и интенсивности темных зон, придающих ему рельефность. При помощи созданной системы любое лицо можно описать с математической точностью как уникальную комбинацию 50 параметров, каждый из которых получит конкретное значение: ширина носа = xx см, высота глаз = xx см, тон кожи = xx , тон кругов под глазами = xx и т. д. Все эти тонкие отличия и определяют индивидуальность каждого лица.

КАРТОТЕКА ТИПОВЫХ ПОРТРЕТОВ

Разработав систему классификации, исследователи воспользовались ею, чтобы составить собственную картотеку, состоящую из 2000 лиц. В основе ее лежали 200 начальных фотографий, в которых с помощью компьютерных программ по морфингу (такие программы позволяют старить или омолаживать лицо, смешивать черты

Дорис Цао и Ле Чан твердо решили во что бы то ни стало разгадать загадку. И сразу поняли, что прежде чем пытаться понять, как мозгу удается распознавать лицо человека, необходимо определить параметры данного процесса. Иными словами, требовалось дать очень точное, можно сказать математическое описание строения человеческого лица. Для этого ученые с помощью компьютерной программы по обработке фотографий проанализировали 200 черно-белых портретов как мужчин, так и женщин. Сравнивая различные лица, исследователи попытались составить список определяющих параметров, благодаря которым мы и отличаем одно лицо от другого.

50 ПРИЗНАКОВ ЛИЦА

Работа, которую провели ученые, столь сложна, что мы ограничимся лишь окончательным выводом: человеческое лицо может быть подробно описано с помощью 50 признаков. Первые 25 из них характеризуют форму и расположение различных элементов лица: это расстояние

НАЙДИ ОТЛИЧИЯ



Наверняка тебе кажется, что, в отличие от лиц людей, мордочки обезьян одинаковые! Но это не так. Просто наша система распознавания лиц с первых лет жизни специализируется на узнавании людей, более того – именно таких, с которыми нам чаще всего приходится иметь дело, то есть представителей родного континента. Поэтому европейцам сложнее различать лица китайцев и наоборот. Что до обезьян, то они, естественно, прекрасно разбираются во внешности себе подобных. А вот те, что выросли в зоопарке или в научно-медицинской лаборатории, без труда «читают» и человеческие лица, как это видно на примере описанного в нашей статье эксперимента.

ТЕРМИНАЛ

Электрод – устройство, проводящее электрический ток и позволяющее фиксировать электрические явления (например, нервные импульсы) в тканях живого организма.

ТЕРМИНАЛ

Нейрон – клетка нервной системы, специализирующаяся на передаче и обработке информации. Нервные сигналы передаются в виде электрических импульсов.

разных людей и т. д.) меняли значения тех или иных признаков. Затем Дорис Цао и Ле Чан стали показывать фотографии из этой картотеки макакам, регистрируя с помощью **электродов** электрическую активность **205 нейронов** височной доли головного мозга обезьян. Каждый электрод измерял активность одного нейрона. После завершения эксперимента у исследователей оказались на руках два списка: с одной стороны, конкретные данные по 50 признакам 2000 портретов, а с другой – ответная реакция 205 нейронов на каждый из просмотренных портретов. Осталось лишь соотнести оба списка и определить, какой нейрон отвечает за тот или иной признак лица.

Как ты понимаешь, и эту работу за ученых выполнила компьютерная программа. Оказалось, что отдельный нейрон «интересуется» только одним определенным признаком. А поскольку нейронов больше, чем признаков, то за некоторыми признаками следят сразу несколько нейронов. Например, нейрон X отвечает за расстояние между глаз: его большая или меньшая активность зависит от этого параметра, а всё остальное его нисколько не волнует. За толщину носа или форму подбородка пусть отвечают его товарищи! Работая же вместе, нейроны создают закодированный электрическими импульсами портрет (см. дополнительный текст на с.30). Именно такая слаженная коллективная работа нейронов позволяет нам быстро и безошибочно находить знакомое лицо.

ЗА КАЖДЫЙ ПРИЗНАК ОТВЕЧАЕТ ОПРЕДЕЛЕННЫЙ НЕЙРОН.

И, по всей видимости, мозг сравнивает воспринятый им образ с другими схожими изображениями, собранными в его хранилищах, чтобы затем незамедлительно не только сообщить, знаком нам находящийся перед нами человек или нет, но и по возможности идентифицировать его по имени и фамилии.

РАСШИФРОВКА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НЕЙРОНОВ

Дорис Цао и Ле Чан не остановились на достигнутом! Поскольку теперь стало известно, за какой признак лица ответственен каждый из 205 нейронов, исследователи решили попытаться воссоздать лица, увиденные макаками, ориентируясь исключительно на электрическую активность нейронов их головного мозга.

То есть прокрутить программу в противоположном направлении! Дорис Цао и Ле Чан стали показывать обезьянам портреты, которые те никогда прежде не видели, фиксируя электрическую активность нейронов. На основании полученной информации компьютер

определил точные значения 50 признаков каждого лица, а затем перевел все данные в изображение. Результат получился ошеломляющим: портреты, показанные обезьянам, и те, что были созданы компьютером, оказались практически идентичными! (см. дополнительный текст на с. 28)

Ну что? Неужели ты по-прежнему полагаешь, что рассказанная нами детективная история о поимке убийцы с помощью считывания информации из мозга свидетеля, не более чем фантазия, и в реальной жизни ничего подобного никогда не произойдет? Безусловно, прежде

чем это случится, необходимо еще разработать технологию, позволяющую разместить датчики активности нейронов в шлеме, о котором шла речь в начале статьи. Кроме того, еще нужно убедиться в том,

что оба процесса – воспринимать лицо, находящееся перед тобой, и вспоминать его, рисуя в своем сознании, имеют схожие механизмы. В любом случае, научной фантастикой такие эксперименты уже не назовешь! Хотя, конечно, как ты сам понимаешь, память – штука хитрая и ненадежная. Впрочем, это уже совсем другая история... ■



Даже если перед нами два одинаковых лица (справа футболист Лионель Месси, а слева его двойник), наша система идентификации лиц обнаруживает мельчайшие различия, которые позволяют сделать правильный выбор.

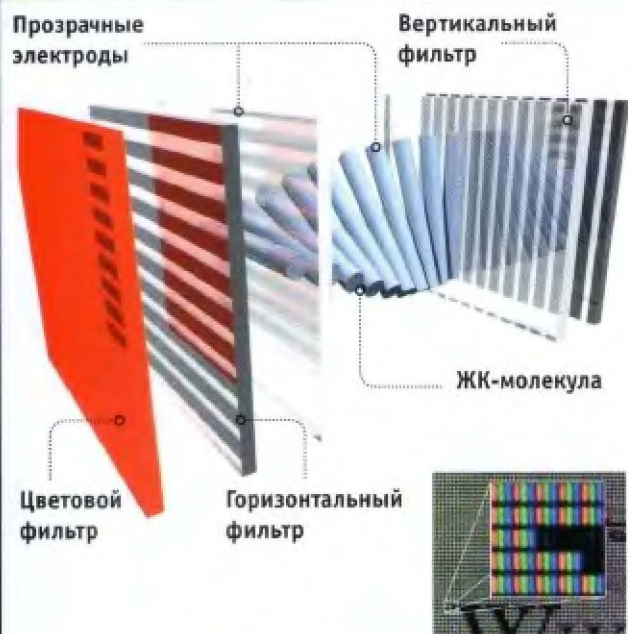
МОЖНО ЛИ

ДЕЛИТЬ НА НОЛЬ?

Вопрос задал Азат Билилов из Башкортостана.



Уверены, этот вопрос Азат задал, потому что школьные учителя всегда говорят, что делить на ноль нельзя. Но это как раз тот случай, когда учителя недоговаривают. Давай разберемся. Делением в математике называют действие, обратное умножению. Так, $6 : 3 = 2$, потому что $6 = 3 \times 2$. Пусть b , деленное на ноль, дает некий результат A , то есть, $b : 0 = A$. Но это бы значило, что $b = 0 \times A$, а такого просто не может быть, ведь при умножении любого числа на ноль, мы в результате получаем ноль, и наше уравнение неверно! Следовательно, делить на ноль не нельзя, а невозможно. А что получится, если разделить ноль на ноль, используя те же правила? Итак, $0 : 0 = A$ и, соответственно, $0 = 0 \times A$. Каким бы числом не было A , уравнение не нарушается – а значит, делить ноль на ноль вполне допустимо! Правда, результат такого деления будет, как говорят математики, не определен, ведь значение A может быть любым. Решая некоторые уравнения, будь внимателен: можно не заметить, что в ходе решения ты совершил деление на ноль, а такое действие, как ты теперь понимаешь, невозможно.



КАК

УСТРОЕН ЖИДКОКРИСТАЛЛИЧЕСКИЙ ЭКРАН?

Вопрос прислал Алексей Соколовский из города Кохма.



Посмотри на экран через лупу. Ты увидишь, что весь он покрыт светящимися точками – пикселями красного, зеленого и синего цветов. А, например, желтых пикселей ты на экране не обнаружишь, хотя изображение на экране вполне может быть желтым. Выходит, что всё богатство красок обеспечивается только тремя цветами! Смешивая эти три цвета друг с другом (что и происходит в нашем глазу, когда мы смотрим на экран издалека и не различаем отдельные пиксели), можно получить любые оттенки. Остальное, как говорится, дело техники. Под экраном находится источник белого света, а каждый пиксель – это крохотный светофильтр в паре с системой, состоящей из жидкого кристалла и затеняющих фильтров. Подавая напряжение, можно менять ориентацию молекул кристалла, регулируя, тем самым, прозрачность системы. Так, если пропустить свет, проходящий сквозь красный и зеленый светофильтры, а синий свет заблокировать, мы получим желтый цвет, слегка затеним красный светофильтр – и оттенок сместится в сторону зеленого спектра. Вариантов тут масса!

ПОЧЕМУ

ГОРЯЧАЯ ВОДА ЗАМЕРЗАЕТ БЫСТРЕЕ, ЧЕМ ХОЛОДНАЯ?

Вопрос по электронной почте прислал Ярослав Постолювский.



Утверждение, что горячая вода замерзает быстрее холодной, довольно популярно и носит название «парадокса Мпембы». Справедливость его легко проверить на опыте: помести в морозильник емкости с горячей и холодной водой, и ты убедишься, что первой заледенеет... холодная вода. И это не удивительно, ведь большинство авторитетных ученых считают парадокс Мпембы выдумкой. Тем не менее, находятся и такие, кто утверждает, что у них в лаборатории первой замерзала именно горячая вода. Правда, такие счастливицы обычно не указывают точных условий, при которых проводился эксперимент, а главное, не могут обосновать его, объясняя столь странный результат, например, особенностями связей между молекулами воды, или тем, что емкость с горячей водой растопила иней в морозильнике, и образовавшийся слой воды легче отвел тепло... Но все эти рассуждения носят теоретический характер, а на практике, как ты можешь наблюдать сам, воспроизвести эффект Мпембы не удастся.

Письмо в рубрику «Вопрос-ответ» отправь по адресу: 119071, Москва, 2-й Донской пр-д, д. 4, «Эгмонт», журнал «Юный эрудит». Или по электронной почте: info@egmont.ru. (В теме письма укажи: «Юный эрудит». Не забудь написать свое имя и почтовый адрес.) Вопросы должны быть интересными и непростыми!

ФОКУС ДЛЯ ТРОЕЧНИКОВ

Получил несколько троек по математике?
Не расстраивайся, сейчас мы превратим тебя
в отличника. Как говорится, следи за руками!

Итак, составим
простенькое уравнение:

$$15 - 9 = (25 - 15 - 10) + 6$$

Перенесем шестерку
в левую часть уравнения:

$$15 - 9 - 6 = 25 - 15 - 10$$

Всё верно, равенство сохрани-
лось? Заметим, что шестерку
мы перенесли специально,
чтобы у правой и левой части
уравнения появился общий
множитель:

$$3(5 - 3 - 2) = 5(5 - 3 - 2)$$

Сократив наше уравнение
на этот множитель, получаем
такую картину:

$$3 = 5$$

Вуаля, можешь считать
свои тройки пятерками!

ВСЁ ПРОСТО!

Конечно, настоящий отличник
догадается, в чем тут подвох.
Те же, кто не понимает, как полу-
чился этот фокус, могут найти под-
сказку на предыдущей странице.

