

# ТАЙНЫ ВСЕЛЕННОЙ

№6 (116)  
2017

## Космические роботы



## Покорители иных миров



**РК «Бал»**

**враг не пройдет**



**Дополненная  
реальность**

**как  
увидеть  
нереальное**

Выпиши «Тайны вселенной» на [podpiska.pochta.ru](http://podpiska.pochta.ru) 16+  16+

# Уважаемые читатели!

Вы держите в руках свежий номер ежемесячного издания «Тайны вселенной».

Многие из вас уже хорошо знакомы с нашей газетой. Не один год мы стараемся радовать вас интересными материалами.

Теперь же наше издание стало еще более познавательным, и мы уверены, что каждый найдет в нем что-то полезное для себя.

На страницах «Тайн вселенной» множество рубрик, посвященных различным областям знания, в которых будут освещаться самые последние достижения науки и техники.

В этом номере мы расскажем вам о последних разработках в области астрофизики, космонавтики, геологии. На страницах нашего издания вы найдете увлекательные статьи на эти темы.

Читая наши материалы, вы откроете тайны генной инженерии и альтернативной энергетики. Многие в этих областях пока остаются непознанным, но каждый день приближает нас к разгадке тайн Вселенной.

В материалах, посвященных истории науки, мы расскажем о знаменитых изобретателях и ученых. Ведь именно эти люди сделали великие открытия, благодаря которым мы с вами научились многому.

Кроме этого, в «Тайнах вселенной» вы всегда найдете статьи, посвященные новостям науки, различным интересным событиям и многому другому.

Спасибо, что читаете нас. Оставайтесь с нами! А мы всегда будем вас радовать и удивлять.

**Редакция журнала «Тайны Вселенной»**

## Читайте в этом номере:



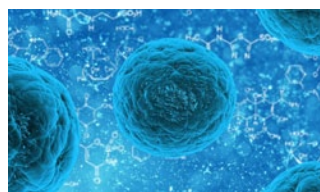
**Стр. 4—7**  
**Сверхгиганты – исполины среди звёзд**

**Стр. 8—11**  
**Космические роботы – покорители иных миров**



**Стр. 12—15**  
**Метро – подземное царство человека**

**Стр. 16—19**  
**Дополненная реальность – как увидеть нереальное**



**Стр. 20—23**  
**Регенерация частей тела – новый прорыв в медицине?**

**Стр. 24—27**  
**Интеллект животных – насколько они разумны?**



**Стр. 28—31**  
**Сверхглубокие скважины – на пути к центру Земли**

**Стр. 32—33**  
**РК «Бал» – враг с моря не пройдет**



**Стр. 34—36**  
**Алексей Абрикосов: учёный, предвосхитивший время**

# НОВОСТИ С ПЕРЕДНЕГО КРАЯ НАУКИ

■ По материалам информгентств подготовил Евгений Попов

## Создание машины времени не за горами

**О** путешествиях во времени люди задумывались уже давно. И вот команда физиков из США и Канады предложила свою идею, какой могла бы быть машина времени.

«Люди привыкли считать путешествия во времени чем-то фантастическим. Но математически возможность подобного путешествия доказана», — считает один из авторов исследования, математик и физик-теоретик Бен Типпетт из Университета Британской Колумбии в Канаде.

Первые теоретические основы для подобной точки зрения заложил Альберт Эйнштейн, высказавший гипотезу о том, что время гибко и может искривляться. Современные же физики развили учение Эйнштейна. Они полагают, что все четыре измерения существуют одновременно и связаны в единый пространственно-временной континуум.

Таким образом, если, используя кривизну пространства-времени, удастся согнуть время в круг, то, следуя по получившемуся временно-



му кольцу, мы сможем попасть или в прошлое, или в будущее. В зависимости от вектора нашего движения.

Однако, несмотря на то что подобное путешествие получило теоретическое обоснование, ученые сомневаются, что в ближайшем обозримом будущем удастся построить работоспособную машину времени.

«На сегодня это невозможно, — категорически заявляет Типпетт. — Для подобного проекта нам нужны материалы, с помощью которых мы сможем искривлять пространственно-временной континуум. Однако пока такие экзотические материалы нам неизвестны; возможно, мы сможем синтезировать их в будущем». ■

## Искусственный фотосинтез поможет очистить воздух

**Ученые из Университета Центральной Флориды разработали новый способ очистки воздуха от избытков углекислого газа, чтобы сделать его более пригодным для дыхания.**

**В** основу их работы лег всем известный процесс фотосинтеза, в ходе которого из воды и углекислого газа при воздействии солнечного света образуются органические соединения и выделяется кислород. Ученые сумели воспроизвести технологию, которая повторяет процесс, происходящий в клетках растений. Тем самым они вплотную подошли к созданию станций для очистки газообразных отходов производства.

Основной проблемой, стоявшей перед исследователями, было создание искусственного аналога фотопигмента хлорофилла, являющегося ключевым участни-



ком процесса фотосинтеза. До настоящего времени при создании подобных искусственных веществ приходилось использовать дорогостоящие металлы — платину, иридий, рений.

Новый фотопигмент, созданный командой из Флориды, имеет в своей основе титан, который существенно дешевле платины. Работает вещество в синей области солнечного спектра. Во время проведения эксперимента ученые поместили колбу с полученным фотопигментом в цилиндр, заполненный углекислым газом. По прошествии определенного времени, сделав повторный замер, они выяснили, что концентрация углекислого газа снизилась, а часть газа трансформировалась в органические соединения формиа и формамид с выделением кислорода.

Теперь перед учеными стоит задача по увеличению КПД своего фотопигмента, чтобы его можно было использовать для очистки промышленных выбросов. ■

# СВЕРХГИГАНТЫ — ИСПОЛИНЫ СРЕДИ ЗВЁЗД

Солнце

■ Александр Стела

**М**ириады звезд на ночном небе с глубочайшей древности привлекали внимание людей. Люди наделяли звезды особыми свойствами, им приписывали влияние на земные дела — например, египтяне верили, что Сириус управляет разливами Нила. Но при этом людям на Земле звезды казались малыми небесными телами — много, много меньше, чем Луна. Лишь с появлением мощных телескопов люди осознали, что звезды — огромные светила, подобные Солнцу.

## Красные сверхгиганты

**О**днако даже ближайšie звезды так далеки от нас, что и в самые лучшие современные телескопы они видны только как светящиеся точки. Поэтому лишь в начале XX века ученые нашли способ вычислять действительный диаметр звезд. Результаты исследований оказались поразительными — звездное небо оказалось заселенным как карликами, так и гиган-

тами. Так, диаметр звезды Бетельгейзе был измерен в 1920 году и оказался почти в 350 раз больше диаметра Солнца. Поверхность Бетельгейзе примерно в 120 тысяч раз больше его поверхности, а объем в 40 миллионов раз больше объема нашего светила! Если бы Бетельгейзе оказалась на месте Солнца, она заполнила бы все пространство далеко за пределами орбиты Марса.

Но этот небесный исполин — далеко не самая большая звезда в безбрежных просторах космоса. Долгое время самой большой звездой считалась VY, которая находится в созвездии Большого Пса. Радиус этой звезды — миллиард километров, что в полторы тысячи раз больше радиуса Солнца. Представление о размерах этого колосса дают следующие расчеты: один оборот вокруг звезды-гипергиганта займет 1200 лет, и то если лететь со скоростью 800 километров в час. Если уменьшить Землю до 1 сантиметра в поперечнике и так же пропорционально уменьшить VY, то размер последней будет 2,2 километра. Правда, масса этой звезды «всего лишь» в 40 раз больше массы Солнца (это объясняется тем, что плотность звезд-сверхгигантов очень низкая). Но зато светит VY в 500 тысяч раз сильнее нашего небесного светила.

## Звездная жизнь

**Б**етельгейзе и VY являются красными сверхгигантами. Как известно, звезды формируются из космических скоплений водорода. Когда такое облако оказывается достаточно плотным, начинают действовать гравитационные силы, вызывающие сжатие и нагрев газа. По достижении определенного предела в нагретом и сжатом центре облака начинаются термоядерные реакции — это означает, что звезда зажглась. Во вспыхнувшем светиле водород превращается в гелий миллионы и даже миллиарды лет. Если звезда достаточно велика, наступает момент, когда в термоядерные реакции включаются углерод и кислород — звезда



Бетельгейзе



VY Большого Пса выбрасывает огромное количество газа во время своей вспышки

становится красным гигантом или сверхгигантом. Газовая оболочка такой звезды вырастает до огромных размеров, распространяясь на миллионы километров. Красные сверхгиганты обычно заканчивают жизненный путь взрывом сверхновой. Ведь существование звезды определяется равновесием между силами гравитации, стремящимися сжать звезду, и давлением излучения, «распирающим» ее изнутри. Когда излучение оказывается недостаточным, чтобы компенсировать гравитационное поле звезды, происходит катастрофический коллапс светила. Гравитационное сжатие вызывает «взрыв

внутри» — процесс сопровождается выделением колоссального количества энергии.

Звезда становится сверхновой и на короткое время начинает сиять ярче, чем все звезды галактики, вместе взятые. Потом вспышка сверхновой заканчивается. Газовая оболочка погибшей звезды дает начало новой туманности, а вырожденное ядро превращается в объект малой величины, но чудовищной плотности (это может быть белый карлик, нейтронная звезда или даже черная дыра).

Увы, но сверхгигант Бетельгейзе — близкий, по космическим меркам, сосед Солнечной системы (расположен примерно в полутысяче световых лет) достиг финальной стадии своей эволюции и может взорваться в самом скором времени. И этот катаклизм может быть опасен для Земли. Излучение сверхновой при взрыве направлено неравномерно — максимум излучения определяют магнитные полюса звезды. И если окажется, что один из полюсов Бетельгейзе направлен точно на Землю, то после взрыва сверхновой в нашу планету ударит смертоносный поток рентгеновского излучения...

### Это любопытно!

**К**оличество темноглазых людей в мире больше, чем количество людей со светлыми глазами. Причина подобного различия в генетическом доминировании признаков, которые отвечают за большее количество меланина. Если в семье у одного из родителей темные глаза, а у другого светлые — то, скорее всего, дети будут с темными глазами.



R136a1

превосходящую массу Солнца в десятки и сотни раз. Поверхность голубых сверхгигантов стремительно уменьшается из-за сжатия, при этом излучение внутренней энергии непрерывно растет и повышает температуру светила.

К этому классу звезд относится ярчайшая звезда, достоверно известная ученым. Открытие произошло недавно: в 2010 году, изучая Большое Магелланово Облако, исследователи обнаружили звезду R136a1. Этот гигант в 256 раз больше нашего Солнца по своей массе!

Это значит, R136a1 весит  $5 \times 10^{32}$  кг, или 500 000 000 000 000 000 000 000 000 тонн! Эти данные стали откровением для ученых, ведь предполагалось, что звезд, которые превышают массу Солнца больше чем в 150 раз, не существует. При этом R136a1 превосходит Солнце в десять миллионов раз по своей яркости! Звезда находится

**Н**екотрые ученые предполагают, что у Солнца может быть спутник — «темная» звезда Немезида. Это может быть белый или коричневый карлик, вращающийся вокруг Солнца на расстоянии около 1,5 световых лет. По мнению ученых — авторов гипотезы, Немезида может оказывать определенное губительное влияние на составляющие Солнечной планетарной системы, а точнее, изменять орбиты астероидов и комет. Испытав влияние Немезиды, данные объекты меняют свою траекторию таким образом, что становятся опасными для Земли.

## Огромные и яркие

**Н**о красные сверхгиганты далеко не самые тяжелые и яркие звезды. Чемпионами среди известных на сегодня звезд являются голубые сверхгиганты. В отличие от красных, доживающих долгую жизнь, — это молодые и раскаленные звезды, в миллионы раз превосходящие Солнце своей яркостью и имеющие массу,

### Это любопытно!

**С**ильнее всего солнечный свет отражает снег. Покрытые снегом полюса Земли отражают обратно в космос до 90% солнечного света. Ни одно из естественных тел не может отражать свет с такой же интенсивностью. Например, материки нашей планеты отражают всего лишь 10–20% солнечной радиации.



Голубой сверхгигант Ригель и туманность IC 2118, которую он освещает

в Большом Магеллановом Облаке — карликовой галактике, которая вращается вокруг нашего Млечного Пути. Расстояние от Земли до туманности составляет невообразимую величину в 160 тысяч световых лет, поэтому исполинская звезда видна с помощью мощных телескопов. А если бы это удивительное светило находилось на месте одной из ближайших к солнечной системе звезд, то сияние R136a1 превосходило бы сияние Солнца.

Впрочем, возможно, что R136a1 в скором времени уступит «чемпионский титул» загадочной двойной звезде R144, открытой в середине апреля 2013 года. R144 — это единая систе-

ма из двух звезд, вращающихся во круг друг друга по близким орбитам, с полной массой компонентов около 300 солнечных масс. В недалеком будущем они могут слиться в единый объект, который окажется большей звездой, нежели нынешний рекордсмен (появившийся на свет, скорее всего, таким же образом).

Двойной звездой является и таинственный объект LBV 1806—20, чья яркость предположительно в 12 миллионов раз превосходит яркость Солнца (больше, чем у R136a1). Спрятанное за газом и пылью чудовищное светило класса LBV (яркая голубая переменная) имеет массу 130—190 масс Солнца. Эта сверхзвезда за 2—3 секунды излучает примерно столько же энергии, сколько Солнце за год. То, что LBV 1806—20 и R144 — двойные звезды, — не случайно. Как показывают исследования, три четверти голубых сверхгигантов имеют близко расположенную звезду-спутник, а примерно треть из них находятся на пути к слиянию и образованию одной звезды (оставшаяся четверть «одиночных» голубых супергигантов —

**С**олнце является одной из 220—400 млрд звезд нашей Галактики. Всего в астрономические каталоги занесено около 50 миллиардов звезд — но это огромное количество лишь небольшая часть звезд нашей Галактики. При этом современные приборы позволяют наблюдать 130 миллиардов галактик! Число звезд в наблюдаемой вселенной примерно оценивается как 30 миллиардов триллионов.

по-видимому, результат произошедшего в прошлом слияния звезд). Поэтому такие звезды получили негласное название «звезды-вампиры» (главная из звезд двойной системы «высасывает» вещество с поверхности своего соседа).

## Чудовищно тяжелые...

**О**днако хотя голубые сверхгиганты являются самыми яркими из известных науке звезд, вопрос о самых тяжелых звездах остается открытым. Есть основания считать, что в космосе существуют «холодные» звезды такой массы, что R136a1 на их фоне окажется карликом.

Интерес астрономов вызывает Эпсилон Возничего — звезда настолько холодная, что, несмотря на ее чудовищные размеры, ее не вид-

**Система Эпсилон Возничего — яркая звезда спектрального класса F и затмевающий компаньон спектрального класса B, окружённый пылевым диском**



но даже в самые мощные телескопы, так как ее слабое излучение почти целиком лежит в инфракрасной области. Мы знаем о существовании этого «скрытого» светила только потому, что у него есть яркий спутник, который она периодически затмевает. Исходя из косвенных данных, ученые предположили, что таинственный «затмевающий» объект — это темная звезда — инфракрасный гигант с диаметром 4 миллиарда километров. Если эта гипотеза верна, то Эпсилон Возничего, оказавшись на месте Солнца, заполнила бы все пространство Солнечной системы вплоть до орбиты Урана!

Между тем невозможно сказать, каких размеров могут достигать инфракрасные сверхгиганты — ведь звезду настолько холодную, что она излучает почти исключительно в инфракрасной части спектра, очень трудно обнаружить. Несомненно, в глубинах космоса скрываются темные звезды гораздо больших размеров, чем Эпсилон Возничего, — и можно лишь гадать, каких максимальных размеров (и какой максимальной массы) они могут достигать.

Какая бы гипотеза ни была верна, несомненно, что в скором времени появятся новые рекордсмены среди звезд — ведь ученые не устают осваивать пространство и делать все новые открытия. Кто знает, какие светила-левиафаны спрятаны в безбрежном космосе? ■

## ● ИЗ ИСТОРИИ НАУКИ

В 180 году н. э. древнегреческий врач Герофил заложил основы вивисекции — проведения хирургических операций над живым организмом для того, чтобы исследовать функции организма, изучить действия лекарственных трав, разработать методы хирургического лечения, а также в образовательных целях.



# КОСМИЧЕСКИЕ РОБОТЫ – ПОКОРИТЕЛИ ИНЫХ МИРОВ

■ Владимир Антонов

**В**одной старой песне были слова: «На пыльных тропинках далеких планет останутся наши следы». Авторы имели в виду отважных космонавтов-первооткрывателей, но вышло так, что людей опередили роботы. Сегодня с их помощью мы обладаем бесценной информацией о Луне и Марсе, благодаря чему человечество вновь стало делать гигантские скачки в освоении космоса.

## Навсегда первые

**Н**а заре космических полетов людям казалось, что покорение космоса произойдет буквально на их глазах — как поколением ранее произошло покорение воздушной стихии.

Но космос преподнес множество неприятных сюрпризов. Оказалось, что за пределами магнитного поля Земли, действующего как огромный щит, солнечная радиация достигает уровня, при котором длительное облучение становится губительным для организма. Долговременное пребывание в невесомости или пониженном поле тяготения вызывает не только ослабление мышц, но и деградацию костной ткани, делая возвращение на Землю проблематичным. Окружающее нас безбрежное пространство оказалось куда более враждебным, чем предполагалось. Именно большой риск здоровью и жизни космонавтов остается одним из главных препятствий для организации экспедиций к иным мирам. Однако развитие техники открыло человечеству иной путь к удовлетворению любопытства, и вместо хрупких живых существ за пределы Земли полетели управляемые роботы. Именно они сегодня



**Н**еобычный ремонт «автомобиля» пришлось делать экипажу «Аполлона-17» после того, как сломалось защитное крыло их пассажирского планетохода. Один из членов экипажа случайно зацепил молотком крыло над одним из колес. В результате поднимаемая во время движения пыль оседала на скафандрах, элементах конструкции луномобиля, вызывая их перегрев и сбои в работе. Астронавтам пришлось делать ремонт с помощью... карт местности и скотча. Склеив вместе несколько листов, они примотали их к планетоходу клейкой лентой. Выглядело не очень, зато экипаж «Аполлона-17» спокойно завершил миссию.



**Пульт дистанционного управления «Луноходом» (пульт оператора остронаправленной антенны)**

оставляют на поверхности небесных тел следы колес.

Первым в мире планетоходом — именно так называются исследовательские роботы, приспособленные для перемещения по поверхности небесного тела, — был советский аппарат «Луноход-1», благополучно прилунившийся 17 ноября 1970 года. Программа «Лунохода» стала своеобразным реваншем за то, что Советский Союз не смог первым высадить космонавта на спутнике Земли. Вместо этого было решено продемонстрировать нечто совершенно невиданное — робота, словно сошедшего со страниц научной фантастики.

В те годы программирование и автоматизация оставляли желать лучшего. Поэтому «Луноход» управлялся дистанционно, с Земли, специально отобранным экипажем. С учетом дублирующих пилотов общая численность команды, отвечавшей за передвижение и работу научного оборудования, достигала одиннадцати человек. Планетоход проработал до 14 сентября 1971 года, за это время проехав 10,5 километров — кажется немного, но задачей космического аппарата были вовсе не гонки, а иссле-

дование поверхности небесного тела. С чем он прекрасно справился, переслав на Землю множество фотографий, проведя химический анализ лунного грунта в двадцати пяти точках. Через два года по следам предшественника отправили «Луноход-2», начавший свое путешествие в январе 1973 года. Пройдя по поверхности Луны сорок два километра, он поставил рекорд по дальности поездки для космических аппаратов, державшийся не одно десятилетие, и провел видеосъемку окрестностей по маршруту следования.

## Ручное управление

**К**азалось бы, успехи советских аппаратов должны были еще в 1970-е годы пробудить интерес к роботизированным экспедициям по всей Солнечной системе. Но этого не произошло по причине сложности управления техникой на огромном расстоянии, для преодоления которого сигналу с нашей планеты требуется некоторое время. От Земли до Луны радиоволна летит 1,28 секунды, так что любая команда «Луноходу» передавалась почти с трехсекундной задержкой. Любая экстремальная ситуация могла стать для аппарата последней просто потому, что операторы в центре управления узнали бы об опасности слишком поздно. И если роботом на спутнике нашей планеты еще можно было как-то управлять на расстоянии, то отдавать команды марсоходу просто нереально. В зависимости от расположения планет сигнал до Марса идет от трех с небольшим до двадцати двух минут. Пока операторы на Земле получают информацию об опасности, марсоход успеет десять раз попасть в аварию.

Советские инженеры пытались решить эту проблему созданием автоматической системы управления, но несовершенство технологий тех лет привело к провалу. Когда на Марс попытались направить аппарат ПрОП-М (Прибор оценки проходимости), он перестал работать

### Это любопытно!

**Р**асчеты, применявшиеся для вывода на орбиту первого искусственного спутника, проводились на электро-механических счетных машинах, которые по принципу работы соответствовали аналоговым арифмометрам. И только на последних этапах подготовки использовалась ЭВМ — БЭСМ-1.



«Луноход-1» с закрытой солнечной батареей

через четырнадцать секунд после посадки. В США разработке автоматических планетоходов и вовсе предпочли создание лунного автомобиля, которым бы управляли члены пилотируемой экспедиции. Такое транспортное средство вмещало двух пассажиров и могло перевозить 490 килограммов груза. НАСА снабдило «луномобилями» экипажи трех последних «Аполлонов».

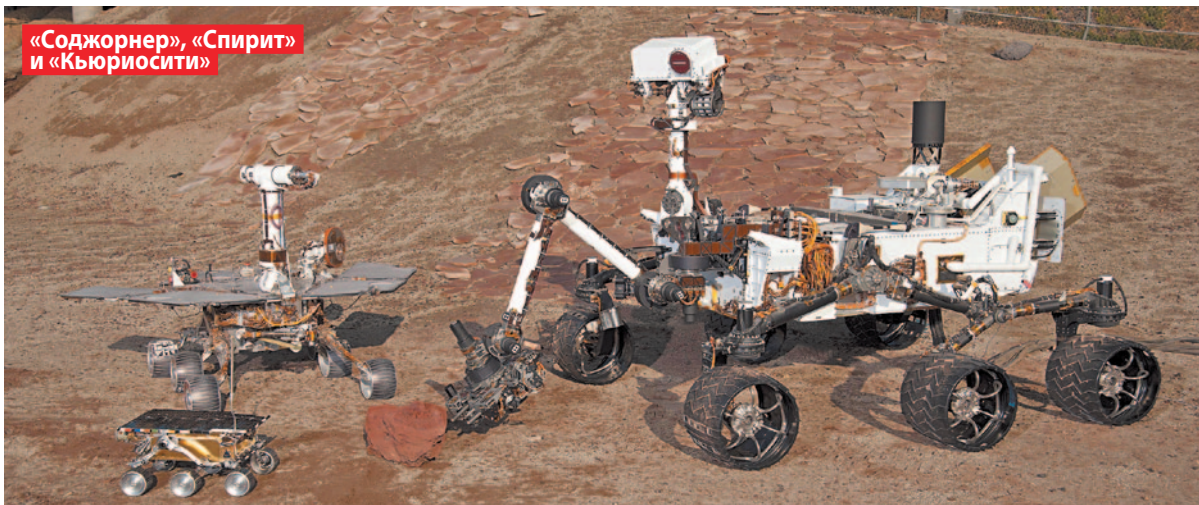
## Покорители Марса

После того как лунные программы по обе стороны океана были свернуты, о планетоходах забыли на долгое время, их последние модели стояли и пылились, как памятники эпохе энтузиазма, выходявшего далеко за пределы технических возможностей. Конструкторы космических аппаратов сосредоточились на орбитальных спутниках или зондах, запускаемых для дистанционного осмотра далеких планет. И лишь во второй половине 1990-х годов ситуация поменялась.

Первой ласточкой стала миссия Национального аэрокосмического агентства Mars Pathfinder, название которой можно перевести как «Первопроходец Марса». Автоматическая марси-

анская станция, прибывшая на Красную планету, доставила туда небольшой десятикилограммовый марсоход «Соджорнер». Несмотря на сходство, этот дальний родственник советских луноходов принципиально отличался от них — примерно как современный человек отличается от питекантропа. Им не надо было управлять с Земли. Достижения компьютерной техники и программирования позволили инженерам создать полностью автономный аппарат, управляемый процессором Intel 80C85. «Соджорнер», в прямом смысле, осматривал окрестности своей стереоскопической видеокамерой, и из увиденного благодаря программному обеспечению формировалась трехмерная карта местности. А уже она сопоставлялась со снимками из космоса, загруженными в память аппарата. Планетоход мог самостоятельно определять, сможет ли он безопасно пройти по маршруту, при необходимости обходя препятствия и прокладывая самый безопасный и по возможности короткий путь к намеченной учеными цели.

Хотя «Соджорнер» проехал по марсианской поверхности скромных сто метров, это был несомненный успех: впервые в истории человечество отправило к другой планете автоматизированное транспортное средство, способное перемещаться без команд с Земли. «Соджорнер» доказал, что использование роверов может быть оправданным. Уже следующая миссия на Марс, начавшаяся в 2004 году, опиралась на использование сразу двух планетоходов — «Спирит» и «Оппортьюнити», весом по 185 килограммов каждый, снабженных разнообразной аппаратурой для проведения геологических исследований. Их успех оказался просто феноменальным. Вместо запланированных трех месяцев «Спирит» проработал почти пять лет и четыре месяца, а «Оппортьюнити» до сих пор колесит по Марсу, тщательнейшим обра-



«Соджорнер», «Спирит» и «Кьюриосити»



зом обследовав десятки километров поверхности другой планеты. Благодаря их работе ученые получили уникальную возможность тщательно проанализировать почву Марса, узнав о его геологии больше, чем за предыдущие сотни лет. В частности, было неопровержимо доказано, что в древности здесь было большое количество воды и, возможно, существовала жизнь. Поисками ее следов сегодня занимается еще один робот, «Кьюриосити», присоединившийся к своему собрату в 2011 году.

**К**омпания Google начиная с 2007 года проводит соревнование на создание нового лунохода. По условиям открытого конкурса Google Lunar X PRIZE победителем станет тот, кто сможет доставить передвижной автоматический аппарат на орбиту Луны, совершить мягкую посадку, проехать не менее пятисот метров и передать на Землю видеозапись происходящего в высоком разрешении. В случае выполнения всех этих условий призер получит 20 миллионов долларов. На данный момент о своём участии в соревновании заявили 16 команд из 11 стран.

## Пилотируемые роботы

Сегодня с разработкой транспорта для далеких планет связывают большие надежды, ведь он может добраться в места, куда путь человеку еще долгое время будет заказан. И речь идет не только о Луне и Марсе, но и о Венере и планетах внешней Солнечной системы.

Кроме США свои аппараты сегодня собирают и другие страны и космические агентства, до конца текущего десятилетия планируется отправка ряда автоматических роверов. Технологии, позволяющие им самостоятельно функци-

онировать без приказов с Земли, с каждым годом совершенствуются, а это означает, что уже в ближайшем будущем планетоходы смогут решать более сложные задачи. Сегодня их скорость ограничена несколькими километрами в час, да и то на практике она часто недостижима, поскольку робот вынужден долго обдумывать каждый свой шаг. Представьте, как все изменится, если машина сможет прокладывать маршрут с уверенностью опытного пилота/человека? Район, доступный для исследования, расширится в разы, и поток научных данных буквально хлынет на нашу планету. Кроме того, развитие автоматизированных систем вполне может привести к созданию беспилотных самоуправляемых летательных аппаратов, которые могут существенно помочь в исследованиях.

Конструкторы не оставляют и разработку транспортных средств для космонавтов, ведь,



несмотря на все препятствия, люди по-прежнему желают оставить свой след на поверхности иных миров. Так, сегодня проходит испытание прототип лунного транспортного ровера Small Pressurized Rover, имеющего герметичную кабину для двух человек. Его создатели надеются, что их детище сможет спокойно удаляться на тысячу километров от места посадки и иметь резерв системы жизнеобеспечения на две недели автономного путешествия. Похоже, скоро нас ждет новый рывок в космические просторы. ■

## ● ИЗ ИСТОРИИ НАУКИ

В 1609 году немецкий ученый Иоганн Кеплер сформулировал первые два своих знаменитых закона. Он установил, что орбиты планет имеют эллиптическую форму. Чем дальше планета находится от Солнца, тем медленнее она движется по своей орбите. Третий закон движения планет Кеплер открыл в 1618 году.



# МЕТРО – ПОДЗЕМНОЕ ЦАРСТВО ЧЕЛОВЕКА

■ Сергей Путилов

**С**егодня в любом крупном городе подземка является просто незаменимым транспортом. В разных странах она называется по-разному: «тьюб» — в Англии, «сабвэй» — в США, «МРТ» — на Тайване, наконец, «метро» — в России и Франции. Метро развозит людей, поражает своей технологичностью, а иногда и художественными изысками. Оно же, при необходимости, способно стать убежищем. Попробуем посмотреть, как оно появилось и до каких глубин добралось сегодня.

## Родоначальники метро

**Х**отя люди еще тысячелетия назад научились киркой и лопатой прокапывать порой многокилометровые подземные норы, появлением метро мы во многом обязаны... морскому моллюску-древоточцу. Важной точкой в исто-

рии строительства подземки стал изобретенный в 1814 году английским инженером Марком Брюнелем тоннелепроходческий щит — впоследствии наиболее эффективное средство метростроения во всем мире. Эту идею Брюнелю «подсказал» морской моллюск-древоточец, способный при помощи своей раковины бурить отверстия в обломках затонувших кораблей. В патенте, выданном Брюнелю в 1818 году, была механическая копия такого червя для бурения тоннелей по спиралеобразной траектории вращения. Это и был прообраз будущих механизированных щитов.

Однако первая подземка рылась открытым способом — выкапывалась канава, которая затем засыпалась поверх тоннельной трубы. Метро было придумано лондонцем (и для лондонцев) Чарльзом Пирсоном, который в 1846 году представил свой проект Королевской комиссии по делам столичных железных дорог. Через несколько лет, в 1853 году, была создана компания North Metropolitan Railway Co, которая со значительным опозданием, вызванным денежными затруднениями, прорыла первый тоннель в январе 1860 года. Первая станция открылась для пассажиров в 1863 году, а подзем-

ный участок, соединивший Фаррингдон-стрит и Паддингтон, составил не многим более 3 километров. Для сравнения протяженность современного лондонского метро превышает уже четыреста километров.

## Транспорт рабочих

Тогда, полтора века назад, вагоны, шедшие на глубине всего десять метров, были заполнены едким паровозным дымом и были далеки от комфорта. Но даже в таком виде они оказались идеальным решением для того, чтобы перевозить тысячи рабочих, приезжавших из пригорода в столицу на заработки. Лондонский метрополитен стал популярен, так как был самым



Строительство Лондонского метрополитена вблизи вокзала Кинг-Кросс, 1861 год

быстрым видом транспорта в городе. На момент открытия средний пассажиропоток за день составлял 26 000 человек. Кроме того, подземка вполне успешно справлялась со своей основной задачей — разгрузить уличное движение. В составе первого поезда было всего четыре вагона. В том же 1863 году было принято решение о строительстве в Лондоне кольцевой линии протяженностью 30 км.

Электротяга поездов впервые появилась в Лондоне только в 1890 году. Действительно, глотать паровозный дым в подземной многокилометровой норе было не слишком комфортно. Первой электрифицированной веткой ме-

### Это любопытно!

Как оказалось, наиболее популярный день рождения у детей — это вторник. Это выяснилось после исследования динамики рождения детей. В результате удалось установить, что чаще всего дети рождаются именно во вторник. А меньше всего рождается детей в субботу и воскресенье.

Самым длинным метро в мире является подземка Нью-Йорка общей длиной путей 1355 километров.

А общее количество станций — 468.

В этом метро необычно то, что почти 40% маршрутов проложено на поверхности.

При этом они являются полностью изолированными от остального движения общественного транспорта. Пассажирами этого метро-чемпиона могут стать более пяти миллионов человек ежедневно.

По пассажиропотоку метро Нью-Йорка находится в пятерке лидеров. И работает оно круглые сутки.

тро была лондонская линия Сити-Саус, открытая официально 4 ноября, когда принц Уэльский впервые совершил подземное путешествие от станции «Кинг Уильям Стрит» до станции «Овал». Следующим новшеством стало появление в 1911 году эскалаторов, решивших проблему значительных очередей у входа в метро. Это ускорило процесс погружения пассажиров в подземку в несколько раз. Первый в мире эскалатор появился тоже в Лондоне. Интересно, что согласно установленному стандарту угол наклона эскалаторов во всем мире сейчас

составляет, как и тогда, 30 градусов.

Вслед за британцами первый метрополитен в 1868 году увидели жители Нью-Йорка. Сначала он был надземным, а в 1904 году переехал под землю. В Европе первые метрополитены появились в Будапеште (1896 год), Париже (1900 год), Берлине (1902 год).

## «Труба» по-русски

А вот в России строительство метрополитена стало возможно только в советское время. В начале XX века население Москвы достигло отметки 1 200 000 человек. Тысячи извозчиков, конка и даже трамвай не решали проблему транспорта. В 1901 году архитектор Балинский П. И., инженер Кнорре Е. К. и художник Каразин Н. Н. выступили с проектом создания в Москве электрических железных дорог. Первый метрополитен задумывался как смешанный, с подземной частью на Красной, Трубной и Воскресенской площадях. Наземную половину пути инженеры планировали расположить на эстакадах. Стоимость проекта протяженностью 54 километра составила фантастическую по тем временам сумму — 155 миллионов рублей. Но



Электropоезд типа А с вагонами 1 и 1031 на ЭКСПО-1520 в Щербинке

фото www.wikipedia.org

поддержку властей пилотный метрополитен не получил. Вернуться к идее с метро Городская дума решила в 1912 году. В проект инженера Кнорре на этот раз вошли сразу три подземные линии. Однако Первая мировая война и революция отсрочили появление метрополитена в Москве на пару десятков лет.

После 1922 года, когда Москва стала столицей СССР, население города стремительно выросло. Автобусы и трамваи, троллейбусы и другой наземный транспорт не удовлетворяли потребности мегаполиса. В 1931 году на Пленуме ЦК ВКП(б) постановили немедленно приступить к сооружению метро. Поскольку своих экспертов в стране не было, к разработке привлекли опытных британских инженеров. 16 мая 1935 года московский метрополитен открыл свои двери, и жители столицы впервые проехали на поезде под землей. Сейчас в составе московского метро уже больше двух десятков линий и около двухсот станций, и это количество увеличивается каждый год. Любопытно, что перед началом движения поезда в то время помощник машиниста вместо привычной фразы «Осторожно, двери закрываются» громко объявлял «Готов!».

Во времена бомбежек 1941 года метро стало убежищем для жителей города. Порой до полумиллиона человек скрывались на станциях и в тоннелях. Как только начиналась воздушная тревога, движение поездов останавливалось. Кроме проживания людей, станции обо-

рудовались и под другие нужды. Например, на Курской расположилась библиотека. А на станции Кировской, как на одной из самых глубоких в то время, во время войны располагался штаб противовоздушной обороны Москвы. И все-таки у метро были и уязвимые участки, от бомбардировок спасали только станции и линии глубокого заложения, но такими были далеко не все. И в тоннель между Арбатской и Смоленской (сегодня это Филевская линия) в районе Спасопесковской площади попала бомба.



После войны на территории Советского Союза метрополитены были открыты также в Ленинграде (1955 год), Киеве (1960 год), Тбилиси (1966 год), Баку (1967 год), Харькове (1975 год), Ташкенте (1977 год), Ереване (1981 год), Минске (1984 год), Горьком (1985 год), Новосибирске (1986 год), Куйбышеве (1987 год) и Свердловске (1991 год).

## ● ИЗ ИСТОРИИ НАУКИ

В 2007 году американский астроном Карл Гриллмэйр из Калифорнийского технологического института с помощью телескопа Спитцера открыл звездные потоки, которые представляют собой объединение звезд, вращающихся вокруг центра галактики, которое раньше было шаровым скоплением или карликовой галактикой.

## Сокровища подземных королей

Растущие потребности в скоростях сказываются и на строительстве метро: для оптимизации процесса станции могут быть постро-

ны по типовому проекту, как, например, в Вашингтоне (схожая ситуация с метро сейчас и в Москве). Однако все чаще каждому залу с платформой стараются придать индивидуальный облик, что не только радует глаз, но и помогает в навигации по запутанным веткам подземки.

Из недавно открытых станций самыми впечатляющими стали станции в стиле luxury в Дубае. Здесь строится самое современное метро и самое дорогое: его стоимость 15 млрд долларов. Дизайн станций воплощает идею четырех стихий — воды, земли, воздуха и огня. Так,



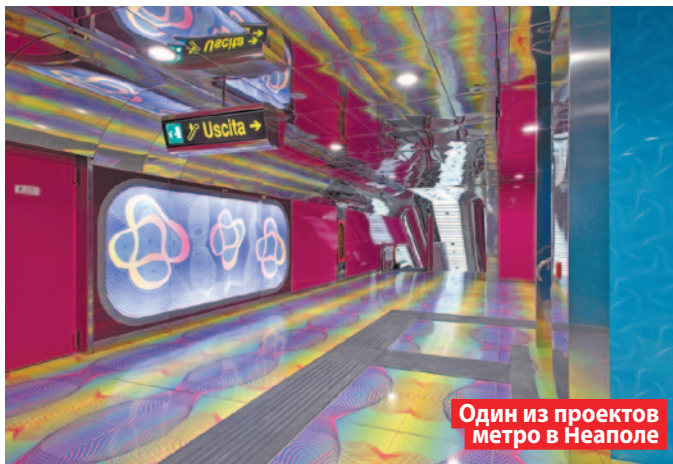
**Станция Toledo, Неаполь**



**Проект станции метро в Эр-Рияде по идее Захи Хадид**

станция *Virjuman* выполнена в виде ракушки, а ее интерьер украшен огромными люстрами в форме медуз. Дороговизна дубайского метро выражается не только в использовании натуральных материалов в отделке, новейших технологиях и наличии вагонов бизнес-класса, но и в высокой плате. Впрочем, даже и это не предел: уже через пару лет в столице Саудовской Аравии, Эр-Рияде, откроется станция метро по проекту Захи Хадид, стены которой украсят пластинами из золота. По словам архитектора, при создании проекта она вдохновлялась дюнами Саудовской Аравии, плавные контуры которых она постаралась придать и самой станции.

Если Восток поражает своей роскошью, то Запад делает ставку на искусство: проекты станций давно заказываются звездным архитекторам, а к оформлению привлекаются известные художники, скульпторы и дизайнеры. Одним из таких ранних опытов является стокгольмская подземка, которую называют «самой длинной художественной галереей в мире»: 90 из 100 станций украшены предметами искусства абсолютно разной тематики. Стены станций не стали ничем отделять, а для сохранения фактуры скалы использовали



**Один из проектов метро в Неаполе**

## Это любопытно!

**Юпитер** является одновременно и самой большой планетой Солнечной системы, и самой быстрой. Полный оборот вокруг своей оси он совершает всего за 10 часов. Такая скорость вращения является следствием мощного магнитного поля планеты и сильной радиации. В то же время оборот вокруг Солнца Юпитер совершает за 12 лет.

«набрызг-бетон». Поэтому важную роль в дизайне играет цвет и свет.

В течение последних нескольких лет в Неаполе развивается проект *Metro Napoli's Art Stations*, в котором участвуют гурю мирового дизайна Алессандро Мендини, Аниш Капур, Карим Рашид и др. Уже видимый результат этого сотрудничества — станция *Toledo*, в отделке которой широко используется мозаика. Главной темой станции стала вода. *Toledo* была признана самой красивой станцией Европы в 2016 году. ■



# ДОПОЛНЕННАЯ РЕАЛЬНОСТЬ – КАК УВИДЕТЬ НЕРЕАЛЬНОЕ

■ Борис Мурадов

**Реальность может быть разной. Прекрасной и ужасающей, печальной и радующей, очевидной и скрытой, да много какой еще. Не так уж и давно мы познали реальность виртуальную, а ныне все чаще слышим о реальности дополненной. И не только слышим, но и видим, хотя сами порой этого не осознаем.**

## Дополняет спорт

Стоит начать с самого элементарного — с дефиниции: дополненная или расширенная реальность (от англ. augmented reality, AR) есть результат введения в поле восприятия любых сенсорных данных с целью дополнения сведений об окружении и улучшения восприятия информации. На первый взгляд не очень понятно.

Можно развернуть определение иначе — как говорится, на пальцах.

Предположим, вы смотрите телетрансляцию футбольного матча. И помимо привычной картинке поля с игроками на нем видите еще цветные линии, как если бы они были прочерчены непосредственно по траве — линию, определяющую положение игрока вне игры, расстояние от точки штрафного удара до ворот и т. д. На самом деле на траве этих линий нет, они прочерчены посредством компьютерной графики на виртуальной модели поля и в нужном ракурсе наложены на телекартинку. Поэтому игроки и зрители на трибунах этих линий не видят, а вам они помогают быстро и правильно разобраться в игровой ситуации. Еще раньше, в 1998 году, ввели подобные желтые линии-маркеры в американском футболе, а в 2013-м благодаря AR-графике стали намного нагляднее, понятнее и увлекательнее телетрансляции знаменитой парусной регаты «Кубок Америки». Ведь на во-



**Д**ополненная реальность находит воплощение и в такой, казалось бы, консервативной сфере, как печатные СМИ. Одним из первых глянцевых AR-изданий стал вышедший в свет еще в декабре 2011 года номер журнала *Top Gear*, а спустя год с небольшим схожая идея была реализована и российским журналом «За рулем». С тех пор подобные технологии применяются в печатных изданиях все чаще. Весьма распространены, например, анонсы музыкальных релизов со звуковыми промодорожками или новых фильмов с трейлерами, которые активируются на смартфоне при загрузке соответствующего приложения.

ду тем более никакие линии не нанесешь даже при желании, а без соответствующей «разметки» нелегко разобраться в положении яхт относительно друг друга и той или иной точки невидимой гоночной «трассы».

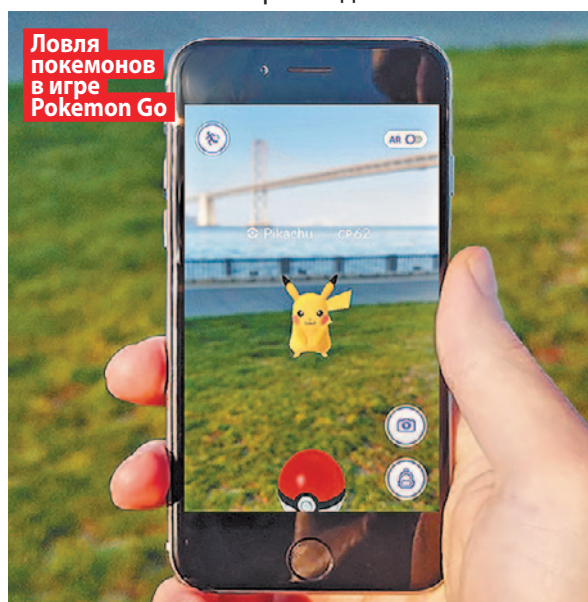
Применяется дополненная реальность и в показе хоккея, автогонок, бега, конькобежных и других видов спорта, повышая зрелищность соревнования для телеаудитории и расширяя понимание зрителем происходящего.

## От самолетов до покемонов

**О**днако AR-эффекты на телеэкране — это лишь «цветочки», а для сбора «ягодок» без смартфона с его бесчисленными специальными приложениями уже никак не обойтись. И этот факт дает представление о масштабах грядущего и уже начавшегося «бедствия», поскольку мир буквально помешался на смартфонах, планшетах и их все более широких возможностях, а сегодняшняя мощность аппаратных платформ для мобильных устройств позво-

ляет производить наложение любых цифровых данных.

Тут стоит припомнить, что, как и многие другие инновационные технологии, дополненная реальность — это порождение военно-промышленного комплекса. Собственно, точкой отсчета здесь можно считать разработку профессора Тома Коделла из компьютерного подразделения авиастроительной корпорации Boeing: в 1990 году она позволила оптимизировать сборочное производство благодаря виртуальному пространственному позиционированию компонентов (Коделл же является и автором самого термина «дополненная реальность»). Вслед за этим компания *Armstrong Labs*, работающая на ВВС США, создала устройство на основе экзоскелета человека, предназначенное, в частности, для тренировки пилотов. Правда, эти и последующие системы базировались на очень сложном программном обеспечении и весьма громоздкой технике.



Мощный импульс к дальнейшему и качественно иному развитию AR-технологии получили лишь с 1999 года, когда японец Хирокадзу Като создал программу ARToolKit, позволившую совмещать реальное видеоизображение с дополняющими его виртуальными элементами, для чего было достаточно обычной видеокамеры и интернет-соединения. А уже в следующем году увидела свет ARQuake — первая видеоигра с применением дополненной реальности, и процесс, как говорится, пошел... Сегодняшний результат этой ветви развития идеи — недавнее всеобщее буйное помешательство на мобильной игре, позволяющей ловить виртуальных существ — покемонов — в реальном окружающем мире, причем порой с реальным же риском для здоровья и даже для жизни.



# Смотришь в книгу – видишь фильм

**К** счастью, уже сложился весьма широкий спектр не только развлекательного, но и действительно полезного применения дополненной реальности. Так, компании Volkswagen и Audi реализуют AR-технологии в руководствах по эксплуатации, обслуживанию и ремонту своих автомобилей, благодаря чему наглядно демонстрируется, как что работает или как именно, к примеру, заменить ту или иную деталь. Уже довольно давно



и успешно выпускаются автомобили разных марок, оснащенные функцией проецирования информации для водителя прямо на лобовое стекло: начиналось все с вывода показаний спидометра и некоторых других цифр и символов, а теперь уже дошло до отображения совмещенных с реальной дорогой данных навигатора. Не остались внакладе и мотоциклисты: они могут получать аналогичную картинку на дисплей, интегрированный в шлем Skully AR-1, в затылочную часть которого к тому же

встроена камера, выводящая 180-градусную панораму заднего вида, и который также позволяет выходить в Сеть и слушать музыку со смартфона.

С 2013 года AR-технологии и соответствующая техника задействуются в хирургии и других областях медицины, существенно упрощая операции, повышая их качество и снижая риск осложнений, выявляя раковые клетки или даже просто помогая гарантированно найти вену при инъекции.

Чрезвычайно удобными и полезными представляются приложения вроде Layer, обеспечивающие наложение того или иного виртуального слоя с информацией о достопримечательностях, магазинах, ресторанах, станциях метро, остановках транспорта и т. п. непосредственно на отображаемую камерой мобильного устройства картинку реальной местности.

По схожему пути, бывает, идут и производители продуктов питания и прочих товаров. Например, если навести смартфон на упаковку популярного в США мороженого, в качестве бонуса получаешь прекрасный виртуальный тур по Нью-Йорку. А любители кетчупа Heinz благодаря специальному приложению могут просмотреть таким же образом аж целую книгу рецептов и хоть дома, хоть прямо в магазине узнать, какие еще продукты нужно купить для приготовления

выбранного блюда. Продвинутые клиенты IKEA тоже имеют возможность приобщиться к AR-технологии и еще до покупки того или иного предмета увидеть, как он впишется в их интерьер. Другие приложения подобного типа помогают вооружившимся смартфоном или планшетом любительницам модного шопинга быстро и наглядно примерить на себя виртуальную 3D-копию приглянувшейся одежды или обуви. Так что в рекламе дополненная реальность обосновалась уже прочно.

Вне всякого сомнения, на широчайшее ее применение просто «обречены» и такие сферы, как наука, образование, архитектура, риелторский бизнес.

## ● ИЗ ИСТОРИИ НАУКИ

1970 год — открытие антигелия советскими учеными под руководством Ю. Д. Прокошкина. Антигелий представляет собой антивещество. Он аналогичен гелию, но состоит из античастиц. В его ядре содержится два антипротона, а заряд ядра равен  $-2$ . Оболочку ядра составляют позитроны.

## Когда тайное станет явным

**С**дается, впрочем, что пресловутые смартфоны и планшеты — лишь промежуточное, компромиссное звено эволюции устройств, ге-

нерирующих дополненную реальность. Уже сейчас фанатам этой технологии хорошо известны так называемые очки дополненной реальности — устройство с функционалом того же смартфона, но размещенное в рамке наподобие оправы защитных очков: виртуальные изображения выводятся на видимую через полупрозрачный экран картинку окружающей действительности (самое известное устройство такого рода — Google Glass). Подобные очки используются, в частности, для проведения интерактивных 3D-экскурсий. Однако более широкое и повседневное применение таких девайсов пока сомнительно: при всем стремительном развитии технологии дополненной реальности, и техника для ее реализации, и программное обеспечение еще недостаточно совершенны и удобны.



Подстерегают адептов AR-технологии и вполне серьезные опасности. Например, проецирование информации на лобовое стекло автомобиля или мотоциклетного шлема, позволяя водителю не отводить взгляд от дороги в сторону, на приборы, хотя в то же время виртуаль-

## Это любопытно!

Одним из самых сильных заменителей сахара является лугдунам, он в 300 000 раз слаще сахара. На одну чашку вместо 2—3 ложек сахара достаточно одного кристалла этого вещества. А одного килограмма лугдунама хватит для того, чтобы сделать сладким целый олимпийский бассейн на 10 дорожек.



ная составляющая может и отвлечь от реально происходящего на той же дороге. Что же касается мобильных устройств и ПО к ним, то и другое весьма уязвимо для вирусов, хакеров и прочей кибернечисти. Тем не менее дополненная реальность продолжает развиваться: если в 2015 году в проекты с применением AR-технологий было инвестировано 700 млн долларов, то в прошлом, 2016-м, — уже 1,1 млрд.

**Н**е остается в стороне от прогресса и порноиндустрия. Так, в течение всех дней работы очередной крупнейшей в мире ежегодной выставки потребительской электроники (CES) в Лас-Вегасе не иссякала очередь из желающих приобщиться к таинству дополненной реальности в этой деликатной сфере посредством индивидуального просмотра соответствующего проморолика. На очереди, обещают специалисты, интерактивное 3D-видео с углом обзора от 180°, синхронизированное по времени и процессу с определенным рода секс-игрушками и с возможностью переключения между режимами дополненной и всецело виртуальной реальности.

И если развитие, внедрение и распространение AR-технологий будет и впредь идти такими же темпами, как в последние годы, то уже в самом недалеком будущем мы получим в свое распоряжение некий универсальный инструмент, способный генерировать перед нашими глазами единое информационное пространство, объединяющее в себе функции видео, книги, компьютерной графики, новостной ленты, поисковых систем и много чего еще. И действительность будем видеть вокруг себя примерно такой, какой ее видел всем известный киборг-терминатор — со всеми сопутствующими данными. ■



# РЕГЕНЕРАЦИЯ ЧАСТЕЙ ТЕЛА – НОВЫЙ ПРОРЫВ В МЕДИЦИНЕ?

■ Дмитрий СКРИПЧЕНКО

**К**ак можно было бы восстановить утраченную конечность или даже внутренний орган, да так, чтобы они были «своими родными», а не имплантированными? В последние годы ученые серьезно изучают вопросы возможности регенерации частей тела у млекопитающих. Конечно, вырастить новую руку или даже фалангу пальца у человека пока еще невозможно, но механизм такой невозможности пристально исследуется, и кто знает, как далеко удастся продвинуться в загадках эволюции.

## Чудо-амфибии

**С**пособность некоторых живых существ к регенерации частей тела является весьма интересной темой для ученых. Она вдохновила создателей комиксов Marvel придумать такого персонажа, как Росомаха, который практически мгновенно может исцелять себя и восстанавливать потерянные части тела. И теперь регенерация вдохновляет серьезные научные исследования. Известны разные виды животного царства, способные к регенерации: членистоногие (например, скорпионы) могут выращивать придатки. Некоторые кольчатые черви могут регенерировать себя всего лишь из нескольких сегментов своего тела. Иголокожие (морские звезды) могут как самостоятель-

но ампутировать, так и повторно вырастить конечность. Амфибии (саламандры и тритоны) могут регенерировать конечность всего за месяц.

Саламандры в этой способности вообще уникальны. Они, к примеру, способны неоднократно регенерировать сердце, головной мозг, спинной мозг, хвост и конечности. При этом процесс регенерации саламандры очень точен. Земноводное по необходимости может отрастить всю конечность или только ее утраченную часть. Причем эта хитрая уловка может использоваться неограниченное количество раз, и каждый раз отращенная конечность или ее часть работает абсолютно нормально. Благодаря исследованиям Джеймса Годвина и его коллег из австралийского университета Монаш ученые приоткрыли завесу тайны способности саламандр к регенерации. Важной частью процесса заживления у этих животных оказались макрофаги — клетки иммунной системы, способные к активному захвату бактерий, остатков погибших клеток, грибков и других токсичных для организма частиц. В ходе исследования было установлено, что саламандры, лишённые макрофагов, утрачивали свои регенеративные способности, и у них так же, как у других животных, оставались шрамы и рубцы. При этом после обратной посадки иммунных клеток саламандры вновь могли выращивать хвосты и конечности.

## Потенциал регенерации есть

Говоря о современной регенеративной медицине, обычно выделяют два основных направления. Приверженцы первого пути занимаются выращиванием органов и тканей отдельно от пациента или же на самом пациенте, но в другом месте (например, на спине), с дальнейшей их трансплантацией в поврежденный

### Это любопытно!

Все слышали термин — «кислотные» дожди, но мало кто знает, что он означает. Обычная кислотность дождя — pH 5,6. Если значение pH уменьшается, то дождь становится «кислотным». Например, дождь с pH 5,5 убивает бактерии, а дождь с pH 5,4 смертелен для рыб, земноводных и насекомых.



Поврежденная клешня краба

Клешня краба после регенерации

участок. Начальным этапом развития данного направления можно считать решение вопроса с кожей. Традиционно новая кожная ткань бралась у самих пациентов или у трупов, но сегодня кожа может выращиваться в огромных количествах. Сырой материал ненужной кожи берется у новорожденных младенцев. Если у младенца-мальчика делается обрезание, то из этого кусочка можно сделать огромное количество живой ткани. Крайне важно брать кожу для выращивания у новорожденных, клетки должны быть как можно моложе. Приверженцы второго направления регенеративной медицины главной задачей считают восстановление поврежденных участков силами самого ор-



Утолщение на теле дождевого червя указывает на место отрастания регенерируемого участка тела

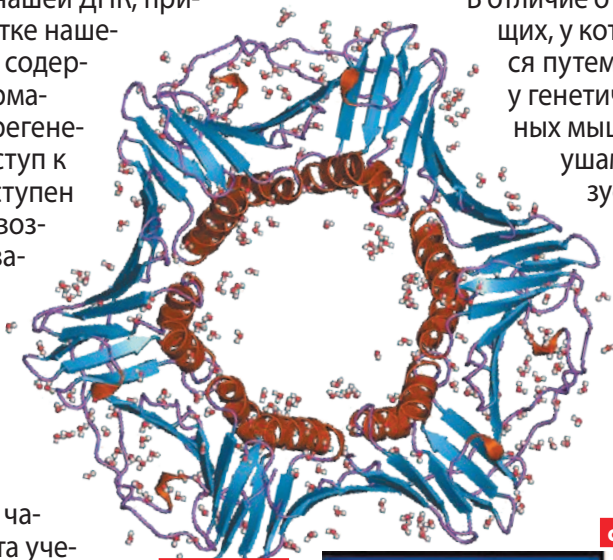
ганизма, используя его резервы, скрытые возможности и определенные вмешательства извне, в основном в виде поставки дополнительных ресурсов и строительного материала для репарации.

Для человека большие успехи в регенерации пока недоступны. Дорожная карта человека, которая содержится в нашей ДНК, присутствует в каждой клетке нашего тела и также должна содержать достаточно информации для создания или регенерации тела. Однако доступ к этой части плана недоступен для человека. Одна из возможных причин этого заключается в том, что регенерация требует слишком много энергии у большого и сложного организма вроде человека.

Хотя найти возможность восстанавливать части тела — давняя мечта ученых. Повреждения жизненно важных органов, спинного мозга или конечностей полностью меняют жизнь человека, делая его неполноценным, приклеивая к нему ярлык «инвалида». Однако подобные повреждения перестанут быть проблемой, если специалисты найдут способ «отращивать» утраченные органы или конечности. «Я думаю, что у нас, как людей, есть потенциал для регенерации, но что-то мешает ей происходить», — говорит профессор биологии Билли Сволла из Университета Вашингтона. Сволла — директор Friday Harbor Laboratories, где ученые занимаются в числе прочего исследованием регенерации у беспозвоночных. «Я думаю, что у людей есть все необходимые гены, и если мы сможем понять, как их включить, мы сможем регенерировать». Это мечта регенеративной медицины. И, несмотря на то что людям в отличие от некоторых братьев меньших не выпали такие способности в эволюционной лотерее, недавнее исследование на мышах показало, что мы делаем маленькие успехи на пути к осуществлению этой мечты.

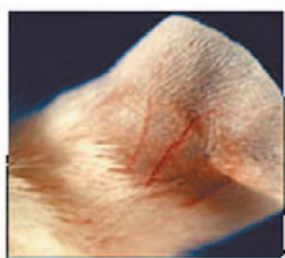
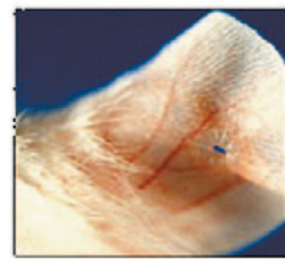
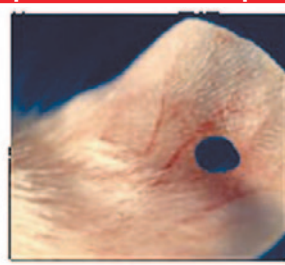
Исследованиями ученых из Вистарского института, штат Филадельфия, США, гена p21 и его специфического свойства: блокирования регенеративных возможностей организма. Эксперименты на мышах показали, что организм грызунов с отсутствующим геном p21 может регенерировать утраченные или поврежденные ткани.

В отличие от обычных млекопитающих, у которых раны заживают путем образования шрамов, у генетически модифицированных мышей с поврежденными ушами на месте раны образуется бластема — структура, связанная с быстрым ростом клеток. В ходе регенерации из бластемы образуются ткани восстанавливающегося органа. По словам ученых, при отсутствии



Структура гена p21

Регенерация уха мыши, справа мышь без гена p21



## Загадочный ген

До недавнего времени считалось, что возможность репаративной регенерации организма, происходящей после повреждения или утраты какой-либо части тела, была утрачена большинством живых организмов в процессе эволюции. Одним из открытий, сильно поколебавшим этот догмат, стало обнаружение групп

гена p21 клетки грызунов ведут себя как регенерирующие эмбриональные стволовые клетки, а не как зрелые клетки млекопитающих. То есть они скорее выращивают новую ткань, чем восстанавливают поврежденную. В нормальных клетках ген p21 выступает в роли тормоза, который блокирует прогрессию клеточного цикла в случае повреждения ДНК, что не дает клеткам делиться и потенциально становится злокачественными.

## Стволовые клетки изменяют медицину будущего

Параллельно в изучении этого вопроса двигалась другая группа ученых из Японии и США. На данном этапе результат регенерации у млекопитающих далек от совершенства. Исследования опять же на мышах показали, что



Стволовые клетки

регенерация строго ограничена. Можно отращивать лишь кончик пальца мыши, однако если удалить чуть больший фрагмент, достигающий до ногтевого ложа (у человека на этом месте кутикула — эпителиальная пленка на краю ногтевого валика, который окружает ногтевую пластинку в нижней части ногтя), то регенерация будет уже невозможна. Однако ученые смогли продвинуться в изучаемом вопросе несколько дальше. Они сумели развить регенеративную способность стволовых клеток мыши и отращивать уже не кончик пальца, а несколько большую его часть, эквивалентную человеческому пальцу. Результаты своей работы они опубликовали в научной статье.

Стволовые клетки распространены по всему организму, они способны размножаться и преобразовываться в другие типы клеток для замены тех, которые уже утрачены. В более ранних исследованиях ученые выявили стволовые



Первым внутренним органом был выращен и впоследствии успешно имплантирован мочевой пузырь. Это орган, испытывающий огромные механические нагрузки: через мочевой пузырь в течение жизни проходит около 40 тысяч литров мочи. Состоит он из трех слоев: внешний — соединительная ткань, средний — мышечная, внутренний — слизистая оболочка. Для его выращивания был изготовлен каркас полного мочевого пузыря, на который слой за слоем высевали живые клетки. Это был первый орган, целиком выращенный из живых тканей.

клетки ногтевого ложа, чтобы определить механизм сигнализации, который можно использовать, чтобы увеличить объем отрастающего участка. Как оказалось, потенциал регенерации многих тканей и органов очень ограничен. Ранее считалось, что развить его невозможно. Но с помощью умения «включать» в стволовых клетках процесс регенерации можно добиться использования в широком диапазоне новых методов в медицине, особенно для лечения органов, пострадавших от травмы или болезни. Несомненно, если методы активации регенерации будут открыты, они окажут огромное влияние на разные области клинической медицины, открыв возможность замены больных или поврежденных тканей. ■

### ● ИЗ ИСТОРИИ НАУКИ

В 1910 году немецкий врач и иммунолог Пауль Эрлих разработал основы методов химиотерапии — лечения инфекционных, паразитарных заболеваний или злокачественных опухолей ядами или токсинами, которые убивают переносчиков инфекций, паразитов и клетки злокачественных опухолей.



# ИНТЕЛЛЕКТ ЖИВОТНЫХ – НАСКОЛЬКО ОНИ РАЗУМНЫ?

■ Карина Мельна

**С**пособность наших соседей по планете к мышлению со времен античности и по сей день остается объектом не утихающих споров среди натуралистов. Можно ли считать животных сознательными существами или их кажущаяся разумность — не что иное, как результат действия инстинктов, заложенных мудрой природой?

## В разуме отказано?

**О**собенно остро стоит вопрос о том, что именно считать рассудком, насколько правомерно отождествлять разум животного с че-

ловеческими представлениями об интеллекте, эмоциях и способности к обучению.

Если интеллект можно определить как способность к восприятию и пониманию, то само понятие разума относится скорее к философской области и подразумевает высшее проявление психической деятельности, тесно связанное с представлениями о рассудке, сознании и самости. Несомненно, каждое из упомянутых качеств присуще всем высокоразвитым живым существам, но насколько они при этом разумны? А главное, где проходит грань, отделяющая рассудочную деятельность от инстинктивной?

В качестве одной из форм проявления интеллекта можно указать способность организма отвечать на внешние условия среды определенной деятельностью, основанной на пред-



шествовавшем опыте. И здесь корабль исследовательской мысли натывается на первое препятствие: аналогичным механизмом обладают инстинкты, то есть рефлекторные реакции. На вершине же этого айсберга золотыми буквами выбито утверждение о несостоятельности антропоморфизма как применения человеческих психологических моделей в изучении интеллекта живых организмов. Ведь человек, принимая решение, руководствуется, помимо прочего, эмоциями, моралью и оценкой вероятных последствий, и нет неоспоримых доказательств того, что животные поступают тем же образом.

Впервые строгий научный подход к изучению интеллекта животных был применен в начале XX века представителями учения бихевиоризма, в частности Конви Ллойдом Морганом, сформулировавшим утверждение, согласно которому реакция, которая может быть интерпретирована как рефлекторная, не может считаться

**Н**е только приматы и некоторые птицы способны воспроизводить человеческую речь. В 1964 году дельфин Элвар привествовал своего наставника нейробиолога Джона Лилли фразой: «All right, let's go». Зоопсихолог Стенли Корен из Университета Британской Колумбии выяснил, что собаки способны запомнить до 165 слов. А индийский слон по кличке Кошик научился общаться на корейском со зрителями зоопарка словами: «привет», «хорошо», «нет», «садись» и «положи».

проявлением высшей нервной деятельности. К аналогичным радикальным выводам пришел выдающийся русский физиолог Иван Петрович Павлов, бывший ярким противником антропоморфизма в подходе к изучению физиологии и психологии животных.

Согласно менее радикальному подходу основоположников современной когнитивной это-



**Пчелы умеют считать количество преград**



**Дятловый древесный вьюрок способен использовать прутик, чтобы накалывать червяков**

логии (науки об интеллекте животных), таких как советский ученый Александр Лурия, актом мышления можно считать реакцию на ситуацию, к выходу из которой у субъекта нет готового решения. При этом животное в равной степени может руководствоваться инстинктами, простым учением или интеллектом.

## Логика и рефлексы

**П**редрасположенность к обучению, реакция на собственное отражение в зеркале, коэффициент энцефализации, — соотношение массы мозга и массы тела, — а также орудийная деятельность остаются главными мерилками определения интеллекта животных. Многие формы живых организмов продемонстрировали способность отвечать на условия окружающей среды и действия других видов вполне осознанно как при участии человека, так и под воздействием естественной среды.

Исследователи уникальной в своем роде фауны Галапагосских островов, пошедшие по стопам отца эволюционизма Чарльза Дарвина, описали особый местный вид птиц — дятловых вьюрков. Эти скромные на вид серо-коричневые птицы питаются насекомыми, прячущимися в расщелинах древесины и неровностях коры, но их клювы слишком коротки.

Поэтому вьюрки, дабы получить возможность добывать из труднодоступных мест богатых ценными протеинами жуков, наловчились использовать палочки и колючки кактусов, то есть примитивные орудия! При этом догадливые птицы дальновидно хранят наиболее удачные «инструменты» и ловко модифицируют не самые удобные образцы, отламывая лишнее.

А теперь давайте рассмотрим способность говорящих попугаев запоминать и воспроизводить человеческую речь. Радужный пернатый питомец выдает умиляющее хозяев «Гоша хочет крекер» и получает взамен заслуженное лакомство. В лучших традициях учения Павлова запу-



скается дуга условного рефлекса: человек учит птицу произносить определенный набор звуков; повторив его, птица получает поощрение и в дальнейшем воспроизводит те же звуки в ожидании лакомства, не вдаваясь в смысл произносимого. При этом Гоша не имеет возможности объяснить хозяину, что хочет не галету, а фруктовое печенье. Дятловые вьюрки же подбирают инструмент, ориентируясь на его эффективность в тех или иных условиях, что само по себе поразительно, ведь использование орудий считается одним из проявлений высшей нервной деятельности.

## Школа одаренных зверей

Более века пристального изучения поведения и зоопсихологии самых разных представителей животного мира помогли обнаружить удивительные умственные способности некоторых видов. Так, совместные исследования доктора Л. Читтка из Вюрцбургского университета и доктора К. Гайгора из Берлинского свободного университета показали, что пчелы умеют считать: наблюдаемые ими насекомые обнаружили, что между третьей и четвертой преградой располагается кормушка, и после изменения количества объектов искали вожаделенный сироп именно за третьим ориентиром.

Физиолог Эндрю Паккард (Университет Эдинбурга, Шотландия) убежден, что осьминоги в процессе эволюции смогли развить интеллект

благодаря многочисленным опасностям окружающей их среды. Несмотря на непродолжительную жизнь, осьминоги отличаются неплохой памятью, справляются с головоломками и лабиринтами и быстро перенимают опыт собратьев.

Вожак табуна выросших в неволе под наблюдением Берлинского института зоологии лошадей Пржевальского после встречи с агрессивной собакой начал обучать своих сородичей приемам защиты от волков, то есть, не имея готового решения, делал выводы из опыта первой встречи с угрозой. Это при том, что предки лошадей более ста лет были изолированы от дикой среды.

Воспитанник Мюнстерского дельфинария (Германия) морской лев Томми с легкостью решал сложные даже для человека геометрические задачки на пространственное мышление, демонстрируя прекрасную память и понимание симметрии.

Тем не менее осознанность действий животных остается под сомнением. Слишком уж велико влияние инстинкта в достижениях подопытных, что, как мы уже знаем, не вписывается в канон Ллойда Моргана.

## ТОП-5 животных-умников

Как можно видеть, признаки осознанного поведения демонстрируют немало предста-



### ● ИЗ ИСТОРИИ НАУКИ

В 1854 году немецкий математик Георг Фридрих Бернхард Риман сформулировал принципы «геометрии Римана», основывающейся на сферических поверхностях. В геометрии Римана сумма углов треугольника всегда больше  $180^\circ$ . Ученый определил общее понятие  $n$ -мерного пространства и его метрику.



**Дельфины — «серебряные» интеллектуалы животного мира**

вителей царства животных, но многолетние исследования помогли ученым выделить несколько видов, отличающихся удивительной осознанностью и логичностью поступков.

Вороны по праву считаются самыми умными представителями класса птиц. Экспериментально доказано, что вороны и их ближайшие сородичи могут делать крючки из найденной проволоки, с помощью которых достают еду из недоступных мест, а с твердыми орешками они расправляются, сбрасывая их с высоты под колеса автомобилей. Да и сигналы светофора вороны понимают получше некоторых людей и не суются на проезжую часть на красный свет.

На следующей интеллектуальной ступени располагаются слоны. Эти могучие млекопитающие не только обладают отличной памятью и используют «подсоботные» предметы в качестве орудий, но и умеют демонстрировать эмоции, скорбеть и проявлять заботу к

**Дельфины обладают самым большим показателем массы мозга по отношению к массе тела, за что были признаны едва ли не разумной расой. Действительно, мозг дельфина при весе 1700 г примерно на 25% превосходит мозг взрослого человека и имеет в два раза больше извилин. Но при этом в одном кубическом миллиметре вещества содержится меньше нейронных связей, чем в мозге приматов, так что утверждение об их разумности ошибочно.**

членам своей группы. В августе 2013 года в китайском зоопарке зафиксирован случай, когда новорожденный слоненок без остановки проплакал пять часов из-за разлуки с матерью, которая отказалась от него.

Третьими в списке самых умных животных планеты идут орангутанги. Крупные социальные приматы обладают примитивной куль-

турой и передают потомкам опыт предыдущих поколений. Они без труда узнают себя в зеркале, тогда как большинство других животных видят в отражении незнакомую особь.

«Серебряные» интеллектуалы животного мира — дельфины. Как и приматы, эти добродушные морские млекопитающие способны обмениваться опытом и информацией посредством сложной, хотя и непостоянной, системы звуковых импульсов и, что удивительно, обращаются друг к другу по имени. Более того, они воспринимают не только слова и жесты, но и абстрактные понятия, что свидетельствует о наличии рассудка.

И наконец, пальму первенства держат шимпанзе. Средний уровень интеллекта шимпанзе соответствует развитию 4-летнего ребенка,



**Ворон достает крючком насекомых**

некоторым же особям удалось превзойти этот показатель. Они научились осознанно общаться на языке жестов и создавать новые понятия на базе имеющихся знаний. Первой в истории шимпанзе, овладевшей более чем 350 жестами языка глухих, стала воспитанница Аллена и Беатрис Гарднер из Университета Невады по имени Уошо. А шимпанзе по имени Канци, находившаяся под наблюдением С. Саваж-Румбауг, и вовсе смогла без помощи людей освоить язык символов. Помимо способности к осмысленному общению, приматы обладают чувством юмора. Не говоря уже о том, что шимпанзе могут похвастаться отличной памятью, неплохо считают, умеют сравнивать предметы и без особых затруднений мастерят примитивные орудия труда.

Процесс оценки интеллекта животных дал множество удивительных результатов, но ни один из них пока не позволяет с полной уверенностью подтвердить или опровергнуть его существование. Пока научное сообщество не придет к единому мнению, каждый волен сделать свои собственные выводы. ■



# СВЕРХГЛУБОКИЕ СКВАЖИНЫ – НА ПУТИ К ЦЕНТРУ ЗЕМЛИ



■ Евгений Попов

**К**ак известно, причины практически всех геологических процессов, происходящих на нашей планете, находятся глубоко под ее поверхностью: в коре, в мантии и даже в ядре. Единственным способом узнать, что же происходит в земных недрах, является бурение скважин. Чем глубже уходит под землю бур, тем меньше белых пятен остается в геологии.

## На пути к мантии

**Н**е так давно в гонку за мировые глубины включалась Япония. Ученые Страны восходящего солнца объявили, что готовы добраться до верхних слоев земной мантии. Однако бурить они будут не на земле, а под во-

дой. Дело в том, что толщина земной коры на континентах составляет несколько десятков километров. Пробурить скважину такой глубины не представляется возможным. Океанская же кора намного тоньше.

В рамках работы над проектом, который получил название «Тикю Хаккэн», японские компании Mitsui Engineering & Shipbuilding и Mitsubishi Heavy Industries построили специальный буровой корабль 4-го поколения «Тикю». По планам уже в 2020 году его буровая коронка должна пробить базальтовый щит и окунуться в недра земной мантии.



## Первые шаги

Пионерами в деле научного бурения стали США, где в 1968 году было спущено на воду специализированное буровое судно *Glomar Challenger*. Это событие послужило началом реализации целой международной программы глубоководного бурения в океанах. Спустя 17 лет в море вышло новое, более мощное буровое судно *JOIDES Resolution*. Всего за 30 лет на дне Мирового океана пробурили несколько сотен скважин. Пройдя через осадочные породы, которые покрывали дно морей и океанов, ученые сумели пробиться до базальта, составляющего основу морских континентальных плит. Самая же глубокая скважина была пробурена у берегов Коста-Рики. Ее глубина, относительно уровня дна океана, составила 2105 метров. В результате морского бурения впервые удалось получить прямые данные о строении дна океанов.

В отличие от морских скважин, редко превышающих глубину 1 км, континентальные, как правило, относятся к категории глубоких (3—7 км) и сверхглубоких, глубиной более 7 км. Так, в США только в штатах Техас и Оклахома для поиска и разведки запасов нефти было пробурено более 350 скважин глубиной 7 км и 50 скважин глубиной более 7 км. Глубина четырех из них превысила 9 км. В 1973—1974 годах в округе Уошиито за 502 дня была пробурена сверхглубокая скважина Берта Роджерса, глубиной 9 583 метра. Эта скважина оставалась самой глубокой в мире вплоть до 1979 года, пока ее не обогнала Кольская сверхглубокая скважина.

**З**наменитую «новость» о странных голосах, якобы записанных в Кольской скважине, пустила финская молодежная газеты в шутивной статье, вышедшей 1 апреля в «день дурака». На самом деле никаких «голосов из ада» в шахте никогда не записывали. Кроме того, спустить туда микрофон технически невозможно. Любой сигнал, идущий по проводу длиной 12 км, ощутимо затухнет, если раньше провод не оборвется под собственной тяжестью.

Впрочем, научная ценность скважины Берта Роджерса оказалась не очень высокой. Дело в том, что работы в ней проводились без отбора керна и подъема образцов на поверхность, что является обязательным условием при проведении научного бурения.

## Программа сверхглубокого бурения в СССР

**Н**есмотря на успехи, которых США достигли в области промышленного бурения, СССР не отставал от своего основного конкурента. Именно в Советском Союзе была разработана

**Подписка на «Тайны вселенной»! Дешевле, чем покупать! Удобней, чем искать!**

Индекс:

**П1154**

Онлайн-подписка на сайте [podpiska.pochta.ru](http://podpiska.pochta.ru)  
ФГУП «Почта России»

КАТАЛОГ  
РОССИЙСКОЙ  
ПРЕССЫ

Индекс:  
**04136**

ПОЧТА  
РОССИИ  
Подписные  
издания  
Официальный каталог  
Почты России  
Второе полугодие 2017

и принята первая программа систематического сверхглубокого континентального бурения с научными целями.

Теоретические основы для программы начали формулироваться в 1960—1962 годы, а уже в 1970 году на Кольском полуострове к северу от Мурманска в 10 км от города Заполярного началось бурение Кольской сверхглубокой скважины. Проектная глубина составляла 15 км; в 1991 году, когда работы были заморожены, геологам удалось достигнуть отметки в 12 261 м. Кольская скважина до сих пор остается самой глубокой в мире.

Вскоре после начала работ на севере Союза началось бурение Саатлинской скважины в Куринской впадине на территории Азербайджана. Ее проектная глубина составила 11 км, однако достигнуть расчетных значений не удалось. Работы остановились на отметке 8 324 метра. Впоследствии советские геологи пробурили еще 10 научных скважин, глубина которых была от 4 до 9 км. В 1986 году было создано специальное



Буровая коронка Кольской скважины

государственное научно-производственное предприятие «Недра», основной задачей которого было выполнение программы комплексного изучения недр Земли и сверхглубокого бурения. В настоящее время в Российской Федерации продолжают работы только на Уральской сверхглубокой скважине.

## Как бурят скважины?

Способов бурения существует много. Неглубокие скважины (не более 1 км) бурят путем вращения стальной буровой трубы, на конце

**К**огда глубина Кольской скважины достигла 7 263 метров, произошла авария и бур застрял в забое вместе с секцией труб длиной более 5 км. В результате, для того чтобы устранить последствия, пришлось бурить 4 дополнительных ствола, чтобы обойти аварийный участок. На устранение проблемы ушло шесть долгих лет. Подобных аварий было немало, поэтому Кольская скважина — это целая сеть скважин различной глубины.

которой закреплена буровая коронка, армированная твердосплавными материалами или алмазами. Вращаясь, коронка вырезает столбик породы, который постепенно заполняет внутреннюю полость буровой трубы. В случае если стены скважины неустойчивы, в нее опускают специальную обсадную трубу, которая препятствует обвалу стенок и заклиниванию бора.

Во время бурения специальный насос постоянно закачивает в скважину глинистый раствор, охлаждающий коронку и придающий стенкам большую устойчивость. Поток раствора также выносит из области бурения мелкие частицы породы. По прошествии определенного времени буровую трубу поднимают на поверхность, выгружают из нее керн породы, меняют изношенную коронку на новую и снова продолжают бурение.

В скважине постоянно измеряют физические свойства породы вдоль ствола скважины. Для этого внутрь опускают на кабеле различные приборы, которые измеряют температуру внутри скважины, электропроводность, радиоактивность и другие свойства пород. Данный процесс носит название каротажа скважины.

Подобный способ подходит для бурения скважин до глубины 9—10 км. Все зависит от мощности двигателей, вращающих бур; давления в насосах, нагоняющих в скважину раствор, а также грузоподъемности лебедок и прочности буровых труб. Однако для скважин глубиной более 10 км требуется применение нестандартных инженерных решений.

### ● ИЗ ИСТОРИИ НАУКИ

В 1638 году Галилео Галилей сформулировал закон свободного падения, представляющего собой равнопеременное движение под действием силы тяжести, когда другие силы, действующие на тело, отсутствуют или пренебрежимо малы. Ускорение свободного падения уменьшается от полюса к экватору.



Ствол скважины

Так, например, можно использовать специальные забойные двигатели, установленные в нижней части буровой колонки. Забойные двигатели представляют собой небольшие турбины, которые приводятся в движение подаваемым в шахту буровым раствором. При этом буровая колонка остается неподвижной.

Сами же буровые трубы изготавливаются не из стали, а из легких, но достаточно прочных и термостойких сплавов. Так, при бурении Кольской скважины использовались трубы из сплавов алюминия. Тем самым удалось существенно снизить вес трубы, достигающей в длину нескольких километров. В перспективе предлагается использовать трубы из титана.

Трубы имеют телескопическую конструкцию. Сначала бурение начинают самой широкой трубой, диаметром от 71 (скважина КТБ-Оберпфальц в Германии) до 92 см (Кольская скважина), а затем постепенно уменьшают размер трубы. Так, нижняя часть Кольской скважины пробурена трубой диаметром 21,5 см, а скважина в Германии — 16,5 см.

При бурении сверхглубоких скважин существенно увеличивают плотность бурового раствора. Это делается для того, чтобы уменьшить разницу между давлением раствора и давлением горных пород. Если этого не сделать, может произойти обрушение стенок скважины. Средняя скорость бурения составляет примерно 1—3 м/ч. За один этап бурения коронка углубляется в породу на 6—10 метров. Скорость, с которой буровые трубы извлекают из скважины, составляет 0,3—0,5 м/с. Примерно 10% всего времени, которое идет на бурение, тратится на измерения в скважине.

Главное сокровище, которое извлекают из шахты, — это

кern породы, поднятый с глубины в несколько километров. Его ценность поистине безгранична. Например, на материале, полученном из скважины в Германии, было написано более 2000 научных публикаций, а изучением занимался коллектив из 400 человек.

## Битва за глубину

Высокая температура является одним из главных факторов, который ограничивает возможности сверхглубокого бурения. Так в самой нижней точке скважины Солтон-Си в США, на глубине в 3220 метров, температура достигла 355 °С. Ни одно современное оборудование не может работать в таких условиях достаточно продолжительное время. Приходится вместо водного бурового раствора использовать нефтяной или переходить на более сложные смеси.

Много проблем доставляет самопроизвольное искривление скважин, вызванное неравномерным разрушением пород, геологическими неоднородностями и другими причинами. Например, скважина на Кольском полуострове на глубине в 12 км отклонилась от вертикальной оси, проходящей через точку начала бурения, на 840 метров. Для того чтобы подобного не происходило, используются специальные инженерные приспособления. Для наблюдения за ходом бурения потребовалось создание специальной измерительной аппаратуры, обычные датчики не справлялись с задачей. Пришлось крепить на буровом снаряде автономные измерительные приборы, которые опускаются и выносятся наверх потоком бурового раствора. Сигналы же датчиков передаются путем создания импульсов давления в самом растворе. ■



Керны со дна океана



# РК «БАЛ» – ВРАГ С МОРЯ НЕ ПРОЙДЁТ

■ Капитан 3-го ранга Михаил Пшеничный

**В** современных мировых реалиях любому суверенному государству, имеющему выход к морю, необходимо быть способным защитить себя от морского вторжения. Не у всех стран есть такая возможность, но, к счастью, у России она есть. На защите морских границ нашей страны стоят надежные ракетные комплексы «Бал».

## Эффективная оборона

**Н**а сегодня Российская Федерация имеет вторую в мире по протяженности морскую границу. Ее длина составляет более 39 000 км, что примерно сопоставимо с длиной экватора Земли или немногим меньше четырех экваторов Луны. А количество стран, с которыми Российская Федерация граничит по морю, равняется двенадцати. Около 150 тысяч пограничников охраняют рубежи нашей родины. Но если учесть, что общая протяженность границ России составляет более 62 тысяч км, то становится

ясно, что пограничным войскам не обойтись без помощи самого современного оружия в деле защиты и охраны нашей границы.

Так как на морских участках границы невозможно сооружение достаточного количества фортификационных сооружений, а территориально эти границы размещены в удаленных, труднодоступных местах и их размах не позволяет личному составу пограничных войск вести эффективную охранную деятельность, то для обороны особую актуальность приобретают современные ракетные комплексы мобильного базирования. Основными тактическими характеристиками таких комплексов должны быть: мобильность; энергонезависимость; автономность системы управления стрельбой; дальность стрельбы от 100 до 200 км и более; малое время приведения комплекса из походного состояния в боевое; возможность быстрой перезарядки пусковой установки в походных и боевых условиях; высокая эффективность применения ракетного комплекса с достаточной вероятностью поражения объектов противника; простота обслуживания во время эксплуатации и боевого применения; максимально большие расстояния самостоятельного перемещения комплекса без дозаправки.



## Психологическое устрашение

Одним из ракетных комплексов, стоящих на вооружении Российской Федерации и обладающих всеми этими характеристиками, является современный комплекс береговой обороны — береговой ракетный комплекс (БРК) с красивым, даже мирным названием «Бал».

Изучение истории создания этого ракетного комплекса дает основание полагать, что прародителем его является РК «Рубеж», принятый на вооружение в 1978 году. Конечно, от «Рубежа» «Бал» отличается коренным образом. Но именно РК «Бал» пришел на замену устаревшему «Рубежу».

Мобильный береговой ракетный комплекс (БРК) «Бал» с противокорабельной ракетой (ПКР) типа Х—35 разработан по заказу ВМФ РФ. Его разработкой занимались одновременно более десятка предприятий: ОАО «Конструкторское бюро машиностроения», г. Москва (ответственный исполнитель), предприятия, создавшие корабельный ракетный комплекс «Уран-Э» (завод «Тайфун» — головной исполнитель). Это позволило использовать имеющийся опыт, усовершенствовать многие системы, а самое главное — сократить сроки и затраты на разработку ракетного комплекса нового поколения.

Государственные испытания РК «Бал» прошли в 2004 году, а в 2008 году он был принят на вооружение в российской армии. Комплекс «Бал-Э» с ПКР типа Х—35 в первую очередь является оборонительным оружием, а также оружием психологического устрашения противника. Основными задачами, возлагаемыми на комплекс, являются: защита морского побережья, контроль территориальных вод путем мо-

**В** 2016 году Россия развернула на Курильских островах Итуруп и Кунашир два вида ракетных комплексов, решающих похожие боевые задачи. На Кунашире был размещен РК «Бал», а на Итурупе — РК «Бастион». Многие задавались вопросом, зачем иметь практически в одном месте разные ракетные комплексы, решающие одинаковые боевые задачи? Дело в том, что РК «Бал» предназначен исключительно для стрельбы по морским целям, а РК «Бастион» имеет значительно большую дальность стрельбы и, как показали последние события в Сирии, может быть применен по береговым объектам противника.

нитинга, обнаружения, уничтожения любых надводных целей противника, в любых гидрометеорологических условиях, при активном огневом и радиоэлектронном противодействии, недопущение высадки морского десанта противника, завоевание доминирующего положения наших военно-морских сил на море в радиусе действия ракет ракетного комплекса.

## Мобильная мощь

**О**дним из главных достоинств РК «Бал» считается его мобильность. Данное тактическое качество позволяет неожиданно для противника наносить по нему ракетные удары с огневых позиций, которые он предугадать не сможет, а соответственно не сможет эффективно использовать свою противоракетную оборону. Также для противника будет весьма затруднительно свершить акт возмездия. Дело в том, что

после применения ракет наш комплекс имеет возможность в кратчайший срок поменять огневую позицию, оставаясь недосягаемым для противника. В безопасном месте в мобильных пусковых установках с помощью транспортно-загрузочной машины производится пополнение израсходованного боезапаса.

В настоящее время данные РК несут службу на Черном море: 11-я бригада БРАВ ЧФ (Уташ), 15-я бригада БРАВ ЧФ (Севастополь), на Тихом океане: 72-й полк БРАВ ТОФ (о. Кунашир) и на Каспийской флотилии: 46-й отдельный дивизион БРАВ. ■



# АЛЕКСЕЙ АБРИКОСОВ: УЧЁНЫЙ, ПРЕДВОСХИТИВШИЙ ВРЕМЯ



■ Даниил Кабаков

**А**кадемик Алексей Алексеевич Абрикосов широко известен не только в России, но и за рубежом. Ученик самого Ландау, он совершил массу значимых открытий в различных областях физики, за одно из которых в 2003 году был удостоен Нобелевской премии. Теория сверхпроводников II рода, сформулированная Абрикосовым, стала фундаментом многих современных технологий.

## Жизнь и карьера

**Р**одился Алексей Абрикосов 25 июня 1928 года в Москве. Окончив школу, в 1943 году он поступил в МЭИ, затем перевелся в МГУ. Всего в 19 лет Абрикосов сдал теоретический минимум — главный экзамен Льва Давидовича Ландау. Очень немногие студенты могли похвастаться подобным достижением. Теоретический минимум, затрагивающий практически весь спектр тем теории физики, по праву счита-

ется одним из самых важных испытаний, определяющих подготовку будущих физиков.

В дальнейшем, под руководством Ландау, Абрикосов защищает диплом, а затем и диссертацию. В 1955 году великий советский физик работает в Институте физических проблем. Главная тема, которой он занимается — изучение свойств сверхпроводников II рода и обоснование их существования в рамках теории Гинзбурга–Ландау. Впоследствии эта работа принесет Абрикосову Нобелевскую премию. В 1965 году вместе с группой единомышленников он основывает Институт теоретической физики им. Ландау. Там Абрикосов занимается исследованиями и преподает до 1988 года, когда его избирают руководителем Института физики высоких давлений в Троицке. В 1991 году Алексей Алексеевич получил приглашение от американского исследовательского института Иллинойса (США) и уехал из России. Обратного он так и не вернулся и свою Нобелевскую премию за теорию сверхпроводников II типа получил в Америке совместно с В. Гинзбургом и Э. Леггеттом. Умер 29 марта 2017 года в США, через год после инфаркта. ►►



Алексей Абрикосов на церемонии вручения Нобелевской премии

# Дата Вашего рождения может сделать Вас миллионером!\*

Мы разыскиваем по всей России одного-единственного счастливого человека, чтобы вручить ему Суперприз:

# 1 000 000 РУБЛЕЙ!\*

За 10 лет мы провели 259 акций и вручили более 150 000 000 рублей. И сегодня мы разыскиваем призера нашей 260-й юбилейной акции и единственного получателя 1 000 000 рублей. Выиграть очень легко!

Проверьте прямо сейчас:

УЧАСТИЕ БЕСПЛАТНО

- ➔ Возьмите Ваш год рождения и отнимите от этого числа 260
- ➔ Прибавьте количество лет, которое Вам исполняется или исполнилось в 2017 году
- ➔ Отнимите от получившегося числа 757
- ➔ Припишите к получившемуся числу 3 нуля
- ➔ **ВНИМАНИЕ! Если у Вас получилось 1 000 000 – ПОЗДРАВЛЯЕМ! Срочно свяжитесь с нами по телефону и зарегистрируйтесь!**

Призер будет определяться из числа зарегистрированных участников по формуле (подробности ниже).\*



10 17 ✖  
11 18 ✖  
13 20 ✖  
14 21 ✖  
15 22 ✖  
16 23 ✖  
28 ✖  
29 ✖  
30 ✖

Испытайте свою удачу! Скорее зарегистрируйте Ваши данные по телефону



# 8-800-775-00-44

Звонок бесплатный с мобильного и городского телефонов  
Имя призера будет опубликовано на сайте [www.nadom-info.ru](http://www.nadom-info.ru)

Код акции:

03.10242.12092.12.2

Мы вручаем денежные призы каждый месяц!

**ПОЗДРАВЛЯЕМ ПРИЗЕРОВ  
ПОСЛЕДНЕГО СЕЗОНА:**

- Золотова А. А. (Московская обл.) – 1 000 000 р.
- Целовальникова Е. Ю. (Московская обл.) – 1 000 000 р.
- Поленок А. Ф. (Брянская обл.) – 1 000 000 р.
- Афонин П. В. (Челябинская обл.) – 1 000 000 р.
- Топоровский Д. В. (Краснодарский кр.) – 20 000 р.
- Бухонина С. В. (г. Пенза) – 20 000 р.
- Ушакова Л. М. (Кировская обл.) – 20 000 р.
- Шьчкова М. А. (Пензенская обл.) – 20 000 р.

\*ООО «Почта Сервис» (127220, Москва, ул. Нижняя Масловка, д. 8, ОГРН 1057749621115) (далее – «Организатор») с целью продвижения товаров по каталогам проводит в срок с 01.04.2017 по 31.07.2017 маркетинговую акцию с вручением приза 1 000 000 рублей. Участие в акции регистрируется до 26.07.2017. Призовой фонд маркетинговой акции сформирован за счет собственных средств Организатора. Указанная акция не является игрой, конкурсом, лотереей, публичным обещанием награды или иным мероприятием, основанным на риске. Настоящая акция действует только для граждан РФ старше 18 лет, постоянно проживающих на территории РФ. Носитель данного объявления не является лотерейным билетом, договор на участие в акции не заключается. Потенциальным участникам предлагается зарегистрироваться в качестве клиента Организатора путем сообщения своих данных по телефону, указанному в рекламном объявлении. Клиенты, сообщившие свои данные и получившие номер клиента, претендуют на денежные призы в финале акции. Получатель приза 1 000 000 рублей (призер) будет определен в финале акции неслучайным образом специальной комиссией из трех финалистов, выбранных из списка зарегистрированных участников, сформированного в порядке возрастания клиентских номеров, в следующем порядке: финалист =  $k \cdot n/3$ , где  $k$  – число от 1 до 3,  $n$  – количество уникальных номеров в списке зарегистрировавшихся. При этом  $n/3$  округляется в сторону уменьшения до целого числа. Призером из числа финалистов признается первый зарегистрировавшийся свое участие в акции. Денежные призы маркетинговой акции перечисляются их единственным обладателям единовременным платежом в срок, не превышающий 10 дней с даты получения актуальных банковских реквизитов, за вычетом предусмотренных действующим законодательством налогов. Подробную информацию об Организаторе акции, правилах ее проведения, количестве призов по результатам акции, сроках, месте и порядке их вручения можно получить по телефону 8-800-775-00-44 (ежедневно с 9:00 до 20:00). Сообщая Организатору свои ответы и персональные данные, вы регистрируете участие в акции, а также даете свое согласие оператору ООО «Почта Сервис» (127220, Москва, ул. Нижняя Масловка, д. 8, ОГРН 1057749621115) на обработку и использование ваших персональных данных, в том числе на получение рекламных материалов Организатора и/или его партнеров по почте и сетям электросвязи.

## ► Открытие «нобелевского уровня»

Как практически любой ученый международного масштаба Абрикосов обладает внушительным списком достижений в самых разных аспектах своей науки. Он смог объяснить сдвиг Найта при малых температурах путем учета спин-орбитального взаимодействия, занимался свойствами несверхтекучего гелия, предсказал возможность создания металлизированного водорода. Но Нобелевскую премию по физике Алексею Алексеевичу принесла его работа по теории сверхпроводников II рода. Сверхпроводниками I рода называют вещества, обладающие нулевым электрическим сопротивлением, или сверхпроводимостью. В лабораторных условиях сверхпроводники получают путем воздействия на объекты низкими температурами (например, погружая ртуть в жидкий азот). Помимо нулевого электрического сопротивления сверхпроводники I рода обладают способностью выталкивать магнитное поле. Другое название этого явления — эффект Мейснера.

Следует отметить, что при помещении в мало-мальски ощутимое магнитное поле эффект Мейснера и нулевое сопротивление быстро пропадают. Советские ученые В. Гинзбург и Л. Ландау предприняли попытку количественного описания свойств сверхпроводимости. Им удалось создать убедительную теорию, которая вначале дала позитивные результаты. Но вскоре появилось несколько видов сверхпроводящих веществ, поведение которых в магнитном поле не вписывалось в рамки построений физиков.

## Красота физики

Для Абрикосова критерий красоты и стройности теории зачастую был довольно значим. Он мог начать исследование только из-за того, что не хотел допустить забвения интересной идеи. Теория Гинзбурга–Ландау очень по-



Сверхпроводники, рассчитанные на ток силой 20 000 ампер

нравилась Абрикосову. Ее красота и гармоничность, по его мнению, заслуживала попытки спасения. И он приступил к изучению свойств новых веществ. На этом пути ученого ожидала удача.

Абрикосов смог связать теорию и противоречащие ей экспериментальные результаты. В результате была открыта новая разновидность сверхпроводников. В отличие от своих «ближайших родственников» они сохраняли сверхпроводимость при мощности магнитного воздействия до 20 Тл (тесла). Этот феномен объясняется с помощью регулярной магнитной решетки, позднее названной вихревой решеткой Абрикосова. Проникая внутрь проводника, магнитное поле не заполняет его целиком, а образует совокупность магнитных линий, окруженных своеобразными сверхпроводящими вихрями, почему эта конструкция и была названа вихревой решеткой, а новый класс сверхпроводников — сверхпроводниками II рода.

Благодаря своим особым свойствам, сверхпроводники II рода обладают значительными перспективами в сфере практического применения. Некоторые технологии с использованием этих веществ, как, например, транспорт на магнитной подушке или кабели с нулевым сопротивлением уже входят в нашу жизнь. Открытие Алексея Абрикосова позволило науке сделать еще один значительный шаг на пути познания свойств материи и, возможно, в скором времени станет одной из движущих сил новой промышленной революции. ■



Эффект Мейснера