

"Radio" is monthly publication on audio, video, computers, home electronics and telecommunication

УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ: ЗАО «ЖУРНАЛ «РАДИО»

Зарегистрирован Министерством печати и информации РФ 01 июля 1992 г.  
Регистрационный ПИ № ФС77-50754

Главный редактор В. К. ЧУДНОВ

Редакционная коллегия:

А. В. ГОЛЫШКО, А. С. ЖУРАВЛЁВ, Б. С. ИВАНОВ,  
С. Н. КОМАРОВ, А. Н. КОРОТКОНОШКО, К. В. МУСАТОВ,  
И. А. НЕЧАЕВ (зам. гл. редактора), Л. В. МИХАЛЕВСКИЙ,  
С. Л. МИШЕНКОВ, О. А. РАЗИН, Б. Г. СТЕПАНОВ  
(первый зам. гл. редактора), В. В. ФРОЛОВ

Выпускающие редакторы: С. Н. ГЛИБИН, А. С. ДОЛГИЙ

Обложка: В. М. МУСИЯКА

Вёрстка: Е. А. ГЕРАСИМОВА

Корректор: Т. А. ВАСИЛЬЕВА

Адрес редакции: 107045, Москва, Селиверстов пер., 10, стр. 1

Тел.: (495) 607-31-18. Факс: (495) 608-77-13

E-mail: [ref@radio.ru](mailto:ref@radio.ru)

Группа работы с письмами — (495) 607-08-48

Отдел рекламы — (495) 608-99-45, e-mail: [advert@radio.ru](mailto:advert@radio.ru)

Распространение — (495) 608-81-79; e-mail: [sale@radio.ru](mailto:sale@radio.ru)

Подписка и продажа — (495) 607-77-28

Бухгалтерия — (495) 607-87-39

Наши платёжные реквизиты:

получатель — ЗАО "Журнал "Радио", ИНН 7708023424,  
р/сч. 40702810438090103159

Банк получателя — ОАО "Сбербанк России" г. Москва  
корр. счет 3010181040000000225 БИК 044525225

Подписано к печати 16.01.2015 г. Формат 60×84 1/8. Печать офсетная.

Объём 8 физ. печ. л., 4 бум. л., 10,5 уч.-изд. л.

В розницу — цена договорная

Подписной индекс:

по каталогу «Роспечати» — 70772;

по Объединённому каталогу «Пресса России» — 89032;

по каталогу Российской прессы ПОЧТА РОССИИ — 61972.

За содержание рекламного объявления ответственность несёт рекламодатель.

За оригинальность и содержание статьи ответственность несёт автор.

Редакция не несёт ответственности за возможные негативные последствия использования опубликованных материалов, но принимает меры по исключению ошибок и опечаток.

В случае приёма рукописи к публикации редакция ставит об этом в известность автора. При этом редакция получает исключительное право на распространение принятого произведения, включая его публикации в журнале «Радио», на интернет-страницах журнала, CD или иным образом.

Авторское вознаграждение (гонорар) выплачивается в течение двух месяцев после первой публикации в размере, определяемом внутренним справочником тарифов.

По истечении одного года с момента первой публикации автор имеет право опубликовать авторский вариант своего произведения в другом месте без предварительного письменного согласия редакции.

В переписку редакция не вступает. Рукописи не рецензируются и не возвращаются.

© Радио<sup>®</sup>, 1924—2015. Воспроизведение материалов журнала «Радио», их коммерческое использование в любом виде, полностью или частично, допускается только с письменного разрешения редакции.

Отпечатано в ЗАО «ПОЛИГРАФИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС «ЭКСТРА М»,  
143400, Московская обл., Красногорский р-н, а/м «Балтия», 23 км.  
Зак. 15-01-00051.

## ИКТ на службе у медицины

А. ГОЛЫШКО, канд. техн. наук, г. Москва

"Когда мы здоровы, то чувствуем себя личностью, когда больны — организмом".

(из учебника по электронному здравоохранению)

Проникновение информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) во все сферы бытия современной цивилизации давно заметно всем. Однако наибольший интерес вызывают именно медицинские приложения, причём не только потому, что они, как говорится, "ближе к телу" потребителя, но и благодаря открывающимся невероятным перспективам как в области здравоохранения, так и в ИКТ. К тому же оборот в сфере здравоохранения и медицинских услуг по прогнозам Freedomia Group к 2017 г. достигнет 10,8 трлн долларов США, и во многом это произойдёт благодаря внедрению ИКТ-технологий. Вот лишь некоторые новости с перекрёстка этих рынков, где есть масштабные исследования, невероятные технологические достижения и, разумеется, риски.

### Полная картина здоровья

Вот, к примеру, стоило только поставить на поток расшифровку генома человека, как научное подразделение Google X запустило крупный проект Baseline Study, целью которого является сбор генетической и молекулярной информации для составления наиболее полной картины здоровья человека. Исследование возглавил молекулярный биолог Эндрю Конрад, известный своей популяризацией недорогого метода тестирования плазмы донорской крови на ВИЧ, в команду которого вошло более 70 специалистов в области генетики, биохимии, молекулярной биологии и других областей. С другой стороны, в качестве предмета исследований примут участие 125 человек, а потом и несколько тысяч волонтеров. Исследователи получат от участников подробные истории болезней, а также проведут всесторонние анализы, узнают скорость обмена веществ, проверят терпимость к физической нагрузке и возьмут образцы ДНК. Кроме того, участникам выдадут специальные устройства, которые круглосуточно будут измерять такие показатели, как уровень глюкозы в крови, температуру тела и частоту пульса.

Результаты помогут учёным обнаружить закономерности развития различных заболеваний и расстройств, а также научиться распознавать эти заболевания на ранних стадиях. Кроме того, учёные смогут составить картину того, каким должен быть организм здорового человека. Согласно заявлениям Google, вся собранная в ходе исследования информация будет полностью анонимной и не будет передаваться третьим лицам, в том числе страховым компаниям. За ходом исследования будут наблюдать сразу несколько комитетов, отвечающих за медицинские испытания с участием людей. На более поздних стадиях к ним подключатся крупнейшие медицинские университеты Дьюка и Стэнфорда.

### Часы для прокурора

Главный прокурор штата Коннектикут Джордж Дженсен написал письмо главе Apple Тиму Куку, в котором попросил дать ответы на вопросы, связанные с "умными" часами Apple Watch, которые позволяют получать информацию о медицинских показателях их владельца. Прокурора, в частности, интересует, где будут храниться персональные данные и данные о здоровье пользователя Watch — в самих часах или на сервере, и если на сервере, какие меры защиты этих данных будут предприняты. Второй вопрос — будет ли Apple проверять приложения сторонних разработчиков на наличие уязвимостей, которые могут привести к утечке данных пользователей. Прокурора также интересует, не смогут ли приложения для установления диагноза и рекомендаций для лечения заболеваний навредить пользователям. Ведь подобные программы должны соответствовать законодательству в сфере здраво-

**Dr.Web**  
Компьютерная сеть редакции журнала «Радио» находится под защитой Dr.Web — антивирусных продуктов российского разработчика средств информационной безопасности — компании «Доктор Веб».  
[www.drweb.com](http://www.drweb.com)  
Бесплатный номер службы поддержки в России:  
8-800-333-79-32

ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА — КОМПАНИЯ «РИНЕТ»



Internet Service Provider

Телефон: (495) 981-4571

Факс: (495) 783-9181

E-mail: [info@rinet.ru](mailto:info@rinet.ru)

Сайт: <http://www.rinet.net>

охранения, а у Apple (как, впрочем, и у всех других разработчиков медицинских гаджетов и приложений) должен быть механизм проверки соблюдения этих законов и медицинских требований. Наконец, прокурора интересуют и более общие проблемы: например, какие именно данные намерены собирать Apple и разработчики приложений. Наверное, другим прокурорам было бы неплохо задаваться подобными вопросами во благо граждан своих стран.

Кстати, в конце ноября так называемой группе Article 29 Working Party (WP29) — европейские борцы за защиту частной информации граждан заявили, что настаивают на более полном исполнении корпорацией Google требования "права на забвение" (right to be forgotten). Это подразумевает удаление персональной информации европейцев из результатов поисковых интернет-запросов не только с сайтов доменов стран-членов Евросоюза, но и из домена ".com".

### Сердце вместо паролла

А вот инженеры и программисты из Национального университета города Чжунсин на Тайване предлагают по-новому взглянуть на процедуру аутентификации пользователей в ИКТ-системах. Когда-то для этого использовались пароли, затем смарт-карты, потом биометрические системы. А теперь предлагается использовать ритм сердца пользователя, поскольку это своего рода уникальный идентификатор, так как в мире не существует двух сердечных мышц, которые бы работали с полностью идентичными показателями. Шумы, темп сокращения, особенности работы клапанов и миокарда — всё это уникальный почерк того или иного человека. Сейчас авторы проекта рассказывают, что созданная ими система создаёт на основе данных сердца секретный ключ, являющийся основным элементом схемы шифрования, основанной на математической теории хаоса, когда самые крошечные изменения в данных приводят к гигантской разнице в результатах преобразований. Электронные ключи, созданные на основе сердцебиения, предлагается использовать не только как пароль, но и как средство дешифровки закрытых данных. Невероятное удобство системы состоит в том, что самому пользователю нет нужды иметь с собой каких-либо носителей с ключами, так как система будет создавать такой ключ для него "на лету", перед каждой аутентификацией. Пользователю нужно лишь дать послушать компьютеру работу его сердечной мышцы.

### Кардиостимулятор без батареек

Учёные из Стэнфордского университета создали кардиостимулятор нового поколения, который отличается не только миниатюрностью (не более рисового зерна), но и обходится без привычного аккумулятора, получая необходимую энергию "по воздуху" с помощью специально разработанного зарядного устройства. Метод получил название "беспроводная передача среднего поля". Доказательством успешной работы учёных стали испытания опытных об-

разцов на кролике и свинье. Разработчики уверены, что их разработки внесут серьёзный вклад в развитие всей сферы живляемых медицинских чипов и стимуляторов, поскольку современные аналоги требуют периодической замены батарей или зарядки от внешнего источника питания. Кроме этого, миниатюрные устройства могут использоваться и как стимуляторы мозга, воздействующие слабым током на различные его участки, что позволит существенно изменить некоторые виды терапии, заменив медикаментозное лечение более эффективным вмешательством.

### Чипы помогают парализованным

На наших глазах механические протезы становятся всё более интеллектуальными и чувствительными, позволяя своим владельцам выполнять различные, ранее недоступные операции. Однако попытки вернуть чувствительность парализованным конечностям с помощью современных технологий успеха не имели, пока специалисты из компании Battelle не представили прототип системы, которая в перспективе может помочь тысячам людей. Первым испытателем новой технологии стал некто Ян Бархарт, парализованный после того, как четыре года назад после неудачного прыжка в воду сломал шею.

В мозг Бархарта вживили микрочип с подключёнными к компьютеру передатчиком, а к руке были прикреплены специальные электроды, на которые подавался декодированный сигнал от передатчика. В результате, потратив некоторое время на тренировки и восстановление атрофированных мышц, Бархарт научился подавать правильные команды и смог пошевелить кистью правой руки. Причём время отклика составило всего 0,1 с. Это означает, что теперь с помощью другой сети связи можно обойти участки нервной системы, потерявшие связь с мозгом пациента. Осталось сделать систему более компактной.

### Печать лица и хрящев

3D-печать особо востребована в медицине, и благодаря этому в ближайшем времени пластическая хирургия, к примеру, изменится кардинально. Об этом уже всерьёз говорят специалисты, работающие с 3D-принтерами в операциях по пересадке на лице мягких тканей. Теперь, к примеру, можно создать точную копию части лица человека. При этом учитываются особенности строения черепа, уже стоящие металлические имплантаты и пр., что позволяет значительно улучшить исход операций. Трёхмерный принтер уже опробовали на нескольких пациентах. Одним из них стал мужчина, первым в США получивший полную пересадку лица ещё в 2011 г. Однако изначально его лицо было лишено всяких черт, а сейчас он может нормально есть, говорить и дышать, не говоря уже о производимом эстетическом эффекте. Зачастую подобным пациентам приходится пережить несколько десятков операций, чтобы просто сохранить жизнь и поставить имплантаты. Новый подход обещает качество этой жизни повысить, при-

чём операция проходит более предсказуемо, быстро и без осложнений.

Помимо "печати" мягких тканей, разработан и способ "печати" хрящей, который в будущем может помочь в лечении заболеваний суставов и спортивных травм. По словам разработчиков, новый материал, используемый в производстве, более прочный и износостойкий, чем предыдущие разработки, использованные для создания искусственных хрящей. Для их производства исследователи применили методы струйной 3D-печати и принцип работы специализированных прядильных аппаратов.

Они смогли в ухе кролика напечатать замену природному хрящу, используя специальные химические составы с полимерным покрытием из хрящевых клеток. В основе искусственного хряща находятся очень тонкие волокна, которые в принципе позволяют делать даже пористые структуры, которые могут использоваться в качестве биосреды для выращивания настоящих хрящей из стволовых клеток. "Печать" осуществляется под конкретного пациента, но пока эта технология ещё не готова к массовому применению. Авторы разработки утверждают, что можно "печатать" хрящи практически для любой части тела.

### Медицинские нанороботы

Учёные уже сравнительно давно работают над созданием микроскопических медицинских роботов, которые могут использоваться для диагностики различных заболеваний и непосредственной доставки медикаментов к больным органам. Так, в мае исследователи из Техасского университета в Остине создали самый миниатюрный, быстрый и долго работающий наномотор для медицинских нанороботов, а ещё ранее группа учёных из Израиля представила нанороботов, созданных из нитей ДНК.

В свою очередь, учёные из Института интеллектуальных систем Макса Планка сконструировали необычного микроскопического робота для передвижения по жидкостям человеческого тела. Отличительной особенностью является его сходство с морским гребешком. Подобно этому двусторчатому моллюску робот перемещается за счёт движений створок "раковины". По словам разработчиков, подобная конструкция отличается от всех прототипов аналогичных устройств и является оптимальной для выполнения медицинских задач. Робот, созданный, кстати, с помощью технологий 3D-печати, перемещается с помощью реактивной тяги, и такой способ плавания в организме, по словам инженеров, довольно экономичен с точки зрения энергозатрат и позволяет двигаться в жидкостях с различной плотностью. При этом роботу достаточно энергии внешнего электромагнитного поля, что позволило обойтись без источника питания и уменьшить размеры "раковины".

### Лекарство по расписанию

Компания MicroCHIPS из штата Массачусетс разработала микрочип, который



может качественно изменить способ доставки лекарственных препаратов в организм пациента. Чип размерами 2x2 см и толщиной 7 мм состоит из микросхемы, батареи и небольших резервуаров, предназначенных для хранения лекарственных препаратов. Каждый из резервуаров оснащён титаново-платиновой мембраной, которая размягчается под действием электрического тока, позволяя активному веществу попасть в организм. По замыслу разработчиков, чип будет вживляться под кожу в районе плеча. С помощью дистанционного управления чипом врачи смогут сами определять расписание приёма лекарства и менять его дозировку, а также приостанавливать подачу медикаментов в организм. Правда, о том, насколько устройство защищено от постороннего вмешательства, которое может привести к смерти пациента, неизвестно. Изделие уже прошло успешные клинические испытания, в ходе которых доставлялись медикаменты, применяющиеся при лечении остеопороза, а первое практическое применение чип может найти в контрацепции. Клинические испытания намечены на 2015 г. Выход на рынок запланирован на 2018 г.

### Фиксация сквозь стены

Было бы странно, если бы в какой-то момент всем вышеуказанным не заинтересовались спецслужбы. Учёные из Массачусетского технологического университета сообщили о разработке устройства, способного "видеть" людей сквозь стены и одновременно фиксировать их пульс и дыхание. Установка, получившая название WIZ, состоит из USRP-радиостанции N210 с направленными антеннами, которые излучают сигнал, меняющийся по частоте от 5,46 до 7,25 ГГц каждые 2,5 мс. Сигнал каждой из антенн немного сдвигнут по фазе, приёмник улавливает отражения этих сигналов от людей и вычисляет расстояние до них, измеряя задержку отражённого сигнала. Мощность излучаемого радиосигнала не превышает 0,75 мВт, что соответствует требованиям Федеральной комиссии по связи США для потребительской техники в этом частотном диапазоне.

По словам создателей, WIZ способна распознавать до четырёх человек в пределах прямой видимости или до трёх, если на пути сигнала расположена стена. Ошибка позиционирования при этом составляет от 6,5 до 16,1 см в зависимости от условий работы. Система способна также распознавать простые жесты, например, определять, куда указывает рука человека. Кроме того, WIZ умеет следить за дыханием — в 97 % экспериментов, длившихся в среднем по несколько минут, система пропустила не более одного вдоха или выдоха. Эта особенность является, по сути, побочным эффектом, поскольку устройство с трудом определяет неподвижных людей. Для слежения за ними пригодилось распознавание движения грудной клетки при дыхании.

Системы, подобные WIZ, могут найти широкое применение как в военной сфере (противника можно будет уви-

деть сквозь стену), так и в медицинской (следить за жизненными показателями пациентов без использования контактных датчиков). Низкая интенсивность излучения позволяет применять WIZ и на бытовом уровне, например, в качестве видеонаблюдения. Теперь авторы WIZ планируют повысить точность позиционирования и разрешающую способность системы. Это позволит не только лучше различать людей и их движения, но и распознавать их эмоциональное состояние на основе данных о пульсе и дыхании.

### Запусти себе "Малого Брата"

После долгих лет рассуждений и экспериментов в США начали вживлять людям под кожу первые электронные чипы, и первые миниатюрные NGC-биокапсулы xNT отправлены на доставку своим покупателям. xNT — это чип, выполненный из биосовместимого стекла и поддерживающий уже знакомый читателям журнала формат беспроводной передачи данных NFC, используемый в платёжных системах и RFID. Эту капсулу можно вживить в человеческое тело без негативных последствий и получить возможность управления любым NFC-оборудованным устройством.

Сама по себе новость об NFC-чипе особого значения не имеет — им оборудован почти любой "нательный" гаджет. Гораздо более интересен подход создателей к вживлению микрочипа. Дело в том, что вместе с капсулой поставляется специальный стерильный шприц, с помощью которого можно самостоятельно, без специализированной помощи, сделать себя "киборгом". Причём цена укола — 99 долл. США. И если вам пока не совсем понятно, зачем иметь NFC-чип в собственном теле, метод вживления его под кожу уж точно заслуживает внимания. Ну а зачем всё это нужно, может быть, когда-нибудь ещё узнаете...

### Интернет Нановещей

Недавно многим казалась странной концепция Интернета вещей (IoT — Internet of Things), с которой уже знакомы читатели нашего журнала, а сегодня специалисты заговорили уже об Интернете нановещей (IoNT — Internet of NanoThings), концепция которого очень хорошо ложится на медицинские технологии и здравоохранение будущего. Это вызвано прогрессом нанотехнологий, которые ныне уже встроены в различные промышленные вертикали, включая оборонную, аэрокосмическую, здравоохранение, биомедицинскую, СМИ, развлечения, промышленные производства, розничную торговлю, энергетику и коммунальные услуги. Заставить все выполненные по этим технологиям устройства обмениваться информацией — заветная мечта многих специалистов, желающих как минимум знать о протекании различных технологических процессов или обо всех изменениях в организме человека.

IoNT представляет собой множество связанных беспроводной связью наноустройств, которые имеют выход на макросети связи и, прежде всего, в Интернет (в том числе в IoT). Собственно,

IoNT — это дальнейшее локальное развитие IoT там, где это необходимо, или там, где это возможно. Причём подобные технологические возможности неизбежно будут возрастать, и со временем нанодатчики будут присутствовать практически в каждом твёрдом, жидком и сыпучем продукте, чтобы вовремя сообщить, не нарушены ли рецептура, температурный режим, вязкость и пр. свойства, не исключая и информацию о том, чем в данный момент занимается какой-нибудь человек и что происходит у него внутри.

Как же реализовать нанозулы IoNT? Сегодня очень многие устройства становятся всё более миниатюрными, и скоро физические объекты, подключённые к Интернету, будет непросто заметить невооружённым глазом. Компьютеры размером с крупинку соли будут включать в себя солнечную батарею, тонкоплёночный элемент питания, оперативную память, датчик давления, беспроводное радиоустройство и антенну. Видеокамеры размером с зерно уже сегодня работают с разрешением 250x250, датчики размером с пылинку (0,05x0,005 мм) могут измерять температуру и давление, распознавать движение и передавать полученные данные.

Последние достижения в области молекулярной физики, в частности, получение новых свойств углерода, применимых в интересах электроники, открыли дверь к новому поколению электронных наноконструкций, вроде нанонакопителей, нанопамати, логической схемотехники на наноуровне и наноантенн.

Не так давно исследователи из Технологического института Джорджии продемонстрировали с помощью компьютерного моделирования принципиальную возможность создания плазменных наноантенн из графена, с помощью которых сотни и тысячи механизмов или устройств нано- и микроуровня смогут объединиться в единую сеть с помощью беспроводной связи. В отличие от традиционных металлов, вроде меди или серебра, графен может работать в качестве антенны с гораздо меньшей подводимой энергией. Этот эффект достигается за счёт использования поверхностных электронных волн, возникающих на поверхности графена при определённых условиях, когда электроны создают колебания электрического поля, которые, в свою очередь, становятся источником электромагнитной волны, распространяющейся исключительно по поверхности графена. Это явление известно как поверхностная плазмонно-поляритонная волна (surface plasmon polariton, SPP), которая позволяет графеновым наноантеннам работать в нижней области терагерцового диапазона (0,1...10 ТГц), уже доступной для радиоинженеров. Кстати, аналогичный эффект в металлах (например, золоте) происходит на гораздо более высоких частотах. Благодаря новой графеновой наноантенне можно снизить частоту работы радиопередающих устройств и уменьшить потребление энергии на несколько порядков. К тому же терагерцовый диапазон, в котором эффективно работают графеновые наноантенны,

может обеспечить передачу данных в беспроводных сетях со скоростью, на два порядка превышающей скорость существующих беспроводных сетей.

В свою очередь, профессор Жонга Лин Ван из того же института использовал пьезоэлектрические свойства нанопроводников из окиси цинка для создания наногенераторов, способных вырабатывать электроэнергию и генерировать электромагнитные колебания в широком диапазоне частот, включая и тот, где графеновые наноантенны обладают максимальной эффективностью. В комбинации с графеновыми наноантеннами подобные наногенераторы являются законченными передающими беспроводными устройствами, которые требуют совсем небольшой энергии, получаемой от энергии движения нано- или микромеханизма. Ну а у человека для этой цели можно использовать сердце, которое снабдит энергией всю будущую наномедицину.

Что касается возможных приложений IoNT, то многие из них буквально лежат на поверхности. Прежде всего, это биомедицинские приложения, включающие в себя биогибридные имплантаты, мониторинг уровня глюкозы, мониторинг

работы сердца, мониторинг патологий мозга, эпилепсии или депрессии, лекарства с наноболочками для доставки к опухоли и её прицельного уничтожения.

Создание smart-органов — это определённый сдвиг парадигмы в здравоохранении. К примеру, развитие тканевой инженерии может полностью изменить подход к диагностике и лечению кожи, сосудов, костей и различных органов человека, не говоря уже о протезировании. С помощью наноматериалов и нанодатчиков можно стимулировать рост клеток, контролировать 3D-печать новых органов, да и попадать внутрь тканей наномашин могут непосредственно в процессе 3D-печати. Наномашин и наносенсоров могут постоянно находиться в органах и обеспечивать невиданные ранее функции. К примеру, настоящий глаз может быть интегрирован с линзой, функционал которой может быть шире, чем у очков GoogleGlass. Где-то можно вовремя расширить кровоток, где-то — восстановить нарушения нейронных связей. В целом с помощью IoNT можно создать в теле человека параллельную систему управления, и если его

родная (т. е. врождённая) система не может хорошо выполнять свои функции, её работу можно скорректировать. А ещё можно провести диагностику организма практически так же, как сегодня осуществляется компьютерная диагностика современных автомобилей. И для этого не нужно будет приглашать врача — достаточно будет "беспроводным образом" подключить к себе компьютер и воспользоваться соответствующими программами, превращающими вас в "виртуального экстрасенса". Не исключено, что интерфейс для такого подключения, наподобие Wi-Fi, будет встроен во все компьютеры и смартфоны будущего.

Что же касается пользователей IoNT в лице человечества, то для него будут не только несомненные удобства, но и невиданные ранее риски. Остальное вы легко додумаете сами...

*По материалам The Wall Street Journal, AP, CNews, CyberSecurity, Stanford University, The Washington Post, Live Science, Biofabrication, 3DNews, "Популярная механика", "Хабрахабр", РБК, "Электроника", Newsru.*