



## ➤ ЦИФРОВОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ

### Опыт реализации цифрового предприятия на основе возможностей системы TechnologiCS



*Если вы не можете объяснить что-либо простыми словами, вы это не понимаете.*

*Перефразированное высказывание Ричарда Фейнмана, часто приписываемое Альберту Эйнштейну*

Концепция "Индустрия 4.0" как продолжение развития западной традиции в организации промышленного производства предполагает большее проникновение информационных технологий в промышленное производство и повышение его эффективности. Термин появился в 2011 году на одной из промышленных выставок в Ганновере, был подхвачен — и вскоре его стали использовать как синоним четвертой промышленной революции, хотя в данном случае больше уместно слово "эволюция": резкого, качественного скачка производительности в рамках этого процесса не произошло. Не остались в стороне от новых веяний и ведущие производители программного обеспечения, которые, правда, нередко пытаются превратить "Индустрию 4.0" в очередной маркетинговый фетиш, монополизировать рынок, перестроить его под себя, навязать остальным свои под-

ходы и стандарты. Тем не менее, в рамках четвертой промышленной революции появляются как откровенно слабые, нежизнеспособные решения, так и прорывные, новаторские продукты. Продолжая развивать идеи бережливого производства, предприятия в то же время стремятся осваивать выпуск персонализированной массовой продукции по принципам Agile. Задача, как и в третью промышленную революцию, — соединить эффективность и производительность поточных методов и подходов с разнообразием единичного производства. Вывести потребление на новый уровень, предложив максимально персонализированный набор вариантов, оттенков, форм и возможностей — при экономичности массового производства. Четвертая промышленная революция подразумевает объединение разрозненных систем и оборудования с ЧПУ в еди-

ный взаимосвязанный механизм. Перед цифровым предприятием стоит задача автоматизации абсолютно всех процессов и этапов производства: проектирования изделия, управления изменениями, создания виртуального прототипа изделия, удаленной переналадки станков с ЧПУ с быстрой сменой приспособлений, настроенных вне рабочей зоны, для выпуска продукта. Нужен быстрый и автоматизированный расчет с выдачей заданий на покупку необходимых компонентов в нужном количестве и последующим контролем поставки. Необходим мониторинг изделий от склада готовой продукции до потребителя, а затем — контроль условий использования и утилизации. Последние требования должны обеспечивать как минимум существующий ныне уровень контроля — или превосходить его для изделий особо ответственных или представляющих известную опасность.

*Теория — это когда все известно,  
но ничего не работает.  
Практика — это когда все работает,  
но никто не знает почему.  
Мы же объединяем теорию и практику:  
ничего не работает,  
и никто не знает почему!*

*Альберт Эйнштейн*

Огромному большинству отечественных предприятий и корпораций свойственно стремление к максимальной эффективности и прозрачности бизнеса. Не является исключением и АО "Тулаточмаш". Говоря о нем, можно смело утверждать — это современное, динамично развивающееся предприятие, возглавляемое людьми с весьма прогрессивными взглядами на управление бизнесом как на уровне руководства предприятием, так и на уровне холдинга.

АО "Тулаточмаш" — один из ведущих конструкторских и производственных центров Тулы, выполняющий работы по проектированию, изготовлению, испытанию и комплексной отработке широкой номенклатуры военно-ориентированной продукции. Предприятие имеет современное техническое оснащение, входит в состав холдинга "Высокоточные комплексы" и Государственной корпорации "Ростехнологии", является членом Союза машиностроителей России. К 2017 году на АО "Тулаточмаш" было завершено внедрение систем автоматизации подготовки производства (PDM/PLM, CAPP, CAD, CAM) и программно-аппаратного комплекса мониторинга станков с ЧПУ.

Именно на заключительном этапе автоматизации предприятия стала очевидной необходимость обеспечить наследуемость информации, порождаемой на стадии подготовки производства, в процессах планирования и управления. Требовалось не просто создать единую корпоративную информационную систему, а объединить в одной цифровой системе материальные объекты и потоки с виртуальными.

Известная проблема несоответствия объектов учетной системы (чаще всего — бухгалтерской) и технических данных, создаваемых при подготовке производства, была знакома и АО "Тулаточмаш". Создаваемые позиции спецификаций не подразумевали удобства их закупки и учета, а данные учета не всегда соответствовали технически грамотному описанию, что не способствовало корректности оценки остатков, дефицита,



Стол плановика до реализации проекта

закупочных цен, применимости и др. Поэтому одной из ключевых задач проекта в АО "Тулаточмаш" стала реализация внутренней совместимости комплекса, способного обеспечить взаимодействие корпоративной информационной системы, построенной на нескольких платформах, оборудования и людей. При этом цифровая копия реальных объектов должна быть идентичной в разных системах, однозначно идентифицируемой в различных функциональных областях с разными характеристиками и признаками. Функции должны повторять реальные, происходящие с физическим объектом.

В результате это позволит накапливать информацию по всем процессам и учитывать ту область деятельности предприятия, в которой она генерируется. И далее, благодаря сбору, анализу и визуализации всей информации, принимать решения, основанные на качественных исходных данных, для максимально полной, актуальной и точной оценки ситуации. Также немаловажной является возможность замещения людей при выполнении рутинных и трудоемких операций.

*Физик стремится сделать сложные вещи простыми, а поэт — простые вещи — сложными.*

*Лев Ландау*

Важным фактором стала необходимость использовать исключительно отечественный софт, ведь, ввиду особенно-

стей и высокой эффективности его продукции, АО "Тулаточмаш" — самая очевидная цель западных санкций. Импортзамещение в подобных отраслях — альтернативный путь развития.

Вопреки вестникам апокалипсиса, зачастую имеющим свой интерес в лоббировании импортных ИТ-продуктов на российском рынке, отечественные разработчики выглядят вполне конкурентно — отчасти за счет стоимости предлагаемых решений, отчасти благодаря скорости реакции на потребности бизнеса и реализации современных концепций. Естественно, есть отставание от флагманов, особенно заметное в части CAD/CAM/CAE, но будем честны — функциональность топовых продуктов зачастую не востребована даже на тех предприятиях, которые в состоянии себе их позволить. Причины могут быть разными: инерция, традиции, трудности с переподготовкой персонала и конструктивные особенности изделий. Важно другое — предприятие способно достичь максимально возможных результатов без использования импортных систем и со значительно меньшими затратами.

*Думаю, я смело могу сказать, что квантовой механики никто не понимает.*

*Ричард Фейнман*

Если взглянуть на годовой план производства АО "Тулаточмаш", не обращая внимания на цифры в графе "Количество", может сложиться впечатление, что предприятие производит единичную



Штрих-код

Сдать ОПР   Нет заготовки   Нет инструмента   Поломка ОБР

Операция	Обозначение	Наименование	План	Сдано	Брак	Статус
12.Подготовка		Камера	400.00	0.00	0.00	План
13.Токарная с ЧПУ		Камера	400.00	0.00	0.00	План

Информация на терминале рабочего



Раздел	Номенклатура		Операция		Цех		План производства			План производства		
					№ цеха	№ Учка	Колво	Начало работ	Конец работ	Статус	Сдано	Брак
ДЕ	АБВ.12.009	Дно	1	Контроль	005	3	600.0000	20.03.2018	20.03.2018	План	0.0000	0.0000
ДЕ	АБВ.12.009	Дно	2	Транспортирование			600.0000	20.03.2018	20.03.2018	План	0.0000	0.0000
ДЕ	АБВ.12.009	Дно	3	Разрезка	005	3	600.0000	20.03.2018	20.03.2018	План	0.0000	0.0000
ДЕ	АБВ.12.009	Дно	4	Контроль	007	3	600.0000	20.03.2018	20.03.2018	План	0.0000	0.0000
ДЕ	АБВ.12.009	Дно	5	Транспортирование			600.0000	20.03.2018	20.03.2018	План	0.0000	0.0000
ДЕ	АБВ.12.009	Дно	6	Токарная	005	4	600.0000	20.03.2018	20.03.2018	План	0.0000	0.0000
ДЕ	АБВ.12.009	Дно	7	Транспортирование			600.0000	20.03.2018	20.03.2018	План	0.0000	0.0000
ДЕ	АБВ.12.009	Дно	8	Термическая обработка	006	006	600.0000	20.03.2018	20.03.2018	План	0.0000	0.0000
ДЕ	АБВ.12.009	Дно	9	Контроль	006	006	600.0000	20.03.2018	20.03.2018	План	0.0000	0.0000
ДЕ	АБВ.12.009	Дно	10	Транспортирование			600.0000	20.03.2018	20.03.2018	План	0.0000	0.0000
ДЕ	АБВ.12.009	Дно	11	Подготовка	007	1	600.0000	20.03.2018	20.03.2018	Брак	0.0000	200.0000
ДЕ	АБВ.12.009	Дно	12	Токарная с ЧПУ	007	1	600.0000	20.03.2018	20.03.2018	План	0.0000	0.0000
ДЕ	АБВ.12.009	Дно	13	Токарная с ЧПУ	007	1	600.0000	20.03.2018	20.03.2018	План	0.0000	0.0000
ДЕ	АБВ.12.009	Дно	14	Слесарная	007	9	600.0000	20.03.2018	20.03.2018	План	0.0000	0.0000
ДЕ	АБВ.12.009	Дно	15	Транспортирование			600.0000	20.03.2018	20.03.2018	План	0.0000	0.0000
ДЕ	АБВ.12.009	Дно	16	Промывка	007	5	600.0000	20.03.2018	20.03.2018	План	0.0000	0.0000
ДЕ	АБВ.12.009	Дно	17	Транспортирование			600.0000	20.03.2018	20.03.2018	План	0.0000	0.0000
ДЕ	АБВ.12.009	Дно	18	Контроль	007	3	600.0000	20.03.2018	20.03.2018	План	0.0000	0.0000
ДЕ	АБВ.12.009	Дно	19	Транспортирование			600.0000	20.03.2018	20.03.2018	План	0.0000	0.0000
ДЕ	АБВ.12.009	Дно	20	Получение покрытия	009	009	600.0000	20.03.2018	20.03.2018	План	0.0000	0.0000
ДЕ	АБВ.12.009	Дно	21	Контроль	009	009	600.0000	20.03.2018	20.03.2018	План	0.0000	0.0000

Примеры экранов пользователя

пользователем. Именно такой симбиоз машинного и человеческого интеллекта в итоге даёт наиболее эффективный результат.

После того как все расчеты проведены, план производства становится доступен цеховым планово-распределительным бюро (ПРБ), а также подгружается в терминалы работников, установленные непосредственно на станках.

Дальнейший контроль за ходом производства осуществляется на уровне мастеров и ПРБ. Если возникает необходимость, задачи эскалируются на уровень ПДО.

Для этих задач применяются настраиваемые дашборды, а также специализированные маркеры в режиме работы с производственным планом в TechnologiCS.

Таким образом, благодаря объединению разрозненной информации из различных систем, реализации функционала планирования и диспетчеризации производства непосредственно в TechnologiCS, удалось замкнуть всю цепочку производственных процессов.

В настоящее время на отдельном локализованном производстве АО "Тулаточмаш" завершён пилотный проект, началось его тиражирование на основном производстве.

Хотелось бы отметить, что весь пилотный проект был реализован за два месяца. Безусловно, такой результат был бы недостижим без высококвалифицированной команды АО "Тулаточмаш", постоянного участия специалистов ИТ-службы и производственных подразделений.

Опыт АО "Тулаточмаш" наглядно показывает, что при четкой и взвешенной постановке целей, качественной внутренней экспертизе предлагаемых решений и непосредственном участии специалистов предприятия во внедрении системы построение цифрового производства может быть реализовано в разумные сроки и при разумных затратах.

**Максим Красавин,**  
руководитель проектов  
АО "CuCoфm"  
E-mail: maksim.krasavin@csoft.ru

**Борис Бабушкин,**  
директор отдела инженерного  
консалтинга  
АО "CuCoфm"  
E-mail: babushkin@csoft.ru  
Тел.: (495) 913-2222