идеи, изменяющие мир

20 путей к построению более чистого, здорового и рационального мира

Что бы произошло, если панели солнечных элементов были бы бесплатными? Что если бы мы могли узнавать все о мире в режиме реального времени? Что если бы медики могли предсказывать болезни за годы до того, как они проявятся? Вот что такое идея, изменяющая мир, — очень простая, но при этом настолько масштабная, что предсказать все последствия ее осуществления невозможно. Редакция и консультативный совет журнала *Scientific American* выбрали проекты из пяти общих категорий — энергетика, транспорт, окружающая среда, электроника и робототехника, здравоохранение и медицина, — которые наглядно иллюстрируют возможности науки и техники. Одни из представленных проектов уже реализуются, другие пока находятся в стадии разработки. Но все они демонстрируют, что инновации — наиболее перспективное средство, способное помочь всем нам. ■

ЭНЕРГЕТИКА

Бесплатная солнечная энергия

Несколько новых компаний предлагают установить солнечные панели на крыше вашего дома. Начальные вложения: ноль

Кристофер Мимз

Самая большая помеха использованию солнечной энергии — это деньги. Установка на крыше комплекта солнечных панелей такой площади, чтобы обеспечить все потребности здания в энергии, обходится в сумму, эквивалентную предоплате счетов за электричество на 7–10 лет вперед, и это еще с учетом федеральных стимулов и субсидий штатов. Однако новый подход в финансировании открывает дополнительные возможности для тех домовладельцев, которые не только хотят уменьшить выбросы углерода в окружающую среду, но и меньше платить за электричество. Они получат панели бесплатно, а счета за электроэнергию будут оплачивать по мере поступления.

Система действует примерно так же, как ипотека. Организации и частные лица, желающие получать стабильный доход на свои вложения (обычно это банки или держатели муниципальных облигаций), используют имеющиеся денежные средства для оплаты солнечных панелей, а домовладельцы затем прямо или косвенно оплачивают электроэнергию, получаемую от установок на их крышах, по цене киловатт-часа меньшей, чем его стоимость в энергосетях. Для инвестора вложения безопасны: солнечные батареи новейшего поколения способны надежно работать много лет, а для домовладельцев заметно уменьшается ежемесячные расходы на электроэнергию, не говоря уже о моральном удовлетворении от того, что они вносят свой вклад в борьбу с глобальным потеплением. «Это способ не только получать солнечную энергию, не вложив ни копейки, но и начать экономить

CHRISTOPH NIEMANN

COURTESY OF SOLARCITY

с первого же дня. И это главное», — говорит соучредитель компании *SolarCity* Питер Райв (Peter Rive).

SolarCity — крупнейшая из компаний по установке солнечных панелей на здания, принявших такую стратегию. Ее основали в 2006 г. два брата-предпринимателя из Кремниевой долины. *SolarCity* предоставляет домовладельцам солнечные панели в аренду. В итоге счета за сетевую энергию (в которой потребители нуждаются в бессолнечные дни) уменьшаются настолько, что даже в сумме с арендной платой за панели оказываются меньше, чем были до этого. Компания *SunRun* из Сан-Франциско предлагает потребителям аналогичные услуги с тем отличием, что плату берет за электроэнергию, а не за аренду панелей.

Такие города, как Беркли и Боулдер, первыми стали внедрять собственный вариант финансирования установки солнечных панелей, предусматривающий кредитование домовладельцев на всю сумму затрат на приобретение и установку солнечных панелей. Оплачивается проект муниципальными облигациями, а домовладельцы возвращают кредит в течение 20 лет в форме части налога на недвижимость. Эффект в любом случае получается одинаковым: будь то новые обязательства в форме налога, арендная плата или долгосрочный контракт на покупку электроэнергии, оплата получается меньше сегодняшней платы за сетевую электроэнергию.

«Мы видим, как происходят изменения представлений о покупке энергетических продуктов и услуг», — говорит директор Лаборатории возобновляемой и оптимальной энергии Калифорнийского университета в Беркли Дэниел Каммен (Daniel M. Kammen), выполнивший первоначальный анализ модели финансирования, принятой в Беркли. Каммен считает, что такие условия помогут потребителям преодолеть недостатки, присущие возобновляемым источникам энергии, в частности то, что инфраструктура традиционных уже оплачена, а во многих случаях даже субсидировалась десятки лет.

Все три подхода быстро распространяются по стране. Хотя программе Беркли нет еще и двух лет, уже в десяти штатах приняты законы, позволяющие городам проводить аналогичные программы кредитования с финансированием облигациями. С принятием закона Ваксмана — Марки о климате возможность городов проводить такого рода программы будет обеспечена федеральным законом. Компания *SunEdison* из штата Мэриленд уже сегодня действует в девяти штатах; *SolarCity*, имеющая больше 4 тыс. клиентов, работает в Калифорнии, Аризоне и Орегоне, а в 2010 г. планирует развернуть работу в нескольких других штатах.

Понизить общую стоимость «электроэнергии с крыши» до уровня стоимости сетевой энергии без таких федеральных субсидий, как кредитование налога на инвестиции, которое понижает налоговые отчисления банков, кредитующих эти проекты, пока невозможно. Эти субсидии, достигающие 30% от стоимости солнечных энергетических установок, гарантируются не менее чем на восемь лет. *SolarCity* и ее конкуренты утверждают, что по истечении этого срока субсидии им уже не будут нужны.

«К паритету с электросетями ведет несколько факторов, — говорит вице-президент *SunEdison* по маркетингу Аттила Тот (Attila Toth), имея в виду объем капитала, стоимость панелей и их установки и интенсивность солнечного излучения в данном регионе. — В разных штатах он будет достигнут в разное время, но мы ожидаем, что, например, в Калифорнии это случится в первую очередь, через три-пять лет».

Если цена электроэнергии, получаемой от ископаемого топлива, в прошлом десятилетии росла на 3–5% в год, то стоимость солнечных панелей снижалась в среднем на 20% с каждым удвоением установленной базы. Паритет будет достигнут, когда линии графиков этих двух тенденций пересекутся. Тогда у солнечной энергии появится потенциальная возможность питать не только жилые здания. И вряд ли можно считать случайностью то, что в совет директоров компании SolarCity входит Элон Маск (Elon Musk), глава компании *Tesla Motors*, производящей электромобили.

ЭНЕРГЕТИКА

Другие интересные идеи

Кристофер Мимз

Бензиновый огород

Следующий шаг к производству биотоплива таков: генетически модифицированные растения, вырабатывающие углеводороды в качестве побочных продуктов своего естественного метаболизма. Результатом будет топливо — даже обычный бензин, для производства которого не потребуется ничего, кроме солнечного света и CO_2. В июле компания *Exxon Mobile* заявила, что намерена потратить больше $600 млн на создание водорослей, которые могли бы выполнять эту функцию, а компания *Joule Biotechnologies* утверждает, что уже достигла успеха в этом деле, хотя никаких деталей своей фирменной системы не раскрывает.

Горячие ядра

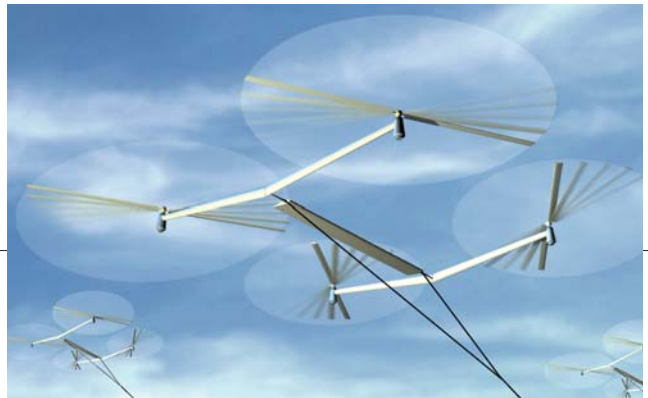
Для выработки энергии в ядерных реакторах годятся не только уран и плутоний. Получив первоначальный толчок от более традиционных делящихся материалов, торий способен запустить самоподдерживающуюся реакцию «размножения», продукт которой — уран-233, очень хорошо подходящий для использования на атомных электростанциях. Этот процесс имеет еще и то преимущество, что он затрудняет неконтролируемое распространение ядерного оружия, т.к. конечный продукт испускает интенсивное гамма-излучение, что делает топливо опасным в обращении и облегчает его отслеживание.

Экономия энергии с использованием информации

Исследования показывают, что простое осведомление потребителей о том, как они расходуют электроэнергию, уменьшает ее трату на 5–15%. «Интеллектуальные» счетчики позволят потребителям поминутно отслеживать, сколько электроэнергии расходуется каждым бытовым электроприбором. Такие счетчики предлагает множество новых компаний, а *Google* и *Microsoft* независимо сотрудничают с местными электросетями, предоставляя потребителям возможность контролировать затраты электроэнергии через Всемирную паутину.

Энергия ветра из стратосферы

Согласно опубликованной в июле работе Стэнфордского университета ветры, непрерывно дующие на высоте в тысячи метров, способны поставлять в 100 раз больше энергии, чем нужно для удовлетворения всех потребностей человечества. Калифорнийская компания *Sky WindPower* предложила отбирать эту энергию с помощью флота гигантских привязных ветрогенераторов (*на илл.*), а итальянская *Kite Gen* предлагает решить ту же задачу с помощью воздушных змеев. ■



ТРАНСПОРТ

Освобождение США от

Гибридные грузовики с подзарядкой от сети — лучшие показатели на малых расстояниях

Аманда Шупак

На долю грузовых автомобилей приходится около 40% автомобильного топлива, сжигаемого в США. Потребителей в основном интересует повышение экономичности легковых автомобилей, а большие возможности с грохотом проносятся мимо. «Люди не осознают, что даже небольшой грузовик расходует столько же топлива, сколько множество легковых машин, — говорит Билл Ван Амбург (Bill Van Amburg), старший вице-президент некоммерческой организации содействия чистым технологиям перевозок Calstart и директор Форума пользователей гибридных грузовиков. — Легкий гибридный грузовик экономит больше нефти, чем девять легковушек *Prius*».

Сегодня примерно 1,3 тыс. коммерческих гибридных грузовиков расходуют почти вдвое меньше топлива, чем обычные собратья той же грузоподъемности. Но возможности таких традиционных гибридов в принципе ограниченны. Более высокая эффективность использования нефтяного топлива у них обусловлена рекуперацией части энергии при торможении.

В отличие от них гибридные грузовики с подзарядкой от сети получают энергию непосредственно от энергосети. Они способны пробегать большие расстояния — а во многих случаях ездить даже целый день, — вовсе не расходуя топлива. Это переключает спрос на энергию с нефти на сетевые источники. (В 2008 г. возобновляемые источники, не потребляющие углерода, и атомные электростанции обеспечили 30% потребления энергии в США.)

Технология гибридного автомобиля с подзарядкой от сети во многих отношения гораздо важнее для развозных грузовиков, чем для легковых автомобилей. Такой грузовик покрывает за день небольшое расстояние, делая множество остановок, что способствует регенеративному торможению. Например, в США суточный пробег большинства из 200 тыс. с лишним почтовых грузовиков составляет меньше 20 миль (32 км), а по ночам весь парк машин возвращается на стоянки, где есть достаточное количество разъемов для подзарядки на 120 или 240 В.

Министерство энергетики США недавно запустило самую большую государственную программу производства коммерческих гибридных грузовиков с подзарядкой от сети, выделив на нее $45,4 млн, с тем чтобы к 2011 г. иметь на дорогах 378 машин для средних условий эксплуатации. Грузовики, которые передадут в автопарки 50 муниципальных и коммунальных служб, будут иметь силовые установки компании *Eaton*, крупного изготовителя электрооборудования, на шасси *Ford F-550*. (Сама компания *Ford* не намерена проек-

тировать собственные гибридные грузовики с подзарядкой от сети, пока не станет ясно, что для них есть рынок.) «Похоже, они вырвутся на простор в 2011 г.» — говорит президент Ассоциации электрических автомобилей Южной Калифорнии Пол Скотт (Paul Scott).

Недавно созданная компания *Bright Automotive* разработала более грандиозный план. Она намерена к 2014 г. заменить на дорогах не менее 50 тыс. обычных грузовиков гибридными с подзарядкой от сети. Ее опытный образец *IDEA* (*на илл.*) может пройти на аккумуляторах 40 миль (65 км), прежде чем перейти на четырехцилиндровый двигатель внутреннего сгорания, обеспечивающий пробег в 40 миль на галлон топлива. Обтекаемый алюминиевый кузов рассчитан на ту же нагрузку, что кузов обычного почтового грузовика, но обладает гораздо лучшей аэродинамикой. По массе эта машина эквивалентна седану среднего размера.

Джон Уотерс (John E. Waters), основатель компании *Bright Automotive* и бывший разработчик аккумуляторной системы для новаторского электромобиля *EV1* компании *General Motors*, говорит, что каждый автомобиль *IDEA* будет экономить 1,5 тыс. галлонов топлива в год и выбрасывать в атмосферу на 16 т CO_2 меньше, чем обычный почтовый грузовик. По словам Уотерса, его компания готова начать сборку этих автомобилей на своем заводе в США, как только будет утвержден федеральный заем на $450 млн.

Несмотря на призывы к экономии потребления углерода, владельцы автопарков руководствуются более практическими соображениями. Руководство компании *Bright Automotive* еще не решило, какой будет в итоге цена машины *IDEA*, но по его оценке, владельцы 2 тыс. этих машин, пробегающих по 80 миль (128 км) в день пять дней в неделю, смогут сэкономить за год $7,2 млн. Возможно, сегодня этих аргументов недостаточно для обоснования массового спроса без дополнительных скидок или повышения цен на топливо. По оценке Ван Амбурга, сегодня переход на гибридные автомобили потребует первоначальных затрат в $30 –$50 тыс. на каждую машину, но по мере роста объемов производства эта цифра будет снижаться.

Поможет и совершенствование аккумуляторов. Сегодня почти четверть общей себестоимости автомобиля *IDEA* приходится на батарею литий-ионных аккумуляторов емкостью 13 кВт•ч. Большая часть исследований, проведенных для аккумуляторов для электромобилей *Chevy Volt* и других потребительских автомобилей, может быть использована и применительно к аккумуляторам для коммерческих машин. «Как бы мы ни старались, — говорит вице-президент *Bright Automotive* по разработке продуктов Дэвид Лозун (David Lauzun), — такие автомобили не завоюют мир, пока они не станут материально выгоднее для потребителя, пока он не будет думать: “Я должен иметь эту машину, потому что она экономит мои деньги”». ■

ТРАНСПОРТ

Скоростные автобусы

Автобусные линии по типу метро сделают горожан более мобильными

Майкл Мойер

Сегодня численность городского населения в мире впервые превысила долю сельского. Это обстоятельство породило множество проблем, не самая маловажная из которых — как людям в растущих мегаполисах передвигаться максимально быстро. Загрязнение воздуха и уличные пробки свидетельствуют, что нужно отказываться от упора на личные автомобили, а строительство систем легкого рельсового транспорта занимает много времени и требует больших финансовых вложений. Обезоруживающе простое (и недорогое) решение — система скоростных автобусов (*Bus Rapid Transit*), которая должна функционировать подобно метро. В этой системе для автобусов большой вместительности на существующих дорогах выделяются отдельные полосы, отграниченные от остальных бетонными ограждениями. Пассажиры оплачивают проезд заранее и ожидают поездки на крытых станциях. Когда прибывает автобус, открываются сдвижные ограждения, и пассажиры входят в автобус с платформы, расположенной на одном уровне с его полом. Свободные от прочего транспорта скоростные полосы, быстрые посадка и высадка пассажиров и современные комфортабельные станции — все это больше похоже на систему легкого рельсового транспорта, чем на хаос обычных автобусных маршрутов. В столице Колумбии Боготе, где с 2001 г. действуют семь линий скоростного автобуса (*на илл*), которые ежедневно перевозят 1,6 млн. пассажиров, успех подобной системы позволил городу убрать с улиц 7 тыс. частных автобусов, уменьшив потребление топлива и, соответственно, загрязнение атмосферы больше, чем на 59%. ■

Ревизия использования океанов

Зонирование — эффективное лекарство для больных морей

Сара Симпсон

Сегодня лишь немногие политики отказываются признать, что океаны больны. Защита здоровья прибрежных вод стала вопросом национальной политики многих стран, включая США, и многие мировые лидеры начинают «прописывать» революционные лекарства, которые борцы за охрану природы пропагандировали много лет: планирование и зонирование морей.

Эта идея — естественное продолжение политики управления, которая уже около 100 лет применяется для развития городов и культурных ландшафтов. В частности, порномагазины не разрешается размещать вблизи детских учреждений, а буровые вышки не могут быть основной достопримечательностью в национальных парках. Подобным образом сторонники зонирования представляют себе мозаику региональных карт, на которой каждому водному пространству нашей планеты предписывается определенное назначение. Бурение и добыча полезных ископаемых должны быть разрешены только в определенных частях океана, рыболовство — в других. Области, которым угрожает максимальная опасность, должны стать практически заповедными.

Если найти карты, предписывающие, где и что можно делать на суше, нетрудно, то мир океанов представляет собой хаос правил, изданных целой армией организаций, каждая из которых ведает только одной областью использования или одним показателем состояния моря. Например, в США одно ведомство регламентирует промышленное рыболовство (причем обычно только вылов одного вида рыб в каждый период времени), другое отслеживает присутствие токсичных веществ, еще одно — горные разработки на морском дне и т.д., всего около 20 федеральных организаций. Свои решения каждая из них обычно принимает безотносительно действий других, объясняет морской эколог Ларри Краудер (Larry B. Crowder) из университета Дьюка. «Представьте себе врачей, посещающих больного в отделении интенсивной терапии по одному и не общающихся друг с другом, — говорит он. — Это чудо, что океан не в худшем состоянии, чем он есть сегодня».

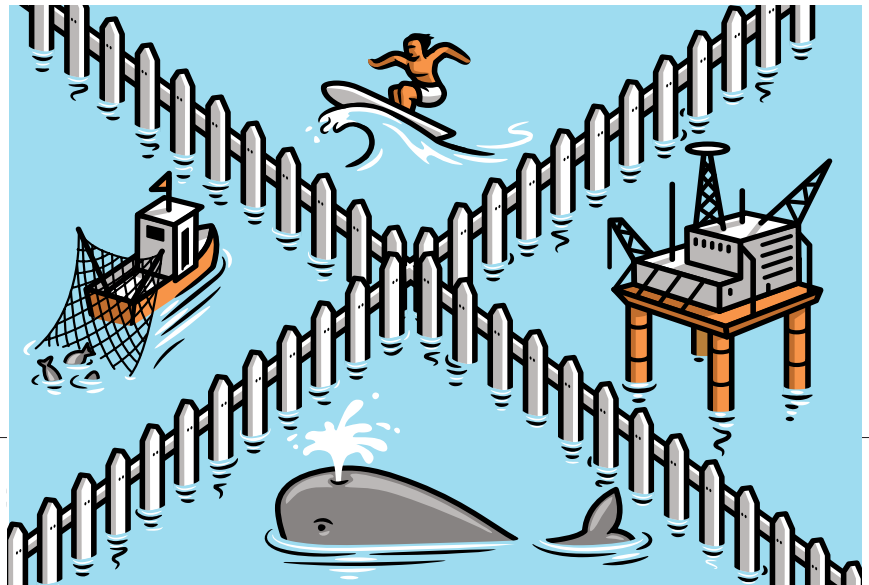
Защитники океана вроде Краудера с нетерпением ждут окончательных рекомендаций от специального комитета, которому президент Барак Обама поручил представить план пересмотра управления территориальными водами США, простирающимися на 200 морских миль от берега. Масштаб этого предприятия огромен: США контролируют 4,4 мл. кв. миль акватории, так что площадь их подводной недвижимости на 25% больше площади территории на суше. В предварительном отчете этого комитета, опубликованном в сентябре 2009 г., говорится, что лучшим способом свести к минимуму вредное воздействие человечества на океан должно стать управление регионами, а не показателями состояния моря.

Однако пока специальный президентский комитет достаточно осторожен, чтобы не предлагать такое зонирование в качестве единственного способа решения проблемы. В большой степени это обусловлено тем, что любая попытка ограничить коммерческие интересы вызовет жесткую оппозицию.

«Зонирование нравится не всем, — говорит директор Флоридского института океанографии Университета Южной Флориды в Тампе Джон Огден (John C. Ogden). — Чьи-то интересы всегда страдают». Наиболее убежденными противниками таких изменений будут, вероятнее всего, традиционные пользователи открытого моря — промышленные рыболовецкие и нефтяные компании.

Однако Огден и некоторые другие сразу же указывают, что зонирование может содействовать бизнесу не меньше, чем сохранению океана. Отказавшись от доступа к некоторым регионам, бизнесмены могут быть уверенными, что получение лицензий на деятельность в других местах станет более предсказуемым и менее дорогим делом, чем сегодня. Сейчас нефтяные компании могут подать заявку на право бурения практически в любом месте, но каждый раз это связано с существенным финансовым риском.

Будет ли окончательный отчет президентского комитета содержать явную поддержку зонирования, пока не ясно, но комитет уже обещал пересмотреть структуру управления использованием океана, предложив создать Национальный совет по океану, задачей которого будет координация действий множества федеральных агентств. ■

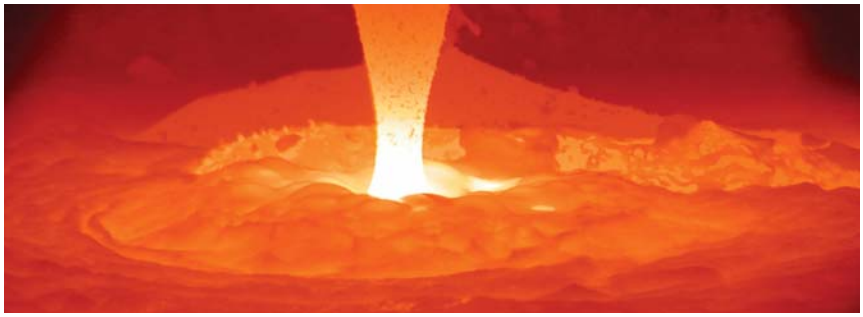


ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА

Большие возможности отходов

Управляемая молния может уничтожать мусор и вырабатывать электроэнергию

Джон Павлус



Мусор содержит энергию, заключенную в химических связях. Разрабатывавшаяся в течение десятилетий технология плазменной газификации готова, наконец, ее извлечь. В теории процесс прост. «Горелки» пропускают электрический ток через газ (часто это обычный воздух) в камере, создавая высокотемпературную плазму — ионизованный газ с температурой больше 7000° С, выше, чем на поверхности Солнца. Мы называем это молнией, и плазменная газификация представляет собой «молнию в бутылке»: колоссальный жар плазмы разлагает молекулярные связи любого мусора, загруженного в камеру, превращая органические соединения в сингаз (сочетание *CO* и водорода) и захватывая все остальное в инертный стекловидный шлак. Сингаз может служить топливом для газовых турбин электростанций, а также использоваться для производства метанола, этанола и дизельного биотоплива, а шлак — перерабатываться в стройматериалы.

На практике плазменная газификация не могла конкурировать с традиционными способами переработки бытовых отходов по экономическим показателям. Однако с совершенствованием технологии стоимость процесса снижалась, тогда как цены на энергию росли. Сегодня «кривые, наконец, пересеклись — плазменная переработка отходов стала дешевле их захоронения», говорит директор отдела исследований плазмы Института технических исследований штата Джорджия Луис Сирсео (Louis Circeo). Летом 2009 г. крупнейший «мусорщик» — компания *Waste Management* — заключила соглашение с новой компанией *InEnTec* из штата Орегона о начале промышленного внедрения разработанных последней процессов плазменной газификации. Во Флориде, Луизиане и Калифорнии уже строятся крупные пилотные заводы, способные перерабатывать больше 1 тыс. т мусора в сутки.

Плазменный процесс не идеален. То, что ядовитые тяжелые металлы блокированы в шлаке, отвечает требованиям Управления по защите окружающей среды (*EPA*) к выщелачиваемости (и такие шлаки уже ряд лет используются в строительстве в Японии и Франции), но само их присутствие все еще смущает сообщества, решающие вопрос о строительстве заводов по плазменной переработке. И хотя сжигание сингаза для производства электроэнергии дает бесспорно меньший «углеродный след», чем сжигание угля («Переработка каждой тонны мусора с помощью плазменного процесса, сокращает выброс CO_2 в атмосферу на две тонны», — говорит Сирсео), в целом этот процесс все же сопровождается выделением парниковых газов.

«Это слишком хорошо, чтобы быть правдой, — признает Сирсео. — Однако, по оценкам *EPA*, если бы все твердые бытовые отходы в США подвергались плазменной переработке, то полученная электроэнергия составила бы от 5 до 8% потребляемой в стране, что примерно эквивалентно 25 атомным электростанциям или всем существующим гидростанциям». Поскольку ожидается, что к 2020 г. США будут производить ежедневно 1 млн т мусора, использование плазмы для возврата хотя бы части энергии будет слишком важным, чтобы им можно было пренебречь. ■

Другие интересные идеи

Джон Павлус

Цемент как поглотитель углерода

Вклад традиционного производства цемента в общемировой выброс CO_2 в атмосферу составляет не меньше 5%, однако новые материалы могут позволить создавать углеродно-нейтральный цемент. Новая компания *Novacem* при поддержке Имперского колледжа Лондона применяет для производства цемента диоксид магния, который при затвердевании поглощает CO_2, а калифорнийская компания *Calera* использует морскую воду для секвестрации выбросов углерода на соседних цементных заводах.

Замена домашней пчелы

С 2006 г. от коллапса пчелиных семей (*CCD*) погибло более трети колоний домашней пчелы. Фермеры, которым нужны опылители для таких культур, как миндаль, персики и яблоки, с надеждой смотрят на синюю садовую пчелу. *Osmia lignaria* способна опылить такую же территорию, как 50 домашних пчел, но этих насекомых гораздо труднее разводить из-за их одиночной природы. Они не смогут полностью заменить медоносных пчел, но поскольку ученые продолжают бороться с *CCD*, они могут послужить в качестве страховки для сельского хозяйства.

Соленая вода и зерновые

Поскольку мировые запасы пресной воды истощаются, а производство пищевых продуктов необходимо наращивать, смягчить положение могут культуры, терпимые к соленой воде. Исследователи из Австралийского университета в Аделаиде использовали методы генной инженерии для увеличения природной способности экспериментальных культур препятствовать накоплению соли в листьях, что позволило бы растениям процветать в условиях, которые обычно губят их. Если этот же генный трюк сработает с такими зерновыми культурами, как рис и пшеница (сегодня ученые испытывают их), то заброшенные пашни, погубленные засухой или избыточным поливом, могут снова стать житницами. ■

Всесильные машины

Миниатюрные датчики позволят размечать физический мир так же, как веб-технологии — киберпространство

Грегори Моун

В 2009 г. компания *Hewlett-Packard* (*HP*) объявила о запуске своего проекта «Центральная нервная система для Земли» (*CeNSE*), плода десятилетнего труда по размещению 1 трлн комплектов датчиков размером с канцелярскую кнопку по всей планете. Специалисты говорят, что информация, собираемая такого рода вездесущей сенсорной сетью, может изменить процесс познания мира столь же радикально, как Интернет изменил бизнес. «Люди не догадывались, что грядет Всемирная паутина, — говорит футуролог Пол Сафо (Paul Saffo). — Сегодня мы в том же положении в отношении вездесущих датчиков. Революция уже на пороге».

Распространение универсальных датчиков и способность компьютеров анализировать получаемую информацию и либо рекомендовать, либо давать сигнал к реагированию на получаемые от датчиков данные, позволит не только более глубоко понимать происходящие в окружающей среде. Результатом может стать строительство зданий, которые будут самостоятельно управлять использованием энергии, мостов, извещающих инженеров о необходимости ремонта, автомобилей, отслеживающих трафик и обнаруживающих выбоины на дорогах, и некоторых систем защиты дома, способных различать перемещения, например, незваного гостя и собаки.

CeNSE — это самый дерзкий из всех объявленных проектов, но *HP* — не единственная организация, разрабатывающая технологию повсеместного контроля. Новые блоки датчиков разрабатывают также *Intel* и ряд университетских лабораторий.

Однако по ряду причин это оснащенное датчиками будущее отнюдь не неизбежно. Необходимо, чтобы такие устройства выдавали обширные и надежные данные и были достаточно устойчивыми к жестким условиям работы. Сами блоки датчиков должны быть малыми, но потребные объемы вычислений будут колоссальными. Всю собираемую датчиками информацию нужно будет передавать, хранить на серверных станциях и анализировать. Наконец, кому-то придется платить за все это. «Это фундаментальная проблема экономики, — отмечает специалист по информатике Дебора Элстрин (Debora Elstrin) из Калифорнийского университета в Лос-Анджелесе. — Каждый датчик стоит денег. Датчикам требуются уход, питание и поддержание калибровки. Недостаточно просто установить их».

Старший научный сотрудник *HP* Питер Хартуэлл (Peter Hartwell) признает, что *CeNSE* сможет выполнить свои задачи только при условии, что датчики будут почти бесплатными. Это одна из причин, по которым *HP* разрабатывает единые универсальные блоки размером с канцелярскую кнопку, набитые различными датчиками, в частности света, температуры, влажности, вибрации и деформации, а не серию устройств различного назначения. Хартуэлл говорит, что нацеленность на единое универсальное устройство позволит увеличить объем производства за счет удешевления каждого блока, но может также позволить HP обслуживать нескольких клиентов одновременно с помощью одних и тех же датчиков. Рассмотрим главный технический проект компании — сверхчувствительный акселерометр. Этот датчик, расположенный внутри кристалла, воспринимает движение микроскопической внутренней платформы относительно остальной части кристалла. Он позволяет измерять изменения ускорения в 1 тыс. раз точнее, чем технология, примененная в *Nintendo Wii*.

Хартуэлл представляет себе картину, когда такие блоки датчиков установлены вдоль автомагистрали с шагом 16 футов (4,9 м). Благодаря возможности отслеживать показатели температуры, влажности и света они могут служить мини-метеостанциями. Но можно также проанализировать и данные о вибрации от акселерометров, чтобы оценить характер трафика — а именно, сколько автомобилей проезжает мимо и с какой скоростью. Эта информация будет полезна местному дорожному управлению, полагает Хартуэлл, но возможны и другие области применения. «Стать потребителем такой информации может ваш провайдер беспроводной связи, например чтобы иметь возможность сообщить вам, как быстрее всего доехать до аэропорта», — говорит исследователь.

Для сбора и передачи данных, естественно, потребуется питание, и чтобы гарантировать длительную работу своих блоков датчиков,

HP предполагает использовать не только батареи. «Мы намерены разработать и другой способ получения энергии, — говорит Хартуэлл. — Возможно, поддерживать батареи заряженными будут солнечные панели или термоэлектрические устройства».

Учитывая трудности с питанием, другие группы вообще отказываются от батарей. Инженер Джош Смит (Josh Smith) из лабораторий *Intel* в Сиэттле разработал блок датчиков с беспроводной подачей энергии. Как и блок *HP*, система *WISP* (*Wireless Identification and Sensing Platform*) компании *Intel* будет содержать ряд различных датчиков, но при этом получать энергию через радиоволны, излучаемые радиочастотными дистанционными устройствами считывания идентификационных меток (*ID*) с большого расстояния. Смит говорит, что одно такое устройство, включенное в электророзетку на стене, уже может питать сеть прототипов *WISP* и обмениваться информацией с ними на расстояниях от 1,5 до 3 м (со временем дальность действия будет увеличиваться).

Смит также называет многие из тех связанных с инфраструктурой возможностей, которые отмечали Хартуэлл и других. Если снабдить *WISP* бытовые предметы, например посуду, то они смогут давать врачам сведения о ходе процесса реабилитации жертв паралича: если чашки, которыми обычно пользуется пациент, остаются неподвижными, значит он, вероятно, не встает и не ходит.

Круг возможных применений вездесущих датчиков настолько широк, говорит Смит (недавно физики обратились к нему по вопросу использования *WISP* для контроля температуры вне предлагаемого детектора нейтрино), что, как и в случае с Интернетом, предвидеть их все невозможно. «Что касается влияния, которое они могут оказать на нашу жизнь, — сказал Смит, — то ничего подобного вы еще не видели». ■

ЭЛЕКТРОНИКА И РОБОТОТЕХНИКА

Универсальный робот

ПК может решить любую вычислительную задачу, которую задаст ему хозяин. Почему то же самое не верно для робота?

Грегори Моун

Роботы показали себя надежными помощниками солдат, хирургов и домовладельцев, озабоченным поддержанием жилища в чистоте. Впрочем, роботы всегда конструируются и изготавливаются для определенной работы. Но сегодня началось движение в сторону создания универсальных машин, которые могли бы ориентироваться в меняющейся среде, например в офисах или жилых комнатах, и выполнять работу своими руками.

Идея универсального робота, разумеется, не нова. «Около 50 лет люди ожидают, что она вот-вот воплотится в жизнь», — говорит один из директоров программы персональных роботов новой компании *Willow Garage* в Кремниевой долине Эрик Берджер (Eric Berger). Задержка отчасти обусловлена тем, что для выполнения даже очень простой работы требуется огромный набор возможностей. Например, чтобы принести кружку, робот должен воспринять и «осмыслить» информацию от различных датчиков — лазерных сканеров, фиксирующих возможные препятствия, видеокамер, отыскивающих объект, датчиков обратной связи от пальцев о силе захвата предмета, и многих других. Однако Берджер и другие специалисты уверены, что прогресс может быть достигнут уже в следующем десятилетии.

По мнению компании *Willow Garage*, проблема заключается в отсутствии общей платформы для решения всех этих вычислительных задач. Вместо того чтобы наращивать возможности единой машины, каждый с нуля конструирует своего робота и создает для него программное обеспечение. Чтобы изменить это положение, *Willow Garage* строит сейчас 25 экземпляров «персонального робота 2» (*PR2*) — двурукой машины на колесах, способной отключать электроприборы от розеток, открывать двери и перемещаться по комнате. Десять из них останутся «дома», а остальные будут переданы другим исследовательским группам, и все группы будут объединять свои достижения. ■

Карманный переводчик

Новые программы для преодоления трудностей перевода

Грегори Моун

Компания *Sakhr Software*, создающая автоматические переводчики, представила приложение смартфона, которое переводит фразы, произносимые на английском языке, на арабский и наоборот почти в реальном времени. Новая мобильная технология может вскоре дать возможность двум людям, говорящим на разных языках, вести разговор на простые темы.

До 1990-х гг. машинный перевод означал программирование бесконечного перечня языковых правил. Подход был слишком трудоемким и не обеспечивал достаточной точности. Сегодня лучшие программы, создаваемые компаниями *BBN Technologies*, *IBM*, *Sakhr* и другими в рамках усилий Агентства передовых оборонных исследовательских проектов США (*DARPA*), направлены на то, чтобы избавить военных от необходимости обращаться к людям-переводчикам. Программа работает на основе баз данных параллельных текстов. Алгоритмы находят совпадающие фразы в источниках, и программа использует их для построения статистической модели, связывающей английские фразы с арабскими.

Главный специалист *BBN* Джон Махаул (John Makhoul) говорит, что современная технология лучше всего работает, когда ограничена определенной тематической областью, например при переводе сводок погоды с английского языка на французский или сборе биографических данных о людях в зоне военных операций. Махаул полагает, что первым потребительским приложениям также будут свойственны подобные ограничения. Программа-переводчик в смартфоне даст возможность американским туристам во Флоренции получить от местных жителей указания, как куда-то пройти, но не позволит им обсуждать искусство Возрождения. ■

Узнавать о зарождении болезни в вашем теле

Сложные болезни имеют совокупность причин. По счастью, они оставляют и множество следов

Мелинда Уэннер

Если не считать некоторых инфекционных заболеваний, лечению поддаются немногие из болезней человека. В текущем году около 560 тыс. американцев умрут от рака. Несмотря на то что врачи ежегодно проводят 250 тыс. операций по аортокоронарному шунтированию, болезни сердца остаются главной причиной смертей в стране.

Труднее всего поддаются лечению те заболевания, которые развиваются в течение длительного времени. Они представляют собой конечный результат сложных молекулярных взаимодействий в организме. Однако их сложность предоставляет определенные возможности. Ученые обнаружили, что эти взаимодействия оставляют в организме различимые следы. Распутав клубок молекулярных подсказок — изменений в белках, аминокислотах и обмене веществ, называемых в совокупности биомаркерами, — врачи надеются вскоре научиться не только обнаруживать, но и предсказывать зарождающиеся болезни на этапе, когда с ними еще можно справиться.

Биомаркеры — не новинка. Врачи контролируют рак простаты по уровню белка, известного под названием простатоспецифичного антигена (PSA), в крови с 1986 г. Но тестов на выявление заболевания по единственному биомаркеру немного, поскольку большинство болезней характеризуются изменениями совокупности биомаркеров.

Возьмем, например, шизофрению: в 2010 г. ученые выпустят биомаркерный тест, который позволит отличать ее от других психических расстройств. Тест, производство которого готовит лаборатория *Rules-Based Medicine* в Остине (штат Техас), основан на характеристиках примерно 40 белков крови.

Для выявления потенциально полезных биомаркеров исследователи берут пробы крови у тысяч здоровых людей и анализируют их, выявляя базовую линию. Затем такие же пробы берутся у людей с определенным заболеванием, например диабетом или раком грудной железы. Если между этими группами выявляется воспроизводимое различие, ученые могут использовать картину, наблюдаемую у больных, для выявления того же заболевания у других. Беря пробы в течение длительного времени, исследователи смогут пойти назад и проанализировать пробы, взятые у людей, заболевших позднее, для выявления картины, указывающей на раннюю стадию заболевания или высокий риск его возникновения.

Компания *Biophysical Corporation*, дочернее предприятие *Rules-Based Medicine* — один из разработчиков биомаркерных тестов на основе крови, продвигающих их на рынок. Она ищет до 250 биомаркеров, наводящих на мысль о воспалительных процессах, онкологических, кардиологических и других заболеваниях. Ее председатель и главный управляющий Марк Чандлер (Mark Chandler) говорит, что истинная ценность таких тестов состоит в долговременном мониторинге. Человек может, «сдавая кровь раз в месяц, получать результаты теста, который способен выявить серьезные изменения, свидетельствующие о начале онкологического заболевания», — объясняет Чандлер.

Однако в том, что грядет эра биомаркеров, убеждены не все специалисты. Независимый британский фармацевт-консультант Черил Бартон (Cheryl Barton), автор аналитического отчета 2006 г. компании *Business Insight* по рынку, говорит, что «сохраняет некоторый скептицизм относительно того, насколько полезны биомаркеры в клинической практике».

Дело осложняется еще и тем, что человек может страдать несколькими болезнями, например раком простаты и сердечным заболеванием. Как может повлиять наличие нескольких недугов на общую картину биомаркеров или на то, как будет изменяться их профиль при возникновении нового заболевания, не может сказать никто. «У всех людей старше 65–70 лет состояние здоровья разное, — говорит Чандлер. — И что с этим делать, мы пока не знаем». Специалистам еще только предстоит выяснить, какие биомаркеры действительно имеют отношение к тому или иному заболеванию, а что касается работы с кровью, то это очень трудная задача, поскольку в крови содержатся десятки тысяч белков, концентрации которых различаются в пределах более десяти порядков.

Некоторые компании упрощают себе задачу, вообще отказываясь от крови. Так, компания *LabCorp* недавно

ЗДРАВООХРАНЕНИЕ И МЕДИЦИНА

Спутники выявляют вспышки заболеваний

Данные со спутников помогают выявлять и предсказывать распространение смертоносных заболеваний

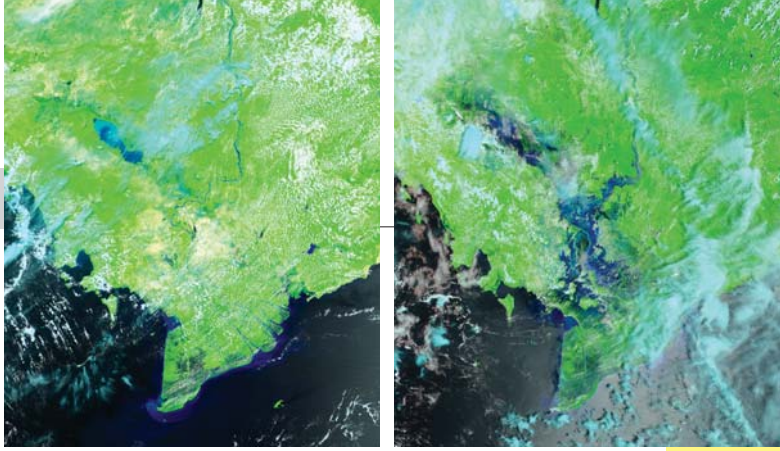
Кэтрин Хармон

Переносчики многих инфекционных заболеваний — птицы и комары. А их миграции определяются теплом и дождями. Принимая во внимания этот фактор, ученые стали использовать спутники для выявления природных условий, благоприятных для распространения заболевания. «В идеале мы могли бы предсказывать, в каких условиях возможны вспышки эпидемий холеры, малярии и даже птичьего гриппа», — говорит Тим Форд (Tim Ford) из Университета Новой Англии в Биддфорде, один из авторов статьи на эту тему, опубликованной в сентябре 2009 г. в журнале *Emerging Infectious Diseases*.

Спутниковые данные уже использовались для картирования распространения птичьего гриппа *H5N1* в Азии. Одни из главных переносчиков этого заболевания — домашние утки, распространенные обитатели рисовых чеков в Юго-Восточной Азии. Помощник директора Центра космического анализа Оклахомского университета Сяо Сянмин (Xiangming Xiao) использует полученные со спутников изображения для картирования распределения сельскохозяйственных культур в этом регионе. Такие карты показывают, где с наибольшей вероятностью обитают утки и, соответственно, где с наибольшей вероятностью может распространяться птичий грипп.

Переносят вирус и перелетные птицы, но предсказать пути их перемещения труднее. Для оценки возможных маршрутов их перелетов, и, следовательно, путей переноса вируса Сяо и его коллеги объединяют изображения со спутников со сведениями о распределении температуры поверхности Земли. Затем компьютерные модели связывают обусловленные природными условиями движущие силы с распространением заболеваний людей птичьим гриппом.

Разумеется, передать орбитальным лабораториям всю работу невозможно. Сяо говорит, что для суждения об интенсивности распространения птичьего гриппа по полученным со спутников изображениям необходимы также сведения о населении — например о том, насколько широко распространено в определенных общинах разведение уток для употребления в пищу. «Спутниковый мониторинг позволяет вести наблюдения систематически, — говорит Сяо. — С другой стороны, очень важными остаются и наблюдения на месте, поэтому ключ лежит в объединении данных тех и других наблюдений. А это не так просто». ■



ВОДНОЕ ПРЕДВЕСТИЕ. Изменения природных условий, такие как наводнение в дельте Меконга во Вьетнаме, могут предвещать волну заболеваний

выпустила на рынок тест, основанный на анализе клеток толстой кишки в стуле в поисках химических признаков рака толстой кишки. «Стул находится в плотном контакте с выстилкой толстой кишки, поэтому в нем содержится гораздо больше таких редких молекул, чем попадает в кровоток при раке толстой кишки», — говорит Барри Берджер (Barry Berger), главный медик биотехнологической компании *Exact Sciences*, разработавшей технологию этого теста.

Однако ученые уверены, что со временем они решат наиболее трудную задачу — вычленения отчетливых признаков заболеваний в сильно «зашумленных» данных. «Процесс эволюции, сложный и малоизученный, не всегда указывает нам легкий путь, но он несомненно открывает нам множество возможностей», — говорит Берджер. ■

Перевод: И.Е. Сацевич

ЗДРАВООХРАНЕНИЕ И МЕДИЦИНА

Другие интересные идеи

Мелинда Уэннер

Остановка кровотечений

В 35% случаев пострадавшие гибнут раньше, чем их успевают доставить в больницу. Спасатели могли бы не допустить этого, если бы имели более эффективные и дешевые средства предотвращения кровопотери. Новая компания *Trauma Solutions* при Мэрилендском университете разработала синтетический гидрогель, способный вызывать свертывание крови, стимулируя выработку организмом фибрина — белка, который затягивает раны и останавливает кровотечение. В будущем это вещество будет также доставлять к ране такие лечебные средства, как антибиотики и обезболивающие препараты. Каждое применение препарата будет стоить около $5, тогда как стоимость некоторых натуральных кровоостанавливающих веществ превышает $500.

Мини-лаборатория

Главный побочный эффект применения лекарств от СПИДа и туберкулеза — повреждение печени, однако лишь в немногих в развивающихся странах есть подготовленные специалисты и оборудование для контроля ее состояния. Некоммерческая организация «Диагностика для всех» (*Diagnostics for All*) разработала недорогое устройство размером с ноготь, сделанное почти целиком из бумаги, которое позволяет определять состояние печени всего по одной капле крови. Каналы в бумаге проводят кровь к участкам, изменяющим цвет в зависимости от концентрации двух энзимов печени, связанных с ее повреждением.

Бактериальная зубная паста

Бактерии *Streptococcus mutans*, живущие во рту, повреждают зубы, превращая сахара в молочную кислоту, которая разъедает зубную эмаль. Флоридская компания *Oragenics* вывела с помощью генной инженерии новый штамм, который превращает сахара не в молочную кислоту, а в следовые количества алкоголя. Поскольку этот штамм навсегда замещает природные *S. mutans*, средство, проходящее сегодня клинические испытания, будет способно при одноразовом предписании защитить зубы на всю жизнь. ■