

## ЧЕТВЕРТАЯ ПРОМЫШЛЕННАЯ РЕВОЛЮЦИЯ — ФИЛОСОФИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СКАЗКИ

В.М. Мильх (Компания «Кварта Технологии»)

*Рассмотрены движущие силы, приводящие к промышленным революциям. Охарактеризовано состояние науки и техники, которое привело к четвертой промышленной революции. Сформулированы особенности, характерные для промышленной автоматизации, с которыми сталкиваются предприятия на современном этапе научно-технического прогресса.*

*Ключевые слова: промышленная революция, оптимизация, большие данные, интернет вещей, облачные приложения, математические модели, человеческий фактор, информационная безопасность.*

### Причины промышленных революций, текущая ситуация и некоторые выводы

В основе любой революции лежит ситуация, при которой существующие причинно-следственные связи не могут более воспроизводиться. И промышленная революция не исключение, однако имеет свою специфику. Например, ведущим фактором каждой очередной промышленной революции становится наука, ее прикладные исследования, а не финансы или состояние общества. Другой важнейший фактор — борьба с монопольным положением производственных компаний (и целых стран) или борьба за доминирование.

Начало XXI характеризовалось так называемой третьей промышленной революцией («Индустрия 3.0»), провозгласившей переход к возобновляемым источникам энергии, повсеместное внедрение на производстве АСУ, развитие систем связи и коммуникаций и переход к аддитивному производству. При этом надо отметить, что революция — не одномоментное событие, и в разных странах она происходит по-разному и находятся в разных стадиях.

Конечно, промышленные революции не зреют в подполье, им предшествует постепенное изменение среды окружения промышленных систем. При этом часто применяют метафору «эволюционного развития», перенося свойства биосферы на техносферу. Здесь важно подчеркнуть, что роль энергии развития при этом несет не физический ресурс (как в биосфере), а все те же научные знания и законы развития экономики. Роль «проводника», роль «кровеносной системы» играют сети передачи данных, где впервые на уровне промышленных систем произошел качественный скачок — генерация данных, управление транспортингом, потребление данных выполняется уже не человеком, а техническими системами — машинами.

Межмашинное взаимодействие, порожденное суrowой необходимостью существования распределенных систем управления, с одной стороны, и непрерывное проникновение в жизнь человека различных гаджетов, требующих подключения к постоянно развивающимся сетям передачи данных, с другой — породило следующее принципиально новое явление, названное «Интернетом вещей» (общую формулировку относят к 1999 г.). Переход от «Интернета людей» к «Интернету вещей» (Internet of Things или IoT) — прошел тихо и незаметно, просто число подключенных к Internet устройств превысило число живых пользователей (примерно 2008-2009 гг.).

Напомним, промышленной революции предшествует развитие науки и технологий. И в этой связи нельзя не упомянуть датчики — один из важнейших драйверов промышленной революции. Высокая стоимость датчиков на протяжении XX века ограничивала возможности их повсеместного использования. Например, если в 2007 г. одноосевые акселерометры стоили около 7 долл. США, то сегодня — уже менее чем 0,3 долл. Произошло одно из принципиальных изменений — массовое применение датчиков уже не может привести к серьезному увеличению стоимости конечно продукта или услуги. Но главное, датчик смог заменить человека и стал основным поставщиком данных для машин (компьютеров) и породил очередной феномен — «большие данные».

Датчики в отличие от человека в состоянии получать и обрабатывать данные с высокими скоростями и в больших объемах. Множество данных и требования к их обработке «в любом месте и с высоким качеством» породило еще одну новую сущность — «облачные хранилища данных». Эти хранилища позволили наконец сформировать базу для «математики больших данных» (Data Mining, Machine Learning, Predictive Analytics) и начать формировать концепцию «Интернета всего», то есть произвести диалектический переход на качественно новый уровень — получения человеком принципиально новых знаний, необходимых для формирования трансгуманистической цифровой среды обитания.

И вот на пороге очередная революция — «Индустрия 4.0». Она получила такое название от инициативы финансово-промышленного комплекса и научных кругов Германии как ключевого средства обеспечения конкурентоспособности промышленности страны через использование «киберфизических систем» (Cyber Physical Systems — CPS).

Появившись в Германии, инициатива быстро обрела последователей по всему миру. В рамках данной инициативы ожидается, что предприятия перейдут на новый тип процессного управления, когда для исполнения технологического процесса объединенные в сеть машины будут автономно и скоординировано менять производственные процессы в соответствии с общим заданием и делать это быстро, эффективно и без этапа настроек и ошибок.

Другой особенностью четвертой промышленной революции является реализация идеи «сервис-ориентированного проектирования и производства».

Ключевая особенность данной идеи — связь между «умными машинами» и «умными вещами». «Умные вещи» будут самостоятельно давать команду «умным машинам» производить себя по мере износа или анализа нужд потребителя.

Прогресс технологий обеспечивает промышленность готовыми средами для сбора и обработки данных — компании Microsoft AZURE, Intel IoT Platform, IBM Big Data, Amazon AWS, Google Cloud Platform, Open Stack и т.п. Представленные среды обладают широким набором вычислительных сервисов, готовых для построения пользователями сложных и высоконагруженных технологических сервисов обработки данных, включая и построение сложных математических моделей производственных объектов и хранения данных как в традиционной реляционной модели, так и в иных формах.

Огромное число PC-совместимых контроллеров, построенных на базе архитектуры ARM, x86, x64, производится в мире, и они являются готовой платформой для построения «мостов» в облачные (не исключаются локальные и гетерогенные) среды хранения и обработки данных. Большие усилия прилагаются крупными производителями программного обеспечения для развития среды «мейкеров» — ведь именно они, тестируя сегодня те или иные технологии, завтра будут строить новые типы производства.

Не отстают от производителей «железа» и производители программного обеспечения, включая и традиционных игроков. Например, компания Microsoft провозгласила доминирующей доктрину создания облачной платформы для «Интернета вещей» — Microsoft AZURE (на сегодня более 500 вычислительных сервисов на любой вкус, включая поддержку Linux платформы) — и констатировала, что ОС Windows 10 IoT — специализированная среда для работы и подключения «умных вещей», обладающая необходимыми средствами для нативного взаимодействия с облачной платформой. Более того, компания подготовила большой набор базовых примитивов для разворачивания готовых технологических решений (мониторинг, предикативные вычисления) и создания Proof-of-Concept решений потенциального заказчика.

В качестве отвлечения можно отметить еще один важный момент. Как и в предыдущих «революционных ситуациях», мы видим активное развитие многих мелких компаний, в том числе стартапов, предлагающих революционные решения (которые, как обычно, будут оценены позднее). Эти «малыши» опираются на доступные новейшие технологии и готовы реально предоставлять услуги, решения и сервисы уровня, соизмеримого или опережающего решения крупных компаний. Вспомним, где теперь гиганты индустрии, выпускавшие лучшие в мире паровозы, газовые светильники, электронные лампы, и во что превратились многие «гаражные» компании и студенческие стартапы предыдущих революций.

Частое упоминание промышленности не должно вводить в заблуждение, что описанные инновационные подходы применимы только в индустрии. Все сказанное в полной мере применимо и к другим сферам человеческой деятельности. Наверно уже трудно найти экономически развитую отрасль, где межмашинное взаимодействие не играло бы заметную роль. Вот некоторые из них:

- энергетика — энергосберегающие технологии, обслуживание по фактическому состоянию, «умные сети»;
- здравоохранение — персонифицированная медицина, «умные палаты», удаленный мониторинг пациентов и пожилых людей;
- городская среда — общественная безопасность, «умное освещение», «умные здания», ЖКХ, «умный транспорт»;
- частная жизнь — потребительская телематика, «умные тренажеры», «умный дом», «умные автомобили», личная безопасность.

С прагматичной экономической позиции все это всего лишь технологически оптимизированные процессы потребления. Таким образом формируется новый рынок оборудования, технологий и услуг. Потребителю-человеку больше не надо формализовать свои интересы и запросы. «Умные машины», самостоятельно настраивают экономическое окружение пользователя. Таким образом машины получили собственный доступ к реальности, могут извлекать из физической среды информацию, накапливать ее в блокчейн-сервисах, обмениваться информацией (Интернет вещей) для оптимизации процессов в окружающем человека пространстве.

Человек впервые сталкивается с ситуацией, когда анализируется, в том числе и математически, и визуализируется окружающая его повседневность. Системы, реализующие эту повседневность, могут быть уполномочены человеком на принятие самостоятельных решений по изменению среды окружения для него, а на производстве — на внесение изменений в технологические процессы. «Умные машины», взаимодействующие, между собой в соответствии с технологией Интернета вещей, могут претендовать на статус нового субъекта. Это принципиально изменит понятие «технологическая цивилизация», когда размываются границы естественного и искусственного, простого и сложного, — все скрыто за слоем «умных машин».

### Особенности промышленной революции

Для простоты анализа последствий промышленной революции выделим некоторые наиболее характерные особенности, которые и проанализируем более подробно.

#### Управление и модели бизнеса:

- «немеханическая технология» — основную роль играют информационные технологии, «условно» находящиеся над рабочими органами машин, которые утилизируют энергию и превращают ее в производственные процессы;

- перемещение центра прибыли от этапов производства к R&D центрам и разработке;
- замещение традиционных централизованных моделей бизнеса распределенными структурами с сильным горизонтальным взаимодействием.

#### *Технологии и производственные процессы:*

- новые технологии многократно повышают производительность производственных процессов при одновременном и резком изменении/улучшении условий работы людей;
- необычность технологий и объективные сложности с вписыванием их в существующие отраслевые структуры;
- комплексный характер технологий: зарождение новейших технологий в одной отрасли и возможность получения огромного социально-экономического эффекта совершенно в других отраслях;
- безотходность и энергетическая эффективность используемых технологий.

#### **Использование реальных данных**

Все описанное — это инструменты выхода предприятий на принципиально новый уровень эффективности с использованием имеющейся инфраструктуры, оснащенной необходимыми датчиками, математических и алгоритмических методов обработки информации.

На уровне четвертой промышленной революции конкурентоспособность предприятия достигается за счет использования производственных систем, базирующихся на сложных математических моделях, учитывающих особенности работы производства и позволяющих исключить понятие «человеческий фактор» из производственного цикла. Данные, полученные при моделировании, соотносят с показателями качества готовой продукции и входными данными по количеству и качеству составляющих и делает вывод о соответствии модели и реальности. О таких производственных системах неоднократно писали авторы журнала в своих работах [1–4]

В данном подходе речь идет не о смене оборудования или персонала, а об извлечении новых знаний из собираемых данных. Другим важнейшим фактором является легкость тиражирования полученной экспертизы. Еще одним важным следствием применения данной технологии и методов работы с информацией является четкое понимание собственниками и персоналом предприятия особенностей именно этого предприятия. Понимание базируется на анализе реальных данных, что гарантирует объективность выполненных оценок.

#### **Безопасность и устойчивость промышленных систем**

В этой области предстоят большие изменения. Связаны они в первую очередь с тем, что традиционно системы управления предприятием были закры-

тыми и локализованными системами. Однако рост производств, геораспределенность крупных производственных компаний обозначили серьезную проблему — создание безопасных сетей и безопасную интеграцию физических систем с Internet.

На текущий момент можно констатировать, что на производственные процессы можно воздействовать удаленно, манипулируя протоколами производства, парализуя процесс или вызывая аварии производственных систем. По мере того, как «умные производства» становятся все более распространенными, их безопасность будет становиться все более серьезным вопросом, а кибератаки — все более возможными.

По данным компании «Лаборатория Касперского», которая выполнила в 2015 г. анализ уязвимостей промышленных систем, порядка 220 тыс. узлов управления доступно через Internet, из них 33 тыс. — PLC-контроллеры, которые составляют базовую основу управления производственными процессами. Более того, 1400 контроллеров принадлежат крупным компаниям, у которых мощные IT-службы. Это не может не вызывать серьезных опасений.

Тем не менее, все изложенное позволяет сделать вывод о том, что пока производственные компании не понимают в полном объеме, сколь высок может быть риск «зловредного» воздействия на из производственные процессы, и что борьба с уязвимостями — это один из путей создания надежной и безопасной производственной среды. Все сказанное в полной мере относится и к другим отраслям человеческой деятельности.

#### **В качестве заключения**

Промышленные революции, несмотря на объективные «проблемы роста», уже сегодня создают такие условия для развития технологий, при которых становится возможным создание для человека информационно-технологической среды, более похожей на сказку, чем на реальность.

#### **Список литературы**

1. *Файрузов Д.Х., Бельков Ю.Н., Кнеллер Д.В., Торгашов А.Ю.* Система усовершенствованного управления установкой первичной переработки нефти: создание, внедрение, сопровождение // Автоматизация в промышленности. 2013. №8.
2. *Тейлор Дж.* Оптимизация производства на основе систем усовершенствованного управления (APC) // Автоматизация в промышленности. 2013. №8.
3. *Логунов П.Л., Шаманин М.В., Кнеллер Д.В., Сетин С.П., Шундерюк М.М.* Усовершенствованное управление ТП: от контура регулирования до общезаводской оптимизации // Автоматизация в промышленности. 2015. № 4.
4. *Аносов А.А., Ефитов Г.Л.* Оптимальное управление компаундированием топлив — задачи, решения, опыт в России // Автоматизация в промышленности. 2015. № 4.

*Милых Валерий Михайлович — технический директор департамента встраиваемых решений компании «Кварта Технологии».*

[Http://www.quarta.ru](http://www.quarta.ru) [www.quarta-embedded.ru](http://www.quarta-embedded.ru)