



ИДЕИ, ИЗМЕНЯЮЩИЕ МИР

ИННОВАЦИИ

Десять крупных достижений, которые улучшат жизнь, преобразуют информатику и, может быть, даже спасут нашу планету

В 1878 г. Томас Эдисон обратился в наш журнал, чтобы прояснить некоторые ошибочные представления о его последнем изобретении — хронографе. Через 70 лет один из наших корреспондентов писал об устройстве, которое должно заменить радиолампы и позволит создать «более миниатюрные слуховые аппараты, по-настоящему портативные радиоприемники и радиопередатчики, а также более компактное электронное оборудования для авиации». Это устройство было названо транзистором. Чтобы отметить 170-летие нашего журнала, мы предлагаем обзор десятков наших прежних публикаций, подобных названным выше. И, как в каждом декабре, мы собрали в рубрике «Идеи, изменяющие мир» десять важнейших достижений этого года. Возможно, еще через 170 лет некоторые из них окажутся важнейшими хитами коллекции.



МАШИНЫ, УПРАВЛЯЕМЫЕ ВЗГЛЯДОМ

Программа, преобразующая движения глаз в команды управления устройствами, может стать благодеянием для людей с нарушениями двигательной способности

Когда в начале 2015 г. страдающий квадриплегией (параличом всех четырех конечностей) Эрик Сорто (Erik Sorto) силой мысли заставил руку робота поднести пиво к своему рту, СМИ были в восторге. Успех и впрямь был впечатляющим. К сожалению, лежащая в его основе технология — вживленная в мозг Сорто микросхема — дорога, инвазивна и часто требует месяцев обучения. Что еще хуже, лишь немногие больные параличом обладают психологическими и физическими возможностями, необходимыми для использования этой технологии.

Но, возможно, существует и лучший путь. Вместо создания прямой связи электрической активности мозга с машиной адъюнкт-профессор нейротехнологии Альдо Фейсал (Aldo Faisal) из Имперского колледжа Лондона намерен использовать для управления инвалидными креслами, компьютерами и видеоиграми движения глаз.

На основе имеющихся в продаже камер для видеоигр Фейсал и его коллеги создали очки, регистрирующие движения глаз и передающие информацию о них в компьютер, где специальная программа преобразует ее в команды для машины. Использовать эту технологию может почти любой человек, включая людей с ампутированными руками, страдающих болезнью Паркинсона, рассеянным склерозом и мышечной дистрофией. Создание системы обходится меньше чем в \$50. На научной выставке подавляющее большинство из тысяч добровольцев достаточно хорошо осваивали эту технологию всего за 15 секунд игры в Pong, не нуждаясь в каких-либо руководствах.

Ученые давно знали, что глаза способны выявлять намерения человека: куда он хочет направиться, что намерен делать, с кем желает общаться. На основе 70-летнего опыта исследований неврологии движений глаз Фейсал

и его коллеги написали алгоритмы, преобразующие направления взгляда в команды для инвалидного кресла, моргание — в клики мыши или быстрое движение зрачка — в команды для движения джойстика игрового манипулятора. Чтобы система могла предугадывать намерения пользователя, алгоритм тренируют с использованием реальных данных, полученных путем регистрации движений глаз добровольцев, управляющих инвалидным креслом с помощью джойстика или движением руки робота. Постепенно система научилась определять разницу между тем, как человек смотрит на чашку, когда хочет понять, что в ней, и когда намерен взять ее, чтобы попить.

Чтобы выпустить на рынок любое медицинское устройство, основанное на его изобретении, Фейсалу нужно добыть средства на его клинические испытания. Между тем Европейский союз выделил его группе грант в размере 4 млн евро на поддержку разработки управляемого движениями глаз экзоскелета для больных параличом. «Я хочу увидеть, что я могу сделать, чтобы вернуть людям возможность двигаться, — говорит Фейсал. — Это моя главная цель».

Рэйчел Ньюер (Rachel Newer)

МИКРОВОЛНОВЫЕ РАКЕТЫ

Недорогой парадигмой для выхода в космос может стать использование пучков микроволн

Запускать объекты в космос с помощью ракет человечество стало больше 50 лет назад, и все эти годы стоимость таких запусков оставалась астрономической: от \$5 тыс. до \$50 тыс. за килограмм полезного груза в зависимости от типа ракеты. Проблема в том, что все применяемые ракеты обладают недостаточно высокой эффективностью. На долю пропеллантов, приводящих ракету в движение (топливо и окислитель), приходится примерно 90% взлетной массы ракеты, так что на долю полезного груза остается совсем немного. Если бы удалось уменьшить массу этих пропеллантов, можно было бы увеличить массу полезного груза и тем снизить стоимость его вывода на орбиту.

В 1924 г. русский ученый К.Э. Циолковский предположил, что для этой цели можно применить пучки микроволн, испускаемые наземными излучателями. Для создания тяги путем нагрева пропелланта до высокой температуры без помощи топлива на борту он намеревался использовать «параллельные пучки коротких электромагнитных волн», направляемые на ракету параболическими зеркалами. Таков был, по его мнению, наиболее привлекательный из доступных способов «достижения космической скорости». Об этой идее Циолковского надолго забыли — слишком большие

мощности микроволновых пучков требовались для космических запусков. И хотя мазеры — квантовые генераторы пучков микроволн — были изобретены еще в 1950-х гг., довести их мощность до требуемых мегаваттных уровней удалось только с изобретением эффективных и менее дорогих гиротронов. Тогда и вспомнили об идее Циолковского. А недавние успехи в создании батарей и других систем запасаения энергии открыли возможность питать достаточно мощные гиротроны, не перенапрягая энергосети.

Сегодня применимость концепции Циолковского исследуют ученые всего мира, в том числе Кевин Паркин (Kevin Parkin), который начал свою работу еще в 2012 г., будучи сотрудником Калифорнийского технологического института. Основываясь отчасти на его результатах, частная компания *Escape Dynamics* проводит в настоящее время испытания в целях разработки движимой микроволнами системы многократного использования для запуска спутников, а впоследствии и пилотируемых космических кораблей. На нее обратило внимание NASA: в июле оно включило такие системы в свои планы будущей разработки технологии.

Проблема в том, что все применяемые ракеты обладают недостаточно высокой эффективностью

5 Когда ракета выходит на орбиту, разгоняющие пучки микроволн выключаются.

Полезная нагрузка

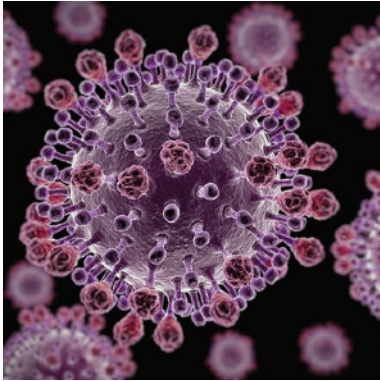
Ли Биллингс (Lee Billings)



Illustration by Don Foley

ВВЕДЕНИЕ В МОЗГ БЕЗОПАСНЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ ДАТЧИКОВ

Для исследований мозга будут использовать сеточку из проводящего полимера



Вирус гриппа H1N1 — один из многих вирусов, которых можно выловить с помощью нового теста

ВЫЛАВЛИВАНИЕ ВИРУСОВ

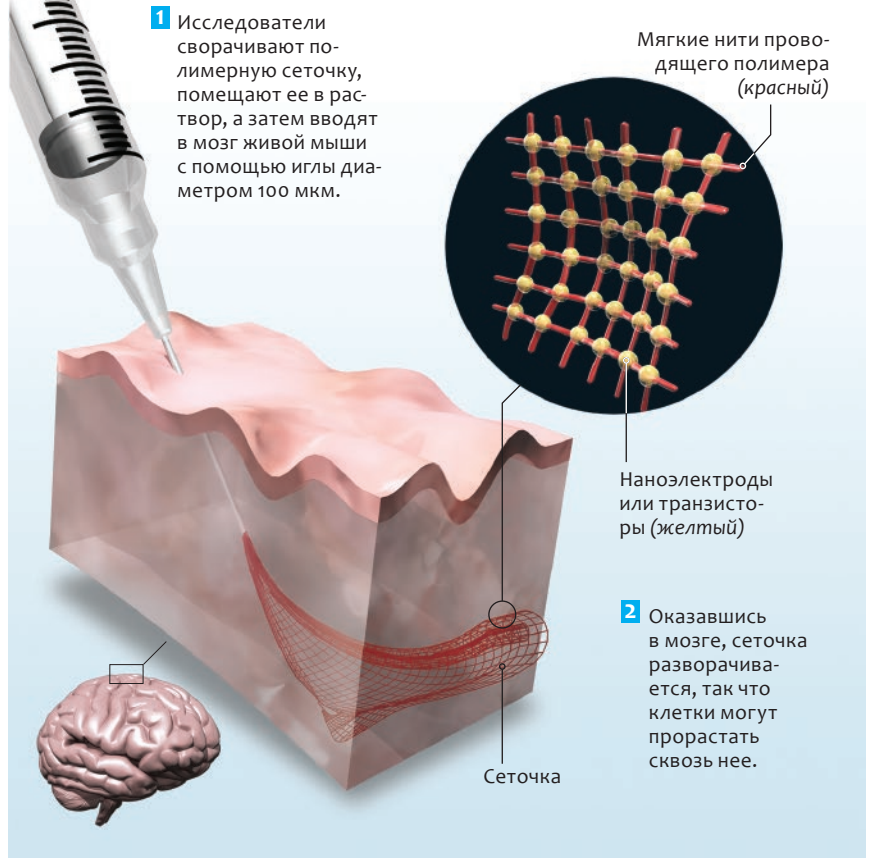
С помощью нового метода можно практически с идеальной точностью определить каждый из вирусов в пробе

Когда врачи хотят выяснить, какой вирус вызывает инфекцию, они обычно используют полимеразную цепную реакцию (ПЦР) для того, чтобы увеличить количество копий участка ДНК настолько, чтобы его можно было изучить. Но для этого нужно, чтобы врач знал, какой вирус ищет, а не пытался делать это наугад. В сентябре 2014 г. группа ученых из Колумбийского университета разработала новый метод, позволяющий обойтись без поиска вслепую.

Технология со сложным названием «система определения популяции вирусов позвоночных животных» позволяет найти практически все вирусы в капле слюны, межтканевой или спинномозговой жидкости. С помощью данного метода можно успеть провести анализ 21 пробы менее чем за 48 часов. Кроме того, удастся выявить незнакомые или мутировавшие вирусы — при условии, что их гены идентичны известным по меньшей мере на 40%. Примерная стоимость исследования составляет \$200 за одну пробу. По словам Иэна Липкина (Ian Lipkin), профессора эпидемиологии в Школе управления здравоохранением им. Мейлмана при Колумбийском университете, сейчас в отделении скорой помощи полное исследование обходится в тысячи долларов. Он говорит, что

Для того чтобы разгадать тайны мозга, ученым необходимо аккуратно получать точную информацию об активности нейронов у живого объекта. Однако обычные методы изучения мозга довольно грубы. Исследователи из Гарвардского университета, работающие под руководством химика Чарльза Либера (Charles Lieber), надеются, что им удастся решить эту проблему благодаря вживлению мягкой и гибкой полимерной сетки. Ученые уже тестируют такие импланты с электродачиками на живых мышцах. Когда будет доказана их безопасность, устройства можно будет использовать для людей, чтобы понять, как из работы отдельных нейронов возникает наше сознание, и помочь лечению таких заболеваний, как, например, болезнь Паркинсона.

Сет Флетчер (Seth Fletcher)



1 Исследователи сворачивают полимерную сеточку, помещают ее в раствор, а затем вводят в мозг живой мыши с помощью иглы диаметром 100 мкм.

Мягкие нити проводящего полимера (красный)

Нанoeлектроды или транзисторы (желтый)

2 Оказавшись в мозге, сеточка разворачивается, так что клетки могут прорасти сквозь нее.

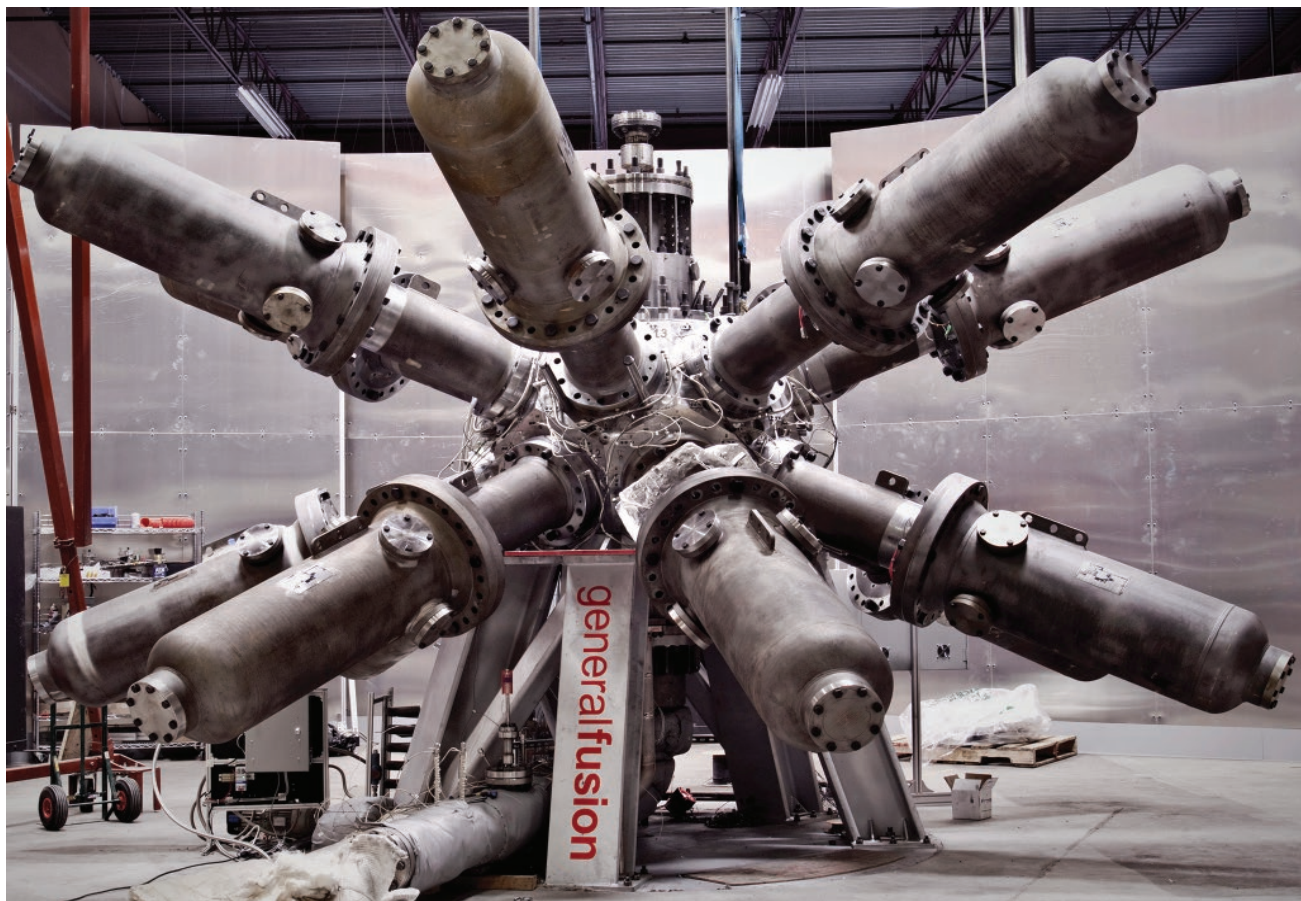
Сеточка

новый метод недорогой и позволит индивидуально подобрать лечение, точно определив причину заболевания.

Вначале для разработки этой методики Липкин с коллегами создали базу данных, включающую более тысячи вирусов позвоночных животных. Затем для всех штаммов каждого вируса (их получилось 2 млн) ученые синтезировали генетические зонды, каждый из которых представляет собой участок ДНК длиной 25–50 нм. Когда зонд обнаруживает соответствующий вирус, он с ним связывается. Чтобы извлечь вирусы, исследователи добавили магнитные микроносители (1–3 мкм в диаметре). Связывающий химический агент присоединяет магниты к зонду с пойманным

вирусом. Затем исследователи помещают эту смесь в магнитную установку, которая притягивает собранные образцы к стенкам пробирки. Потом ученым остается только изолировать и промыть соединение «микроноситель — зонд — вирус» и определить генетическую последовательность вируса, при этом риск получения ложного результата практически исключается. Липкин с коллегами сейчас собираются объединиться с коммерческой организацией, чтобы распространить технологию в клиники разных стран. Кроме того, они планируют создать зонды для известных инфекций, вызываемых грибами или бактериями.

Рэйчел Ньюер



Прототип системы сжатия для термоядерного реактора компании General Fusion: в полномасштабной установке для сжатия плазмы в центральной сферической камере будут использоваться 200 поршней

ЯДЕРНЫЙ МИКРОСИНТЕЗ

После десятилетий медленного прогресса и вложений огромных средств некоторые исследователи управляемого ядерного синтеза меняют тактику

Сторонников ядерного синтеза можно упрекнуть в чрезмерном оптимизме, но никак не в недостаточном масштабе замыслов. Ядерный синтез — это объединение двух атомных ядер с образованием атомного ядра нового элемента и выделением энергии. Именно этот процесс выступает источником энергии Солнца, и разрабатываемые проекты использования ядерного синтеза в земной энергетике имеют соответственно грандиозные масштабы. Примером может служить Международный экспериментальный термоядерный реактор (ITER), строящийся во Франции консорциумом из семи государств. В этом токамаке, в который вложен \$21 млрд, для создания достаточно плотной и горячей плазмы, требуемой для осуществления синтеза, будут использоваться сверхпроводящие электромагниты. Масса готового реактора составит 23 тыс. т, что втрое больше массы Эйфелевой башни. Не менее сложен главный конкурент ITER — Национальный комплекс

зажигания (NIF) в Калифорнии, в котором на мишень (таблетку ядерного топлива) фокусируются одновременные импульсы 192 лазеров, нагревающие ее до 50 млн градусов и сжимают до давления 150 млрд атмосфер.

Несмотря на все это, до создания реальных термоядерных электростанций на основе ITER или NIF остаются еще десятилетия. Новое поколение исследователей выбрало иное направление — скромных масштабов. В 2015 г. американское Агентство перспективных исследований в области энергетики вложило в рамках программы ALPHA (Accelerating Low-Cost Plasma Heating and Assembly) около \$30 млн в девять менее масштабных проектов, нацеленных на создание рентабельных термоядерных энергетических установок. Один из этих проектов, осуществляемый компанией Magneto-Inertial Fusion Technologies, направлен на сжатие плазмы электрическим током (пинч-эффект) до степени, при которой возникает

термоядерная реакция. Этот подход не нов: впервые пинч-эффект использовали для осуществления термоядерной реакции работники Лос-Аламосской национальной лаборатории еще в 1958 г.

Альтернативными схемами осуществления термоядерной реакции занимаются и компании, не связанные с программой ALPHA. Так, канадская компания General Fusion построила установку, в которой для возбуждения реакции синтеза используются ударные волны, распространяющиеся в жидком металле. А компания Tri Alpha Energy строит термоядерный реактор на встречных пучках заряженных частиц, имеющих длину всего 23 м. Наконец, гигант ВПК Lockheed Martin сообщил, что работает над созданием магнитного термоядерного реактора размером с транспортный контейнер и обещает создать его коммерческий вариант в пределах ближайшего десятилетия.

История термоядерной энергетики дает основания относиться к этим проектам скептически, но если хоть один из них принесет успех в области массовой выработки чистой энергии без создания радиоактивных отходов, это позволит решить ряд проблем — от нехватки энергии до изменений климата.

Дэвид Биелло (David Biello)

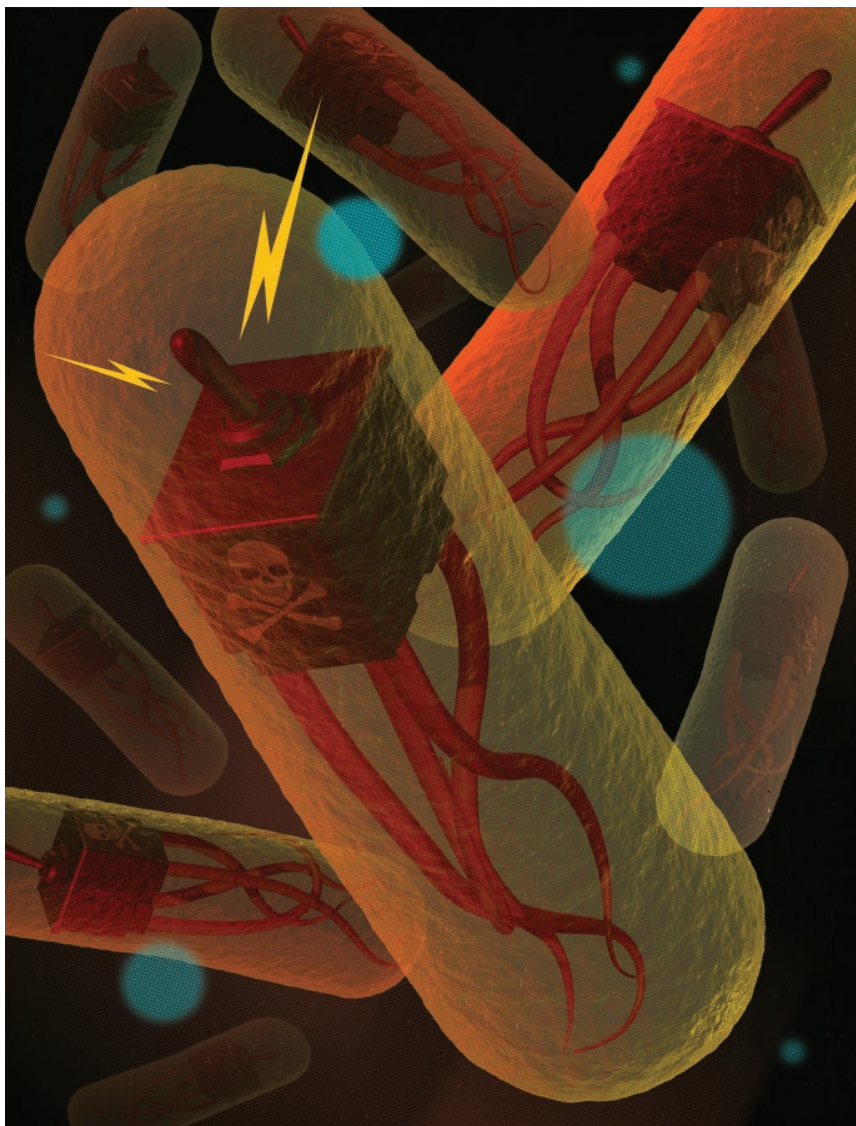
ВЫКЛЮЧАТЕЛИ ДЛЯ ГМО

Генетический выключатель поможет предотвратить промышленный шпионаж и снизить загрязнение окружающей среды

Во всем мире огромное количество генетически модифицированных бактерий *Escherichia coli* живут в специальных емкостях и вырабатывают полезные вещества, такие как инсулин, пластмассы и пищевые добавки. После использования модифицированных бактерий их утилизируют как промышленные отходы или используют в качестве удобрения.

Это не создает большого риска для окружающей среды, поскольку генетически модифицированная *E. coli* значительно слабее своих диких сородичей и не сможет долго существовать вне стен лаборатории. Но потенциально могут быть созданы и такие генетически модифицированные организмы, которые станут опасными, если попадут туда, где им не место. Что произойдет, например, если случайно выберутся на свободу более устойчивые бактерии, которые смогут надежно закрепиться в экосистеме? Или если модифицированные бактерии посредством горизонтального переноса генов передадут свои свойства, например устойчивость к антибиотикам, диким сородичам? А если конкурирующая фирма украдет запатентованную бактерию, чтобы узнать, какая коммерческая тайна закодирована в ее ДНК? Ученые разрабатывают способ защиты на случай таких непредвиденных обстоятельств.

В 2009 г. специалист в области биоинженерии Брайан Калиандо (Brian Caliendo), работавший в Калифорнийском университете в Сан-Франциско, занялся разработкой методики, позволяющей гарантировать, что генетически модифицированный организм испортится прежде, чем сумеет сбежать из лаборатории или будет украден. Ученый узнал про недавно открытый способ защиты под названием CRISPR, который бактерии используют, чтобы разрушать ДНК вторгшегося к ним вируса, и понял,



Чтобы новые генетически модифицированные организмы не попали туда, куда не следует, ученые создают специальный «выключатель»

что это можно использовать в качестве встроенного выключателя для генетически модифицированных бактерий.

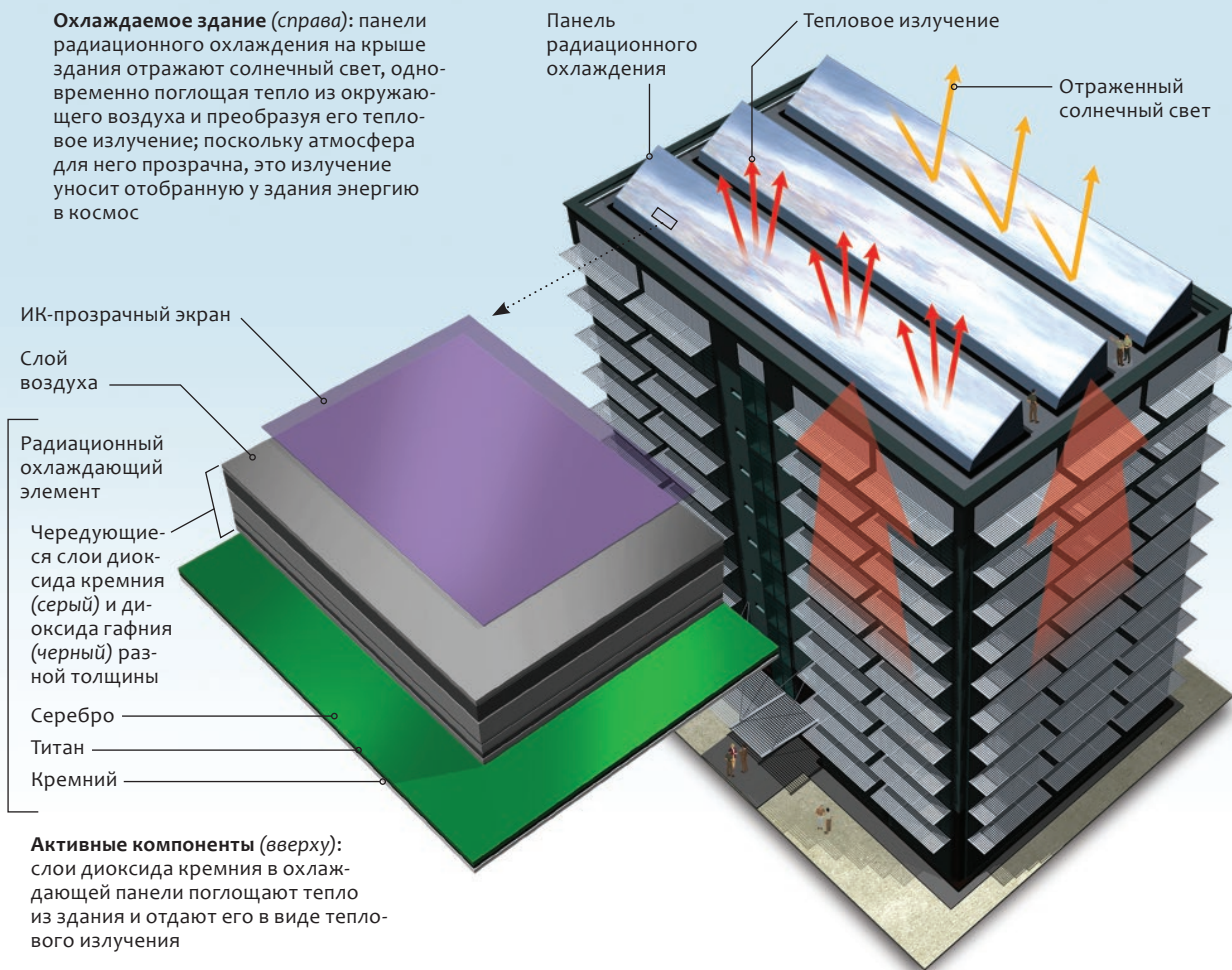
Калиандо, работавший под руководством Кристофера Войта (Christopher Voigt) сначала в Калифорнийском университете в Сан-Франциско, а затем в Массачусетском технологическом институте, на основе CRISPR разработал систему, запускающую в бактерии уничтожение ее собственных модифицированных генов. Для этого Калиандо использовал плазмиды — небольшие кольцевые молекулы ДНК, способные размножаться независимо от основной ДНК. С помощью CRISPR он запрограммировал в плазмидах РНК и ферменты для выключателя. Затем он ввел эти

плазмиды в генетически модифицированную *E. coli*, заразив бактерию смертоносной программой. При добавлении в среду сахара, который называется арабинозой, выключатель срабатывает и начинается разрушение модифицированного фрагмента ДНК.

Калиандо опубликовал результаты своих исследований в 2015 г. в журнале *Nature Communications*. Этот принцип можно приспособить для различных организмов и условий среды. По словам Калиандо, таким образом, например, можно предотвратить опыление растений генетически модифицированной пчелой с соседнего поля.

Дженнифер Аббасу (Jennifer Abbasi)

Охлаждаемое здание (справа): панели радиационного охлаждения на крыше здания отражают солнечный свет, одновременно поглощая тепло из окружающего воздуха и преобразуя его в тепловое излучение; поскольку атмосфера для него прозрачна, это излучение уносит отобранную у здания энергию в космос



Активные компоненты (вверху): слои диоксида кремния в охлаждающей панели поглощают тепло из здания и отдают его в виде теплового излучения

РАДИАЦИОННОЕ ОХЛАЖДЕНИЕ ЗДАНИЙ

Многофункциональное зеркало поглощает тепло и излучает его в космос

В США из потребляемой зданиями энергии около 15% приходится сегодня на долю системы кондиционирования воздуха. В предстоящие десятилетия число рекордно знойных дней будет увеличиваться. Сочетание этих двух факторов ставит сложную проблему: как охлаждать наши дома и рабочие помещения в условиях потепления климата и при этом уменьшить потребление электроэнергии?

Ученые из Стэнфордского университета говорят, что частью решения будет использование материалов, поглощающих тепло из залитых солнцем домов и излучающих его в космическое пространство. Основная идея — радиационное охлаждение — родилась в 1980-х гг., когда инженеры обнаружили, что некоторые

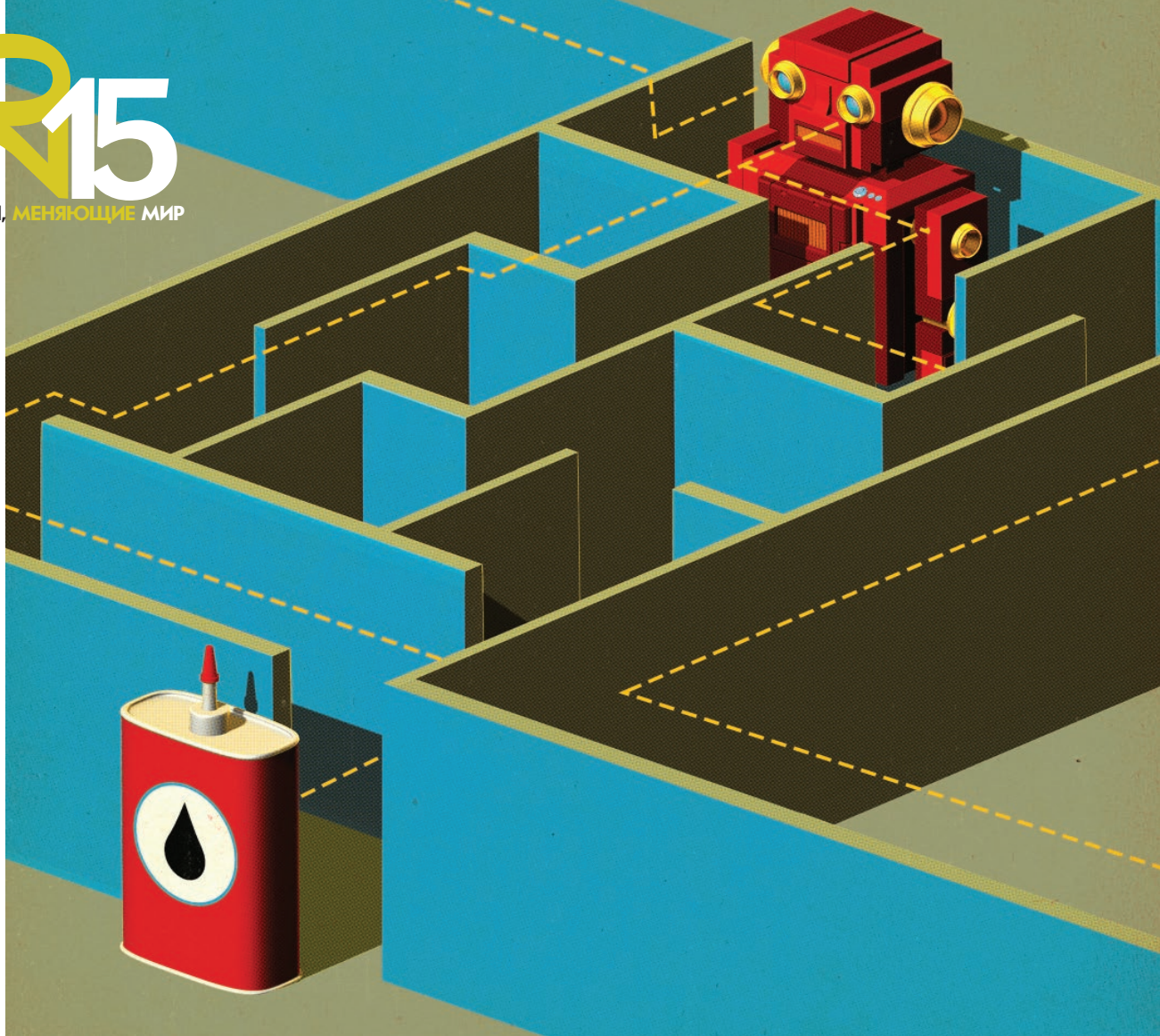
кровли из окрашенного металла «вытягивают» тепло из дома и отдают его вовне в виде инфракрасного излучения с длинами волн, которые беспрепятственно проходят через атмосферу Земли. Днем радиационное охлаждение никогда не работало, поскольку не был создан материал, который испускал бы тепловое излучение и отражал солнечный свет. Отражение очень важно: если материал поглощает солнечный свет, приносимое им тепло намного перекроет возможный эффект радиационного охлаждения.

Для решения этой проблемы группа из Стэнфордского университета создала нечто эквивалентное очень эффективному зеркалу. В ходе испытаний на крыше университетской лаборатории этот материал, состоящий из слоев диоксида гафния и диоксида кремния на подложке из серебра, титана и кремния, отражал 97% солнечного света. Молекулы диоксида кремния ведут себя подобно антеннам, поглощая тепло из воздуха на одной стороне панели и испуская его в виде теплового (ИК) излучения с другой стороны. Основная доля этого излучения приходится на длины волн от 8 до 13 нм, для которых земная атмосфера прозрачна, поэтому солнечное тепло не нагревает воздух вокруг

здания, а переизлучается в космос. Даже на прямом солнечном свете 20-сантиметровый диск из этого материала оказывается примерно на 8°С холоднее окружающего воздуха.

Фань Шаньхуэй (Shanhui Fan), инженер-электрик из Стэнфордского университета и основной автор статьи 2014 г. в журнале *Nature*, описывающей эту работу, представляет себе панели из этого материала, покрывающие крыши зданий. Поскольку такая крыша постоянно отдает тепло, система кондиционирования воздуха в здании может работать на меньшей мощности, экономя энергию. Этот материал может найти и другие применения. Например, если удалить его отражающий элемент, а оставшуюся часть связать с солнечным элементом, то она, не препятствуя падению солнечного света на последний, будет охлаждать его, повышая его КПД. «Думать о том, как использовать огромный термодинамический ресурс, который представляет собой Вселенная в качестве поглотителя тепла, очень интересно, — говорит Шаньхуэй. — Мы еще только начинаем понимать возможности этого недоизученного возобновляемого энергетического ресурса».

Рэйчел Ньюер



САМООБУЧАЮЩИЕСЯ МАШИНЫ

Технология глубинного обучения помогает искусственному разуму исполнять свое назначение

Google, Facebook и другие гиганты предпринимают большие усилия для создания самообучающейся технологии. Эти их усилия опираются в основном на нечто, известное под названием глубинного обучения.

Сети с глубинным обучением, основанные на давней идее, что компьютеры станут умнее, если будут работать подобно человеческому мозгу, представляют собой системы взаимосвязанных процессоров разных уровней, называемых искусственными нейронами, которые выполняют различные операции над входной информацией, например изображением, которое требуется классифицировать. От обычных нейронных сетей сети с глубинным обучением отличаются большим числом уровней. Чем глубже сеть, тем больше в ней уровней и тем выше уровень абстракции, на котором она может работать.

Глубинное обучение стало привлекать интерес в середине 2000-х гг. благодаря работам трех ключевых фигур — Джеффри Хинтона (Geoffrey Hinton) из Торонтского университета, Йошуа Бенджио (Yoshua Bengio) из Монреальского университета и Яна Лекуна (Yann LeCun) из Нью-Йоркского университета, но коммерческие приложения на его основе стали появляться лишь недавно. Примером может служить приложение Google Photos, появившееся в мае 2015 г. В него можно загружать все изображения из iPhone, и оно безошибочно распознает снимки моих жены, сына и внука и заносит их в папки, обозначенные соответствующими миниатюрными снимками. Приложение может делать это, поскольку научилось распознавать лица путем анализа миллионов поочередно представлявшихся ему изображений. По мере «прогона» изображения через каждый

из последовательных уровней сети программа идентифицировала его элементы со все более высоким уровнем абстрагирования и в результате научилась фиксировать все лицо на снимке.

После тренировки на достаточном числе лиц программа научилась выявлять нос и губы на изображениях людей, ранее ей не представлявшихся.

Возможности глубинного обучения не ограничиваются систематизацией снимков. Оно позволяет сделать шаг к искусственному интеллекту, способному действовать почти неотличимо от человеческого разума. В феврале 2015 г. группа специалистов по искусственному интеллекту из лондонской компании Deep Mind (которую в 2014 г. купил Google за \$617 млн) сообщила об использовании глубинного обучения для создания компьютера, способного научиться играть в десятки видеоигр Atari. После достаточно большой практики программа стала обыгрывать опытных игроков-людей в половине из этих игр. Небольшой шаг, но век машинного разума должен был где-то начаться.

Гэри Стукс

СКОРОСТНАЯ КИНОСЪЕМКА ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ

Инфракрасная спектроскопия в сочетании с компьютерным моделированием позволила выявить скрытый мир взаимодействий растворителей с растворенными веществами

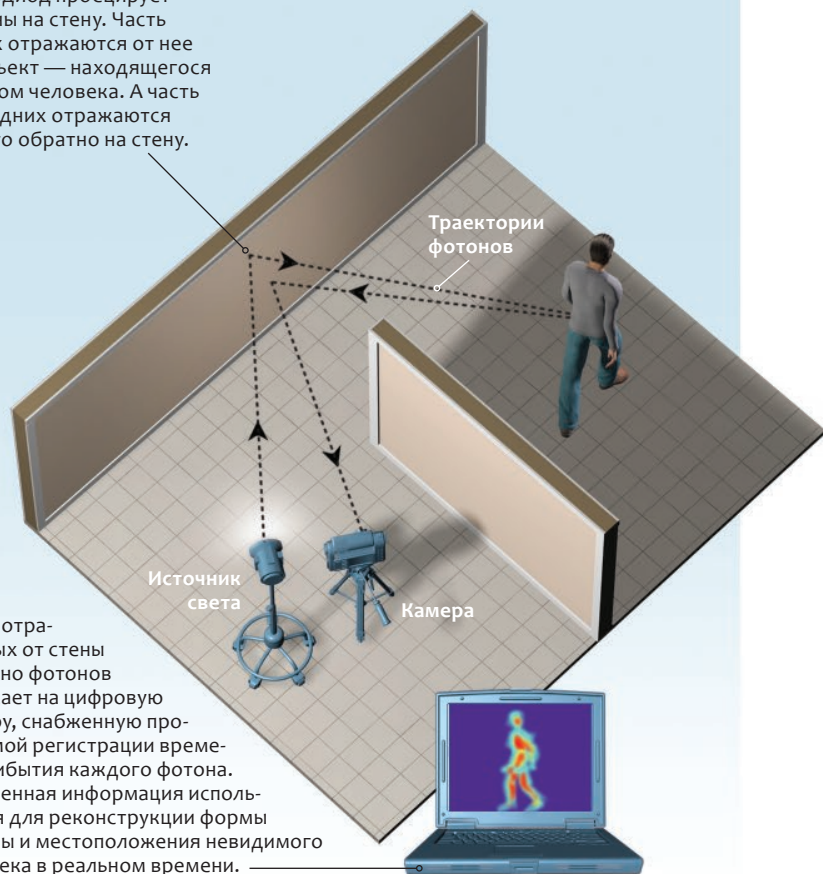
Большинство природных химических процессов на нашей планете происходят в океане и других водоемах. Большинство лекарств синтезируются в растворителях. Однако механику реакций химии обычно изучают в газовой среде, где концентрация молекул невелика, так что их легче отслеживать. В жидкостях концентрация молекул гораздо выше и сталкиваются они чаще, поэтому реакции протекают быстрее, беспорядочнее и сложнее. Так что если у вас нет возможности делать «мгновенные снимки» исследуемого процесса с разрешением в несколько пикосекунд (триллионных долей секунды), то он будет представляться вам чем-то неопределенным и размытым.

Химик Эндрю Орр-Юинг (Andrew Orr-Ewing) из Бристольского университета в Англии использовал для изучения химических реакций лазеры. Он знал, что катализатором реакций в жидкостях служит тепло, выделяемое вибрациями, которые можно наблюдать в инфракрасном свете. В экспериментах, проведенных между 2012 и 2014 гг., он и его тогдашний аспирант Грег Даннинг (Greg Dunning) облучали короткими лазерными импульсами молекулы дифторида ксенона в растворителе ацетонитриле. Эти импульсы действовали подобно скальпелю, высвобождавшему высокоактивные атомы фтора, которые затем выхватывали атомы дейтерия из молекул растворителя, образуя фторид дейтерия. Скорость, с которой возникали и затем исчезали эти предательские вибрации после первого лазерного импульса, определявшаяся с помощью стандартного метода ИК-спектроскопии, показывала, как быстро формируются межатомные связи и как быстро реакция достигает равновесия.

Эти эксперименты послужили подтверждением возможности наблюдения субпикосекундных деталей химических реакций в жидкостях. Однако для наблюдения и детализации химических реакций большинство химиков используют не дорогие лазеры и детекторы, а компьютерное моделирование. Для

1 Светодиод проецирует фотоны на стену. Часть из них отражаются от нее на объект — находящегося за углом человека. А часть последних отражаются от него обратно на стену.

2 Часть отраженных от стены обратно фотонов попадает на цифровую камеру, снабженную программой регистрации времени прибытия каждого фотона. Полученная информация используется для реконструкции формы фигуры и местоположения невидимого человека в реальном времени.



ПОДГЛЯДЫВАНИЕ ЗА УГОЛ

Отраженные фотоны позволяют камерам смотреть за угол

Если бы видеокамеры были способны заглядывать за угол, они могли бы предупреждать водителей об опасностях, подстерегающих их за поворотом, помогать пожарным находить горящие здания и позволять хирургам видеть труднодоступные уголки внутри тела. Несколько лет назад исследователи из Массачусетского технологического института сумели создать такую камеру, но она была лишь очень дорогим (\$500 тыс.) прототипом. В ней использовалось отражение лазерных импульсов от стены или двери на неподвижный объект в соседней комнате. Камера регистрировала свет, отраженный обратно от объекта, а программа фиксировала время прибытия отдельных отраженных фотонов и на основании этих данных реконструировала невидимый объект. С тех пор группа существенно усовершенствовала эту технологию. Сегодня она способна видеть «за углом» движущиеся объекты, а выполняют все работы не лазер и камера стоимостью в \$500 тыс., а светодиод и 100-долларовый датчик Microsoft Kinect.

Ларри Гринемейер (Larry Greenemeier)

них Орр-Юинг и его коллеги Давид Гловачки (David Glowacki) и Джереми Харви (Jeremy Harvey) написали программу моделирования, которая с высочайшей точностью предсказала результаты спектроскопических экспериментов Орр-Юинга. «Это моделирование мы можем использовать для того, чтобы глубже заглянуть в происходящее, поскольку оно дает нам больше точной информации, чем мы можем получить из экспериментов», — говорит Орр-Юинг.

На сегодня сочетание экспериментов и моделирования позволяет нам лучше

всего понять, как на деле протекают реакции в жидкости. Разработчики уже начинают внедрять методы группы Орр-Юинга в компьютерное моделирование для использования в науке и промышленности, что должно помочь ученым в проведении исследований заболеваний, разработке лекарств и экологических исследованиях.

Дженнифер Аббаси

Перевод: М.С. Багоцкая, И.Е. Сацевич