

**ПЕТЕРБУРГСКИЙ МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ФОРУМ**

**20—22 июня 2013**

**Новые катализаторы изменений**

**ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОПРЕДЕЛЯЕТ НОВЫЕ ЦЕПОЧКИ  
ПОСТАВОК: ПЕРЕПРОГРАММИРУЕМ БУДУЩЕЕ ДИЗАЙНА И  
ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКТОВ**

**Глобальная премьера исследования IBM**

**21 июня 2013**

**18:30—19:45, Павильон 8, Зал 8.2**

**Санкт-Петербург, Россия**

**2013**

**Модератор:**

**Пол Броди**, Руководитель глобальной консультационной практики в электронной отрасли, IBM

**Выступающие:**

**Хубертус фон Грюнберг**, Председатель совета директоров, АВВ

**Леонид Рейман**, Председатель совета директоров, НПО «Ангстрем»

## **П. Броди:**

Наша сегодняшняя дискуссия посвящена исследованию, которое содержит глубокий анализ новых технологий. Ни одна компания или организация не проводила ранее исследований такого уровня. Я поделюсь с Вами поразительными результатами этого исследования. Надеюсь, Вы будете впечатлены так же, как я.

Нельзя всерьез говорить о промышленном производстве, не упоминая имени Генри Форда. Если Генри Форд во что-либо верил, то явно не в необходимость качественного обслуживания клиентов. Самое известное его изречение звучит так: «Автомобиль может быть любого цвета, если этот цвет — черный». Совершенствование обслуживания клиентов не было целью, которую он преследовал. Этой целью была стандартизация. Ford T стал первым автомобилем, в котором использовались взаимозаменяемые детали. Для его производства впервые применили движущийся сборочный конвейер. Он стал первым автомобилем, выпускавшимся не в сотнях или тысячах, а в миллионах экземпляров. В 1908 году производство Ford T было перенесено с фиксированного конвейера на движущийся. Если ранее сборка одного автомобиля занимала 14 часов, то в 1914 году — всего 90 минут. Видно, что машины производились с невероятной скоростью.

Стандартизация стала одним из трех фундаментальных принципов, которыми компания Ford руководствовалась при проектировании и производстве продукции. Она позволила перейти к модульной конструкции изделий. Научившись стандартизировать продукцию, компании стали искать способы внедрения модульного принципа. Модульность способствовала повышению гибкости производства. Стандартизация сделала возможным масштабирование процессов и снизила стоимость производства деталей. Установка детали в модульный сборочный узел обходится еще дешевле, чем ее установка в готовое изделие. Сегодня этот процесс дошел до логического завершения. Так, например, Boeing 787 состоит примерно из десятка модулей, каждый из которых содержит миллионы деталей.

Стандартизация и модульность стали основой современного производства. А недавно мы вступили в эпоху цифровизации. Сотрудники IBM любят порассуждать на эту тему, поговорить о том, как реальность делается все более «умной». Однако в промышленном производстве цифровизация применяется главным образом для упрощения устройств. Электроника позволяет упрощать сложные механические системы. Возьмем температурный датчик кухонной плиты, таймер тостера или систему управления самолетом: когда-то это были сложные механические устройства, теперь — простые электронные приборы. Стоимость их сократилась, а цепочка поставок упростилась. Все это привело к образованию сложной системы цепочек поставок, охватывающей весь мир.

Стандартизация привела к экономии от масштаба. Вот они — три фундаментальных принципа. Экономия от масштаба стала возможной благодаря использованию стандартных компонентов. Опыт сборочного производства показал, что необходимо иметь партнеров, производящих сборочные модули для нескольких компаний одновременно. Это усложнило производственные процессы. Сейчас компании получают детали от подрядчиков и направляют их другим компаниям, выпускающим сборочные модули. После этого необходимо найти страну, где можно будет собрать готовое изделие с наименьшими издержками. В результате сформировались длинные и сложные цепочки поставок в мировом масштабе. Такое положение дел установилось уже сто лет назад.

Уверен, у каждого из вас в кармане лежит сотовый телефон. Скорее всего, на его обратной стороне можно увидеть шесть слов: «Спроектировано в Калифорнии, собрано в Китае». Вот формулировка, подводящая итог этому столетию. Технически сложные продукты разрабатываются в Калифорнии, а затем их производство начинается в Китае, куда направляются детали со всего мира. Готовая продукция выпускается миллионными сериями и доставляется во все концы земли. Будь Генри Форд жив, он бы поразился до глубины души. Мы не только имеем изощренную систему поставок, но и

можем выбирать между двумя расцветками корпуса — белой и черной. Таковы плоды прогресса.

Нам предстоит отбросить три принципа, лежащие в основе цепочек поставок — стандартизацию, модульность и цифровизацию. Три новые технологические революции несут с собой большие перемены. Сегодня я хочу поговорить как раз об этом. Эти революции стали возможными благодаря появлению новых технологий, таких, как 3D-печать, интеллектуальная робототехника и открытая электроника. Я намерен рассказать о каждой из них в отдельности.

Важнейшая из трех технологических революций связана с появлением 3D-печати, которая очень напоминает двухмерную печать. Вы проектируете что-либо на веб-сайте и нажимаете кнопку «Печать». При двухмерной печати вы можете напечатать тысячу страниц, заполненную одинаковыми или же различными словами. В основе 3D-печати лежит тот же принцип. Принтеру все равно. Экономии от масштаба нет, и в данном случае это хорошо. Мы можем забыть о принципе стандартизации. Теперь стоимость производства тысячи деталей одинакова, независимо от того, являются эти детали стандартными или нет. Это относится ко всему, от обуви и слуховых аппаратов до деталей для самолетов и ракет.

3D-печать уже сейчас стоит недорого и вполне доступна массовому потребителю. Проведя серьезные исследования, мы пришли к выводу, что ее стоимость заметно упадет в течение ближайшего десятилетия: через пять лет стоимость 3D-печати упадет на 79%, а через десять лет — на 92%. Из диковинки она превратится в средство совершения революции, которая потрясет основы современного производства. Таким образом, 3D-печать — первое и самое важное новшество.

Второе — это интеллектуальная робототехника. В робототехнике постоянно совершаются прорывы. Мы всегда полагали, что в настоящее время следует ожидать одного из двух: либо роботы станут делать для нас разные вещи, либо всем нам придется работать на них. Однако параллельно с выходом известных научно-фантастических произведений о роботах

производительность труда настоящих роботов все возрастала. Первые промышленные роботы стоили сотни миллионов долларов, но уже стоимость роботов следующего поколения была намного более приемлемой. Сейчас расходы на проектирование и установку одного робота снизились до 250 000 долларов, и это только начало.

Представители новейшего поколения — «интеллектуальные роботы» — сегодня стоят на 90% дешевле, чем три-четыре года назад. Эти роботы отличаются не только намного более низкой ценой, но и легкостью установки: их можно подготовить к работе всего за день, установив на сборочную линию рядом с людьми. Они не требуют размещения в особых цехах. Роботы первого поколения были сложными автоматизированными устройствами. Роботы второго поколения отличались универсальностью, а также конструкцией, допускавшей внесение изменений. Кроме того, их можно было демонтировать и установить на новом месте. Роботы третьего поколения — действительно интеллектуальные. Наши усилия по созданию глобальной цепочки поставок, конечные звенья которой находятся в странах с недорогими трудовыми ресурсами, могут обесцениться. Итак, первую революцию произвела 3D-печать, вторую — интеллектуальная робототехника, третью — открытая электроника. Мы уже привыкли к программному обеспечению с открытым исходным кодом. Едва ли не все программные продукты, с которыми мы сталкиваемся сегодня, заходя на веб-сайты, пользуясь мобильными телефонами и планшетами, имеют открытый исходный код. Однако об открытом аппаратном обеспечении мы практически не задумывались. Между тем его время настает — благодаря тому, что подходы к проектированию систем управления и методов управления ими полностью изменились под действием закона Мура. Мы традиционно использовали встраиваемую электронику при разработке систем управления. Для всех, кто слабо подкован технически, поясню: речь идет об обычных микросхемах. Нельзя сказать, что это «умная» электроника: она должна быть простой и дешевой. Например, встроенная микросхема в вашем тостере способна измерять отрезки времени,

но ничего другого делать не умеет. А вот компьютеры общего назначения, которые мы держим на столе или носим в кармане — «умные» устройства, которые можно без труда модернизировать и перепрограммировать. Дело дошло до того, что в ваш карман помещается компьютер, который в 1978 году занимал целый зал, а в 1989-м — целый стол. Установка такого компьютера в любой предмет стоит около десяти долларов. В зубную щетку или дверную ручку можно втиснуть целый персональный компьютер. Мы можем сделать интеллектуальным любое устройство. Стандартизация устройств позволила приступить к написанию для них открытого программного обеспечения и к разработке различных платформ. Этот процесс мы и наблюдаем сегодня.

Потребители и компании начинают создавать открытые аппаратные платформы и обмениваться через интернет чертежами для производства материальных изделий. Так, на веб-сайте Thingiverse ([www.thingiverse.com](http://www.thingiverse.com)) публикуются чертежи различных изделий. Четыре года назад на нем появлялось 20—30 чертежей в месяц, а сегодня — порядка 30 000. Подобную экспоненциальную кривую мы обычно наблюдаем, когда речь идет о программном обеспечении или о социальных сетях. Однако в этом случае она относится к оборудованию. Это и есть третья революция, связанная с появлением открытой электроники.

Каждое из этих новшеств имеет очень большое значение, и при этом они прекрасно сочетаются друг с другом. Мы живем в переходное время между эпохой господства ручного труда и физической силы и эпохой господства программного обеспечения. Возьмем, к примеру, современный процесс производства материального изделия. Необходимо создать форму или заготовку, что требует времени. Вне зависимости от того, насколько крупна деталь, процесс может занять несколько недель. В будущем же вы сможете сразу напечатать любую спроектированную вами деталь. Сегодня создание производственной линии занимает несколько недель или месяцев. В будущем конфигурацию сборочных линий можно будет менять через Интернет. В наши дни проектирование нестандартной встраиваемой микросхемы занимает

недели или месяцы, а в будущем для этого потребуются только стандартная платформа и несколько строк нового программного обеспечения, которые вы напишете сами. основополагающие правила разработки и выпуска продукции, на усвоение которых мы потратили столетие, перестают действовать. Возникает то, что мы называем «программно-обусловленной цепочкой поставок». Она открывает поразительные возможности.

Разумные, здравомыслящие бизнесмены — надеюсь, все Вы именно таковы — задаются простым вопросом: когда это произойдет? Выступления представителей сферы высоких технологий необходимо воспринимать с изрядной долей скепсиса. Обычно они рассказывают о невероятной, потрясающей технологической революции, которая скоро произойдет. Однако следует помнить, что если бы сбылись все предсказания о техническом развитии человечества, мы бы прилетели сюда на реактивных ранцах. Как видим, это не так. Кроме вопроса «Когда?», необходимо задаваться и другими вопросами: если все это правда, где следует размещать производственные мощности? Какие компании сильнее всего будут затронуты переменами? Какие стратегии следует принять на вооружение, чтобы извлечь пользу из этих перемен? И, наконец, главный вопрос: настолько ли это важно? Мы потратили целый год, чтобы найти ответы на эти вопросы, и получили интересные результаты.

Любой трезвомыслящий человек в первую очередь захочет узнать, какую методику мы использовали. Наша методика основывалась на трех принципах. Во-первых, мы стремились максимально сузить предметную область и поэтому отказались рассматривать 3D-печать и робототехнику в комплексе. Мы решили взять четыре изделия, различных по своей стоимости, объемам выпуска, сложности и степени персонализации, и исследовать каждое из них по отдельности. Это слуховой аппарат, мобильный телефон, промышленный дисплей — из тех, что сообщают о переносе времени заседания или опоздании самолета, — и стиральная машина. Другими словами, мы взяли самые разнообразные устройства — от совсем небольших, предназначенных



для личного пользования, до крупных. Не знаю, понадобится ли кому-нибудь персонализированная стиральная машина, но ее можно создать уже сейчас. Нам удалось достать одну такую машину. Кроме того, у меня состоялся самый удивительный в жизни разговор — с сотрудниками отдела закупок IBM. Я пытался объяснить им, почему мне нужно приобрести стиральную машину и затем ее уничтожить. В итоге я добился того, чего хотел. Мы смогли разобрать эти машины и проанализировать каждую деталь в каждом сборочном модуле. Затем мы собрали международную группу экспертов. Это может показаться странным, но не все члены группы были штатными сотрудниками IBM. Разумеется, среди них были специалисты из нашего исследовательского отдела. Мы также привлекли к работе существующую внутри IBM группу под названием Plant Location International: ее сотрудники дают советы относительно размещения фабрик и заводов, предварительно проанализировав стоимость рабочей силы, налоговые ставки и уровень развития инфраструктуры. Все это нам потребовалось для того, чтобы сделать выводы относительно цепочки поставок, используя правильно сформулированные вопросы и точные данные. Кроме того, нам помогла дочерняя компания Массачусетского технологического института под названием SourceMap, которая занимается выявлением поставщиков в глобальных цепочках поставок. Мы также получили помощь от дочерней компании Ноттингемского университета: там работают ведущие мировые эксперты по 3D-печати, способные проанализировать любую деталь и оценить стоимость ее производства при помощи 3D-печати в настоящем и будущем. Мы собрали необходимые данные и передали их ведущим мировым экспертам в области линейного программирования и моделирования цепочек поставок из Северо-западного университета и Пенсильванского государственного университета. Им было поручено создать работающую в реальном времени модель, чтобы затем загрузить в нее все данные и получить оптимальную цепочку поставок для каждого продукта. Мы также хотели выяснить, где следует производить эти изделия и как изменится

стоимость их выпуска в случае применения 3D-печати, интеллектуальной робототехники и открытой электроники.

Сейчас мы подходим к самому волнующему моменту: я излагаю потрясающие результаты исследования. Первый из них касается производственных издержек. Мы очень надеялись, что в случае применения программно-обусловленных цепочек поставок издержки будут ниже, чем при использовании традиционных цепочек. Так и вышло: как показало исследование, издержки должны уменьшиться на 23%.

Мы проанализировали каждый из этих продуктов по четырем признакам. Прежде всего мы определяли текущие производственные издержки. Затем мы выясняли, какими будут издержки в случае использования программно-обусловленной цепочки поставок — сегодня, через пять и через десять лет. Оказалось, что слуховые аппараты и тому подобную продукцию уже сегодня дешевле выпускать, применяя программно-обусловленную цепочку поставок. Через пять лет производственные издержки, связанные с выпуском каждого из проанализированных нами изделий, заметно снизятся. Через десять лет старый метод вообще не будет выдерживать конкуренции с новым: дешевле будет применять современные технологии.

Однако, если после сегодняшней дискуссии у Вас сложится впечатление, что дело только в издержках, получится, что Вы упустили главное. Издержки — второстепенный фактор. Без них не обойтись, однако никто не станет внедрять новые технологии, если стоимость перехода на них превысит сокращение издержек на выпуск продукции. Только экономия от масштаба дает по-настоящему грандиозные результаты. Сейчас, если вы хотите ввести в строй новые производственные мощности, вам следует выпускать большие партии продукции, чтобы она была конкурентоспособной. Новые технологии сделают неактуальными многие традиционные требования относительно выпуска продукции крупными сериями для получения экономии от масштаба и установления конкурентоспособной цены. Влияние этих технологий окажется настолько сильным, что к 2017 году средний размер серии сократится

примерно на 75%, а к 2022 году — менее чем через десять лет — на 90%. Другими словами, если сегодня для получения прибыли вам нужно выпускать миллион устройств в год, то в будущем хватит всего сотни тысяч. Количество же слуховых аппаратов, входящих в одну серию, уменьшится на 98%. Сейчас господствует бизнес-модель, гарантирующая выживание лишь одной или двух компаний на конкретном рынке, но в будущем между собой смогут конкурировать десять, двадцать или тридцать компаний.

Что мы имеем в сухом остатке? Если помните, в начале дискуссии мы говорили о больших, сложных и глобальных цепочках поставок. Нас весьма беспокоит воздействие производства на окружающую среду — в частности, в виде выбросов углекислого газа. С этой точки зрения, телефон или стиральная машина, которые вы приобретаете, уже оказали отрицательное воздействие на окружающую среду, поскольку во время их перевозки происходит выброс углекислого газа в значительном количестве. Мы были уверены, что применение 3D-печати и современной робототехники приводит к уменьшению выбросов углекислого газа, поскольку место складов и фабрик занимают информационные устройства. Оказалось, что мы ошибались. В некоторых случаях при использовании 3D-печати и интеллектуальной робототехники расходуется больше энергии, чем при традиционных методах производства — особенно если размеры изделия велики. Считаем ли мы это непреодолимым барьером? Отнюдь. Однако мы должны помнить, что большая экономичность новых методов производства не означает повышения экономичности всегда и во всем.

Теперь давайте сложим все кусочки мозаики. Как будет выглядеть мир в эпоху программно-обусловленных цепочек поставок, которая наступит совсем скоро? Мы начали разговор с больших, сложных и глобальных вопросов. Мы убеждены, что в дальнейшем производство будет определяться такими понятиями, как компактность, простота и локальность. Примером могут служить слуховые аппараты, производство которых уже сейчас является

достаточно эффективным и малозатратным. Что произойдет, если цепочка поставок станет оптимальной?

Уже сегодня выгоднее производить эти аппараты на основе цифровой модели. Через десять лет такое производство будет на 65% дешевле традиционного. Однако экономия от масштаба приведет к тому, что оптимальная цепочка поставок будет включать всего одно-два звена на таком рынке, как, например, США. Через десять лет цепочки превратятся из общенациональных в региональные. Оптимальная цепочка поставок — это локальная цепочка. Каждый город, большой и маленький, создаст свой завод по выпуску слуховых аппаратов. Это крайний пример, однако данная схема верна для каждого из исследованных нами продуктов. Таким образом, нас ожидает революция практически во всех основных промышленных отраслях.

Итак, вот хорошие новости: вскоре в экономике откроются широкие возможности. Однако предприниматели в своем большинстве не готовы к наступлению новой эпохи. Мы опросили пятьдесят членов руководства ведущих промышленных компаний, отвечающих за цепочки поставок. Семьдесят процентов из них заявили, что либо вообще не знают о возможностях применения новых технологий для организации поставок, либо знают о них понаслышке. Когда мы задали им вопрос о планах развития текущей деятельности и бизнеса на следующие десять лет, все оказалось еще хуже. Выяснилось, что они планируют увеличивать степень стандартизации и модульности, то есть действовать согласно принципам, которые мы считаем устаревшими. Все это соответствует тому, что говорил Дилберт — великий теоретик менеджмента: «Перемены — это прекрасно. Вот и начните первым!». Именно это мы и наблюдаем сегодня: людей крайне беспокоит возможность перемен.

К нашей дискуссии мы подготовили рекомендации, которые помогут вам взглянуть на мир по-новому. Один набор рекомендаций предназначен для крупнейших предпринимателей, другой — для политиков. Для начала следует подумать о персонализации. Если все пустить на самотек, настанет эпоха,

когда не будет вообще никаких стандартов. Если не установить определенных правил стандартизации, каждый захочет иметь изделие, соответствующее его личным требованиям. Нельзя также упускать из виду необходимость обеспечения конкуренции. Сегодня есть отрасли, где действуют две-три компании: в будущем их станет десять-двадцать.

Наконец, мы должны задуматься о способах инвестирования в цепочки поставок. Как размещать капитал, если бизнес сократился на 90%? В будущем капиталоемкость многих предприятий заметно уменьшится. Если вы сейчас начинаете строительство завода с использованием технологий предыдущего поколения, его рентабельность может оказаться невысокой. Новые технологии следует принимать в расчет хотя бы в целях планирования капитальных вложений. Мы даем совершенно определенные рекомендации.

Во-первых, измените свой подход к проектированию и производству продукции. Во-вторых, подготовьтесь к изменению экономического ландшафта: вам придется конкурировать не с теми компаниями, что сейчас. В-третьих, создавайте гибкие цепочки поставок. Политикам мы даем схожие, но все же несколько иные рекомендации. Творцы государственной политики столкнутся с интересными и непростыми проблемами. Первая и главная из них — обеспечение конкурентного преимущества. Если страна надеется произвести индустриализацию за счет дешевой рабочей силы, такая стратегия вполне может оказаться нецелесообразной. Еще одной большой проблемой будет охрана прав на интеллектуальную собственность. Мы достигли кое-каких успехов в осуществлении ограничения нелегального распространения музыки и фильмов в Интернете. Однако если в Интернете будут публиковаться рабочие чертежи любой продукции, вы сможете отправить своим друзьям пару ботинок так же легко, как и новую песню. Мы привыкли формировать налоговое и операционное пространство, основываясь на потребности в доставке материальной продукции, но что будет, когда такая потребность исчезнет? Как тогда отслеживать продукцию?

Вот основная рекомендация для политиков: следует искать новые источники конкурентного преимущества. Мы убеждены, что для этого нужно оживить дух предпринимательства. Вторая рекомендация: ищите новые подходы к управлению интеллектуальной собственностью. Говоря о новых подходах, я не имею в виду повторения того, что было сделано в других отраслях. И наконец, нужно задуматься об обложении налогами добавленной стоимости, а не физических объемов торговли, поскольку торговля материальными изделиями быстро сойдет на нет. Вот наши основные рекомендации.

Прежде чем перейти к новой теме, давайте подробно обсудим все эти вопросы. Возможно, Вы будете поражены, но консультанты далеко не всеведущи. Мы пригласили на нашу панельную дискуссию двух ведущих мировых экспертов в области производства и технологий. Я очень рад видеть их здесь. Приглашаю коллег присоединиться к нам. Первый из них — Хубертус фон Грюнберг, независимый председатель совета директоров ABB Ltd, не наделенный исполнительными полномочиями. Приветствуем Вас! Второй — Леонид Рейман, председатель совета директоров НПО «Ангстрем». Добро пожаловать! Спасибо, что пришли к нам сегодня.

Я подготовил для Вас обоих несколько вопросов. Прежде чем перейти к ним, я прошу Вас поделиться своими мнениями о сказанном мной. Если позволите, начну с вас, господин фон Грюнберг. Я хотел бы, кроме того, искренне поблагодарить вас: компания ABB — один из ведущих производителей роботов — оказала IBM неоценимую помощь в сборе и обработке данных. Воспользуйтесь прекрасной возможностью и сообщите мне, где мы допустили ошибки.

#### **Х. фон Грюнберг:**

Благодарю Вас, господин Броди. Сразу предупрежу, что буду осторожен в своих высказываниях. Я отвечаю за благополучие громадной компании: ежегодный объем продаж ABB достигает 40 миллиардов долларов, а число штатных сотрудников составляет 150 000 человек. Каждый день мы реализуем

продукцию для нужд современного мира: это роботы для сборочных линий и автоматизированное оборудование для фабрик. Если я стану чрезмерно поддерживать Вас, господин Броди, это обидит многих моих клиентов. И если это все же произойдет, я не хочу, чтобы нас разорвали на части. Итак, мне надо проявлять осторожность.

Можно ли для начала задать один вопрос? Почему Вы сделали столь благородный и дружественный жест, пригласив меня для участия в дискуссии о будущем, в котором по-прежнему есть место для роботов? Что мешает Вам просто напечатать детали стиральной машины или автомобиля, если вы можете это сделать? Вы исходите из того предположения, что компания, способная конкурировать на рынке стиральных машин, сможет конкурировать и на рынке автомобилей. Конечно, автомобили бывают разного размера и веса, но фундаментальных различий между ними нет. Почему Вы предполагаете, что для роботов все равно найдется место? Почему бы не использовать 3D-печать для создания всех необходимых деталей, которые затем нужно лишь расположить в правильной последовательности? Производство роботов станет ненужным. В чем причина Вашей благосклонности к нам? Почему мы не исключены из Вашей картины будущего? Почему Вы все еще считаетесь с нами?

**П. Броди:**

Должен сказать, я этого не ожидал. Впервые вижу, чтобы в ходе панельной сессии на вопрос отвечали вопросом. Прежде всего скажу, что отдел закупок IBM Procurement так и не захотел приобрести автомобиль, который я мог бы разобрать. Это одна из причин, по которым я не буду касаться автомобильной отрасли. Далее, напечатанные на 3D-принтерах детали все равно требуют сборки. Мы старались тщательно обозначить пределы возможностей новых технологий. Детали печатаются отдельно, после этого необходима сборка. Создавая нашу модель будущего, мы знали, что без роботизированной сборки 3D-печать и связанные с ней производства не смогут привести к масштабным

переменам. Мы внимательно изучили данную проблему и пришли к выводу, что роль роботизированной сборки в производственном процессе останется значительной. Иначе движение вперед невозможно.

### **Х. фон Грюнберг:**

Вы просили меня сделать несколько общих замечаний относительно сложившейся ситуации. АВВ — многопрофильная компания, однако обсуждаемая проблема касается нашего робототехнического подразделения. Мы приняли участие в совместной работе, откликнувшись на вашу просьбу, и ценим это сотрудничество: оно многому нас учит и помогает поддерживать форму. Обещаю, что мы будем готовы одновременно с рынком. Мы внимательно следим за рынком и не будем тянуть с необходимыми изменениями.

Рост качества жизни требует роботизации сборочных линий с целью избавления от ручного труда, однако раньше этот процесс требовал много времени: приходилось ждать смены поколения продуктов. Оснащение роботами двухленточного конвейера — например, на автозаводе — представляло собой сложную задачу, если говорить об аппаратной части. Это относится и к производству мобильных устройств. Совершенно новую, полностью роботизированную сборочную линию можно было проектировать только в расчете на новое поколение продуктов. Нельзя было избавиться от ручного труда, просто заменив людей роботами на всех стадиях процесса производства какого-либо изделия.

Кроме того, применение роботов влекло за собой опасности. Роботов приходилось держать в клетках, подобно диким зверям — они могли травмировать людей. Новые роботы — компактные, легкие и быстрые — больше не содержатся в клетках. Их изготавливают из пластика, а не из металла. Сидящий в вас инженер может задаться вопросом: как обеспечивается прецизионное позиционирование манипуляторов с учетом гибкости пластика? Это достигается при помощи интеллектуальных



технологий. Роботы определяют свое положение в пространстве, а их двигатели способны устранять вибрации, характерные для мягкого и легкого пластика. Легких двуруких роботов, оснащенных видеокамерами и датчиками касания, можно не запирают в клетку: они безопасны для человека. Оснащенные датчиками, они способны обнаружить приближение людей. Кроме того, специальная система не позволяет им слишком близко подходить к людям, что минимизирует риск причинения травм. Они заменяют собой рабочих, занятых ручным трудом. Новое поколение роботов скоро выйдет на рынок. Итак, мы в своей отрасли тоже активно разрабатываем новинки, но наш путь развития отличается от вашего. Клиенты, приобретающие мое оборудование, не закупают программное обеспечение у IBM. Благодарю за внимание.

**П. Броди:**

Большое спасибо, господин фон Грюнберг. Кстати, Ваш вопрос — «Когда?» — очень уместен. Мы будем не только рассказывать о созданной нами модели, но и выпустим соответствующее приложение с открытым кодом, содержащее все данные. Вы, как и любой человек, сможете загрузить модель, произвести собственный анализ, изменить исходные посылки и посмотреть, как трансформировалась модель. Благодарю Вас за комментарии, господин фон Грюнберг.

Прежде чем задавать конкретные вопросы, я обращусь к господину Леониду Рейману. Вы должны прекрасно знать, как развивается сфера телекоммуникаций и высоких технологий не только в России, но и во всем мире. Хотелось бы узнать Ваше мнение по этому поводу.

**Л. Рейман:**

Я представляю предприятие, которое занимается производством микроэлектроники, производством чипов. Мне было очень интересно

послушать господина Броди, поскольку процессы, описанные в докладе IBM, в полной мере относятся к производству микроэлектроники.

В последнее время мы наблюдаем опережающий рост производства микросхем типа ППВМ (перепрограммируемые вентиляционные матрицы) по сравнению с микросхемами с заданными параметрами. Они используются везде — от стиральных машин до тостеров.

По итогам 2012 года компания Polilife провела анализ и пришла к выводу, что новых дизайнов микросхем ПЛИС (PLD) за 2012 год было создано в девять раз больше, чем новых дизайнов микросхем с фиксированной архитектурой ASIC. Это лишний раз подтверждает тезис о том, что сегодня мы переживаем третью индустриальную революцию. Недавно журнал The Economist опубликовал статью, с заголовком на обложке, о том, что мир переживает индустриальную революцию.

Она определяется тем, что люди готовы платить больше за более быстрое вхождение на рынок, за более гибкие подходы. Например, те же самые ПЛИСы иногда проигрывают по своим потребительским и ценовым параметрам микросхемам ASIC; тем не менее, они пользуются большим спросом на рынке. Это практическое подтверждение тем выводам, которые сегодня так интересно сформулировал господин Броди.

**П. Броди:**

Если позволите, я задам один вопрос. Мы много говорили о том, как широкое применение микроэлектроники позволяет сделать «умными» даже самые компактные изделия. Какие новые возможности, с Вашей точки зрения, это открывает для быстрорастущих малых и средних компаний в России?

**Л. Рейман:**

На сегодняшний день микросхемы с открытым кодом более дорогие и с точки зрения использования, и с точки зрения своих потребительских свойств (я имею в виду энергопотребление и быстродействие), чем микросхемы,

обладающие специфическими функциями и запрограммированные для конкретного изделия. Тем не менее, они гораздо более привлекательны, потому что запуск микросхемы типа ASIC требует создания дизайна, что занимает иногда больше года, и перестройки производства. Или даже постройки производственной линии под данную конкретную микросхему. За этот период изделие, в котором планируется использовать эту микросхему, отстает от рынка. Поэтому гибким микросхемам с открытым кодом на сегодняшний день отдается предпочтение.

Несмотря на то, что в нашей стране очень много творческих людей, которые с удовольствием занимаются инновациями, разрабатывают микросхемы, у нас все же нет хорошо развитого микроэлектронного производства, и в данном случае «Ангстрем», который я представляю, является одним из немногих исключений.

Универсальные микросхемы, которые можно использовать для разных целей и в разных устройствах, будут наиболее востребованы. Их использование подтолкнет маленькие и средние компании к созданию очень интересных решений, устройств и конечной продукции, которая, я надеюсь, будет востребована не только здесь, но и во всем мире.

**П. Броди:**

Согласен. Надеюсь, что ценовой фактор позволит возникнуть в России новым компаниям. Теперь, господин фон Грюнберг, я хотел бы задать вопрос Вам. В начале своего выступления Вы сказали о том, что АВВ является крупной многопрофильной компанией, а робототехника — лишь одно из направлений ее деятельности. Как Вы планируете использовать интеллектуальную робототехнику и 3D-печать в работе других подразделений АВВ для поддержания их конкурентоспособности?

**Х. фон Грюнберг:**

Если эти технологии быстро приобретут популярность, в бизнесе возникнут совершенно новые направления. Я хочу поговорить об одном из таких потенциальных направлений. Гибкость производства, основанного на выпуске цельных персонализированных устройств, раскрывает потенциал компьютерного имитационного моделирования с совершенно неожиданной стороны. При выпуске миллионов идентичных автомобилей и стиральных машин мы прибегаем к классическим процедурам прототипирования и тестирования. Им предшествует беглое имитационное моделирование, от которого не ждут абсолютной точности. Можно построить десять прототипов и провести их физическое тестирование в лаборатории, зная, что они выпущены в полном соответствии с чертежами и техническими спецификациями. Если прототипы окажутся идеальными, то изделия из следующей тысячи, скорее всего, также будут идеальными, поскольку они конструктивно идентичны прототипам.

Новая технология позволяет создавать уникальные продукты. Им можно будет придавать уникальные функции, чтобы удовлетворять особенно требовательных клиентов, которым нужно изделие, отличное от всех других. Если изделие связано с обеспечением личной безопасности или производится в стране, где введена система строгой ответственности за качество продукции — например, в США, — производителю лучше не разочаровывать клиентов и гарантировать высокое качество своих изделий. Любые вносимые изменения должны полностью соответствовать ожиданиям клиентов. Таким образом, без предварительного прототипирования на 3D-принтере и тестирования изделий в физической лаборатории экономика развалится. Вся продукция должна будет проходить программную проверку. Однако это весьма отдаленная перспектива. Из выступления господина Броди следует, что возникнет совершенно новая отрасль, в которой применение данного подхода будет целесообразным. Это лишь верхушка айсберга — его подводная часть колоссальна по своим размерам. Мы имеем дело с абсолютно новым путем развития экономики.

И наконец, последняя мысль, в дополнение к уже сказанному. Вы говорили о новых возможностях для малого бизнеса в России, которые предоставляет эта модель. Считайте, что России очень повезло, ведь крупносерийное, поточно-массовое производство играет в ее экономике не столь значительную роль. Разумеется, Россия выпускает автомобили и крупные бытовые электроприборы, но Китай производит их в намного большем количестве. Не воспринимайте это как критику. Кроме того, та же Германия — сравнительно небольшая страна — по выпуску автомобилей превосходит огромную Россию. Живя в современном мире, не стоит слишком расстраиваться по этому поводу. Можно задуматься над тем, как за счет блестящего задела, созданного в программировании, обойти Германию, Францию и Италию, применив технологии нового поколения. Вам не понадобятся бесконечные автозаводы — с учетом грядущих изменений они станут совершенно бесполезными. Вы займетесь новым интеллектуальным бизнесом, обеспечивая связь между разработкой и выпуском изделий. В новом мире, описанном господином Броди, немцы, американцы и китайцы неизменно будут вашими грозными конкурентами. Если же вы пойдете по описанному мной пути, всякая конкуренция исчезнет, ведь мы начнем применять технологии следующего поколения. Как Вы относитесь к такой идее, господин Броди?

**П. Броди:**

Это не просто идея, а блестящая идея. Пожалуй, нам стоит организовать специальный тур, чтобы донести ее до всего мира. Лично я совершенно согласен с Вами.

Вы верно описали все последствия внедрения новых технологий. Здесь мы полностью сходимся во мнениях. Роль материального производства будет уменьшаться. Нам придется применять имитационное моделирование при разработке любой продукции, что затронет процессы ее проектирования. Изменения коснутся и сферы продаж. Клиент будет влиять на процесс

проектирования приобретаемой им продукции. Мы полагаем, что сфера промышленного производства претерпит заметные изменения.

Сейчас я перейду к ответам на вопросы из зала, однако до этого я хотел бы спросить господина Реймана о будущем коммуникационных сетей. В результате присутствующие получают время, чтобы сформулировать блестящие и головоломные вопросы, обращенные к господину фон Грюнбергу и господину Рейману.

Мы в IBM постоянно говорим о том, как можно сделать нашу планету более «умной». Мы полагаем, что открытая электроника не только упростит разработку и персонализацию изделий, но и позволит создавать по-настоящему «умные» продукты. Если в дверную ручку или зубную щетку можно поместить эквивалент персонального компьютера, эти продукты неизбежно становятся «умными». Все «умные» продукты будут объединены в сеть. Как, по-Вашему, миллиарды «умных» продуктов повлияют на коммуникационную инфраструктуру России?

**Л. Рейман:**

Я бы хотел прокомментировать то, что сказал господин Грюнберг. Он затронул очень интересную тему. Действительно, для России развитие новых подходов, развитие трех важнейших ключевых принципов, о которых сказал господин Броди, в частности 3D printing, 3D технологии, имеет большое значение.

Недавно в Москве на одном форуме был приведен такой интересный факт: микросхема, произведенная по технологическим нормам 65 нанометров с использованием 3D технологии аналогична микросхеме, произведенной по технологическим нормам 32 нанометра без применения 3D технологии. При этом производственная линия 32 нанометра в разы дороже производственной линии 65 нанометров. Это означает, что на не очень сложных и не очень дорогих производственных линиях применение инновационных технологий позволяет производить микросхемы, которые ни в чем не будут уступать более современным технологиям. Такую продукцию можно будет

использовать в приборах, которые производятся небольшими и средними компаниями.

Возвращаюсь к вопросу включенности. Это очень интересная тема, запущенная идеей cloud и являющаяся неотъемлемой частью облака. Сегодня мы постоянно находимся во взаимодействии друг с другом, и трудно представить себе человека, у которого нет мобильного телефона. При этом в мобильный телефон встроена система определения его местонахождения. Ваши друзья, да и враги тоже, могут знать, где телефон находится. Здесь возникает целый ряд вопросов, связанных с privacy, но, с другой стороны, это предоставляет человеку огромное количество возможностей экономии времени и оптимизации жизни.

Сегодня я проходил мимо стенда Сбербанка. У них достаточно интересное программное обеспечение: они устанавливают на телефон приложение, которое позволяет увидеть всю инфраструктуру Сбербанка вокруг себя. Вы видите, где находятся банкоматы, платежные автоматы, отделения, вы видите расписание этих отделений, видите, какие из них закрыты по техническим причинам, в каком банкомате кончились деньги, а в каком их еще много. То есть вы постоянно находитесь в актуализированной реальности. Все вещи вокруг вас, начиная с телефона, стиральной машины, автомобиля Volvo, который рассказывает вам, сколько у него осталось бензина, и зубной щетки, которая говорит, что ее надо выбросить и купить новую, — все эти вещи актуализируют реальность вокруг вас и делают вашу жизнь совершенно другой.

## **П. Броди:**

Вы описали мечту каждого производителя электроники — выпускать продукт, который сам готовит себе замену. Электронное устройство, убеждающее пользователя выбросить его на помойку и приобрести новую версию того же устройства — о таком мечтают все мои клиенты. Все хотели бы выпускать

продукты, которые сами себя продают. На этом я остановлюсь. Я готов выслушать вопросы.

**Х. фон Грюнберг:**

Все трудные и малоприятные вопросы я переадресую Полу, поскольку сам я робок и застенчив.

**П. Броди:**

А я прошел специальные курсы по работе со СМИ, где меня научили уходить от ответов на сложные вопросы.

**Из зала:**

Когда Вы рассказывали, насколько эффективней станет производство, прогнозы по телефонам и по слуховым аппаратам почему-то очень сильно отличались. Почему? Ведь вещи, вроде бы, похожие. Что такого особенного в технологии, что одна хорошо ложится на цифру, а другая похуже?

**П. Броди:**

Мы хотели рассмотреть конкретные виды продукции. Приступая к исследованию, мы знали, что технологии 3D-печати и роботизированной сборки будут применимы к одним изделиям раньше, чем к другим. Поэтому мы и выбрали конкретные виды продукции. Производство слуховых аппаратов можно перевести на новые технологии раньше других. Однако к концу рассматриваемого периода все изделия, даже стиральные машины, будет дешевле и эффективнее выпускать при помощи новых методов. Я ответил на Ваш вопрос? Или нет? Нам придется принять единственно верное решение.

**Л. Рейман:**

Я добавлю к тому, что вы спросили, свой собственный взгляд на эту ситуацию. Мне кажется, чем более инновационным является устройство, тем меньше



изменяется этот процент. То есть телефон сегодня — достаточно инновационное устройство, в нем применяются не только современные технологии, но и современные принципы дизайна, сборки и всего остального. Именно это является причиной того, что столбик такой длинный. А слуховой аппарат — довольно простой, там огромное пространство для оптимизации, для инноваций и всего остального.

**Из зала:**

Это кажется парадоксальным. Получается, что совковую лопату вообще только цифровым путем надо производить?

**Л. Рейман:**

Конечно, все гениальное просто.

**Из зала:**

А зачем ее цифровать? Она и так просто делается.

**П. Броди:**

Здесь открываются новые возможности. Наши наблюдения показывают, что имитационное моделирование трудно применять для разработки продукции, создаваемой на основе передовых технологий и требующей постоянных конструктивных доработок. Однако персонализация, как мы ожидаем, придаст дополнительную ценность любой продукции. К примеру, изготовленный по форме вашего уха слуховой аппарат будет для вас намного ценнее стандартного. Очевидно, то же самое относится, например, к ботинкам и вообще ко всем предметам, требующим учета особенностей человеческого тела. Честно говоря, я не знаю, как именно я хотел бы персонализировать стиральную машину. Однако я уверен, что кто-то найдет способ персонализировать ее и откроет прибыльную торговлю такими машинами.

Есть еще вопросы из зала? Если нет, я завершаю нашу дискуссию. Однако, прежде чем закончить, я хочу напомнить о буклетах, которые мы сегодня раздавали: Вы найдете их на спинках своих кресел. Они содержат краткий обзор проведенного нами исследования. В июле мы собираемся выпустить полный отчет, в который войдут все данные. После этого вы сможете загрузить модель цепочки поставок в электронном виде и анализировать ее самостоятельно. Посетите наш веб-сайт или оставьте свою визитку — и мы отправим вам этот документ, когда он будет опубликован. На выходе из зала лежат мои визитки, а также визитки моих коллег. В заключение я хочу поблагодарить господина Реймана и господина фон Грюнберга за то, что они приняли участие в дискуссии и поделились своим опытом. Благодарю Вас от всего сердца. Наконец, я хочу поблагодарить всех, кто пришел к нам сегодня. Большое спасибо!