



# MES - теория и практика

Выпуск 2 (2010)

**Официальные материалы ассоциации  
MESA International**

WP 27. Сервис-ориентированная архитектура  
в системах управления производством

Как ошибки оценки в ERP помогают распространению MES

Стандарты и технологии интеграции производственных  
информационных систем

Глоссарий терминологии MESA



Издание официальное

Перевод выполнен  
русской рабочей группой  
MESA International  
[www.mesarussia.ru](http://www.mesarussia.ru)

Москва  
2010

УДК 658.51  
ББК 30.605

Выпуск одобрен Европейской штаб-квартирой ассоциации MESA International

Составители: И.С. Решетников, А.П. Козлецов

**MES - теория и практика.** Выпуск 2 (2010). Официальные материалы ассоциации MESA International. Москва, 2010.-80 с, илл.

Сборник содержит официальные переводы материалов ассоциации MESA International, в частности WP 27. Сервис-ориентированная архитектура в системах управления производством, Как ошибки оценки в ERP помогают распространению MES, Стандарты и технологии интеграции производственных информационных систем, Глоссарий терминологии MESA.

Сборник может быть полезен для руководителей промышленных предприятий, инженерно-технических работников, специалистов по автоматизации производственных процессов, студентов и учебных заведений.

**УДК 658.51**  
**ББК 30.605**

Документ переведен на русский язык при поддержке:



Группа компаний «СМС-Автоматизация»  
443035, г. Самара, пр. Кирова 201, секция 9  
Тел./факс: +7 (846) 933-03-50  
[www.sms-automation.ru](http://www.sms-automation.ru)



ООО «Компания «ТЕРСИС»  
адрес: Россия, г. Москва, 109082, ул. Солянка 1/2, стр. 1  
тел./факс: +7 (495) 980-73-57  
[www.tersys.ru](http://www.tersys.ru)



ООО «АМастер»  
адрес: Россия, г. Саратов, 410044, пр-кт Строителей, д. 1  
тел.: +7 (8452) 44-70-57  
тел./факс: +7 (8452) 44-70-70  
e-mail: [amaster@mail.saratov.ru](mailto:amaster@mail.saratov.ru)

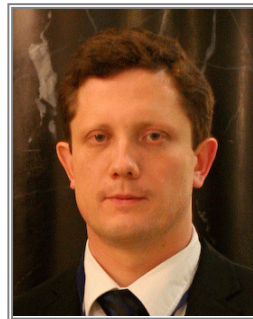
© Российская рабочая группа MESA International, 2010

## СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие .....	3
WP 27. Сервис-ориентированная архитектура в системах управления производством .....	5
Как ошибки оценки в ERP помогают распространению MES .....	61
Стандарты и технологии интеграции производственных информационных систем .....	68
Глоссарий терминологии MESA .....	85

## **ПРЕДИСЛОВИЕ** **ко второму выпуску издания «MES - теория и практика»**

Когда готовился к выпуску первый выпуск издания, мы себе не очень представляли, что из представленной информации окажется востребованным. Вопреки нашим опасениям, брошюра была воспринята хорошо, и, судя по откликам, не раз помогала нашим читателям при организации процесса внедрения MES-систем, подготовке рекламных материалов (в т.ч. при внутреннем пиаре проекта) и др. задачах.



Читателями брошюры оказались очень разные люди – от руководителей высшего звена до студентов, причём не только технических, но даже гуманитарных специальностей. Некоторые хвалили, некоторые критиковали. Это не страшно, мы и не делали попытку выпустить Библию или бестселлер. Мы добились главного – издание оказалось полезным в реальной практической деятельности.

Формируя второй выпуск нашего издания, мы решили отойти от принципов построения первого, и собрать в нём уже не только переводы «Белых бумаг» или Whitepaper ассоциации MESA, но и несколько работ, которые, по нашему мнению, могут оказаться полезными для наших читателей.

Содержание второго выпуска подобрано так, чтобы дополнять первый выпуск, и составляет с ним единое целое. Имея оба выпуска, читатель получит информацию, которая поможет ему ориентироваться в идеологии и терминологии MESA, правильно подобрать методiku внедрения и выбрать поставщика решений, оценить возможности современных технологий по интеграции на уровне систем и приложений, получить большое количество ценных рекомендаций.

Возможно, при беглом просмотре наши издания кажутся чем-то вроде «сборника очевидных советов» и вызывают даже некоторое недоумение. Но посмотрите на то, что происходит в реальных проектах. Куда девались эти знания? Почему многие, казалось бы, очевидные вещи не находят отражение в проектных решениях и организации проектов? Почему рекомендации «как надо» и «как не надо» оказываются перепутанными? Базовые знания элементарных основ при внедрении таких сложных и важных систем, как MES, важны и ими не стоит пренебрегать.

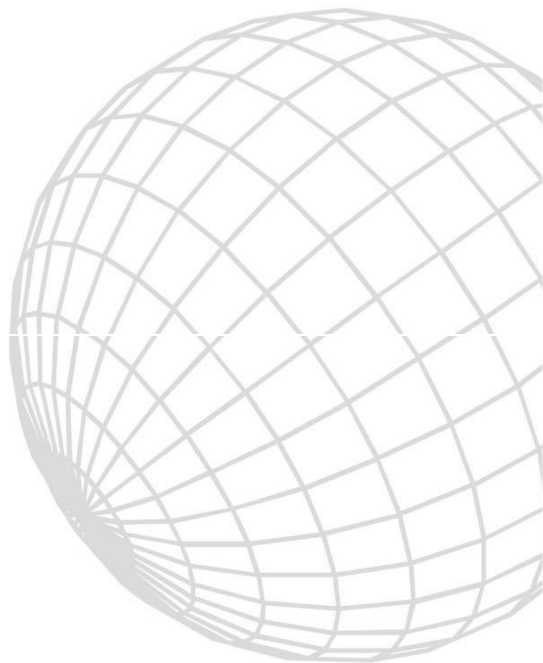
Именно поэтому мы предлагаем на Ваш суд второй выпуск издания «MES – теория и практика». По-прежнему мы с благодарностью хотели бы получить Ваши предложения и комментарии по улучшению этой серии, ваши пожеланию по последующим выпускам сборника.

С уважением, И.С.Решетников,  
Руководитель Российской рабочей группы MESA International

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'И.С. Решетников'.



# Сервис-ориентированная архитектура в системах управления производством



**WHITE PAPER 27**

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение .....	7
Основные задачи и тенденции .....	8
Бережливое производство .....	8
«Шесть сигма» в производстве .....	9
Информационные технологии в производстве .....	9
Усиление эффекта при комбинировании подходов .....	10
Интересные инициативы для специалистов в области дискретного производства .....	12
Почему нужны гибкость, подвижность и способность воспринимать изменения .....	12
Системный взгляд на производственную компанию .....	14
Окружение .....	14
Производственная ИТ-инфраструктура .....	14
Беспроводные сети и взаимодействие .....	15
Клиентские и мобильные устройства .....	15
Интеграция устройств на производственном уровне .....	15
Многоуровневая модель компании .....	17
Производство 2.0 .....	19
Обзор сервис-ориентированной архитектуры .....	23
Что такое SOA? .....	23
Интеграция «точка к точке» .....	23
Интеграция корпоративных приложений .....	23
Сервис-ориентированная архитектура (SOA) .....	25
Компоненты сервис-ориентированной архитектуры .....	26
Сервисы .....	26
Сервисная шина .....	27
Координация процессов .....	27
Преобразование и маршрутизация сообщений .....	28
Реестр сервисов .....	28
Жизненный цикл SOA: моделирование, реализация, выполнение, управление .....	28
Моделирование .....	28
Реализация .....	31
Исполнение .....	32
Управление .....	33
Реестры и репозитории сервисов .....	33
Применение стандартов для достижения максимального эффекта от SOA .....	34
Стандарты на форматы и содержимое сообщений .....	36
Сервисные платформы .....	38
Дополнительные спецификации веб-сервисов .....	40
Заключение .....	43
Приложение А. Примеры успешного использования SOA .....	44
IBM Microelectronics Division .....	44
Система eHub компании Ford .....	50
Приложение В. Авторы и рецензенты руководства .....	54
Приложение С. Список сокращений/глоссарий .....	55
Приложение D. Товарные знаки .....	57
Приложение E. Список источников .....	58
Приложение F. Частичный список соответствия типов данных J2EE и .NET .....	59

## ВВЕДЕНИЕ

В связи с изменением бизнес-моделей производственные предприятия вынуждены быть более гибкими. Способность компании адаптироваться к изменяющимся условиям ведения бизнеса во многом зависит от гибкости корпоративной культуры и бизнес-процессов, а также от способности информационных систем, применяемых в компании, к взаимодействию. К сожалению, в настоящее время на многих предприятиях используются негибкие и устаревшие системы, которые трудно и дорого расширять, обслуживать и поддерживать.

Одна из причин изменения условий ведения бизнеса – рост числа нормативных документов, регулирующих деятельность производственных предприятий. В пищевой, аэрокосмической, оборонной, автомобильной промышленности необходимо иметь возможность проследить путь изделия «от колыбели до могилы», то есть от исходных материалов до конечного продукта. В некоторых случаях нужно прослеживать не только основную продукцию, но также и побочную продукцию, получаемую в ходе основных производственных процессов.

Другая причина, по которой гибкость предприятия становится всё более важной – участие в производстве конечного продукта большого числа поставщиков. Всё чаще OEM-производители используют готовые составные части, выпущенные участниками глобальной сети поставщиков, появляющимися так же часто, как и исчезающими. Для того, чтобы обеспечить рентабельность производства, компании должны иметь возможность легко и безопасно интегрировать свои информационные системы с информационными системами поставщика для отслеживания заказов, поставок, планов и т.д. Все эти информационные системы должны быть достаточно гибкими для того, чтобы поддерживать различные требования, регламентирующие деятельность разных OEM-производителей и поставщиков.

Одна из технологий (или архитектур) способных помочь компании в решении таких задач, носит название сервис-ориентированной архитектуры (Service-Oriented Architecture, SOA). Совместно с отраслевыми стандартами и методами непрерывного улучшения (continuous improvement, CI), использование SOA позволяет получить информационные системы, построенные по принципу “plug-and-play”. Отдельные функции в таких системах могут быть оперативно добавлены, изменены или удалены в соответствии с требованиями бизнеса.

В настоящем руководстве рассматриваются современные задачи и тенденции, возникающие в производственных отраслях, а также то, как эти задачи и тенденции вынуждают производственные предприятия переосмысливать ИТ-архитектуру. Обсуждается SOA и её составные части. Кроме того, рассказывается о новых инструментах, способных помочь компаниям в полной мере ощутить преимущества SOA. В зависимости от выбора технологии и платформы разработки, в понятие SOA может вкладываться несколько разных смысл. Наиболее популярные подходы состоят в применении Microsoft Windows Communication Foundation или Java 2 Enterprise Edition. Несмотря на то, что оба подхода схожи друг с другом, в них есть немало различий. В задачи настоящего руководства не входит сравнение двух технологий. С учётом опыта авторов, в руководстве предполагается использование J2EE и стандартов, использование которых общепринято в сообществе разработчиков Java.

## ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ И ТЕНДЕНЦИИ

### *Бережливое производство*

Промышленное производство непрерывно развивается, и новые тенденции в организации производства постоянно появляются и исчезают. Они внезапно возникают в виде нового технического или социального вызова, на который производственные компании отвечают изменением корпоративной стратегии. Спустя некоторое время тенденция либо переходит в разряд общепринятых способов ведения бизнеса, либо замещается новыми инициативами и забывается. Однако есть одно исключение. Большинство предприятий, вынужденных из-за давления со стороны конкурентов использовать методы непрерывного улучшения, внедряют концепции бережливого производства (Lean Manufacturing). Особенно это касается автомобильной промышленности, так как само понятие бережливого производства впервые было сформулировано в рамках Производственной системы компании Toyota (Toyota Production System).

Концепции бережливого производства – важная часть бизнес-модели непрерывного улучшения. У крупных компаний, таких как General Motors или Ford, есть свои версии производственной системы Toyota. В других отраслях промышленности бережливое производство также активно используется. Основная задача бережливого производства состоит в сокращении потерь, что улучшает все ключевые показатели: качество, использование производственных мощностей, безопасность, использование материалов, стоимость, скорость поставки. В бережливом производстве любой сотрудник завода или служащий рассматривается как лицо, принимающее решение на вверенном ему участке работ. Каждый сотрудник учится определять узкие места производственных процессов и причины появления потерь, а также тому, как быстро устранять эти недостатки.

Бережливое производство – это не просто инструмент снижения стоимости или уровня складских запасов, как думают на многих предприятиях Америки. В бережливом производстве ставится задача создания гибкой структуры из организационных и технических систем, способной адаптировать рабочие процессы и цепочки поставок к мгновенным изменениям запросов рынка. Это значит, что компания должна иметь возможность обнаружить такое изменение и переконфигурировать ресурсы так, чтобы учесть наличие узких мест и возможности возникновения потерь, тем самым обеспечивая оптимальное выполнение работ и максимальную прибыль от каждого заказа. Преимущества, которых можно достичь в результате правильно реализованной программы бережливого производства хорошо описаны и документированы. Основные трудности связаны с необходимостью постоянно учитывать запросы рынка. В противном случае первоначальный эффект от реализации программы со временем теряется из-за отсутствия связи с реальным спросом. Другая проблема связана с необходимостью изменения подходов к менеджменту. Потребители ожидают неизменного уровня качества всей линейки продуктов. Невозможность обеспечения одинакового качества на разных заводах приводит к тому, что потребитель полностью отказывается от данного бренда и обращается к другому поставщику. Уже недостаточно иметь один завод мирового уровня – все заводы, входящие в компанию, должны быть такими.

Самые передовые производственные компании реализуют концепции бережливого производства на цеховом уровне и расширяют их на все остальные виды деятельности компании: складское хранение, логистику и т.д. Некоторые методы, такие как систематизация потока ценности (Value Stream Mapping), применяются в компании в целом. Передовые компании постоянно повышают производительность. Бережливое производство никогда не станет «обычным» способом ведения бизнеса. Улучшение процессов должно идти непрерывно и динамично в силу того, что его необходимость диктуется запросами рынка, изменением технологий, необходимостью выпуска новых видов продукции. Поэтому пространство для улучшения есть всегда.



## **«Шесть сигма» в производстве**

«Шесть сигма» - методология статистического анализа процесса с целью минимизации его вариаций. По сравнению с методами непрерывного улучшения, «шесть сигма» имеет более традиционный жизненный цикл, однако эту методологию очень легко использовать неправильно. Уроки, вынесенные из неудач с внедрением «шесть сигма» могут быть очень полезны при реализации концепций бережливого производства.

Одна из причин, по которым «шесть сигма» иногда внедряется сверху вниз состоит в необходимости развития культуры принятия решений на основе данных. На тренингах это буквально «вдалбливается» участникам. Естественная же тенденция состоит в том, чтобы принимать решения, базируясь на эмоциях и политических соображениях. Иногда решения принимаются на основе опыта, но многолетний опыт может значить и то, что полученные когда-то плохие привычки глубоко укоренились, и иногда этому способствуют даже некоторые нормативные документы.

Компания 3М успешно внедрила «шесть сигма» с помощью:

- общего языка, понятный всем участникам;
- принятия решений на основе данных;
- устранения барьеров между подразделениями.

СЕО компании обеспечил внедрение, сделав применение этих принципов безальтернативным, говоря всем, например: «Мы принимаем решения, основываясь на данных». Другие же говорят о том, что «шесть сигма» уничтожила все способности 3М к инновациям. Почему?

Развитие культуры принятия решений на основе данных – это изменение ключевых основ компании. Но результат может быть нивелирован в том случае, если слишком много внимания уделять инструментам и бездумно следовать всем шагам процесса внедрения. Вы должны знать, когда необходимо применять инструменты статистического анализа. Если основные факты и причины известны и без прохождения всех шагов «шесть сигма», без использования статистических инструментов, без следования всем бюрократическим процедурам и без недель и месяцев работы, то нужно просто действовать, вооружившись знанием этих фактов. Эффект от «шесть сигма» снижается и тогда, когда слишком много внимания уделяют финансовым и торговым процессам, забывая о разработке, снабжении, производственных процессах, процессах поставки и вспомогательных процессах. Очень часто разные процессы конфликтуют друг с другом и необходимо найти баланс между ними. Именно поэтому в Тойота для реализации любого проекта по непрерывному улучшению формируются команды из сотрудников нескольких отделов.

Вот недавняя запись из блога на [www.iSixSigma.com](http://www.iSixSigma.com): «Методология «Шесть сигма» была неправильно использована молодчиками с бумажными формами и гениями, которые не могли сделать ни шагу в сторону от стандартных процедур».

Независимо от того, выполнялось ли внедрение сверху вниз во всей компании, или только в отдельных подразделениях, «шесть сигма» и принятие решений на основе данных предъявляли дополнительные требования к надёжности сбора и корректности данных. Также требовалось специальное программное обеспечение для статистического анализа или других методов «шесть сигма» и бережливого производства.

## **Информационные технологии в производстве**

В последние десять-пятнадцать лет всё сильнее проявляется тенденция к широкому и всеобъемлющему распространению компьютерных технологий на производстве. В результате снижения стоимости покупки и развёртывания мощных серверов и программных пакетов производственные предприятия решают с их помощью гораздо большее число задач, чем в начале 90-х годов. На некоторых заводах сейчас применяются сотни различных приложений, часть из которых выполняется на процессорах, встроенных в

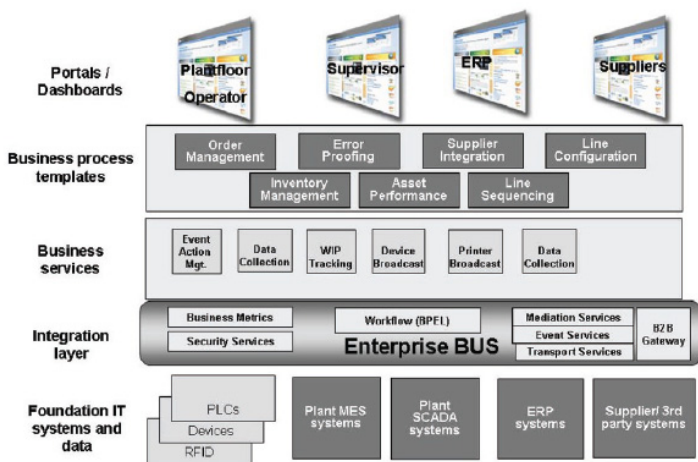
На уровне 2 определяются операции, необходимые для производства продукта. Основная задача систем, работающих на данном уровне – мониторинг производства и реализация диспетчерского или автоматизированного управления производственным процессом. Временные промежутки – часы, минуты, секунды, микросекунды и ниже.

На уровне 1 производятся измерения и формируются управляющие воздействия, необходимые для управления производственным процессом. Устройства на уровне 1 работают в реальном времени, типичные временные промежутки составляют микросекунды и ниже.

К уровню 0 относятся непосредственно производственные процессы, все системы управления находятся на более высоких уровнях.

Во многих компаниях необходимо, чтобы завод работал 24 часа в сутки семь дней в неделю даже при отсутствии соединения с Интернет и другими информационными сетями. В таких условиях необходимо размещать системы, работоспособность которых критична для производства, непосредственно на заводе. Такой подход типичен для ресурсоёмких массовых производств с непрерывными производственными процессами.

**Рис. 2. Обзор SOA для производства**



## Многоуровневая модель компании

Сервис-ориентированная архитектура зачастую может быть представлена в виде многоуровневой модели, приведённой на рис. 2. Нижний уровень состоит из унаследованных или существующих приложений, формирующих основу для обработки данных о работе компании. Здесь можно встретить важнейшие приложения, обеспечивающие непрерывную работу компании. Следующий уровень обеспечивает интеграцию. В SOA уровень интеграции представлен сервисной шиной предприятия (Enterprise Service Bus, ESB). Уровень ESB предоставляет сервисы для передачи информации, её преобразования, обеспечения безопасности передачи и обработки сообщений. Здесь же может быть реализовано вычисление бизнес-метрик, а также иметься средства для моделирования потоков работ или бизнес-процессов. Уровень бизнес-сервисов предназначен для абстрагирования от приложений первого уровня. На этом уровне находятся сервисы, играющие роль «обёртки» для таких приложений. Они описываются с помощью языка WSDL (Web Service Description Language, WSDL). Следующий уровень состоит из бизнес-процессов, которые создаются путём соединения отдельных сервисов уровня бизнес-сервисов для создания сложных составных приложений. Составные приложения – это новый

способ разработки приложений с использованием концепций SOA (более подробно он описан в разделе «Координация процессов» главы «Обзор SOA»). Уровень порталов и инструментальных панелей состоит из средств агрегирования и визуализации данных.

При использовании концепции SOA о сервисах можно сказать следующее:

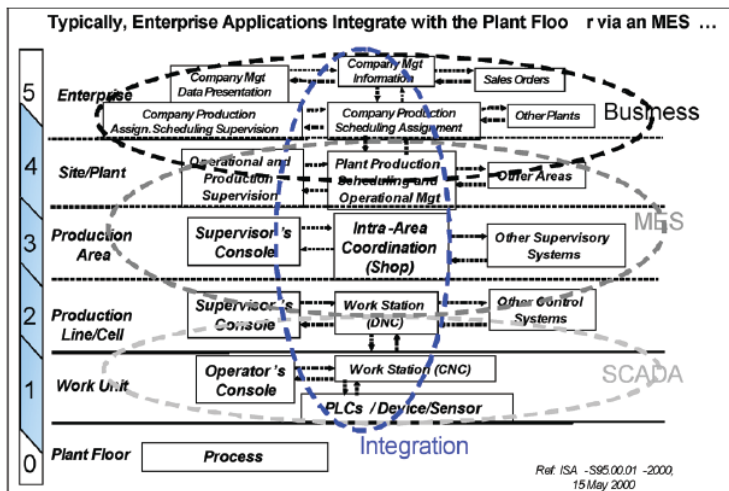
- они решают бизнес-задачи самостоятельно или с использованием координации процессов;
- используются внутри портала или веб-приложения для агрегирования или визуализации данных;
- новые визуальные приложения могут запускать один или несколько сервисов на выполнение (с использованием составных приложений).

Всю компанию можно разделить на уровни, управляемые приложениями одного из трех типов:

- бизнес-приложения или корпоративные приложения, такие как модули ERP-системы для финансового учёта и формирования отчётов, управления заказами, управления закупкой материалов и т.д.;
- MOM-системы или MES, координирующие производство и связывающие корпоративные и производственные приложения;
- приложения уровня оборудования, такие как распределённые системы управления (DCS) или автоматизированные системы диспетчерского управления и обработки данных (SCADA), которые применяются для управления производственным оборудованием.

Схема на рис. 3 построена в соответствии с моделью ISA-95 и показывает типичные места этих трёх классов приложений.

Рис.3. Типичная системная структура производственного предприятия



В настоящее время большинство производственных предприятий можно описать с использованием модели ISA-95. Однако многие компании переосмысливают способы интеграции данных и потоки данных между уровнями модели. SOA может сыграть огромную роль в обеспечении такой интеграции.

## Приложение В. Авторы и рецензенты руководства

### Авторы

**Alan Boyd**

IBM Corporation  
561-862-2774  
[alboyd@us.ibm.com](mailto:alboyd@us.ibm.com)

**David Noller**

IBM Corporation  
866-405-7060  
[nollerd@us.ibm.com](mailto:nollerd@us.ibm.com)

**Paul Peters**

IBM Corporation  
877-760-8247  
[pdpeter@us.ibm.com](mailto:pdpeter@us.ibm.com)

**Dave Salkeld**

IBM Corporation  
919-882-6110  
[salkeld@us.ibm.com](mailto:salkeld@us.ibm.com)

**Tim Thomasma**

Capgemini  
734-730-9112  
[Tim.Thomasma@capgemini.com](mailto:Tim.Thomasma@capgemini.com)

**Charlie Gifford**

21st Century Manufacturing Solutions LLC  
208-788-5434  
[charlie.gifford@cox.net](mailto:charlie.gifford@cox.net)

**Steven Pike**

IBM Corporation  
802-769-3424  
[srpika@us.ibm.com](mailto:srpika@us.ibm.com)

**Alison Smith**

AMR Research, Inc.  
617-574-5213  
[ASmith@amrresearch.com](mailto:ASmith@amrresearch.com)

### Русский перевод

**А.П. Козлецов**

Российская рабочая группа MESA  
International  
[A.Kozletsov@mesarussia.ru](mailto:A.Kozletsov@mesarussia.ru)

### Рецензенты

**George Hudson**

IBM

**Bas Plum**

IBM

**Aaron LaBella**

IBM

**Julie Fraser**

Industry Directions Inc.

**Paul Ashmore**

Independent MES Consultant

**David R Hinkler**

Rockwell Automation

**Mohammed Zuhair**

Rockwell Automation

**Alicia Bowers**

GE Fanuc

**Kay Freund**

IBM

**Victor Valle**

IBM

## Приложение F. Частичный список соответствия типов данных J2EE и .NET

Simple Type	Java Type	.NET Type
xsd:string	java.lang.String	String
xsd:integer	java.math.BigInteger	Int64 ?
xsd:int	int	Int32
xsd:long	Long	Int64
xsd:short	Short	Int16
xsd:decimal	java.math.BigDecimal	Decimal
xsd:float	float	Single
xsd:double	double	Double
xsd:boolean	boolean	Boolean
xsd:byte	byte	SByte
xsd:QName	javax.xml.namespace.QName	String ?
xsd:dateTime	java.util.Calendar	DateTime
xsd:base64Binary	byte[]	ByteArray
xsd:hexBinary	byte[]	ByteArray
xsd:time	java.util.Calendar	DateTime ?
anyURI	java.lang.String	System.Uri ?
anySimpleType	java.lang.String	String ?
xsd:date	java.util.Calendar	DateTime ?
xsd:negativeInteger	java.math.BigInteger	System.Decimal
xsd:nonNegativeInteger	java.math.BigInteger	System.Decimal
xsd:nonPositiveInteger	java.math.BigInteger	System.Decimal
xsd:unsignedInt		UInt32
xsd:positiveInteger	java.math.BigInteger	System.Decimal ?
xsd:unsignedLong	java.math.BigInteger	UInt32/UInt64 ?



IBM – крупнейшая мировая компания, занимающаяся информационными технологиями. На протяжении своей 80-летней истории IBM является лидером в предоставлении услуг для инноваций в бизнесе. Используя собственный опыт, а также опыт ключевых партнёров IBM предлагает широкий спектр услуг, решений и технологий различной сложности, позволяющих на полную мощь использовать возможности электронного бизнеса.



Capgemini – один из мировых лидеров в оказании консультационных услуг, разработке технологий и аутсорсинге. Capgemini помогает клиентам наилучшим образом использовать имеющиеся технологии. Capgemini даёт клиентам идеи и возможности, помогающие достичь впечатляющих результатов путём использования уникального способа организации работ – Collaborative Business Experience, а также глобальной модели поставок под названием Rightstore, позволяющей поставлять нужные ресурсы в нужное место по доступной цене. Компания присутствует в 36 странах. В 2007 году компания имела оборот 8,7 миллиарда евро (примерно 12 миллиардов долларов) и обеспечивала работой 83000 человек по всему миру.



MESA International (Ассоциация MES) способствует обмену информацией об успешных внедрениях, стратегиях и инновациях в управлении производственными процессами, управлении качеством и оптимизации производства. Мероприятия, проводимые MESA, а также публикации, помогают производителям, системным интеграторам и поставщикам решений достичь новых высот в реальных внедрениях, комбинирующих бизнес-процессы, информационные процессы, производственные процессы, цепочки поставок и т.д. Более подробную информацию можно получить на сайте: [www.mesa.org](http://www.mesa.org).



# Как ошибки оценки в ERP помогают распространению MES

Применение модели MESA делает возможной интеграцию ERP и MES для повышения эффективности производства

Карл Шнеебауэр, вице-председатель MESA EMEA



## СОДЕРЖАНИЕ

Введение .....	63
1. Расчёт по центрам затрат и ошибки, связанные с фиксированной почасовой ставкой .....	63
2. Расчёт по единицам калькуляции (расчёт себестоимости) и потребность в агрегированных данных ..	64
3. Регистрация фактического потребления материалов по ретроспективным данным: устаревший подход.....	67



## ВВЕДЕНИЕ

Зачастую руководители предприятий пытаются улучшить производственные процессы и цепочку создания добавленной стоимости на основе только тех данных, которые содержатся в ERP-системах. При этом они сталкиваются с тремя серьёзными проблемами:

- при определении стоимости по центрам затрат используются неточные и произвольные оценки времени работы оборудования;
- для работы методов расчёта стоимости по единицам калькуляции необходимы точные данные о времени исполнения, остатках и браке по каждому заказу;
- регистрация материалов, не потребленных фактически при выполнении заказа, приводит к необходимости постоянных инвентаризаций.

Подобные проблемы характерны для всех ERP-систем, поэтому их наличие создаёт большой рынок для систем управления производственным процессом – MES-систем.

Некоторые разработчики ERP-систем осознают проблему, связанную с недостаточным использованием данных о работе цехов для оптимизации производственных процессов. Первой стала компания SAP, в 2008 году приобретающая разработчика MES Visiprise. Теперь это программное обеспечение носит название SAP ME и применяется только для обработки данных с производств. Обмен информацией с SAP ERP производится через специальные тонкие интерфейсы. Остальные разработчики ERP последуют примеру SAP, так как их клиенты с производственных предприятий требуют наличия возможности автоматического сбора данных с оборудования, оперативного управления работами, выполнения сложных процедур статистического управления процессам, а также возможности отслеживания продукции и материалов. Такие задачи с трудом решаются при использовании ручного ввода данных в ERP, поэтому процедуры, использующие ручной ввод, вскоре перестанут применяться на производственных предприятиях.

Решение главной задачи ERP – оптимизации финансовых потоков – чрезвычайно затрудняется из-за произвольных предположений о величине основных показателей и ошибочных данных, появившихся в результате ручного ввода информации. Поэтому естественно задать вопрос: «Зависит ли ERP от MES в плане точности данных?». Мой ответ – «Да!». Для того чтобы его аргументировать, рассмотрим три системные проблемы более подробно.

## 1. РАСЧЁТ ПО ЦЕНТРАМ ЗАТРАТ И ОШИБКИ, СВЯЗАННЫЕ С ФИКСИРОВАННОЙ ПОЧАСОВОЙ СТАВКОЙ

При расчёте по центрам затрат производственное предприятие рассматривается как совокупность участков. Предположим, что имеется шесть станков с ЧПУ, двадцать штамповочных машин, шесть сварочных роботов и двенадцать сборочных рабочих мест. Каждый участок рассматривается как центр затрат, состоящих из стоимости эксплуатации оборудования или рабочих мест, зарплаты персонала и дополнительных затрат, связанных, например, с инструментами, применяемыми только на этом участке. Затем, в соответствии со сменной организацией работ для каждого центра затрат вычисляется почасовая ставка, имеющая постоянную величину. На основе этой ставки определяются доходы и затраты каждого нового заказа.

С точки зрения MES, применение фиксированной почасовой ставки (например, \$86 за час) ошибочно по определению. Связано это с тем, что благодаря MES 10-15% дополнительных заказов может быть выполнено теми же рабочими на том же оборудовании, вследствие чего оценка значения почасовой ставки снизится на 10-15%. Другая проблема

### 3. РЕГИСТРАЦИЯ ФАКТИЧЕСКОГО ПОТРЕБЛЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ ПО РЕТРОСПЕКТИВНЫМ ДАННЫМ: УСТАРЕВШИЙ ПОДХОД

Большинство производителей страдает от постоянных инвентаризаций, проводимых вручную, уровни запасов в ERP-системах постоянно отклоняются от фактических. Причина этого в том, что реальное количество материалов, использованных при производстве продукции, не регистрируется теми, кто продукцию производит.

Консультанты по ERP советуют использовать достаточно понятный, но логически небезупречный принцип обратного прилива, в соответствии с которым «наиболее вероятное» количество материалов, требуемых для выполнения одного заказа, автоматически вычитается из текущего уровня запасов. Так делать довольно рискованно в силу того, что результат сильно зависит от корректности нормативно-справочной информации. Также он зависит от того, насколько правдивы данные о количестве отходов, а такие данные вводятся вручную. Как правило, все последующие оценки строятся на количестве произведённой продукции и величине отходов. Пусть, например, для производства каждого из 1000 шоколадных батончиков в соответствии с ведомостью материалов требуется 30,14 граммов какао-крема. Если оператор указал, что произведено 1000 батончиков и ещё 40 батончиков оказались бракованы, то в соответствии с принципом обратного прилива будет зарегистрировано потребление 1040х30,14 грамм, то есть 31,35 килограмма какао-крема. Однако возможно, что оператор слил 23 кг в процессе наладки оборудования. Могла возникнуть потребность в замене сломавшегося устройства для формования батончиков, что привело бы к потере ещё 38 кг. Оставшиеся 112 кг какао-крема могли быть использованы для выполнения следующего заказа. Как принцип обратного прилива может учесть всё это?

Вдобавок, в цехах часто имеются небольшие, но неучтённые собственные запасы материалов, которые никак не отражены в информационных системах. Работники учатся обходить систему учёта, в результате чего последняя уже не может предоставлять корректные данные. Для того, чтобы исправить ситуацию необходимо проводить ручную инвентаризацию.

Помочь здесь могут лишь решения, включающие получение данных напрямую от весов или производственного оборудования. Постоянно уменьшающиеся размеры отдельных заказов и повышающийся уровень автоматизации производства требуют точного отслеживания потребления материалов.

С учётом того, что большинство ERP-систем до сих пор работают по устаревшему принципу обратного прилива, важность MES-уровня, поставляющего точные и реальные данные, становится очевидной.

В заключение ещё раз следует сказать о том, что только MES-уровень способен обеспечить решение трёх системных проблем. Только Стратегические Инициативы модели MESA могут помочь руководителям производственных предприятий решить эту головоломку, применив комплексный подход.

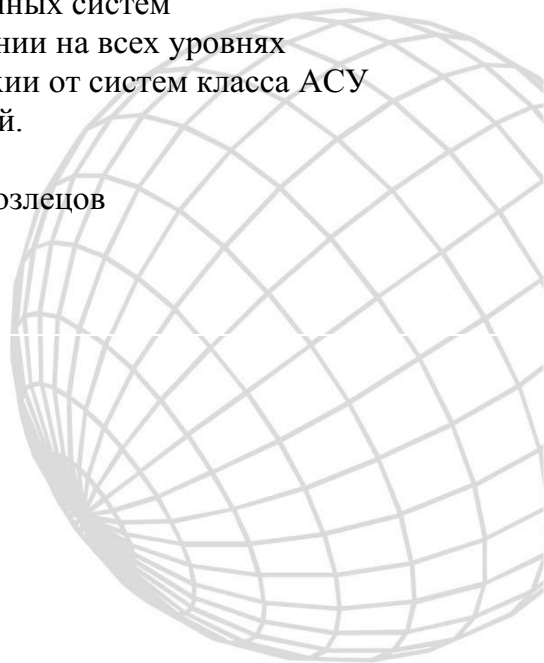
Карл Шнеебауэр (Karl Schneebauer), управляющий партнер компании MPDV Mikrolab GmbH, вице-президент MESA Europe. Международно-признанный эксперт и известный докладчик по эффективности производства и непрерывным улучшениям. Автор многочисленных публикаций по этим тематикам. Руководит несколькими международными проектами по глобальному развертыванию MES-систем на предприятиях крупных международных компаний.  
K.Schneebauer@mpdv.de



# Стандарты и технологии интеграции производственных информационных систем

В статье рассматриваются стандартные подходы к интеграции информационных систем производственной компании на всех уровнях производственной иерархии от систем класса АСУ ТП до бизнес-приложений.

И.С. Решетников, А.П. Козлецов



## СОДЕРЖАНИЕ

Введение .....	5
Интеграция систем управления технологическим процессом .....	6
Интеграция с MES-уровнем.....	6
Интеграция бизнес-приложений .....	6
Обмен документами .....	6
Интеграция на уровне модели данных .....	6
Интеграция на основе единой НСИ.....	6
Сервис-ориентированный подход.....	6
Обмен сообщениями .....	6
Интеграция с внешними системами .....	6
Выводы .....	6
Список литературы.....	6

## ВВЕДЕНИЕ

Сегодня ни одно современное предприятие невозможно представить без множества информационных систем, выполняющих самые разнообразные задачи - от выдачи команд на исполнительные устройства до прогнозирования перспективного развития корпорации на несколько лет. Во всех этих системах обрабатывается и собирается множество самых разнообразных данных, формируется множество документов и появляется информация, которая является входной для работы других систем. Во все времена идея объединить существующие системы в единый комплекс была актуальна, и сегодня словосочетание «интеграция разнородных информационных систем» или что-то созвучное есть в арсенале практически любого системного интегратора. Однако, основная проблема кроется в том, что понятие «интеграция» не имеет однозначного определения, и Вам могут предложить что угодно - от систем уровня SAP XI до обменных текстовых файлов в формате csv, - и всё это действительно будет относиться к интеграции.

В то же время, во всём мире уже выработан целый ряд стандартных, подчёркиваем, стандартных подходов к объединению нескольких систем в единый комплекс. Знание и понимание различных стандартов и области их применения может существенно помочь при выборе подходов по построению действительно интегрированной информационной среды. Сразу оговоримся, что в данной работе мы не касаемся таких вопросов, как целесообразность интеграции, оценка её эффективности и пр., как например, это декларируется стандартом ISO 27001, а говорим исключительно о её технических аспектах. Объектом обсуждения будет типовая производственная компания, имеющая все уровни производственной иерархии - от исполнительных механизмов под управлением ПЛК (Программируемый Логический Контроллер) до систем бизнес-аналитики и средств совместной (кооперативной) работы с другими предприятиями.

На современном производственном предприятии используются информационные системы самых разных производителей. Задачи, которые решаются этими системами, также различны, но зачастую оказываются взаимосвязанными, в результате чего возникает необходимость обмена данными между разными системами. Несмотря на то, что нельзя указать единый подход, руководствуясь которым можно интегрировать две произвольные системы, существует большое количество стандартов и технологий, которые могут значительно облегчить решение задачи интеграции [1]. Им и посвящена данная работа. Для наглядности все уровни интегрируемых систем, описываемые в настоящей статье, собраны на одном рисунке (рис. 1), статья фактически является лишь комментарием к этой схеме.

## ИНТЕГРАЦИЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ

Как видно из рис. 1 необходимость решения задач интеграции возникает уже на самом нижнем уровне иерархии управления. Здесь нужно обеспечить возможность обмена информацией между ПЛК и различными датчиками и исполнительными устройствами, а также между различными ПЛК. В зависимости от объёма данных, которые должны передаваться от датчика к контроллеру и от контроллера к исполнительному устройству, а также от «интеллектуальности» таких устройств, для обеспечения обмена информацией могут использоваться полевые (HART, ASi, PROFIBUS PA, Foundation Fieldbus, DeviceNet, CAN Open) или промышленные (Modbus, PROFIBUS DP, PROFINET, DH-485, DF1) сети. К полевым сетям с некоторыми оговорками можно отнести и специальные информационные сети, используемые при автоматизации зданий - такие как LonWorks или KNX/Instabus [2].

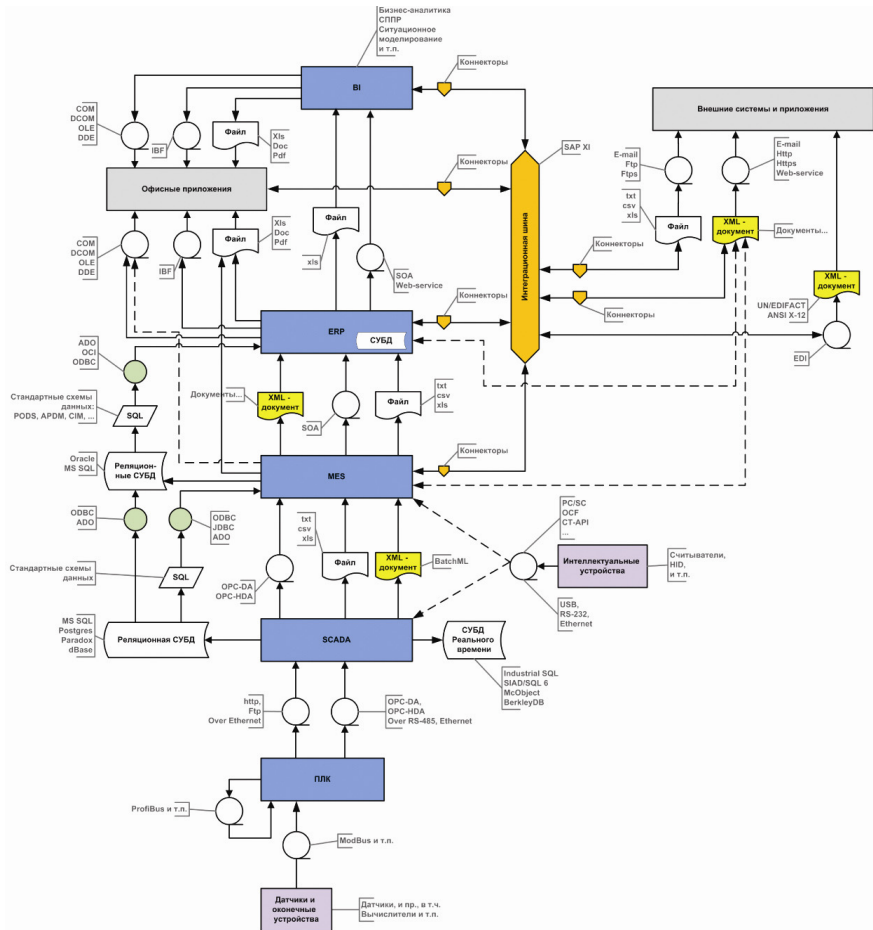


Рис. 1. Уровни интеграционного взаимодействия

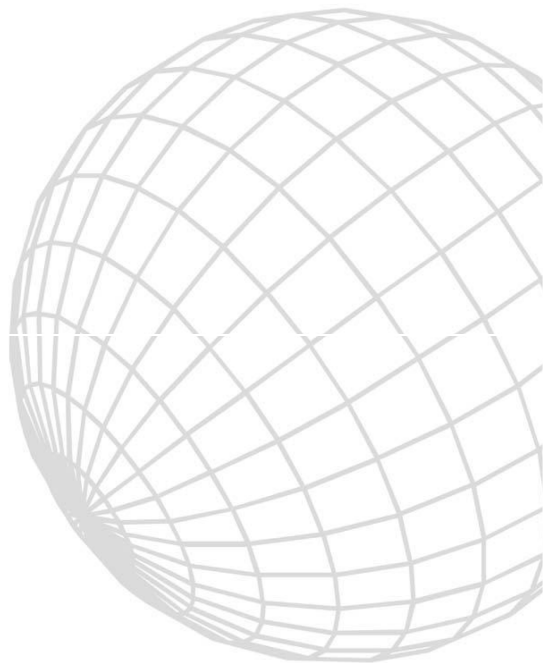
Полевые сети предназначены в первую очередь для организации связи между контроллерами и исполнительными устройствами, либо между контроллерами и удалёнными модулями ввода-вывода, в то время как основная задача промышленных сетей - обеспечить связь контроллеров между собой и с рабочими станциями операторов [3]. Несмотря на разграничение задач между двумя типами сетей, провести чёткую границу между ними возможно далеко не всегда. Например, PROFIBUS DP широко применяется как для межконтроллерного взаимодействия и связи с системами верхнего уровня, так и для связи контроллера с распределённой периферией и интеллектуальными полевыми приборами (частотными приводами, локальными регуляторами и пр.). То же самое можно сказать и про Modbus. В большинстве случаев эта технология применяется для опроса и управления полевыми приборами, однако нередко приходится сталкиваться и с примерами межконтроллерной связи по Modbus [4].

9. Mahnke W., Leither S., Damm M. OPC Unified Architecture. Springer, 2009. 339 p.
10. The Industrial Information Technology Handbook. CRC Press, 2005. 1936 p.
11. Halevi G. Handbook of Production Management Methods. Butterworth Heinemann, 2001.
12. ISA-95: The Enterprise-Plant Link to Achieve Adaptive Manufacturing, White Paper 16, MESA International 2005
13. Решетников И. и др. Стандарты интеграции многоуровневых информационных систем // Автоматизация в промышленности. 2009. № 9. С. 23-27.
14. Tamworth R., Westlund J., Интеграция MES и ERP – будущее производства? // Рациональное управления предприятием. 2006. № 1. С. 62-63
15. <http://www.isa-95.com/subpages/technology/isa-95.php>
16. Дунаев С., Доступ к базам данных и техника работы в сети, М.:Диалог-МИФИ, 2007
17. Шаппел Д., ESB – Сервисная Шина Предприятия, СПб:БХВ-Петербург, 2008
18. Brookshier D. и др. JXTA: Java P2P Programming, Sams Publishing
19. IEC 61970-301. Energy management system application program interface (EMS-API) – Part 301: Common information model (CIM) base.
20. Серебряков А.М. и др., Электронная исполнительная документация «как-построено» – шаг к новому качеству магистральных газопроводов // Газовая промышленность, 2008, № 7
21. Ковшов А.Н. и др., Информационная поддержка жизненного цикла изделий машиностроения. Принципы, системы и технологии CALS/ИПИ, М.:Академия, 2007
22. Колесов А., Технология управления НСИ корпоративного уровня // PC Week/RE, 2005, №18
23. Berson A., Dubov L., Master Data Management and Customer Data Integration for a Global Enterprise, McGraw-Hill, 2007
24. Гулько Д., Единая система НСИ - основа сервисно-ориентированной архитектуры // Intelligent enterprise, 2006, №22
25. Хоп Г., Вульф Б. Шаблоны интеграции корпоративных приложений. М.: Вильямс, 2007.
26. Juric M. и др. SOA Approach to Integration. XML, Web services, ESB, and BPEL in real-world SOA projects. PACTT, 2007.
27. Juric M., Business Process Execution Language for Web Services: BPEL and BPEL4WS, PACTT, 2004
28. Бурьески Ж. Интеграция офисных и корпоративных приложений // Intelligent Enterprise. 2005. № 21 (130). С. 17-21.
29. Календарев А., Введение в EDI, <http://www.citforum.ru/internet/articles/xmledi.shtml>
30. Модель MESA для системы управления объединённым производством (с-MES) / в сб. MES - теория и практика, вып. 1 (2009), М.:Российская рабочая группа MESA, С. 5-26 / [www.mesarussia.ru](http://www.mesarussia.ru)
31. Ртищева Е., CommerceML – стандарт обмена коммерческой информацией в формате XML // Системный администратор, № 10, 2002
32. Goikoetxea A., Enterprise architectures and digital administration: planning, design and assessment, World Scientific Pub., 2007

Авторы признательны Российской рабочей группе MESA International за предоставленные материалы.  
Решетников Игорь Станиславович – кандидат технических наук, заместитель начальника управления автоматизации, информатизации, телекоммуникаций и связи ООО «Газпром центрремонт»  
Козлецов Алексей Павлович – кандидат технических наук, ведущий программист ООО «АМастер»



# Глоссарий терминологии MESA





## ГЛОССАРИЙ

MES	Manufacturing Execution System	Автоматизированная система управления процессами производства	Класс автоматизированных систем, предназначенных для контроля и оптимизации производственной деятельности предприятий. В иерархии управления MES занимают промежуточный уровень между ERP-системами и АСУ ТП	MESA WP
ISA	International Society of Automation	Международное общество по автоматизации	Организация по стандартизации управления производством и производственной автоматизации	www.isa.org
ISA-88	Standard Specification for batch processing industries	«Управление периодическим производством»	Стандарт ISA, определяющий структуру данных и информационные модели для управления периодическим производством.	ANSI/ISA88
ISA-95	Enterprise – Control System Integration specification	"Интеграция систем управления предприятием и технологическим процессом"	Стандарт ISA, определяющий структуру данных и информационные потоки для взаимодействия уровней управления производством и предприятием. Описывает рабочие процессы производственной деятельности предприятия.	ANSI/ISA95
SOA	Service Oriented Architectures	Сервисно-ориентированная архитектура	Подход к разработке программного обеспечения, в основе которого лежат сервисы со стандартизированными интерфейсами	MESA WP
MOM	Manufacturing Operations Management	Управление технологическим процессом; Оперативное управление производством	Методология, предназначенная для увеличения эффективности производства.	ГОСТ Р 50.1.031-2001 ГОСТ 3.1109-82 ANSI/ISA95
XML	Extensible Markup Language	расширяемый язык разметки	Рекомендованный World Wide Web Consortium стандарт	W3C Standard
B2B	Business to Business	взаимодействие между предприятиями		MESA WP
		сделка «бизнес-бизнес»	Электронная коммерческая сделка, сторонами которой являются юридические лица (предприятия, фирмы и т.д.)	ГОСТ Р 50.1.031-2001
B2C	Business to Customer	Взаимодействие между предприятием и покупателем		MESA WP
		сделка «бизнес-потребитель»	Электронная коммерческая сделка, сторонами которой являются юридическое лицо (предприятие, фирма и т.д.) - поставщик и физическое лицо - потребитель (покупатель)	ГОСТ Р 50.1.031-2001
B2M	Business to Manufacturing	Взаимодействие между бизнесом и производством	Определяет стандарты взаимодействия между MES и ERP системами	ANSI/ISA95
ERP	Enterprise Resource Planning	планирование и управление ресурсами предприятия	программное обеспечение, используемое для учета и планирования ресурсов организации	ANSI/ISA95

B2MML	B2M Markup Language	язык разметки связи бизнес-производство		ANSI/ISA95
KPI(s)	Key Performance Indicator(s)	ключевой показатель эффективности ТЭП (технико-экономический показатель)	показатель, поддающийся количественному измерению и считающийся наиболее важным для оценки эффективности деятельности предприятия	ANSI/ISA95
ANSI	American National Standards Institute	Американский национальный институт стандартов		www.ansi.org
OPC	Object Linking & Embedding (OLE) for Process Control	OLE для управления производственным и процессами	программная технология, предоставляющая набор объектов, используемых в автоматизации технологических процессов	www.opcfoundation.org
CAPA CAPAs	Corrective and Preventative Actions	корректирующее и предупреждающее действие	Действие, предпринятое для устранения причины обнаруженного и/или потенциального несоответствия или другой нежелательной ситуации.	ГОСТ Р ИСО 9000-2001
SCOR	Supply Chain Operations Reference model	Референтная модель операций в цепях поставок	Межотраслевой стандарт	Supply Chain Council WP
BPEL	Business Process Execution Language	язык на основе XML для формального описания бизнес-процессов и протоколов их взаимодействия	Межотраслевой стандарт	OASIS WP
BOD	Business Object Definition	Описание структуры бизнес-объектов	Совокупность описаний бизнес-объектов предприятия, их атрибутов и связей	ГОСТ Р 50.1.031-2001
ESB	Enterprise Service Bus	сервисная шина предприятия	обеспечивает взаимосвязь между различными приложениями по различным протоколам взаимодействия	MESA WP
MRPII (MRP II)	Manufacturing Resource Planning	Планирование производственных ресурсов	методологию, направленную на планирование в материальном и в денежном выражении	MESA WP
WBF	World Batch Forum	Ассоциация по технологии производства		www.wbf.org
WIP	Work-in-Progress/Work-in-Process	Незавершенное производство	Частично готовая продукция, не прошедшая предусмотренный технологией полный цикл производства.	MESA WP Налоговый кодекс РФ
MRP	Manufacturing Resource Planning	планирование производства	Совокупность программных средств и данных, обеспечивающая выполнение следующих функций: - объемное планирование и формирование графиков производства; - планирование по группам продукции для основных подразделений; - расчет производственных мощностей основных подразделений и определение мер, обеспечивающих соответствие мощностей объемам выпуска;	ГОСТ Р 50.1.031-2001

CL	Collaborative		Принятое сокращение	MESA WP
TS	Transactional		Принятое сокращение	MESA WP
WG	Working Group	Рабочая группа	<p>В ассоциации MESA действуют несколько выделенных направлений для работы, т. н. комитеты (рабочие группы), каждый из которых ведёт работы в определённой сфере профессиональной деятельности. Рабочие группы по системе показателей</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Рабочая группа по стратегическим инициативам</li> <li>- Специальная группа по интересам: непрерывное производство</li> <li>- Комитет по решениям для нефтегазовой отрасли</li> <li>- Технический комитет</li> <li>- Комитет по организации веб-сайта</li> <li>- Комитет по маркетингу</li> <li>- Комитет по привлечению участников</li> <li>- Региональные рабочие группы</li> </ul>	MESA WP

Глоссарий разработан при поддержке ООО «Ай-Си-Эс»  
 Спирин Константин Юрьевич, начальник отдела MES ООО «Ай-Си-Эс», член Российской рабочей группы  
 MESA International  
 K.Spirin@mesarussia.ru

## Информация о спонсорах:



Группа компаний «СМС-Автоматизация»  
443035, г. Самара, пр. Кирова 201, секция 9  
Тел./факс: +7 (846) 933-03-50  
www.sms-automation.ru

Группа компаний «СМС-Автоматизация» основана в 1991г. Основные виды деятельности - создание и поддержка систем промышленной автоматизации (АСУ ТП) и дистрибуция техники автоматизации Siemens. В группе компаний работает 185 человек. Штаб-квартира группы и основные ресурсы находятся в Самаре. Офисы и производственные площадки расположены также в Москве, Новокуйбышевске, Елабуге, Чапаевске и Балаково и занимают более 2000 кв.м.

За время работы компании внедрено более 100 систем автоматизации технологических процессов в нефтегазовой, химической, энергетической и других отраслях промышленности. Основные клиенты компании - крупнейшие промышленные предприятия России, среди которых: РусГидро (Жигулевская ГЭС, Камская ГЭС), Роснефть (Новокуйбышевский НПЗ, Сызранский НПЗ, Куйбышевский НПЗ), Газпром (Уренгойгазпром), Волжская ТПК, КуйбышевАзот, Системный оператор Единой энергетической системы, МеталлоИнвест (Оскольский ЭМК, Лебединский ГОК).



ООО «Компания «ТЕРСИС»  
адрес: Россия, г. Москва, 109082, ул. Солянка 1/2, стр. 1  
тел./факс: +7 (495) 980-73-57  
www.tersys.ru

Компания была основана в 1997 году и одной из первых в нашей стране выбрала приоритетным направлением деятельности область системной интеграции. Для своих партнеров компания оказывает полный спектр услуг: инжиниринг, поставка, монтаж, аутсорсинг, консультационная поддержка и необходимое обучение персонала. Такой подход наиболее полно удовлетворяет потребностям наших Заказчиков: они не тратят время на непрофильные задачи и получают в готовом виде работающие интегрированные решения для повышения эффективности своего бизнеса.

Деловая репутация и доверие заслуживается годами достойной работы, а теряется за один день. С первых дней работы в компании поддерживается понятие бесценности деловой репутации. Мы гордимся, что одинаково ответственно и внимательно подходим к решению задач всех своих Заказчиков: и крупных компаний, и компаний сектора СМБ, и частных лиц - это одно из принципиальных отличий нашего подхода к работе.



ООО «АМастер»  
адрес: Россия, г. Саратов, 410044, пр-кт Строителей, д. 1  
тел.: +7 (8452) 44-70-57  
тел./факс: +7 (8452) 44-70-70  
e-mail: amaster@mail.saratov.ru

ООО «АМастер» работает в сфере промышленной автоматизации более пяти лет. В основе технической политики фирмы лежит использование современных зарубежных технологий и лучших традиций отечественного инжиниринга. Компания занимается разработкой и сервисным обслуживанием автоматизированных систем управления технологическим процессом, систем ЧПУ, модернизацией действующего оборудования, а также поставкой средств автоматизации. В последние годы, в связи с интересом наших клиентов к MES-решениям, разработка и внедрение подобных систем стали одним из основных направлений деятельности компании.

Среди наших клиентов - производители строительных материалов, пищевой продукции, полиграфических изделий, бытовой техники, автомобильных комплектующих. География деятельности компании - не только Саратов и Саратовская область, но и Пензенская, Ульяновская, Волгоградская области и другие регионы Приволжского федерального округа.

**MES - теория и практика.** Выпуск 2 (2010). Официальные материалы ассоциации MESA International. Москва, 2010.-80 с, илл.

Составители: И.С. Решетников, А.П. Козлецов

© Российская рабочая группа MESA International, 2010

# ИНФОКОНТ - платформа для построения информационной системы производства

## Информационная система производства

- ✓ единая точка доступа ко всем данным для людей и систем
- ✓ интеграция данных по производству (АСУТП, ТМ), энергоресурсам (АСУТГ, АСКУЭ) и др.
- ✓ отображение на сводных формах и детальньих экранах
- ✓ совмещение плана, задания и факта

## Просто попробуйте!

- ✓ посетите демосайт <http://infocont.ru> и поработайте с информационной системой производства на базе Инфоконт
- ✓ закажите **бесплатное пилотное внедрение** для вашего производства\*

\* Условия и срок проведения акции - на сайте <http://infocont.ru>



ГРУППА КОМПАНИЙ



АВТОМАТИЗАЦИЯ

[www.sms-automation.ru](http://www.sms-automation.ru)