

РЕВОЛЮЦИЯ 4.0

ПОСЛЕСЛОВИЕ К IX МЕЖДУНАРОДНОМУ СИМПОЗИУМУ АСОЛД-2014

М. Шейкин max.shaking@ya.ru



Промышленные перевороты, в отличие от политических революций, происходят не в моменты тяжелейших кризисов и обходятся без разрушений и жертв. Предпосылкой к технологической революции служит появление новых технологий, оборудования и материалов, а ее результатом – более совершенное, эффективное производство. Под влиянием глобальной информатизации, охватившей все сферы деятельности в начале XXI века, и все большей интеллектуализации электронных систем современное производство переживает новую, четвертую по счету революцию. О том, что такое новый технологический уклад Industry 4.0 и как использовать его преимущества, шла речь на IX международном симпозиуме Асолд-2014, организованном в конце октября 2014 года в Москве группой компаний Остек.

Своим существованием промышленность обязана технологической революции, начавшейся во второй половине XVII века с изобретения паровых машин. Замена мускульной силы и природных источников механической энергии мощными машинами, не знающими усталости, положила начало поточному производству. Появление металлорежущих станков упростило и ускорило создание все более сложных частей машин и точных механизмов. На волне механизации развивалась текстильная промышленность. Огромную роль стал играть транспорт, с помощью которого сырье доставлялось на предприятия, а готовые изделия – потребителям. Но, как и большинство социальных и политических революций, первая техническая не прошла "бескровно": люди, терявшие вследствие механизации производственных процессов работу, выступали яркими противниками индустриализации и разрушали машины. Именно тогда человек стал отдаляться от производства – наметилась тенденция, все более усиливающаяся на фоне новых технологических революций [1].

Начало второй промышленной революции связывают с внедрением дешевого бессемеровского способа выплавки стали в 1860-х годах. Повышение эффективности производства высококачественной стали дало толчок развитию машиностроительной промышленности. Производство бумаги, потребительских товаров, добыча сырья, транспорт становились все более простыми, быстрыми и дешевыми.

Рост масштабов промышленных предприятий требовал стандартизации производства. На основе системы научной организации труда, разработанной американским инженером Фредериком Тейлором, развивалась новая дисциплина – промышленная инженерия, исследующая интегрированные системы, в которые входят не только машины, но и работающие на них люди, затраченные денежные средства и все то, что имеет отношение к любому промышленному или коммерческому предприятию. По мере электрификации

заводов стало возможным строительство конвейерных линий. По словам Генри Форда, без электричества не было бы массового производства – для сборки первых автомобилей модели "Форд-Т" применялись 32 тыс. станков, большая часть из которых работала на электричестве. В начале XX века с конвейеров завода Форда ежедневно сходили тысячи автомобилей – это время можно считать кульминацией промышленной революции, подчинившей себе весь мир [2].

За два столетия технологических перемен изменилось и общество. Повышение качества и продолжительности жизни обусловило резкий рост населения Земли. Впервые за всю историю человечества большей его части не нужно бороться за выживание – пять процентов населения планеты способны обеспечить базовые потребности всех жителей на Земле! Совершенствование технологических процессов привело к тому, что человек перестал быть необходимым звеном в производственной цепочке изготовления изделий.

С третьей индустриальной революцией под знаком автоматизации и роботизации производства связано увеличение скорости конвейеров и уменьшение количества работников в цехах. По мнению некоторых экспертов, глобальная автоматизация – это только начало третьего промышленного переворота [3]. Более рациональной выглядит точка зрения, согласно которой происходящие сегодня перемены слишком значительны для того, чтобы считать их лишь продолжением начавшейся в 50-х годах прошлого века реорганизации производства [4]. Небольшие и на первый взгляд разрозненные ручейки тенденций, проявляющиеся в различных дисциплинах, областях науки и технологиях сейчас сливаются в одну большую полноводную реку глобального направления развития современного производства.

Так, появление всемирной сети Интернет не только объединило множество людей, но и увеличило разрыв между производством и человеком. Теперь управлять предприятием



Антон
Большаков
открывает
симпозиум

можно удаленно из любой точки планеты (конечно, при наличии соответствующей инфраструктуры), вся необходимая для изготовления изделий информация передается по сети. Внедряются системы управления, не только объединяющие все машины, рабочие места и производственные участки, но и вертикально связанные с бизнес-процессами на предприя-

тиях и горизонтально – с другими предприятиями-партнерами, биржами и прочими источниками информации о рынке и финансах.

Еще один яркий пример технологии, составляющей основу нового производства – 3D-печать (аддитивное производство). Из интересных, но дорогих игрушек 3D-принтеры превратились в очень удобный и гибкий инструмент быстрого прототипирования и производства. В результате путь от прототипов до серийных изделий занимает всего несколько часов, что недостижимо с помощью традиционных технологий.

Эти и другие разработки из, казалось бы, разрозненных областей производства и науки создали мощный фундамент для новой модели производства, которой и был посвящен международный симпозиум Асолд-2014 "Новый технологический уклад в производстве электроники. Как слияние промышленных и информационных технологий меняет принципы организации производства".

НАЧАЛО

Конференцию открыл директор по маркетингу Группы компаний Остек Антон Большаков. Рассказав об общих тенденциях перехода к четвертой версии производства, он обратил внимание на закономерность изменения интереса

к новым технологиям, построенную аналитической компанией Gartner. Любая новая технология проходит в своем развитии резкий пик популярности, обусловленный завышенными ожиданиями. Когда они не оправдываются, следует спад популярности ("пропасть разочарования"), после чего технология медленно, но более уверенно вновь набирает популярность, получая распространение на практике.

Сегодня на пике популярности Интернет вещей и носимые датчики; можно прогнозировать скорый спад интереса к ним. Потребительские 3D-принтеры находятся на пути "вниз", однако промышленная трехмерная печать уже вышла из "пропасти разочарования" и получает все более широкое распространение на производстве. Немного отстают от нее технологии распознавания жестов, речи и дополненной реальности. Еще недавно прочно ассоциировавшиеся с играми и развлечениями, они находят применение в промышленности и медицине. Например, экраны и очки дополненной реальности подсказывают, какие действия нужно совершить и где взять необходимые инструменты или материалы, а благодаря распознаванию жестов можно управлять машинами буквально движением пальца. Это еще один пример того, как информатизация может упростить производство: работнику, владеющему устройством дополненной реальности, не нужно изучать бумажные или электронные инструкции – все подсказки (например, где на складе нужный предмет, какую операцию следует выполнить) выдаются автоматически в режиме реального времени.

Гибкость производства эпохи Industry 4.0 открывает путь к "массовой кастомизации", то есть изготовлению изделий со специфическими для конкретного заказчика свойствами, сохраняя при этом массовость и темпы серийного производства. Заказчики активно вовлекаются в производственный процесс на разных его стадиях, могут отслеживать выполнение заказа, контролировать качество и т.д.

Без глобальной информатизации это было бы невозможно.

Подобные тенденции характерны не только для промышленности. В качестве глобального примера А.Большаков привел сельское хозяйство. На непросвещенный взгляд, эта отрасль достаточно консервативна и далека от информационных технологий. Однако без них современные сельскохозяйственные предприятия не могут быть эффективными. Например, посев и уборка урожая планируются с учетом погодных условий, состояния почвы, рационального использования горючего и т.д. Во время работы комбайны, тракторы, другие сельскохозяйственные машины обмениваются информацией между собой и с центром управления (так контролируется, например, остаток или количество собранного зерна), а местонахождение техники определяется с помощью систем глобальной спутниковой навигации.

ЧЕЛОВЕК И INDUSTRY 4.0

Продолжением конференции стал доклад кандидата философских наук, доцента Вологодского государственного педагогического университета Натальи Ястреб. Специалисты в области гуманитарных наук – нечастые гости на технических конференциях. Но современные информационные технологии нельзя отнести к чисто техническим дисциплинам, так как все большую роль играет взаимодействие интеллектуальных машин с человеком и его собственное восприятие новой информационной реальности. Так, одним из приоритетных направлений во многих странах стало развитие киберфизических систем (CPS). Этот термин, введенный в 2006 году директором по встроенным и гибридным системам в Национальном научном фонде США Хелен Джилл, означает "умные системы", объединяющие вычислительные (т.е. аппаратное и программное обеспечение) и эффективно интегрируемые физические (природные) компоненты, взаимодействие которых позволяет чувствовать изменения

в состоянии реального мира. Примеры таких систем – роботизированные автомобили, беспилотные летательные аппараты, "умные дома" и т.д. Это не просто роботы, выполняющие запрограммированные действия на основе введенных алгоритмов, а сложные нелинейные системы, аккумулирующие информацию, поступающую со множества датчиков и интерфейсов, и принимающие гибкие решения.

Важным вопросом остается взаимодействие человека и CPS. Поскольку когнитивные способности человека ограничены, их может быть недостаточно для эффективной работы с системой. Предлагается либо совершенствовать интеллект, либо исключить человека из контура управления CPS. В отличие от предыдущей технологической революции, когда автоматизация не вытеснила человека, а лишь упростила и ускорила его работу в том же объеме, современные интеллектуальные устройства самостоятельно принимают решения, оставляя человеку возможность прямого контроля и управления. Это очень важная тенденция, которая в течение последних лет усиливается. Вещи обретают самостоятельность; классические парадигмы искусственного интеллекта (ИИ) – сильный искусственный разум либо слабый ИИ, способный выполнять за человека некоторые интеллектуальные операции, – дополнились идеей *ambient intelligence* – "незаметной интеллектуальности". Это среда, которая существует и функционирует, не требуя вмешательства человека.

Решения на основе этой парадигмы можно встретить в быту: первыми массовыми домашними роботами стали автоматические пылесосы, на пике популярности (согласно диаграмме Gartner) концепции Интернета вещей



Наталья Ястреб

и "умного дома". В отличие от традиционных компьютерных технологий разумное окружение находится в тени, оставаясь незаметным для человека. Конечно, это порождает ряд проблем. Например, отдаление человека от техники означает снижение ее ремонтнопригодности (а вкупе с интеграцией и удешевлением элементной базы она стремится к нулю – дешевле купить новое устройство, чем ремонтировать старое), предъявляет жесткие требования к стабильности программного обеспечения и его безопасности. Кроме этого, человеку приходится адаптироваться к существованию в среде незаметной, но "умной" электроники.

Разумная среда (как и прочие ключевые технологии) может быть не только помощником, но и средством принудительного контроля и даже оружием. В качестве примеров взаимодействия человека и разумного окружения Н.Ястреб привела утопии американского писателя-фантаста Дэвида Брина "Город контроля" и "Город доверия". Различие между ними заключается не в количестве устройств контроля, а в доступе к ним. В "Городе контроля" право использовать данные с видеокамер и иных устройств слежения принадлежит полиции, спецслужбам и прочим государственным органам, которые, якобы стремясь обеспечить безопасность общества, создают мир тотального контроля. Граждане "Города доверия", напротив, имеют доступ ко всем открытым данным, самостоятельно определяют уровень приватности информации, касающейся их лично.

КИБЕРФИЗИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ НА ПРОИЗВОДСТВЕ – ПРИМЕР NATIONAL INSTRUMENTS

Помимо глобальных вопросов, связанных с концепцией Industry 4.0, на конференции обсуждались практические решения. Олег Чутко, координатор проектов в ЦФО компании National Instruments, рассказал о применении CPS на производстве. Он отметил, что переход на автоматизированные производственные комплексы обеспечивает

не просто снижение издержек и повышение производительности, а смену технологического уклада как обязательного условия выживания на рынке. Дальнейшая модернизация может идти двумя путями: обновление парка станков и приборов либо создание автоматизированных контрольно-измерительных комплексов и внедрение оборудования с ЧПУ. В соответствии с идеологией CPS функции всех объектов на предприятии будут определяться их связями между собой, с различными датчиками и исполнительными устройствами, а вся система должна работать как единое целое.

В качестве платформы для создания CPS Олег предложил решения National Instruments, с помощью которых можно реализовать все требования к современным контрольно-измерительным системам: обеспечить сбор больших объемов данных с множества каналов, их анализ с помощью быстрых вычислителей и управления распределенными системами в реальном времени. В сочетании с возможностью быстрого прототипирования и модульностью эти решения позволяют создавать распределенные системы управления для любых применений. На базе вычислительной платформы PXI и прочих решений создаются системы управления для множества современных объектов, включая самые сложные и крупные, например, Большой адронный коллайдер. В частности, компания National Instruments разработала систему связи между объектами нефтедобывающей промышленности. Задача осложнялась неоднородностью инфраструктуры: связь между вышками и с центром управления должна была осуществляться посредством разных протоколов и на разных частотах, требовалось также обрабатывать данные с систем спутниковой навигации ГЛОНАСС. Удовлетворяющее этим требованиям оборудование было разработано на базе унифицированной аппаратной платформы NI SOM, а форматы обмена данными реализованы в ПЛИС методами программно определяемых радиосистем (Software Defined Radio, SDR).

ПРИМЕНЕНИЕ ТРЕХМЕРНОЙ ПЕЧАТИ

3D-печать – важнейшее технологическое достижение, которое уже изменяет существующую промышленность. О современных технологиях трехмерной печати и их использовании на производстве рассказал директор ООО "НИИИТ" Игорь Волков. На современных предприятиях применяется несколько методов аддитивного производства – выдавливание расплавленного материала (FDM – Fused deposition modeling), фотополимеризация (SLA – stereolithography), вырезание и склеивание слоев (LOM – laminated object manufacturing) и "печать песком" – селективное спекание частиц (3D powder). Последний метод представляется наиболее универсальным и перспективным, так как не предусматривает ограничений в отношении формы печатаемого объекта, обеспечивает достаточную



Евгений Липкин

для промышленности точность и, в отличие от других методов 3D-печати, позволяет создавать заготовки максимального размера. Исходными материалами для печати могут служить обычный песок, гипсовый, акриловый, цианоакриловый и керамический порошки, даже сахар, из которого по этому методу можно изготавливать сладости. Процесс порошковой печати быстр и недо-

рог, а недостатки этого метода связаны в основном с некоторой сложностью очистки изделия от неполимеризовавшегося порошка.

На основе технологии порошковой 3D-печати создаются модели изделий для последующего их формования. Напечатанные пластиковые модели покрываются керамикой, затем модель выжигается, и в керамические формы отливаются металлические изделия.

Формы для отливки можно печатать и непосредственно, применяя огнеупорный материал – песок. При этом свобода конструирования неограничена – внутри формы можно создавать даже простейшие соединения деталей. Метод прямой печати формы позволяет отливать изделия, которые прежде было невозможно получить методом отливки, например, турбины с лопастями. Точность порошковой 3D-печати форм такова, что даже при длине формы 2 м отлитые детали не требуют дальнейшей обработки. Эту технологию уже применяют на производстве такие известные компании, как Boeing, Airbus, Ducati, Mitsubishi, Volkswagen и т.д.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА И СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

Доклад Евгения Липкина, генерального директора ООО "Остек-СМТ", был посвящен практическим примерам реализации идей "умного производства". В начале своего выступления докладчик обратил внимание на катастрофически низкую производительность труда в России: по отношению ВВП к часам работы наша страна сравнима с Мексикой, Чили и в несколько раз отстает от стран Европы и США. Среди резервов повышения производительности труда на предприятиях – эффективное использование ресурсов, эргономичность, высокая адаптивность к различным ситуациям, что обеспечивается путем автоматизации не только производственных участков, но и вспомогательных служб, например, складов компонентов и инструментов. В качестве примера было представлено "умное хранилище", показывающее работнику, в каком ящике находится нужный инструмент (резец), выдвигающее ящик на нужную глубину и контролирующее количество оставшихся резцов, для того чтобы вовремя направить заявку на закупку новых. Не менее важно уделять внимание и таким, на первый взгляд, неясным ресурсам, как пространство цеха. Замена автоматизированных тележек для перемещения



Станислав Гафт

изделий системой потолочных транспортеров позволит высвободить немалые производственные площади в цеху, использовать пространство под потолком.

Тему создания "умного", рационального производства продолжил генеральный директор ООО "Остек-Инжиниринг" Станислав Гафт. Он показал, как с помощью системы управления предприя-

тием планировать производство с учетом текущих заказов, определять дни технического обслуживания машин и т.д.

Было также отмечено, что способы повышения эффективности производства не ограничиваются технологическими усовершенствованиями. Важно объединить партнеров и клиентов в бизнес-процессы, что позволит прогнозировать объемы будущих заказов, вовремя ("с упреждением") закупать комплектующие, чтобы избежать авралов или перепроизводства, когда на складе залеживается невостребованный продукт.

Другие доклады и круглые столы симпозиума были посвящены обсуждению конкретного оборудования в составе "умного производства" - автоматизации хранения компонентов (выступление Андрея Мазалова, начальника группы автоматизированных систем хранения ООО "Остек-АртТул") и производству жгутов (выступление генерального директора ООО "Остек-ЭТК" Андрея Голубьева). Не будем подробно останавливаться на этих темах, так как они освещались в нашем журнале. Отметим лишь, что сборке жгутов, изготовлению точных изделий и заливке компаундами было уделено особое внимание, так как на многих российских предприятиях эти операции слабо автоматизированы либо выполняются вручную.

Таким образом, особенностью симпозиума Асолд-2014 стало обсуждение фундаментальных социально-технологических вопросов наряду с сугубо практическими темами. Не это ли единственно верный способ проанализировать тенденции развития современной промышленности в момент смены очередной ее "версии"? Возможно, в дальнейшем человек будет исключен из цепочки промышленных процессов, а "умная электроника" окончательно "уйдет в тень". Промышленные роботы, конвейер, оборудование, центры обработки смогут не только выполнять все запрограммированные операции, но и самостоятельно будут распознавать новые детали и определять для них последовательность действий. А совершенствующийся искусственный интеллект сможет анализировать поступающие на предприятие данные и принимать соответствующие решения, заменив людей не только на производстве, но и в административных отделах. Но пока человеческий фактор еще крайне важен для промышленности, и основной вопрос, требующий решения, - адаптация человека к интеллектуальному производству. Это включает не только обучение новым методам работы, но и создание эффективных и безопасных интерфейсов между машиной и человеком.

ИСТОЧНИКИ

- Промышленная революция. - Википедия, ru.wikipedia.org/wiki/Промышленная_революция.
- Вторая промышленная революция. - Википедия, ru.wikipedia.org/wiki/Вторая_промышленная_революция.
- Jeremy Rifkin's Third Industrial Revolution. - Forbes, <http://www.forbes.com/sites/terrywaghorn/2011/12/12/jeremy-rifkins-third-industrial-revolution>.
- Self-Organizing Factories. - Siemens, http://www.siemens.com/innovation/apps/pof_microsite/_pof-spring-2013/_html_en/industry-40.html.

