

# ИНДУСТРИЯ 4.0 В МИРЕ И РОССИИ

**Николай ЮДЕНКОВ**

По материалам выставки ЕМО 2015 (Милан, Италия, 5–10 октября) и информации из зарубежных источников.

According to the materials of the EMO 2015 exhibition (Milan, Italy, 5–10 October), and information from foreign sources.

ЕМО 2015 (г. Милан, Италия, 5–10 октября 2015 г.) прошла на волне постепенного восстановления мировой экономики, в том числе в станкостроении. Выставка ЕМО для компаний — это возможность оценить технический прогресс в отрасли, фактор, который больше, чем любой другой, определяет развитие и конкурентоспособность промышленной системы.

Современные тенденции рынка — купить большое количество комплексных систем вместо автономных машин. Системная интеграция конечно не единственно значимое явление: рынок просит все больше и больше машин, способных обрабатывать новые материалы, такие, как углерод, титан, коробчатых из литого алюминия, композитных материалов и т.п. Рынок требует гибких, легко программируемых машин и систем машин.

В этом году выставка «ЕМО 2015» прошла под девизом — «Industrie 4.0» и «Digital Factory», что означает четвертую промышленную революцию и «цифровое производство». С этим девизом предлагался лозунг для основной идеи «ЕМО MILAN 2015» — «Давайте строить будущее». Какие новые идеи привнесли эти лозунги в систему производства и производственных отношений? Новые технологии все больше интегрируются в различных производственных процессах: инженерных, промышленной автоматизации, мехатроники и изменения технологий, обмен данными и т.п.

Основной позыв для четвертой промышленной революции — рост производительности труда.

До настоящего времени промышленные предприятия в основном следовали достаточно простой концепции, полностью сфокусированной на задачах автоматизации производства с помощью соответствующих устройств, которые должны быть соединены с центральным контроллером. Больше ничего не нужно для такой, без сомнения, очень эффективной концепции. Сеть всего лишь является транспортом для полевой шины на основе промышленного Ethernet — просто соединительное устройство. Стойки зрения автоматизации это совершенно понятно и вполне достаточно.



## ЭТАПЫ ИНДУСТРИАЛИЗАЦИИ

- Изобретение паровой машины в XVIII в. вызвало первую промышленную революцию.
- Следующий качественный скачок произошел в промышленности в начале XX в. при переходе на электрификацию и конвейерное производство.
- С 60-х гг. прошлого века процессы на предприятиях начали кардинально меняться благодаря внедрению компьютеров.



### Ключевые слова:

«Индустрия 4.0», промышленная революция, «цифровое производство», системная интеграция, системы ЧПУ

### Keywords:

«Industry 4.0», industrial revolution, «digital production», system integration, NCM (numerical control machine) system

→ Сейчас наступил период стремительно нарастающей четвертой индустриальной революции, движущей силой которой является Интернет.

«Сегодня все уже работают с Интернетом. И вот мы достигли той стадии, когда приступаем к внедрению Интернета в производство непосредственно на фабриках», — пишет Фриц Клоке (Fritz Klocke), директор ахенского Института производственных технологий (IPT).

### КАК БУДЕТ ВЫГЛЯДЕТЬ ИНФРАСТРУКТУРА В «ИНДУСТРИЯ 4.0»?

Инфраструктура «умной фабрики» в настоящее время проходит этап разработки и согласования. Ясно, что Ethernet будет использоваться и для информационных технологий и для систем автоматизации.

Использование киберфизических систем в рамках концепции «Индустрия 4.0» кардинально меняет облик промышленного производства. Более того, сама эта концепция станет реальностью лишь тогда, когда информационный и реальный миры окажутся полностью соединенными.

«Индустрия 4.0» предъявляет совершенно новые требования к сетевым технологиям и технологиям соединения устройств — производство должно ста-

новиться более эффективным, гибким и мощным. Основной особенностью таких киберфизических систем является то, что функции управления перемещаются от центрального контроллера в саму систему. Это кардинальным образом меняет структуру производственных предприятий: строго иерархические системы уступают место децентрализованным. Планы и системы создаются в модульной форме, а задачи управления переносятся на саму систему. Сеть становится критически важным компонентом.

Цель цифровой фабрики — достижение полного планирования, постоянная оценка и улучшение всех основных структур, процессов и ресурсов реального завода.

### А ТЕПЕРЬ, КАК ЭТО ВСЕ МОЖЕТ ВЫГЛЯДЕТЬ?

Сегодня система CAD/CAM/CAE позволяет осуществить создание цифровой трехмерной детали, узла и всего изделия. В дальнейшем программисты-технологи создают цифровую технологию для производства изделий. Далее пишутся программы для изготовления на станках с ЧПУ. После этого осуществляется планирование производства, заказ материалов и инструмента, разработка логистики и т.п.

В цифровом производстве все системы предприятия объединены в единую сеть с высокоинтеллектуальными системами ЧПУ со значительным расширением функций, мощными компактными серверами, отвечающими за определенные задачи, через бесконтактную сеть на основе Wi-Fi. Вся эта сложная децентрализованная система позволяет параллельно решать круг задач производственного цикла, имеет связь с огромным количеством датчиков, с системой хранения инструмента, заготовок, с робокарами, транспортерами, роботами и другими устройствами, осуществляющими внутризаводскую логистику. Именно система является разработчиком техпроцессов, процессов планирования производства, программного обеспечения для всех устройств завода, цехов и участков, управления контрольно-измерительными устройствами, устройствами



фиксации заготовок, специальными приспособлениями, диагностическими устройствами и т.п. Система является организующей от планирования и анализа деятельности с учетом перспектив развития, вплоть до снятия с рынка и управления цепью поставок, включая все процессы жизненного цикла продукта. Цель цифровой фабрики состоит в достижении полного планирования, постоянной оценке и улучшении всех основных структур, процессов и ресурсов реального завода.

Считается, что Цифровые предприятия по специальным промышленным сетям Интернет будут осуществлять внутрифирменную кооперацию, а также подключать другие фирмы к производственным процессам для снижения издержек производства, более полной загрузки оборудования и в конечном итоге достижения большей эффективности и конкурентоспособности.

На первый взгляд, все это похоже на фантастику. На самом деле сегодня в станкостроительном мире, кроме уже существующих станков и ГПС, разработаны устройства, которые могут осуществлять все поименованные выше функции.

Большое преимущество «Индустрии 4.0» состоит в том, что ее можно внедрять поэтапно. С киберфизическими системами существует возможность преобразовать предприятие без остановки его производства. Это предполагает оснащение необходимыми датчиками, установку системных компонентов с миниатюрными серверами и замену шинной системы. То есть можно начать с отдельных машин, а затем уже преобразовать весь завод. То, что говорится о четвертой промышленной революции, в действительности является эволюцией машин. Хотя «Индустрия 4.0» еще и не реализована в промышленных масштабах, но партнеры из научно-исследовательских организаций и промышленных секторов усиленно работают для того, чтобы воплотить его в реальность.

В мире «Индустрия 4.0» машины будут способны понимать свое окружение и общаться между собой по Интернет-протоколу. Предполагается, что первые предприятия новой промышленной

революции начнут функционировать уже через пять лет.

Несмотря на то, что в настоящее время во многих компаниях, исследовательских центрах и университетах концепция «Индустрия 4.0» в фокусе внимания, общего определения этого понятия не существует.

На основе анализа публикаций дается определение «Индустрия 4.0» и выявляются шесть принципов проектирования систем в рамках данной концепции. Это интероперабельность, виртуализация, децентрализация, возможность работы в режиме реального времени, ориентация на предоставление услуг и модульность.

## ИСХОДНАЯ СИТУАЦИЯ

Германия — страна, где в 2011 г. родилась концепция «Индустрия 4.0», является поставщиком промышленного оборудования и технологий для всего мира. Марка «сделано в Германии» всегда говорила о качестве и надежности.

Однако Китай, а теперь уже и другие развивающиеся страны активно осваивают новые технологии и предлагают свое оборудование. Причем данную ситуацию во многом создали сами западные страны, перенося свои производства в страны третьего мира — в результате они попали в зависимость от стран-фабрик. Теперь возникает задача по возвращению самостоятельности и возрождения индустрии на родине.

США решают эту задачу, в том числе возобновлением добычи энергоресурсов на своей территории, чем создают предпосылки для возврата производств из Азии и Европы.

У Германии нет таких природных ресурсов, как в США, рабочая сила здесь дорогая и, кроме того, существует демографическая проблема, связанная со старением населения.

Чтобы оставаться лидером, необходимо поднять и без того высокую эффективность и максимально сократить использование в производстве человеческого труда. Такие задачи и призван решить проект «Индустрия 4.0».

Для производства возможность различных компонентов общаться через

сеть открывает невероятные перспективы. В «умных фабриках» машины будут понимать свое окружение и смогут общаться по единому сетевому протоколу между собой, а также с логистическими и бизнес-системами поставщиков и потребителей. Производственное оборудование, получая сведения об изменившихся требованиях, сможет сам вносить корректировки в технологический процесс. В результате производственные системы станут способны к самооптимизации и самоконфигурации, оборудование будет осуществлять самодиагностику, произойдет дальнейшее повышение гибкости и индивидуализации продукции.

Ожидается, что концепция «Индустрия 4.0» к 2025 г. будет широко применяться в производстве продукции в развитых странах. Однако специалисты утверждают, что это увеличит безработицу в Германии минимум на 5 млн. человек.

**Зачем промышленному производству необходим такой высокий уровень сетевого взаимодействия интеллектуальных машин?**

На современных предприятиях огромные объемы данных выдаются точками измерения, количество которых постоянно растет. С этим процессом легко справляются машины, и человек уже не может обрабатывать эти данные с той же скоростью, что и машины. Соответственно, будет целесообразно, если машины получат возможность взаимодействовать между собой в определенных областях производства. Многие

процессы можно сделать более эффективными, гибкими и рентабельными посредством создания среды, оснащенной измерительным оборудованием. Сверхмалые и недорогие радиодатчики будут фиксировать свое окружение и обмениваться данными между собой по Wi-Fi. Датчики различного типа, как, например, датчики давления и температуры, электрооптические и инфракрасные датчики, будут функционировать совместно, создавая общую картину происходящего и определяя то, что происходит в их окружении.

**ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ ГОТОВЫ УЧАСТВОВАТЬ В ЧЕТВЕРТОЙ ПРОМЫШЛЕННОЙ РЕВОЛЮЦИИ**

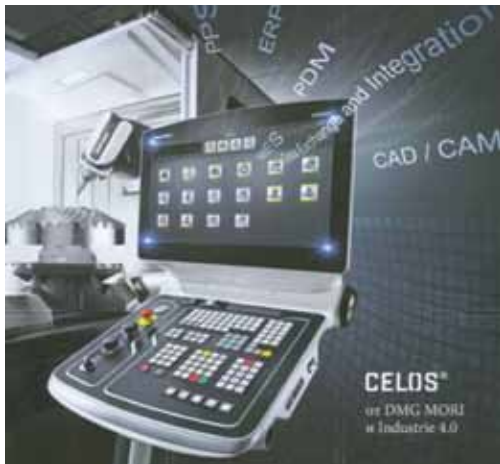
Конечно, концепция «Индустрия 4.0», как продукт эволюционного развития, появилась в результате значительно возросшего уровня автоматизации оборудования, огромного опыта внедрения «безлюдных технологий», появлением современных разработок математического обеспечения, новых систем ЧПУ, различных датчиков и т.п. Например, в области создания «безлюдных технологий» передовые фирмы имеют заводы, работающие на таких принципах (например: Fanuc, Mazak Япония), а также участки и цеха, основанные на этих принципах.

**СИСТЕМЫ ЧПУ**

В качестве примера приводится панель управления CELOS от DMG MORI.

Панель управления CELOS от DMG MORI упрощает и ускоряет процесс от идеи к готовому продукту. Приложения CELOS APPs позволяют пользователю упростить процесс управления, документирования и визуализации сведений о технологическом процессе и о параметрах станка. CELOS объединяет цех и вышестоящие структуры предприятия и создает основу для полностью оцифрованного производства без использования бумажных носителей. CELOS совместима с системами PPS и ERP и может быть связана с приложениями CAD/CAM. CELOS открыта





для ориентированных на будущее расширений для приложений CELOS APP.

### CELOS И «ИНДУСТРИЯ 4.0»

«Индустрия 4.0» требует объединения в сеть всех станков, а также обмена цифровыми данными. Именно это осуществляет CELOS® посредством интеграции станков в структуру более высокого уровня. С помощью CELOS® оптимальным образом планируются производственные и технологические задачи.

**CELOS®** от **DMG MORI** с пятью новыми приложениями APP в 2015 г. — в общей сложности 16 приложений.

CELOS® от DMG MORI — это уникальная панель управления, обеспечивающая единый пользовательский интерфейс для всех новых высокотехнологичных станков DMG MORI.

CELOS® также прост в обслуживании, как и смартфон.

Через мультисенсорный экран CELOS® APP осуществляют управление, ведение документации и визуализацию данных по заданию, процессу и данным по станку.

Таким образом, CELOS® устанавливает новые стандарты и отвечает требованиям программы «Индустрия 4.0».

При помощи CELOS® получение готового изделия ускоряется на 30%. Затраты на оценку технологических значений, а также на поиск важной информации снижаются до 50%.

CELOS® обеспечивает прямой доступ к станкам и возможность намного лучше осуществлять их контроль.

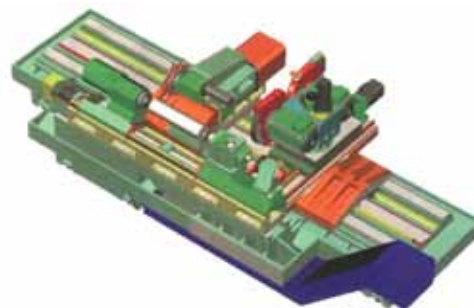
Аналогичные системы разработаны фирмами *Fanuc*, *Mazak* и некоторыми другими.

### МНОГООПЕРАЦИОННЫЕ, БЫСТРОПЕРЕНАЛАЖИВАЕМЫЕ СТАНКИ И РОБОТЫ

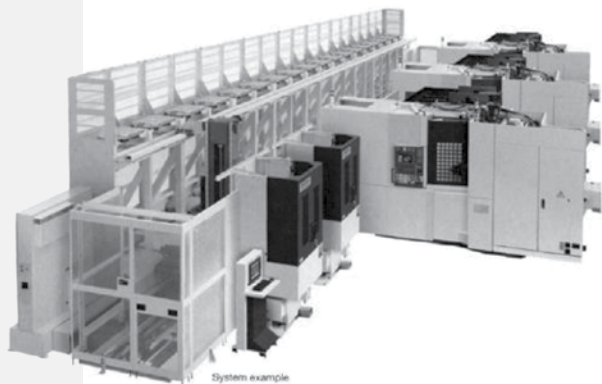
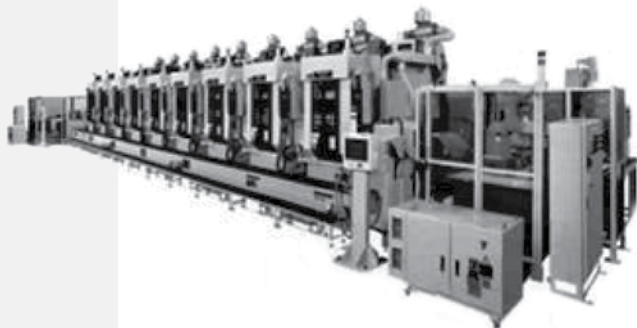


LASERTEC 65 3D DMG MORI.

Объединение лазерной наплавки и пятиосевой фрезерной обработки



Комбинированный токарно-шлифовальный станок фирмы *Taccella Machine* (Италия)



Участки «безлюдной технологии» из много-операционных станков



Робот, производящий замену инструмента в магазине станка



Участки «безлюдной технологии» из сборочных роботов



ЭКО робот *Fanuc* (Япония), позволяющий совместную работу с человеком. Оснащен датчиками, следящими за безопасностью совместной работы.

Кроме подобных устройств, инструмент оснащается встроенными чипами, которые следят за состоянием инструмента, его характеристиками, исправностью и пр.

Имеется множество транспортных устройств (робокары, роботы, обеспечивающие загрузку и разгрузку станков, автоматические склады и т.п.).

Станки имеют системы диагностики, автоматической юстировки, могут работать в сети Internet и Ethernet, сообщать дистанционно о неисправностях и др.

Исходя из вышесказанного, можно сказать, что уже сейчас имеются предпосылки для перехода в следующее состояние, а именно в «Индустрия 4.0» и «Цифровое предприятие».

К глубокому сожалению, Россия оказалась на периферии мирового станкостроительного производства. В течение четверти столетия отрасль не имела средств на инвестиционную деятельность, что привело к катастрофическому сокращению числа производителей станков и кузнечнопрессовых машин.

Сегодня остатки станкостроения не способны ни по объему, ни по доле выпускаемого новейшего оборудования закрыть все потребности машиностроительных предприятий страны. Очень старое оборудование предприятий отрасли не позволяет конкурировать с ведущими странами в области станкостроения.

Государство увлеклось сырьевой направленностью страны и рассчитывало только на иностранные инвестиции, которых не может быть из-за двойного назначения создаваемых станкостроителями технологий. Сегодня несколько зарубежных фирм локализируют у нас производство станков (далеко не самых передовых), при этом основные технологии производства комплектующих изделий нам не предоставляются.

Руководство страны, беспокоенное состоянием дел в отрасли и угрозами, связанными с утратой национальной технологической независимости, приняло ряд мер, направленных на исправление ситуации в базовой отрасли:

- Постановлением Правительства РФ № 531 от 1 июля 2011 г. принята подпрограмма «Развитие отечественной станкостроительной промышленности на 2011–2016 годы», первый этап ее реализован;
- принято Постановление Правительства РФ № 1224 от 24 декабря 2013 г. (ранее № 56), запрещающее ввоз импортного оборудования для нужд обороны и безопасности государства, если есть отечественные аналоги;

→ принят целый ряд других документов.

Но эффективность всех этих мер близка к нулю.

## ВЫВОД

Анализ нынешнего состояния отрасли показывает, что Россия совершенно не готова к переходу к новому этапу «Индустрия 4.0». Более того, по многим позициям мы откатились к этапу «Индустрия 2.0», то есть к этапу начала производства станков с ЧПУ (конец 50-х гг. XX в.). Еще 25 лет назад страна, занимавшая по производству станков 2–3 место в мире, а по производству станков с ЧПУ 2-е место (24 000 штук в год, 26 000 штук в год — Япония), оказалась среди аутсайдеров. СССР был одним из лидеров создания «безлюдных технологий». Сегодня мы не можем произвести более 350 станков с ЧПУ, а линии не производим вовсе.

К сожалению, нынешнее кризисное состояние экономики не обещает станкостроителям ничего обнадеживающего.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Материалы международной станкостроительной выставки «ЕМО 2015» (Милан, Италия).
2. *Фриц Вернер* — руководитель производства Paul Horn GmbH.
3. *Вальстер Вольфганг* — один из ведущих в мире экспертов в области искусственного интеллекта. Индустрия 4.0. Производственные процессы будущего. Апрель 2014 г.
4. *Хель Илья*. Индустрия 4.0: Что такое четвертая промышленная революция? Апрель 2015 г.

---

**Николай Петрович ЮДЕНКОВ** — директор по связям с промышленностью и госструктурами Ассоциации «Станкоинструмент», член-корреспондент Российской инженерной академии

В статье использованы иллюстрации из проспектов выставок ЕМО (Милан, Италия) и GIMTO (Токио, Япония).