

## ЧЕТВЕРТАЯ ПРОМЫШЛЕННАЯ РЕВОЛЮЦИЯ СТРЕМИТЕЛЬНО ВХОДИТ В НАШУ ЖИЗНЬ

*Жовтобрюх В. А.*

*Инженерно-Технический Центр «ВариУс»,  
г. Днепр, Украина*

Стремительность развития процессов четвертой промышленной революции – главное ее отличие от трех предшествующих. К такому выводу я пришел летом этого года, когда мне повезло побывать на нескольких инновационных промышленных предприятиях Израиля и Финляндии. А на конференции, собравшей разработчиков информационных платформ для автоматизации конструкторско-технологических процессов, состоявшейся весной в Будапеште, довелось пообщаться с представителями IT-компаний из нескольких европейских стран, разрабатывающих программное обеспечение для промышленного оборудования в США, Франции, Италии, России и в других странах ближнего и дальнего зарубежья. Откровенно говоря, я был ошеломлен темпами технологического развития в течение последнего года даже соседних с нами стран. Но еще больше меня сразил невероятный объем потока информации вокруг таких тем, как «промышленный интернет вещей», «цифровой станок», «имитационное моделирование» и т.п.

Такой качественный скачок в умах и производственных планах представителей машиностроительной отрасли во всем мире ввел меня в состояние некоторого страха. Следует отметить, что страх отстать, не успеть или опоздать всегда был одной из моих фобий в учебе, в спорте и в работе, конечно! Я понял, что, возглавляя предприятие, которое всегда находилось на передовой технического прогресса в Украине, упустить такой рынок в развитии новых технологий не могу себе позволить. Конечно, я и ранее осознавал, что мы, как инжиниринговая компания, всего лишь внедряем на украинских предприятиях передовое оборудование, инструмент, технологии и специализированное ПО, прежде всего, от зарубежных разработчиков. Зарубежных – исключительно потому,

что нет отечественных конкурентных аналогов. А это значит, что страна в целом существенно отстает в уровне внедрения инноваций от индустриально развитых стран мира. Любопытно, что наука и образование в Украине находились на пике своего развития в 1970–80-х годах. Причем, еще в начале 1990-х, научный потенциал был способен давать промышленности серьезные, в том числе и программные, продукты по автоматизации процессов, часто опережая зарубежные разработки, включая и область информационных технологий. Все это, к сожалению, в прошлом.

Я осознал, что чуть не пропустил самое интересное – еще более стремительный рывок информационных технологий, когда соревнование между станкостроителями за самую совершенную конструкцию станка переместилось в область автоматизации и оцифровки процессов, в центре которых находится станок. Прямо сейчас в этом активное участие принимают практически все производители станков с ЧПУ. Причем предприниматели, не желающие в ближайшие годы «вылететь» с рынка, не только с все большим интересом наблюдают за развитием событий, но и стремятся действовать. Яркое и обнадеживающее свидетельство тому – активизация в течение последнего года работы Ассоциации предприятий промышленной автоматизации Украины (АППАУ) во главе с Александром Юрчаком.

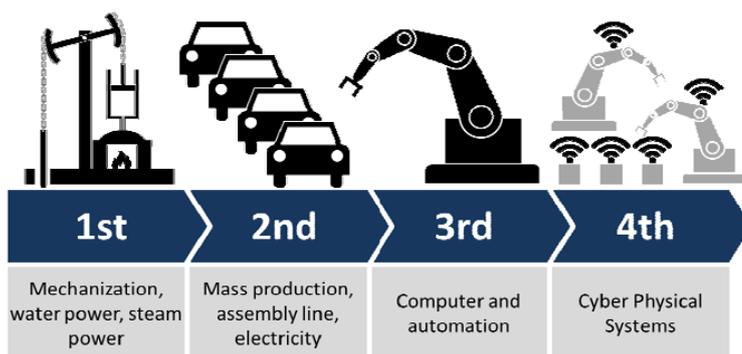
В настоящий момент наши коллеги из Европы и даже из России полным ходом реализуют проекты оцифровки методов сбора информации со станков и других производственных механизмов не только в опытных объемах, но и по заказам крупных промышленных холдингов, оцифровывая процессы сбора и аналитики информации с помощью современных интернет-технологий. Причем проекты с реальным финансированием

– как от частных заказчиков, так и в рамках государственных программ. И что интересно: почти повсеместно проекты реализуются с участием молодых талантливых специалистов с украинским паспортом. Парадокс, но, находясь за пределами нашей страны, я нашел объяснение странному и довольно неприятному изменению украинского рынка труда, замеченному мной осенью 2017 – весной 2018 гг.

Будучи за рубежом, я понял, почему стало так сложно найти хорошего специалиста в любое подразделение компании даже при достойной мотивации. Все просто: элита украинской молодежи, получив дипломы инженера, массово выезжает работать в Европу и дальше. К тому же, до недавнего времени не всем рядовым украинским гражданам финансово доступная возможность обучения детей в зарубежных вузах с последующим трудоустройством – сегодня стала обычной практикой. Особенно для жителей областных центров Украины и, безусловно, Киева. Летом 2014 г. один из известных украинских олигархов в ответ на беспокойство моего товарища о том, что скоро в Украине невозможно будет нанять молодых рабочих и инженеров вместо уходящих с заводов пенсионеров и уезжающих на заработки в Польшу и Чехию специалистов, цинично ответил: «Да ладно, это еще не скоро, на наш век хватит!...». И – ошибся!

Все меняется стремительнее, чем ожидали даже те люди, которые давно имеют «паспорт успеха в бизнесе». Я встретил немало наших молодых инженеров, работающих за пределами страны. И хорошо работающих! Ребята, нам не угнаться! Предполагаю, что молодежь и без хорошего образования также за последний год в немалой степени пополнила мировой генофонд стран, развивающих науку, образование и предпринимательство, а потому не имеющих проблем с наличием рабочих мест как для коренных жителей, так и для мигрантов из Украины ...

Интернет и информационные технологии все активнее проникают не только в бытовую среду, но и в производственную, помогая ей становиться более эффективной. Автоматизированные системы управления (АСУ) производственными процессами никого уже не удивляют и давно стали нормой для любого предприятия. Но, как правило, они представляют собой совокупность разрозненных, и нередко разбросанных по территории предприятия, вычислительных машин или



операционных центров, объединенных в локальные сети и решающих узкий круг задач, весьма ограниченной компетенцией специалистов определенного департамента.

Вообще-то нынешняя ситуация с внедрением цифровых решений на украинских предприятиях напоминает один анекдот из начала 1990-х. «Встретились два директора заводов из Японии и Союза, выпускающих одну и ту же продукцию в одинаковых объемах. Директор японского завода рассказывает, что всю работу выполняет 8 человек и задает вопрос коллеге, а сколько у него работников? Директор советского предприятия, у которого работало в три смены 300 сотрудников, чтобы не «упасть в грязь лицом», не моргнув глазом, ответил – девять! На следующее утро встречаются в аэропорту. У японца красные глаза, он всю ночь не спал, увидев своего вчерашнего собеседника, спрашивает: «Чем все же занимается ваш девятый сотрудник? ...».

Рано или поздно каждый думающий руководитель предприятия задается вопросом, действительно ли внедренные 5–15 лет назад ERP (Enterprise Resource Planning) и CRM (Customer Relationship Management) системы являются достаточными для контроля производительности и эффективности работы?

Ведь, как и 10 лет назад, чтобы действительно понять, насколько сбалансированно работает производство, все еще необходимо регулярно выходить из кабинета в цех, в буквальном смысле выполняя одну из главных заповедей бережливого производства Кайдзен о том, что из всех возможных методов контроля следует выбирать визуальный!

Согласно мнению многих украинских руководителей машиностроительных предприятий, причины низкой окупаемости инвестиций в оборудование кроются в невысокой степени или в искаженной информированности менеджмента предприятий о состоянии дел на производствен-

ных площадках. А также в неспособности персонала или информационных систем превентивно оценивать ситуацию, планируя своевременные мероприятия по предотвращению возможных сбоев в работе цеха, отдельного станка или даже определенного узла. Сбор и подготовка данных для уже действующих систем ERP нередко является слабым местом, не позволяющим получить реальную картину о ключевых показателях эффективности, для каждого предприятия своих.

Мой питерский знакомый Андрей Ловыгин, очень талантливый успешный бизнесмен, являясь разработчиком одной из самых эффективных систем мониторинга работы оборудования, рассказал историю о том, что один его клиент, вложивший огромные средства в покупку нескольких десятков металлообрабатывающих станков с ЧПУ, в течение нескольких месяцев получал отчеты как на свой компьютер, так и в бумажном виде о загрузке оборудования на 90%! Но когда однажды, прежде чем принять решение о дополнительной закупке оборудования для полного выполнения объема заказов, он сам зашел в цех в разгар рабочего дня, то обнаружил, что ни один станок не работал в данный конкретный момент!

Внедрение на данном предприятии системы автоматизированного сбора информации о загрузке оборудования показало реальную ситуацию: лишь 17% эффективной загрузки! Принятые меры привели к тому, что отпала необходимость в новых инвестициях. Уже установленного оборудования с лихвой хватало для выполнения всей производственной программы.

Бережливое конкурентоспособное производство – мечта любого собственника промышленной компании. Чаще других этими вопросами бывают обеспокоены именно руководители предприятий, инвестировавшие немалые средства в организацию современных производственных участков и в приобретение современного оборудования. Они стремятся повысить эффективность процессов за счет внедрения быстрых и умных станков, мало зависящих от квалификации персонала. Но очень скоро оказывается, что этого недостаточно для превращения завода в безупречную «машинку для зарабатывания денег». Сроки окупаемости отличаются от тех, что планировались на этапе проектирования.

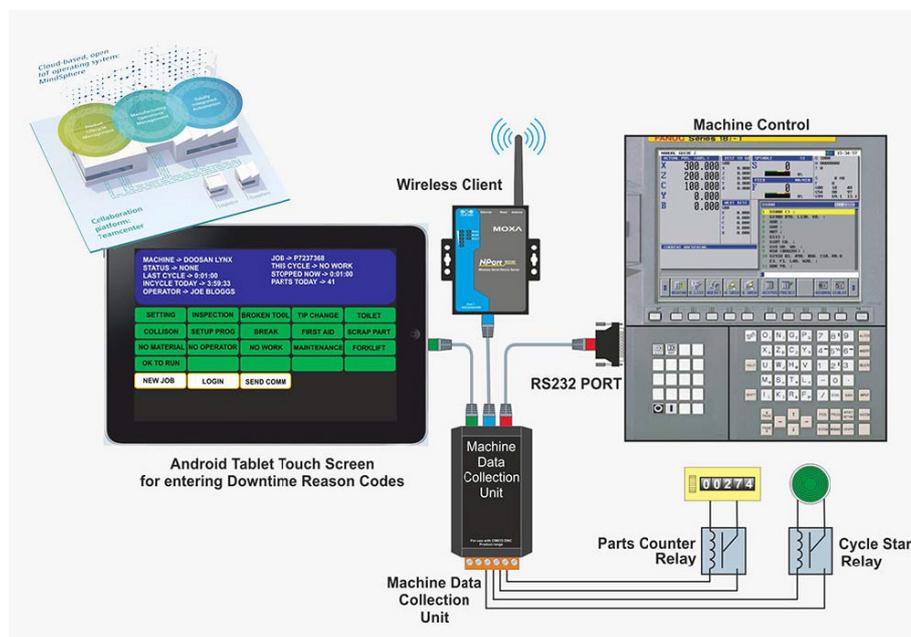
Это напрямую влияет на повышение себестоимости продукции в результате:

- незапланированных простоев оборудования;
- низкой производительности процесса обработки;
- неэффективности служб, которые должны оперативно ликвидировать неплановые простои.

Причины простоев, неэффективного использования оборудования, поломки или нецелевого использования станков всегда одни и те же. Каждый опытный производственник имеет управленческие рецепты для «ручного» решения практически всех таких случаев. Именно поэтому эффективность любого производства всегда драматически возрастает в моменты физического присутствия высшего менеджмента предприятия в цехах.

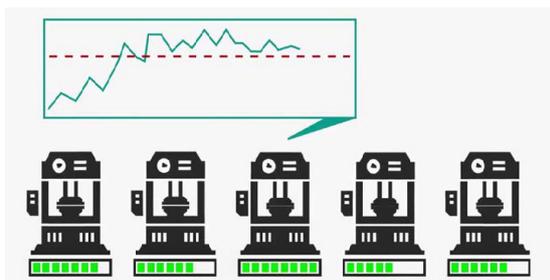
Ключевой проблемой для такого собственника или руководителя предприятия является низкий

уровень информированности о том, что же реально происходит в цехе. И здесь на помощь приходят продукты компаний, занимающихся разработкой и совершенствованием систем управления производственными процессами на базе автоматизированного сбора данных – MES (Manufacturing Execution System). Современные системы мониторинга эффективности работы оборудования способны собирать и обрабатывать огромные потоки информации, предоставляя все более экс-



ключивные отчеты сотрудникам и менеджменту предприятия.

Системы мониторинга еще в далеком 2005 году начали предлагать многие крупные производители оборудования (Siemens – Simco MDC-Max, FANUC – MTLINK), а двумя – тремя годами позднее и некоторые независимые интеграторы и разработчики (Zyfra – MDCPlus, Predator-Software, NetworkDNC и другие).



В Украине рынок MDC-систем (Machine Data Collection) пока еще не занят собственными разработчиками. Некоторые предприятия пользуются самописными разработками, учитывающими локальную специфику оборудования, другие приобретают ПО российского или китайского производства. В таблице приведены характеристики о самых известных зарубежных систем.

Использовать многочисленные российские разработки украинские предприятия откровенно остерегаются, опасаясь неоднозначной интерпретации законов, регламентирующих работу с зару-

бежными ПО. Несмотря на большое количество систем мониторинга, многие из них обладают избыточным функционалом, зачастую невостребованным заказчиком, но влияющим на стоимость.

Малые и средние производства в первую очередь нуждаются в простых системах, которые будут давать цеховым службам и менеджменту базовое понимание степени загруженности оборудования.

Совместно с IT-департаментом Инженерно-Технического Центра «ВариУс» мы приняли решение разработать собственный программно-аппаратный комплекс мониторинга, базовая версия которого будет распространяться для всех заказчиков оборудования DOOSAN бесплатно. Данная версия позволит получать первичную управленческую информацию о загруженности оборудования, оснащенного стойками ЧПУ FANUC. Визуализацию этого комплекса мы представляли на стенде компании в рамках Промышленного форума в Киеве с 20 по 23 ноября 2018 г. И если рынок проявит интерес к данной разработке, то мы готовы выпустить и полноценное коммерческое решение, с учетом потребностей предприятий.

В последние годы лавинообразное развитие получили системы, позволяющие, с одной стороны, автоматизировать сбор данных с каждой производственной единицы подробно и почти абсолютно достоверно, а с другой – способные анализировать ситуацию и генерировать отчеты для любого структурного подразделения предприятия.

Таблица. Сравнение характеристик поставщиков MDC-услуг

	SIMCO MDC-MAX	FANUC MT-LINKI (Япония)	PREDATOR-SOFTWARE	СМПО Foreman (Россия)	MDCPlus (Финляндия)
<b>Поддержка прямых протоколов</b>					
MTConnect	Yes	Yes	Yes**	Yes	Yes
OPC UA	Yes	Yes	Yes**	Yes	Yes
DNC Opt # 18	Yes	No	Yes**	Yes	Yes
FOCAS	Yes	Yes	Yes**	Yes	Yes
Siemens	Yes*	No	Yes**	Yes	Yes
M-NET	Yes	No	–	Yes	Yes
<b>Работа с сигналами электроавтоматики</b>					
Наличие аппаратного блока	Yes	No	Yes	Yes	Yes
<b>Обратная связь рабочего места оператора</b>					
Терминал оператора	No	No	No	Yes	Yes
<b>Прочий функционал</b>					
Клиент-серверная архитектура	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Интеграция в Windows домен	Yes	No	Yes**	Yes	Yes
Интеграция с MES и CRM	No	No	–	Yes	Yes
API	–	No	Yes**	–	Yes
Экспорт данных для дальнейшей обработки	Yes	No	No	Yes	No
Модуль ТОИР	No	No	No	No	Yes
Модули управления производством	–	No	No	Yes	Yes

Примечание: \* — с аппаратным блоком;  
\*\* — в зависимости от версии ПО.

Представленные системы находятся примерно в одной ценовой категории. Из зарубежных разработок лишь одна из систем полностью русифицирована — это финская MDC.

Это позволяет управляющему или собственнику предприятия из любой точки мира, где есть интернет, наблюдать за работой станков с экрана своего компьютера, планшета или телефона. А при необходимости – одним касанием сформировать отчет о загрузке оборудования за день, неделю, месяц или год. Современные системы позволяют формировать такие отчеты за несколько секунд, выдавая беспристрастные данные о реальном состоянии дел на каждом станке, у каждого оператора или всего цеха. Можно выяснить причины простоя, оценить оперативность работы сервисных служб.

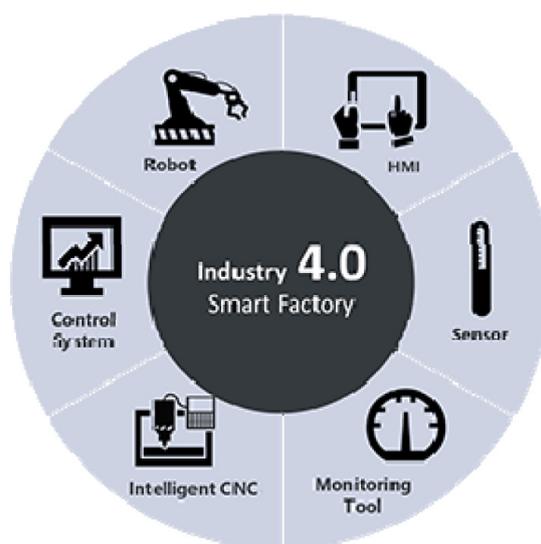
А начальник цеха или главный технолог, в любой момент, подключившись к сети, может получить всю необходимую информацию прямо из СЧПУ любого станка, определить, какая деталь обрабатывается, просмотреть кадр управляющей программы в онлайн-режиме и оценить правильность выбранных режимов. Не говоря уже о том, что точно так же дистанционно можно предотвратить случаи нецелевого использования оборудования, например в третью смену. Очевидно, что сбор подобной информации может иметь колоссальное влияние на эффективность работы предприятия.

При этом по признанию многих специалистов в области станкостроения, уже сейчас технические характеристики и конструкция аналогичных станков разных производителей становятся все ближе. В недалеком будущем разница между ними при оценке таких параметров, как мощность, жесткость и скорость, практически будет отсутствовать. В связи с этим, для формирования конкурентных преимуществ, станкостроители все активнее создают свою программную экосистему с множеством полезных модулей. Внедряют, например, весьма полезные опции, позволяющие станку своевременно определить уровень вибрации ответственных элементов станка. Или, не снимая инструмент со станка, контролировать параметры его износа.

Или дать возможность системе управления самостоятельно сгенерировать наиболее эффективную траекторию движения фрезы с учетом всех исходных данных. И даже помогают выбрать оптимальный инструмент из имеющегося на складе для выполнения определенной технологической операции.

Сегодня можно сказать, что общество находится на середине пути к тотальной оцифровке различных процессов, включая индустриальное производство и прежде всего машиностроение.

Согласно концепции Industry 4.0, которая была озвучена в 2011 г. в Давосе Клаусом Швабом, президентом Всемирного экономического форума, благодаря ускоренной интеграции в промышленные процессы киберфизических систем участие человека в производстве продукции будет значительно сокращено. Человек и машина смогут работать вместе над поставленной задачей, поскольку сотрутся границы между цифровыми технологиями и биологическим миром. Это значит, что благодаря значительному повышению уровня программного обеспечения станки и вспомогательные устройства, объединенные между собой сетью, смогут оказать максимальное содействие человеку в достижении поставленных целей. И при этом результат будет получен самым эффективным и оптимальным по стоимости путем.



Например, уже сегодня производители массово предлагают к внедрению коллаборативные роботы, абсолютно безопасные для человека благодаря наличию в их конструкции специальных сенсоров и датчиков. Система управления этих машин позволяет легко интегрировать их в цеховую сеть типа Esernet. Они без труда «общаются» со станками и обслуживающим персоналом согласно разработанным индивидуально под них или стандартным протоколам.

Преимущества такой концепции очевидны. Такие манипуляторы, да и другие вспомогательные механизмы, оснащенные сенсорами, не прекращают работу даже во время появления в рабочей зоне обслуживающего персонала для контроля, ремонта или с целью пополнения заказанного станком инструмента. А связь по сети, в

соответствии с концепцией «интернета станков», позволит станкам и вспомогательным механизмам самостоятельно перераспределять загрузку с учетом внештатных ситуаций, например при выходе из строя какого-то оборудования.

Конечно, ограничением массового внедрения подобных решений попрежнему является стоимость таких «умных» устройств и сложность определения их эффективности, особенно для предприятий, работающих в нестабильной политико-экономической реальности. Но очень скоро ситуация с подготовкой и набором квалифицированных сотрудников станет настолько серьезной, что вопрос перед менеджментом промышленных предприятий будет лежать уже не в плоскости стоимости автомата или робота, заменяющего человека. А в том, закрыть ли производство совсем или признать неотвратимость процессов Industry 4.0 и «нанять» на работу в заранее оснащенный «цифровой цех» наиболее эффективного робота.

Фрезерный центр, оснащенный СЧПУ с интеллектуальным интерфейсом, сразу после интеграции в цифровое пространство цеха сможет получить все необходимые данные из системы планирования производственных заданий. Выбрав свою задачу, определит остатки доступных заготовок, сверит технологическую карту с наличием режущего инструмента в магазине и на складе, дозакажет все необходимое, отправит sms/e-mail ответственному лицу: в ОГТ – если станку пришлось изменить технологию на альтернативную по причине повышенного износа фрезы или замены на другую; в ОГМ – если превентивный

анализ свидетельствует о повышенной вибрации в шпиндельном узле и нужно заказать подшипник; в отделы обеспечения производства – если не хватает заготовок.

Фонды на интеграцию цифрового контроля – это сэкономленные инвестиции в техническое оснащение предприятия. Контроль и мониторинг производственных процессов позволяют устранить неэффективное использование имеющегося оборудования и в определенных случаях отказаться от закупки дополнительных мощностей там, где можно обойтись технологическими или административными решениями. Переоснащение само по себе является процессом непрерывным, а значит, состоит из этапов. Проще говоря, установить систему мониторинга эффективности работы оборудования имеет смысл на одном из этапов, чтобы с ее помощью оценить экономическую эффективность уже инвестированных средств.

В первую очередь необходимо очертить круг задач, которые должна решить автоматизация. Например, в каких-то случаях решения от крупных производителей систем автоматизации могут быть излишне сложными и дорогими. В то же время начинающие игроки могут быть недостаточно гибкими, оперативными в поддержке и развитии продукта. В идеале я бы рекомендовал выбирать разработчика ПО со штатом сотрудников, осуществляющих поддержку собственными силами, обладающего успешными кейсами интеграции задач, относящихся к вашему типу производства, а также с понятным планом выхода новых версий ПО и их обновления.