

MES – теория и практика

Выпуск 3 (2011)

**Официальные материалы ассоциации
MESA International**

WP 22. Информационные системы производства:
определение функциональности на базе стандартов
ISA-88/95

Теория, практика и результаты применения
Интегрированного управления машиностроительным
производством

Особенности управления проектами внедрения MES

ISBN 978-5-9902917-1-3



9 785990 291713



Издание официальное
Перевод выполнен
российской рабочей группой
MESA International
www.mesarussia.ru
Москва
2011

УДК 658.51
ББК 30.605

Выпуск одобрен Европейской штаб-квартирой ассоциации MESA International

Составители: И.С. Решетников, А.П. Козлецов, Г.М. Медведева

MES – теория и практика. Выпуск 3 (2011). Официальные материалы ассоциации MESA International. М.:НГСС, 2011. – 98 с, илл.

ISBN 978-5-9902917-1-3

Сборник содержит официальный перевод материалов ассоциации MESA International WP 22 «Информационные системы производства: определение функциональности на базе стандартов ISA-88/95», а так же авторские материалы «Теория, практика и результаты применения Интегрированного управления машиностроительным производством» и «Особенности управления проектами MES».

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

**УДК 658.51
ББК 30.605**

Документ переведён на русский язык при поддержке:



ООО «Компания «ТЕРСИС»
адрес: Россия, г. Москва, 109028, ул. Солянка 1/2, стр. 1
тел./факс: + 7 (495) 980-73-57
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

ISBN 978-5-9902917-1-3

© Российская рабочая группа MESA International, 2011
Научно-производственное предприятие «Нефтегазсофтсервис»

Информация о спонсорах:



ООО «Компания «ТЕРСИС»
адрес: Россия, г. Москва, 109028, 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, внедрением и сервисным обслуживанием автоматизированных систем управления технологическим процессом, систем ЧПУ, модернизацией действующего оборудования, а также поставкой средств автоматизации. В последние годы, в связи 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.

ISBN 978-5-9902917-1-3

MES – теория и практика. Выпуск 3 (2011). Официальные материалы ассоциации MESA International. Москва, НПП «Нефтегазсофтсервис». 2011. – 96 с, илл.
Составители: И.С. Решетников, А.П. Козлецов, Г.М. Медведева

Подписано в печать 01.10.2011 г., Формат А5
Гарнитура Таймс, печать офсетная
Тираж 1000 экз.

© Российская рабочая группа MESA International, 2011
Научно-производственное предприятие «Нефтегазсофтсервис»
Информацию об издании смотрите на сайте www.ngss.ru

Содержание

Предисловие	3
WP 22. Информационные системы производства: определение функциональности на базе стандартов ISA-88/95	5
Й. Леви Теория, практика и результаты применения Интегрированного управления машиностроительным производством	35
Д.Е. Анисисов, И.С. Решетников Особенности управления проектами MES	81

ПРЕДИСЛОВИЕ

к третьему выпуску издания «MES – теория и практика»

Уважаемые коллеги!

Два первых выпуска брошюры получили широкую известность и популярность. Это радует. Когда в форумах читаешь отзывы вроде «очень достойная книжка» понимаешь, что всё сделано не зря. Спасибо вам, дорогие читатели, кому наша брошюра оказалась полезной.

Были и упреки. Да, наши брошюры не являются специализированными учебниками, по ним не построить систему цехового управления. Но, прочитав их, люди начинали понимать саму философию MES-систем, их роль, место и особенности.



Со второго выпуска мы начали включать в сборник не только материалы ассоциации MESA International, но и авторские работы. Как показал опыт – не зря. Руководства Ассоциации MESA представляют собой идеально выверенный и сбалансированный документ. Он абсолютно «политкорректен». Авторские же материалы привнесли живую струю, свежий взгляд на рассматриваемые вопросы.

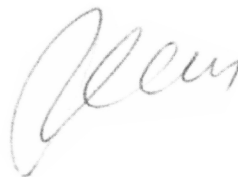
Поэтому, мы решили в третьем выпуске Сборника эту тенденцию продолжить. К тому же, отбирая материалы для этого выпуска, у нас была возможность уже учесть опыт наших мастер-классов, тренингов и референс-визитов. Мы постарались выбрать именно то, что вызывало наибольший интерес, что может быть максимально эффективно использовано в реальной практике. Удалось это или нет – судить Вам, уважаемый читатель.

К сожалению, в Сборник невозможно включить все необходимые материалы, поэтому данный Сборник не заменяет специализированные журналы, книги, специальную литературу. Он, скорее, является ответом на вопросы «с чего начать», «на что обратить внимание», когда появилась потребность в системах управления производственными процессами.

Наши Сборники помогут Вам сделать первый шаг, ресурсы MES-библиотеки на сайте www.MEScenter.ru познакомят с текущими подходами и тенденциями мира производственной автоматизации, наши издания, мастер-классы, тренинги и референс-визиты позволят существенно расширить кругозор. Только так можно стать настоящим профессионалом своего дела.

И если мы можем сделать что-то ещё – расскажите нам об этом. Все пожелания, рекомендации, замечания и предложения принимаются с благодарностью. И мы будем только рады, если в следующем выпуске Сборника ключевой статьёй окажется Ваша.

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





Информационные системы производства: определение функциональности на базе стандартов ISA-88/95

Manufacturing Information Systems: ISA-88/95 Based Functional Defenition

WHITE PAPER 22

**A MESA International, ISA and Psynapses co-brained
Copyright MESA International 2007**

Содержание

Часть 1. Производственные информационные системы	7
1.1 Обзор	7
1.2 Функциональные основы ISA-88/95	8
1.2.1 Расширенная физическая модель ISA-88	8
1.2.2 Процедурная модель ISA-88	9
1.2.3 Модель деятельности ISA-95	10
1.2.4 Модель разработки продукции ISA-88/ISA-95	11
1.2.5 Взаимосвязь моделей ISA-88/ISA-95 и жизненного цикла продукции	11
1.3 Производственные информационные системы: различные точки зрения	12
1.3.1 Взгляд с точки зрения принятия решений	13
1.3.2 Взгляд с точки зрения времени выполнения	14
1.3.3 Взгляд с точки зрения возможностей системы	14
1.3.4 Взгляд с точки зрения производственных операций	15
1.4 Виды процессов и задач	16
Часть 2. Дорога к «умному» управлению производством	18
2.1 Жизненный цикл информационной системы	18
2.2 Функциональное и техническое ядро системы	21
Часть 3. Разработка функционального ядра системы	22
3.1 Обзор	22
3.1.1 Категории производственных операций	24
3.1.2 Материалы	25
3.1.3 Оборудование	25
3.1.4 Персонал	26
3.1.5 Сегменты	26
3.2 Функциональное описание	26
3.2.1 Определение процессов и задач (Process Definition)	27
3.2.2 Определение характеристик задач	28
3.2.3 Консолидация задач	28
3.2.4 Описание задач	29
3.2.5 Сегменты	30
3.3 Управление оборудованием	30
3.4 Управление производственными операциями	30
3.5 Менеджмент производственных операций	31
3.6 Разработка технического ядра системы	32
Часть 4. Заключение	34

Часть 1. Производственные информационные системы

1.1 Обзор

При управлении производственным предприятием приходится решать самые разные задачи: от поставки материалов до отгрузки готовой продукции, от производства до обслуживания оборудования, от обработки заказов до диспетчеризации производства и т.д. Несмотря на то, что за решение всех этих задач могут отвечать различные подразделения, все действия должны выполняться совместно для достижения стоящих перед фирмой задач. Роль информационных потоков в производственной компании кратко поясняется на рис. 1.1. Если взглянуть на три основных потока (материальный, финансовый, информационный), пересекающих производственную систему, можно ясно представить всю важность информации для производства:

- материальный поток ограничивает финансовый поток (оплата не производится до отгрузки);
- информационный поток ограничивает материальный поток (отгрузка не производится до поступления соответствующих документов);
- информационный поток ограничивает финансовый поток (оплата не производится до поступления счёта).

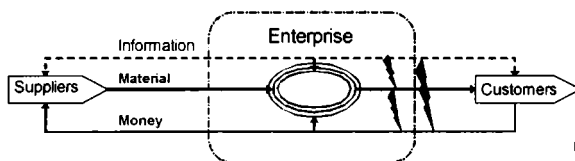


Рис. 1.1. Основные потоки производственного предприятия

Следовательно, производственные информационные системы дают возможность повысить финансовую эффективность предприятия. С другой стороны, плохо спроектированная и настроенная информационная система в значительной степени снижает способность предприятия сохранять и увеличивать прибыль.

Поэтому идеальная современная информационная система должна обеспечивать гибкую и прозрачную инфраструктуру, должна непрерывно адаптироваться к имеющимся ресурсам, производственным задачам, условиям ведения бизнеса и процессам

принятия решений. Она не должна более быть препятствием к разработке и реализации выдающихся выигрышных стратегий.

Для того, чтобы подобные системы стали реальными, необходимо достичь высокого уровня зрелости процессов разработки и поддержки информационных систем, позволяющего:

- добавлять, удалять и модифицировать функции системы в реальном времени;
- учитывать имеющиеся ограничения и отражать их при спецификации пользовательских требований;
- внедрять и поддерживать производственные процессы и бизнес-процессы непрерывного улучшения;
- полностью использовать возможности информационных технологий.

Стандарты ANSI/ISA-88 и ISA-95 содержат описание общепризнанных успешных подходов к созданию производственных информационных систем. Стандарт ISA-88 посвящён описанию функциональных и информационных аспектов технологических процессов, связанных с химическими и физическими преобразованиями материалов. В стандарте ISA-95 приводится описание функциональных и информационных аспектов процессов управления производственными операциями.

Настоящее руководство представляет целостный подход к организации жизненного цикла производственной информационной системы, однако ограничивается, в основном, описанием функциональных требований. Кроме того, за пределами руководства оставлено описание моделей данных ISA-88 и ISA-95, а также технические вопросы, связанные с реализацией системы.

1.2 Функциональные основы ISA-88/95

При написании настоящего руководства предполагалось, что читатель в достаточной мере знаком с обоими стандартами. В данном разделе представлены некоторые модели ISA-88 и ISA-95, важные в контексте изложения. Детального описания моделей не приводится, дано лишь краткое описание, необходимое для дальнейшей работы.

1.2.1 Расширенная физическая модель ISA-88

Данная иерархическая модель включает как оборудование, так и организацию предприятия. Начиная с производственного оборудования и модулей управления, она охватывает всё более и более абстрактные уровни вплоть до предприятия в целом. Оригинальная модель ISA-88 была расширена ISA-95 и теперь включает специальную терминологию для двух уровней: «Work center» (центр работ) и «Work unit» (модуль работ). Новая терминология позволяет применять модель для непрерывных и дискретных производств, а не только для периодических.

Пользователь волен применять любой из представленных терминов. Открытая и расширяемая архитектура ISA-88 даёт возможность добавления новых уровней и специфических терминов.

В то время как понятия центра работ и модуля работ присутствуют практически во всех отраслях промышленности, остальные уровни модели могут иметь более специфичное значение. Два самых нижних уровня представляют интерес только для непосредственного управления оборудованием. Они используются при применении концепций ISA-88 для автоматизации.

Важнейшая особенность ISA-88 состоит в концентрации на применяемом при производстве оборудовании, что необычно для большинства подходов к автоматизации бизнеса. Этот принцип лежит в основе гибкости стандарта, он обобщается для всех аспектов управления производством. В соответствии с ним, никакой производственный процесс нельзя обсуждать до тех пор, пока не будет определено оборудование, необходимое для его выполнения.

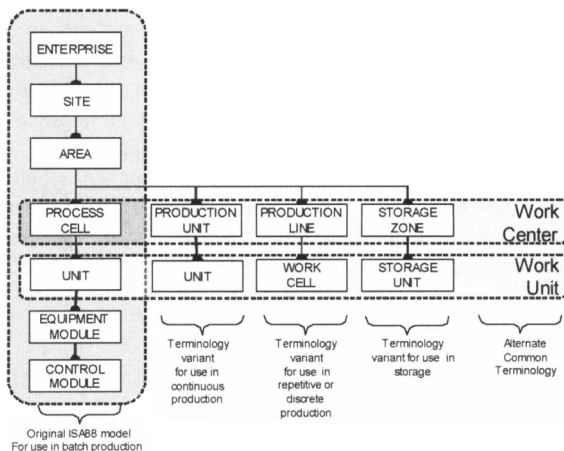


Рис. 1.2. Физическая модель ISA-88/95

1.2.2 Процедурная модель ISA-88

Данная модель разработана для того, чтобы структурировать функциональное описание как управления оборудованием, так и управления производственными операциями. Модель применяется к трём физическим уровням (см. рис. 1.3). Первоначальные термины «Process Cell» (производственная ячейка) и «Unit» (модуль) заменены на термины ISA-95 (центр работ и модуль работ соответственно).

Информационные потоки и действия, описанные в процедурной модели, относятся к области управления производственными операциями, а также к области управления оборудованием (элементы «Unit procedure» (процедура модуля), «Operation» (операция), «Phase» (фаза)). Информационные потоки, показанные в физической модели, относятся к управлению оборудованием.

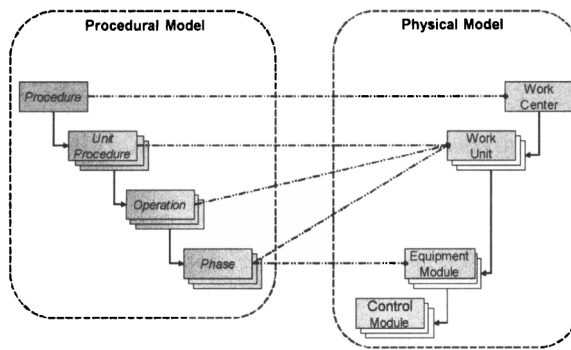


Рис. 1.3. Процедурная модель ISA-88

1.2.3 Модель деятельности ISA-95

Данная модель определяется в третьей части стандарта ISA-95 и описывает функции управления производственными операциями, включающими все виды производственной деятельности (рис. 1.4). Модель применима не только для управления производством, но и для управления качеством, техническим обслуживанием, хранением материалов и любыми другими действиями, связанными с использованием ресурсов.

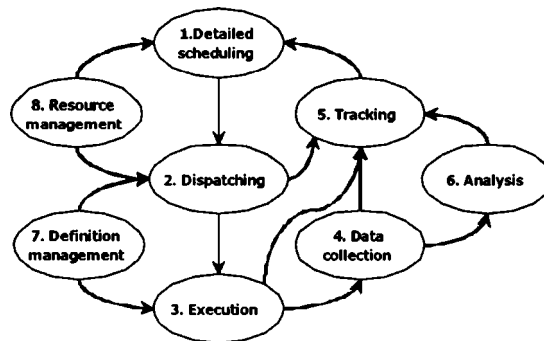


Рис. 1.4. Модель деятельности ISA-95

1.2.4 Модель разработки продукции ISA-88/ISA-95

Оба стандарта содержат описание процессов, связанных с разработкой продукции.

Предлагается на основе схемы, приведённой в стандарте, определять единый бизнес процесс, охватывающий все стадии начиная с НИОКР и заканчивая выбором оборудования для производства новой продукции. В то время как ISA-88 явно описывает процессы преобразования продукции в ходе производства, ISA-95 определяет общую структуру, позволяющую и учитывать остановки производства и ограничения материалов и ресурсов. На рис. 1.5 описана взаимосвязь жизненного цикла продукции и моделями, приведёнными в стандартах, а также их элементами. Библиотеки объектов (Object Libraries) содержат обобщённые шаблоны, предназначенные для совместного использования и служащие основой для управления знаниями, а также «строительные блоки» для сборки описания продукции из требований к производству (НИОКР) или спецификаций (Операции).

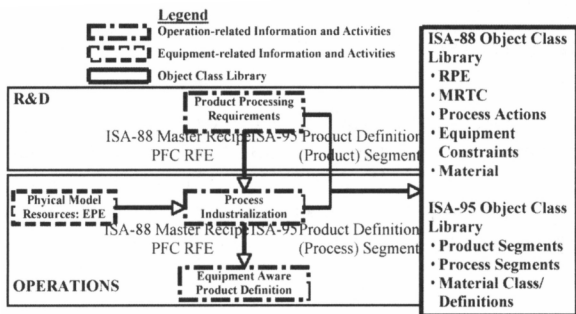


Рис. 1.5. Модель разработки продукции ISA-88/ISA-95

Данная модель применима к длительным процессам, включающим этапы от исследования рынка до процедур анализа результатов (лабораторные исследования), пилотной разработки и постепенного внедрения в производство.

Кроме того, поскольку всё чаще используются цепочки поставок, ориентированные на запросы потребителя, описанные процессы могут легко интегрироваться в общие процессы планирования производства, что даёт возможность для разработки систем, обеспечивающих поддержку производства на всём пути от получения запроса на выпуск новой продукции до выделения ресурсов на её выпуск.

1.2.5 Взаимосвязь моделей ISA-88/ISA-95 и жизненного цикла продукции

На основе обсуждения области применения обоих стандартов можно сделать следующие выводы:

- цикл разработки продукции описан в моделях определения продукции (Product Definition) и сегментов продукции (Product Segment) ISA-95, а также рецептами (Recipe) ISA-88;
- цикл проектирования использования ресурсов описан в моделях возможностей производства (Production Capability) и сегментов процесса (Process Segment) ISA-95, а также в процедурной модели ISA-88. Оба стандарта используют одинаковую физическую модель оборудования;
- производственный цикл описан в моделях планирования производства (Production Schedule) и производительности (Performance) ISA-95, при его описании могут также использоваться концепции периодического производства, описанные в ISA-88.

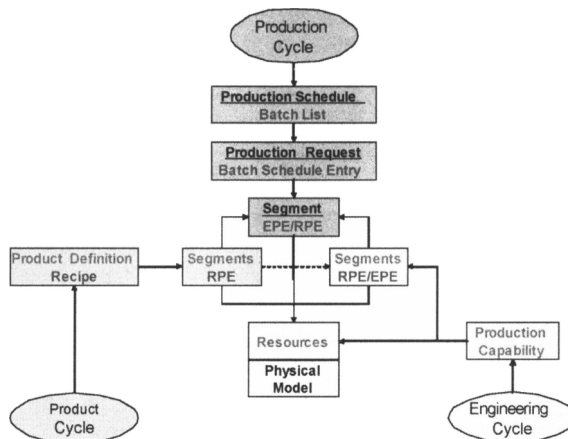


Рис. 1.6. Модели стандартов ISA-95/ISA-88 и жизненный цикл продукции

1.3 Производственные информационные системы: различные точки зрения

Производственные информационные системы кажутся очень сложными в силу того, что решают задачи в нескольких областях производственной деятельности одновременно, причём процессы в этих областях могут быть слабо связаны между собой, синхронизироваться в реальном времени или вообще функционировать совместно. Ниже представлено несколько возможных точек зрения на производственные информационные системы.

1.3.1 Взгляд с точки зрения принятия решений

Управление производственными операциями и управление бизнесом

Стандарт ISA-95 начинается с определения границы между управлением производственными операциями и управлением бизнесом в целом. Такое разделение можно рассматривать как разделение ответственности при спецификации пользовательских требований. Процессы принятия решения разбиваются теперь на два класса:

- определение миссии предприятия, позволяющей обслуживать потребителей;
- управление использованием ресурсов предприятия с целью поиска наилучшего пути выполнения миссии.

Так, планирование производства производится для различных временных горизонтов и часто довольно естественно разделяется между двумя этими областями. Кроме того, современные методы планирования становятся всё более глобальными и рассчитаны на взаимодействующие и переплетающиеся процессы принятия решений от работы с клиентами до собственно производства и поставки. Наконец, в подходе Lean/TOC предлагается вовсе отказаться от иерархического планирования в результате использования рабочих книг (workbook) с заказами клиентов для каждой производственной линии.

Разделение между управлением производственными операциями и бизнесом полезно также и при разработке структур данных для взаимодействия между соответствующими информационными системами. Такие системы не обязательно ограничиваются только одной областью принятия решений. Например, локальные показатели (KPI) эффективности использования оборудования могут рассчитываться и использоваться в ERP. Следовательно, при спецификации пользовательских требований упомянутое разделение может казаться не таким уж и важным. Более важным может быть разделение с точки зрения роли пользователя в процессах принятия решений.

Физическая иерархия и иерархия принятия решений

Физическая иерархия предприятия и иерархия принятия решений во многом совпадают на всех уровнях – начиная с уровня управления предприятием и заканчивая производственным уровнем.

Физическая модель предприятия предоставляет основу для производственных информационных систем. В ISA-88 предлагается подход, особое внимание в котором уделяется оборудованию. При этом информационная система рассматривается как часть производственного оборудования, призванная обеспечить наиболее гибкое его использование. То же самое верно и для производственной информационной системы всего предприятия: каждая часть производства содержит соответствующую часть информационной системы (по крайней мере, функционально).

Стандарт ISA-85, напротив, практически безразличен к физической модели. ISA-88 строится вокруг физической модели, по крайней мере на нижних уровнях, в силу её важности для непосредственно производственной деятельности. Однако для ISA-95, ориентированного на более высокие уровни управления предприятием, физическая модель более не играет ведущей роли.

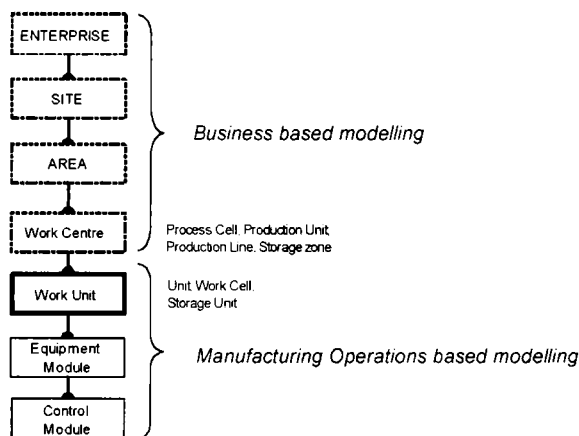


Рис. 1.7. ISA-88/95. Физическая иерархия и иерархия принятия решений

1.3.2 Взгляд с точки зрения времени выполнения

Функции производственных информационных систем можно разделить по времени относительно выполнения работы:

- перед выполнением операции – действия выполняются до начала операции;
- во время выполнения операции – действия выполняются одновременно с ходом производственной операции (взаимодействие в реальном времени); после выполнения операции – действия выполняются либо после завершения операции, либо во время выполнения операции, но не в реальном времени (асинхронно);
- независимо от выполнения операции – выполнение действий не привязано к операции. Как правило, такие действия служат для получения информации, необходимой для производства (статус и использование ресурсов).

1.3.3 Взгляд с точки зрения возможностей системы

Возможности системы определяют уровень поддержки производства, который она способна предоставить. Приведём несколько примеров:

- обзор производства – сбор данных, мониторинг производительности, формирование отчётов;
- управление производством – ПИД-регулирование, автоматический запуск, автоматизация управления потоками заявок и отчётов о производстве, применение спецификаций работ, управление качеством;

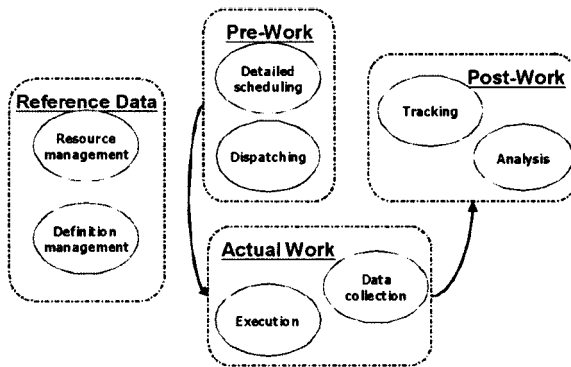


Рис. 1.8. Временное представление модели деятельности ISA-95

- оптимизация производства – улучшение процесса в реальном времени или на основании статистических данных, оптимизация использования ресурсов, улучшение стратегических критериев оптимальности процесса (при использовании подходов наподобие «Шесть сигма»).

Специалисты предприятия имеют возможность спланировать наращивание функциональности системы в нужном порядке.

1.3.4 Взгляд с точки зрения производственных операций

Классическая иерархия управления, начинающаяся с общекорпоративных целей и заканчивающаяся производственными операциями включает три уровня:

- стратегический: куда мы хотим двигаться и что хотим получить?
- тактический: что мы должны сделать для реализации выбранной стратегии?
- операционный: как мы должны работать с материальными и финансовыми потоками для того, чтобы успешно выполнить миссию?

Производственные информационные системы изначально ориентированы на операции, однако могут служить источниками сведений для тактического или даже стратегического уровня. Необходимо, чтобы информационные системы поддерживали три типа процессов:

- управление оборудованием;
- управление производством;
- управление менеджментом производства.

Процессы управления оборудованием связаны с управлением работой отдельных единиц оборудования без учёта его роли в производственной системе (нагрев, токарная обработка, наполнение, перемещение и т.д.). Стандарт ISA-88 делит процессы

управления на основные (блокировки, регулирование), процедурные (совместная работа исполнительных устройств для реализации новых сервисов) и координирующие (взаимодействие с оператором, взаимодействие между составными частями оборудования). ISA-95 вводит понятие сегмента процесса добавляя к концепциям ISA-88 управление ресурсами.

Цель процессов управления производством состоит в обеспечении работы производственного подразделения для выполнения миссии предприятия (то есть для выпуска продукции или предоставления услуги). В стандарте ISA-88 вводится понятие рецепта, определяющего параметры операций, выполняющихся при выпуске продукции или оказании услуги. В стандарте ISA-95 описываются процессы определения продукции и планирования производства. В результате к концепциям ISA-88 снова добавляется управление ресурсами.

Процессы управления менеджментом служат для подготовки к запуску продукции к производству, запуска производства, мониторинга хода производства и формирования отчётов о нём, управления ресурсами и спецификациями продукта или сервиса. Таким процессам полностью посвящена часть 3 стандарта ISA-95.

1.4 Виды процессов и задач

Под процессом понимается любая деятельность, в результате которой создаётся добавочная стоимость или потребляются ресурсы. Каждый процесс определяется сценарии и ситуации, влияющие на достижение системой поставленных целей. Процесс состоит из процессов более низкого уровня. В том случае, если процесс уже нельзя более делить на части, он называется задачей. Оба термина могут использоваться для одного и того же процесса, всё зависит только от условий прекращения процесса декомпозиции. Процессы и задачи могут иметь и множество других названий: в статьях о менеджменте они могут называться бизнес-процессами, при управлении периодическим производством в соответствии с ISA-88 могут использоваться такие термины как «процедура», «операция» или «фаза», а при управлении дискретным производством – «маршрутизация продукции».

Процессы могут значительно различаться в зависимости от вида. Производственные процессы реального времени (Real-time, RT) подразумевают прямое взаимодействие с операторами и средствами автоматизации. Для продолжения производства оператор должен реагировать на изменения в течение нескольких секунд. Остановка работы приложения или его недостаточная производительность немедленно сказываются на выполнении производственной операции.

Для транзакционных (Transactional, TS) процессов характерны большие объёмы обрабатываемых данных. Скорость обработки может быть важна, однако основные требования предъявляются к точности, целостности и надёжности данных. Ошибки в обработке информации могут иметь серьёзные последствия для бизнеса.

Процессы сбора и архивирования данных (Data Storing and Archiving, SA) служат для сбора, обобщения и проверки данных для дальнейшего использования. Такие процессы служат первым звеном передачи информации на верхние уровни управления.

В ходе аналитических процессов (Analytical, AN) данные анализируются для получения знаний. Результаты выполнения аналитических процессов могут применяться в качестве сигналов обратной связи для процессов верхнего уровня, в частности, процессов управления качеством.

Процессы моделирования и симуляции (modeling and simulation, MS), как правило, используют заранее определённые модели. В качестве примеров можно привести имитационное моделирование на стадии проектирования или планирование на стадии производства.

Процессы взаимодействия (Collaborative, CL) обеспечивают возможность совместной работы нескольких сотрудников для обработки информации или решения проблемы. Действия, связанные с такими процессами, обычно занимают достаточно большие промежутки времени и не имеют чётко определённой структуры.

Процессы управления потоками работ (Work flow) представляют собой последовательность действий, которые должны быть выполнены в заранее определённом порядке с участием различных сотрудников или единиц оборудования. От процессов взаимодействия такие процессы отличаются наличием чётко определённой структуры.

Часть 2. Дорога к «умному» управлению производством

Задача информационных систем состоит в поддержке производственных операций посредством:

- своевременного предоставления корректной информации для принятия решений на разных уровнях иерархии управления;
- автоматизации и защиты совместной работы производственных процессов и бизнес-процессов;
- обеспечения реализации корпоративных стратегий без каких-либо ограничений.

Всё это нужно учитывать при определении требований к информационной системе, однако при поиске путей реализации соответствующих функций приходится дополнительно исследовать производственную среду, в которой будет использоваться система.

Цель данного раздела состоит в разработке всеобъемлющего описания системы начиная с определения стратегических целей внедрения и заканчивая реализацией программных модулей и приложений.

2.1 Жизненный цикл информационной системы

Предлагаемый подход основывается на нескольких предположениях:

- информационные технологии развиваются очень быстро. Мы всё ещё живём в доисторический период информационной эры – современные информационные технологии совсем не те, что будут уже завтра;
- системы, ориентированные на приложения, уступают место системам, ориентированным на процессы. Монолитные коробочные приложения постепенно заменяются наборами взаимодействующих сервисов от разных производителей;
- в производстве прибыль получают с помощью станков, а вовсе не с помощью информационных технологий, однако информационные технологии поддерживают процессы создания прибыли;
- современные концепции гибкой организации производства требуют применения гибких и настраиваемых производственных систем.

Проекты внедрения производственных информационных систем сталкиваются с самыми разными трудностями. Нередки провальные проекты, успешное внедрение зачастую является результатом «подвига» разработчиков. Основная причина такого

положения дел состоит в огромной дистанции между стратегическими целями внедрения и техническими особенностями реализации системы. Кроме того, цели внедрения не всегда ясно сопоставлены средствам внедрения, в результате чего остаётся неясным границы ответственности различных подсистем, теряется общий взгляд на систему в целом, установленные компоненты всё меньше соответствуют требованиям пользователей, всё сильнее проявляется неконтролируемая природа ИТ-проектов...

Модель жизненного цикла, представленная на рис. 2.1, предназначена для того, чтобы привязать разработку информационной системы к гибкому и в то же время управляемому процессу.

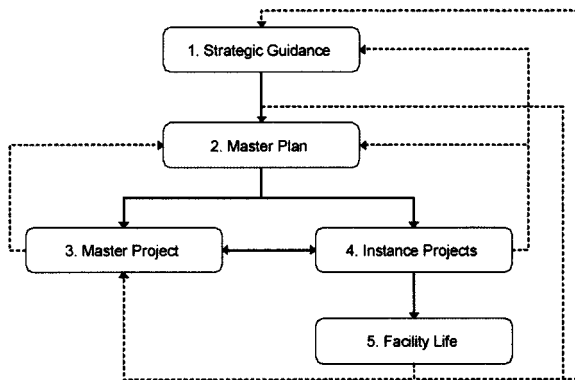


Рис. 2.1. Жизненный цикл производственной информационной системы

1. Определение стратегических задач (Strategic Guidance)

На первом этапе жизненного цикла необходимо определить, чего ожидает от внедрения информационной системы высшее руководство предприятия. В результате становится ясным статус и уровень зрелости информационной системы (в отношении предоставляемых сервисов и необходимых ограничений), а также выясняется необходимость внесения изменений в работу предприятия и ожидаемый экономический эффект.

2. Разработка генерального плана (Master Plan)

На основе результатов предыдущего этапа разрабатывается план изменения работы предприятия, а также контролируется выполнение главного проекта системы и проектов по реализации отдельных функций. Тем самым обеспечивается применение набора актуальных, взаимосвязанных, измеряемых и управляемых проектов, не противоречащих генеральному проекту системы.

3. Разработка генерального проекта (Master Project)

Высшая степень зрелости управления процессами требует от компании находиться в непрерывном поиске наилучших решений. Разработка генерального проекта –

непрерывная деятельность, охватывающая полный жизненный цикл производственных мощностей предприятия. Наличие генерального проекта гарантирует целостность и эволюцию системы, позволяет управлять рисками. Генеральный проект содержит:

- модель ресурсов;
- описание «функционального ядра» системы в виде набора пользовательских требований;
- описание «технического ядра» системы – общих технических решений для использования при реализации системы;
- руководство по разработке и развёртыванию всех компонентов системы.

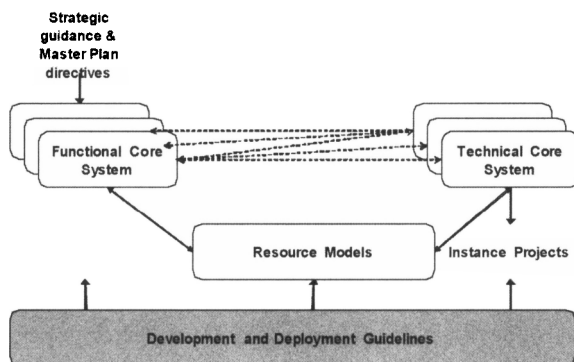


Рис. 2.2. Состав генерального проекта системы

4. Разработка проектов реализации (Instance Projects)

Проекты реализации предназначены для описания реализации решений, принятых при создании генерального проекта. Взаимосвязь между генеральным проектом и проектами реализации показана на рис. 2.3. Проекты, связанные с управлением операциями, предназначены для выпуска новой продукции или улучшения производственных процессов. Проекты по управлению оборудованием предназначены для установки новых машин или добавления автоматизированных функций. Проекты управления производственным менеджментом предназначены для разработки новых KPI или электронных приложений для «бережливого» производства.

5. Эксплуатация системы на производстве (Facility Life)

Первые четыре этапа жизненного цикла можно объединить в единый процесс принятия решений. Последний же этап – этап эксплуатации системы – вполне можно представлять себе как начальную точку нового процесса. При определении стратегических задач системы необходимо принимать во внимание всё, что происходит на производстве и как на производство влияют рынок, потребители, поставщики, а также экономическое и социальное окружение.

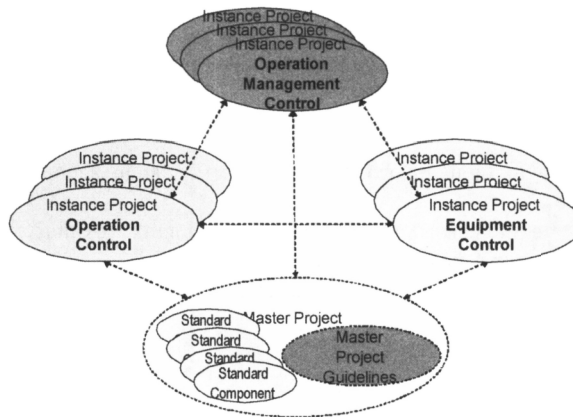


Рис. 2.3. Взаимосвязь между генеральным проектом и проектами реализации

На каждом этапе жизненного цикла активны сигналы обратной связи, обеспечивающие нужный динамизм системы, соответствие её текущим задачам заинтересованных лиц на всех уровнях управления предприятием. Принятие решений на верхних уровнях иерархии должно быть связано с процессами реализации системы – необходимо знать, что делать с запросами пользователей, неучтёнными при определении требований и всплывшими при реализации. Трудности, возникающие на этапе внедрения, должны быть рассмотрены более широко, и, может быть, разрешены за счёт изменения работы всего предприятия в целом.

2.2 Функциональное и техническое ядро системы

В основе представленной методологии лежит окончательное разделение между функциональными требованиями пользователя и техническими решениями, реализующими эти требования. И то, и другое должно оцениваться и обсуждаться независимо друг от друга: функциональные требования пользователя – для разработки корпоративных стратегий, а технические решения – для наилучшего использования имеющихся технологий. Два измерения проекта проявляются только в генеральном проекте и проектах реализации. В генеральном проекте определяются и пользовательские требования, и технические решения, и связи между ними. В проектах реализации описывается реализация требований пользователя с использованием имеющихся технических средств, при этом учитывается всё содержание генерального проекта.

Часть 3. Разработка функционального ядра системы

3.1 Обзор

Из-за того, что концепции ISA-88 и ISA-95 сильно завязаны на ресурсы, функциональное ядро системы довольно сложно описать в отрыве от конкретного производства. В реальности, ядро системы строится на основе «пилотных» проектов, результаты реализации которых используются в качестве сигналов обратной связи для генерального проекта, выступающего в роли своеобразной системы управления.

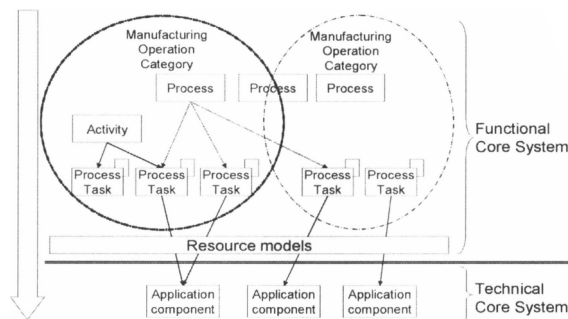


Рис. 3.1. Функциональное ядро системы

Процесс разработки функционального ядра системы соответствует иерархии управления производственными операциями.

Этап №1. Моделирование ресурсов

Создание модели ресурсов – первый шаг разработки. В результате моделирования получается основа для функционального описания системы.

Этап №2. Управление оборудованием

Управление оборудованием – начальный уровень управления в производственной информационной системе. Ни один продукт не может быть выпущен, ни один процесс управления не имеет смысла без работающих производственных мощностей.

Этап №3. Управление производственными операциями

Цель управления производственными операциями состоит в управлении рабочими процедурами, необходимыми для выпуска продукции или предоставления сервиса. Это следующий уровень управления производственными мощностями, на данном

правильно управляемое оборудование используется для достижения поставленных производственных задач.

Этап №4. Менеджмент производственных операций

Процессы менеджмента производственных операций связаны с системами бизнес-планирования. Они направляют процессы управления производственными операциями, подготавливают, анализируют, отслеживают ход работ и формируют отчёты о его выполнении. Кроме того, процессы менеджмента ответственны за управление ресурсами и определениями работ.

Функциональное ядро системы служит основой для разработки компонентов (или выбора существующих) с использованием имеющихся технических возможностей и готовых решений.

Процесс создания функционального ядра системы обобщён на рис. 3.2.

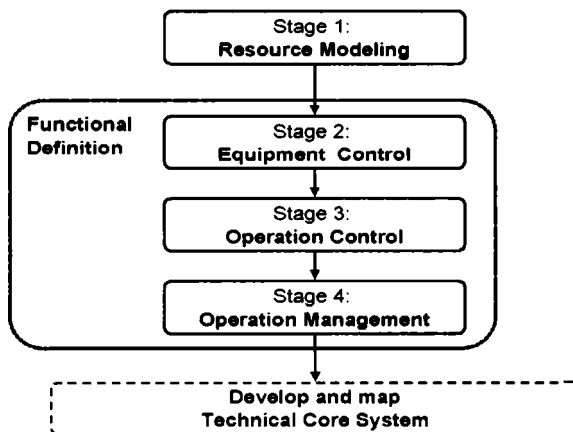


Рис. 3.2. Процесс создания функционального ядра системы

3.1 Моделирование ресурсов

Модели ресурсов описывают производственные мощности предприятия. Модели ресурсов затрагивают все аспекты разработки и функционирования производственных информационных систем от стратегии до управления операциями, от разработки генерального проекта до реализации конкретных компонентов. Модели ресурсов используются для структурирования функционального и технического ядра системы.

Моделирование ресурсов должно выполняться постоянно, ведь в результате в производственной информационной системе всегда должны находиться сведения о текущем состоянии производственных мощностей. А поскольку гибкая информационная система всегда тесно связана с производственными мощностями, такие сведения являются критическими.

Так как в процессе моделирования приходится иметь дело с физическими ресурсами предприятия, необходимо выделить два аспекта моделирования:

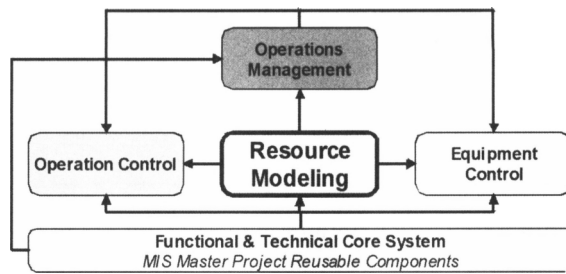


Рис. 3.3. Модель оборудования находится в самом сердце производственной информационной системы

- статические модели описывают ресурсы в соответствии с их определением при проектировании или управлении. Модели составляются в обобщённых терминах и, как правило, не привязаны к конкретным единицам оборудования, имеющимся на производстве;
- динамические модели, напротив, связаны с ежедневными операциями.

Например, классы материалов являются частью статической модели, а лоты материалов – частью динамической. Описание материалов может относиться как к статическим, так и к динамическим моделям в зависимости от того, насколько сильно может меняться список материалов и от того, имеется ли возможность и необходимость добавления специфической информации к описанию материала.

Классы оборудования и классы персонала следует отнести к статическим моделям, в то время как конкретные сотрудники предприятия должны описываться в рамках динамических моделей. Единицы оборудования или производственные мощности могут быть отнесены как к «статике» (фабрика, центр работ), так и к динамике (конкретный станок в наборе идентичных станков).

Ядро системы обычно не работает с «динамической» частью модели ресурсов, однако при его разработке всё равно необходимо указать среднее количество экземпляров классов, описанных в модели (сотрудников, лотов материалов, единиц оборудования и т.д.).

Моделирование включает несколько шагов, приведенных на рис. 3.3.

3.1.1 Категории производственных операций

В части 3 стандарта ISA-95 приводятся следующие категории производственных операций (Manufacturing Operation Categories, MOCs): производство, проверка качества, обслуживание, управление складом. Можно определить и другие категории: входная и выходная логистика, внутренние перемещения, подготовка инструмента, очистка. Иногда вместо одной категории, указанной в стандарте, можно определить

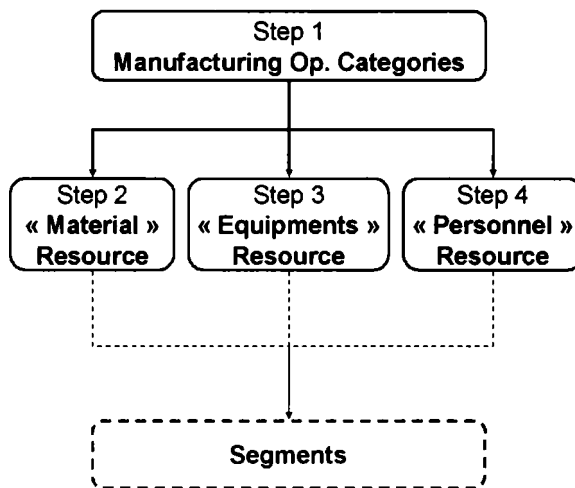


Рис. 3.4. Процесс моделирования ресурсов

несколько новых. Например, производство изделий и упаковку можно рассматривать как отдельные категории, а не как части категории «производство».

Ключевые слова при определении категории производственных операций: «ответственность за выполнение» и «типизация». Цель состоит в определении каждой категории с точки зрения разделения ответственности для облегчения выполнения задач по сбору информации.

Заметим, что при выделении категорий производственных операций становится более понятным взаимодействие различных категорий, и, как следствие, требования к интеграции.

3.1.2 Материалы

Обычно в ядре системы описаны только классы материалов. Классификация материалов делает возможным спецификацию входов и выходов производственных сегментов, фильтрацию информации и связь со специфичными для данного материала функциями или процессами. Классификация является многомерной и должна выполняться согласованно с бизнес-моделированием. При классификации могут быть заданы и свойства материалов.

3.1.3 Оборудование

Оборудование определяется в соответствии с моделью ISA-88/95 (поэтому если подобное описание уже составлено на предприятии, данный шаг можно пропустить).

Виды оборудования идентифицируются и классифицируются на всех уровнях иерархии управления. Точность моделирования зависит от особенностей производственных операций и уровня управления.

В том случае, если рассматривается управление производственными операциями или менеджмент производственных операций, можно ограничиться модулями работ (оборудованием или частям оборудования, которые учитываются при планировании производства). Для целей управления оборудованием необходима более высокая точность, вплоть до уровня модулей управления или уровня измерительных устройств. Для декомпозиции модулей управления может использоваться подход на основе анализа информационных потоков.

Можно также определить классы оборудования.

Идентификация и классификация оборудования составляет основу для функциональной декомпозиции, выделения сегментов работ, определения прав доступа пользователей.

3.1.4 Персонал

Классификация персонала даёт возможность спецификации прав доступа, необходимой квалификации и т.д. Классификация персонала является многомерной и должна выполняться согласованно с бизнес-моделированием. При классификации могут быть заданы свойства персонала.

3.1.5 Сегменты

Сегменты (сегменты процесса в ISA-95 обобщаются на все категории производственных операций) определяют реальные производственные возможности и связаны с соответствующими ресурсами.

Сегменты определяются на разных уровнях иерархии начиная с самого верхнего (целое предприятие, производящее семейство продуктов) и заканчивая описанием элементарных возможностей (фазы ISA-88).

Такая концепция полностью соответствует процедурной модели ISA, в которой основное внимание уделяется управлению оборудованием и производственными операциями. Исключение состоит в том, что ISA-88 рассматривает шаги производственных процедур как функциональные сущности, в то время как ISA-95 рассматривает сегменты как ресурсы (см. рис. 1.6).

Термин «сегмент» будет употребляться и далее, а также обобщаться для описания производственных возможностей. Сегменты будут рассматриваться нами как функциональные сущности (подход ISA-88), а не как ресурсы (подход ISA-95) и будут обсуждаться в соответствующих разделах функционального описания.

3.2 Функциональное описание

Функциональное описание затрагивает три области функционирования производственных информационных систем (управление оборудованием, управление произ-

водственными операциями, менеджмент производственных операций). Такое разделение сделано для удобства моделирования, соответствующие процессы на реальном предприятии могут взаимодействовать между собой. Например:

- процесс планирования запускает выпуск продукции с использованием производственной операции (выпуск продукта), которая, в свою очередь, запускает выполнение процесса управления оборудованием (выполнение работы с использованием конкретных ресурсов);
- производственный процесс нуждается в результатах анализа для продолжения выполнения.

Такой подход подразумевает высокую степень концептуальной независимости, позволяющей любому процессу запускать выполнение любой задачи или процесса внутри своей области или вне её.

Как правило, функциональное описание одинаково для всех случаев.

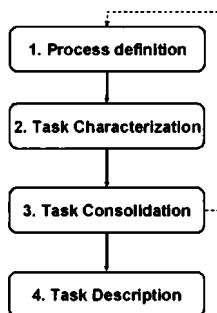


Рис. 3.5. Процесс разработки функционального описания

3.2.1 Определение процессов и задач (Process Definition)

Процессы соответствуют самому высокому уровню функциональных требований и обладают следующими свойствами:

- процессы могут быть ручными, частично или полностью автоматизированными;
- процессы образуют иерархию – процессы верхнего уровня активируют выполнение процессов более низкого уровня; элементарные процессы называются задачами (task);
- процессы «встроены» в оборудование. В ISA-88 совокупность оборудования и средств управления называется производственной сущностью (Equipment Entity). Любой процесс или задача, выполняющиеся в производственной сущности, могут работать и сущностями более низкого уровня.

Определение процесса содержит описание задач, запускаемых в ходе его выполнения.

На следующих шагах полученный список задач будет уточнён, отдельные задачи могут быть консолидированы и классифицированы. При консолидации пытаются объединить схожие задачи в менее многочисленные, но более общие классы задач. После оптимизации списка задач определение процесса приобретает большую модульность.

Создание определения процессов и задач – процесс итеративный. После того, как он выполнен в первый раз, организация получает набор функциональных компонент с возможностью повторного использования. В следующих проектах такие компоненты будут использоваться настолько часто, насколько это возможно. В конце концов набор компонентов может быть расширен и уточнён для формирования корпоративного функционального ядра.

3.2.2 Определение характеристик задач

Характеристика задачи определяет её атрибуты, а также предоставляемые сервисы. Типичные примеры атрибутов:

- физический уровень, определяющий положение задачи в физической иерархии производства/иерархии принятия решений. В случае процессов менеджмента производственных операций, применимость задачи в той или иной области ограничивается сегментами;
- категории производственных операций также ограничивают применимость задачи;
- технические ограничения описывают окружение задачи и условия её выполнения;
- зависимости сообщают, что выполнение задачи зависит от выполнения других задач или процессов. Они используются, как правило, при описании задач, не добавляющих стоимость.
- стиль определяет тип функциональности, предоставляемой задачей;
- роли определяют классы сотрудников, имеющих доступ к задаче. Роли также показывают, относится ли задача к области бизнеса, либо к области управления производственными операциями;
- обоснование определяет технические и финансовые факторы, оправдывающие реализацию данной задачи, а также приоритет задачи;
- информация определяет данные, которые используются, генерируются, обрабатываются или демонстрируются пользователю. Определение данных выполняется в соответствии с частями 1 и 2 стандарта ISA-95.

3.2.3 Консолидация задач

Классификация в рамках объектно-ориентированного подхода в значительной степени упрощает и гармонизирует процессы, связанные с производством.

Список задач, получаемый при использовании категорий производственных операций, можно использовать только в качестве чернового варианта. Полученные задачи нужно упорядочить и проанализировать для того, чтобы получить краткий и целостный список задач, отражающий функциональное ядро информационной системы и пригодный к повторному использованию.

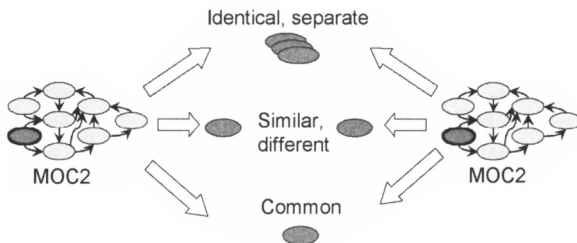


Рис. 3.6. Консолидация задач

Например, схожие задачи, относящиеся к нескольким категориям производственных операций, могут быть:

- гармонизированы (одинаковые задачи используются в различных операциях). В качестве примеров можно привести применение Microsoft Word или диспетчеризацию производства;
- окончательно отнесены к различным категориям производственных операций – в случае, если задачи действительно разные. Например, AutoCAD применяется при разработке и проектировании, а Microsoft PowerPoint – при представлении продукта. Другой пример – раздельное описание продукции для непосредственного управления производством и для подготовки производства (рецепты);
- разделены между категориями, при этом результаты выполнения одной задачи используются в различных операциях. Пример – адресная книга (в офисе) или управление ресурсами (на производстве).

3.2.4 Описание задач

После завершения идентификации функциональных объектов можно сосредоточиться на деталях, необходимых для окончательного описания требований пользователей к системе. В результате получается функциональное описание системы, включающее описание ожидаемого поведения системы в нормальных и нештатных ситуациях.

Далее в разделах 3.4-3.6 будут приведены особенности составления такого описания для различных типов управления.

3.2.5 Сегменты

Сегменты (сегменты процесса в ISA-95) определяют производственные возможности предприятия и имеющиеся ресурсы. Сегменты образуют иерархию и могут описывать характеристики как предприятия в целом, так и самой малой производственной единицы.

Концепция сегментов полностью соответствует процедурной модели ISA, ориентированной на управление производственными операциями и оборудованием. В этом случае сегменты называются процедурными элементами рецептов или оборудования и соотносятся с конкретными единицами оборудования.

Сегменты ISA-95 и процедурные элементы ISA-88 связываются очень просто – информация о ресурсах (ISA-95) добавляется к информации о функциях (ISA-88). Поэтому термин «сегмент» сохраняется и используется для описания возможностей производства.

3.3 Управление оборудованием

В соответствии с ISA-88, управление оборудованием должно определять возможности оборудования без привязки к конечному продукту или услуге. Процессы оборудования – процессно-ориентированные функции, предоставляемые оборудованием. В ISA-88 к таким процессам можно отнести процедурные элементы оборудования: процедуры оборудования, процедуры модуля оборудования, операции оборудования и фазы оборудования.

Задачи оборудования – функции, выполняемые процессом. К ним относятся процедуры, операции, фазы, а также функции модуля управления, идентифицированные при разработке модели ресурсов.

Процедурные элементы оборудования сами по себе описывают его возможности. Поэтому процедурные элементы можно рассматривать как сегменты, определённые производителем оборудования.

3.4 Управление производственными операциями

Согласно концепциям ISA-88 управление производственными операциями определяет, как будет производиться продукция или предоставляться сервис с использованием возможностей, предоставляемых процессами оборудования.

Процессы операций – функции, ориентированные на производство продукта или оказание услуги. В ISA-88 к таким процессам можно отнести процедурные элементы рецептов: процедуры, операции и фазы. Для графического описания процессов операций можно использовать язык PFC (process function charts, функциональные диаграммы процессов), также описанный в ISA-88.

К задачам операций относятся функции, выполняемые процессами операций. К ним можно отнести как процедуры, операции и фазы рецептов, так и процедурные элементы оборудования, связанные с процедурными элементами рецептов.

Процедурные элементы рецептов также определяют производственные возможности предприятия, однако их следует рассматривать уже как сегменты, определённые внутри предприятия и неизвестные производителю оборудования.

3.5 Менеджмент производственных операций

Менеджмент производственных операций обсуждается, в основном, в ISA-95. Задача менеджмента состоит в использовании ресурсов для выполнения заявок на производство продукции или предоставление сервиса наилучшим для компании способом. Процессы и задачи менеджмента производственных операций – различные функции, связанные с ресурсами и заказами.

В ISA-95 не даётся чёткого определения процессов менеджмента. Производственные действия («activities») рассматриваются скорее не как формальные процессы и задачи, а как действия, чьё содержание может меняться в достаточно широких пределах.

В качестве примеров процессов менеджмента производственных операций можно привести доставку сырья железнодорожным или авиатранспортом, внутренние перемещения сырья, обработку новых заказов, отмену заказов, формирование отчётов о потерях сырья и т.д. Процессы менеджмента можно разделить на группы для упрощения сбора требований:

- процессы управления связаны с организацией работы и управлением;
- процессы менеджмента ресурсов более ориентированы на ресурсы чем на работы;
- процессы менеджмента операций ориентированы на анализ и управление производительностью с использованием различных индикаторов производительности и отчётов. Такие процессы не привязаны к управлению заказами или ресурсами;
- процессы синхронизации хранилищ предназначены для обеспечения целостности между конфигурационными базами данных всех остальных процессов. Необходимость таких процессов обычно обусловлена политикой предприятия и особенностями цепочек поставки.

Указанные процессы могут быть:

- частично или полностью автоматизированы, также как и полностью выполняться вручную;
- специфичными для одной категории производственных операций, одинаковыми для различных категорий или разделяемыми среди различных категорий производственных операций. Например, управление качеством продукции может быть связано с категориями производства и проверки качества продукции;
- функционировать в отдельных зонах ответственности, либо пересекать эти зоны.

Для графического описания процессов менеджмента может использоваться нотация BPMN (Business Process Management Notation).

Процессы менеджмента связаны с сегментами, определёнными для управления оборудованием и управления ресурсами.

3.6 Разработка технического ядра системы

В результате выполнения процессов жизненного цикла функционального ядра системы получаются исходные данные для проектирования технического ядра системы, в ходе которого выбираются стандартные решения для поддержки функционирования конкретного производственного участка или процесса.

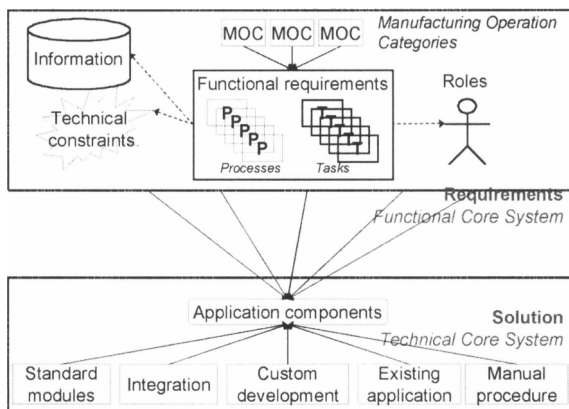


Рис. 3.7. Разработка технического ядра системы

Задача проектирования состоит в сопоставлении функциональных требований (консолидированных задач) и возможностей имеющихся технических решений, например:

- отдельные решения, которые могут использоваться для выполнения одной или нескольких задач;
- интегрированные решения, объединяющие отдельные решения для удовлетворения функциональных требований. Интеграция выполняется внутри системы без влияния на её целостность;
- специальные решения, предназначенные для преодоления трудностей интеграции;
- существующие приложения, годные для выполнения поставленных задач;
- ручные процедуры, которые могут использоваться вместо программных решений.

Все составляющие решения (отдельные программные компоненты) оцениваются с точки зрения возможности выполнения функциональных требований в условиях

технических ограничений при соблюдении требований целостности информации и организации взаимодействия с пользователем, а также в рамках выбранных категорий производственных операций. Такое оценивание позволяет уменьшить число возможных решений путём отбрасывания заведомо непригодных.

Часть 4. Заключение

В представленном руководстве содержится краткое описание ориентированного на стандарты ISA-88 и ISA-95 подхода к разработке производственных информационных систем.

Давно ожидаемые цепочки поставок, управляемые заказами, «вытягивающее» и бережливое производство становятся нормой. Как следствие, внедрение информационных систем не должно более приводить к необходимости структурирования предприятия, информационные системы должны поддерживать достижение стратегических, тактических и операционных целей, должны поддерживать принятие решений и выполнение действий.

Производственные информационные системы находятся на стыке управления ресурсами, управления операциями и менеджмента. При этом возможностей для реализации бесчисленное множество: производственные информационные системы не являются ни коробочным, ни полностью самодельным продуктом, они разрабатываются путём непрерывной адаптации стандартных решений к нуждам конкретного предприятия.

Проекты по внедрению производственных информационных систем положительно влияют на результаты работы предприятия только в том случае, если они поддерживают корпоративную стратегию, а не запутывают её. Для этого необходимо использовать такой подход, который обеспечил бы гибкость создаваемой информационной системы:

- итеративная модель жизненного цикла, организация проектирования «сверху вниз»;
- генеральный проект, служащий основой для проектов подсистем;
- разделение между функциональным и техническим ядром системы;
- разделяемая модель ресурсов;
- использование пилотных проектов;
- поддержка процессов непрерывного улучшения.

Стандарты ISA-88 и ISA-95 предлагают единую точку зрения, терминологию и модели для поддержки всех частей производственной системы.

Авторы: Jean Vielle, President (Psynapse)

Рецензенты:

Clifford Lichlowsky, (Prairie Malt Limited)

Charlie Gifford, Director of Lean Production Management (GE Fanuc Automation)

Reinoud Visser, Principal Consultant (Atos Origin Nederland BV)

Jim Strohlman, Editorial Consultant

Русский перевод: А.П.Козлецов, Российская рабочая группа MESA International, a.kozletsov@mesarusssia.ru

Теория, практика и результаты применения Интегрированного управления машиностроительным производством

Йосиф Леви

На примере системы управления предприятием
«ТЕХНОКЛАСС» описываются основные
принципы управления машиностроительным
предприятием

Copyright Йосиф Леви 2011



Содержание

Часть 1. Соображения по поводу автоматизации управления производством в машиностроении	37
1.1 Эффект оптимизации управления цехом на основе MES в машиностроении	38
1.2 Результаты интеграции с системой управления станками	40
1.3 Где искать эффект применения MES?	41
1.3.1 В рамках комплексной автоматизации	41
1.3.2 В рамках оперативного управления цехом	42
1.4 Что делать, когда хозяину ничего не нужно?	43
Часть 2. Особенности управления подготовкой производства	46
2.1 Специфика машиностроительных предприятий	47
2.2 Требования к автоматизированному рабочему месту технолога	50
2.3 Интеграция систем управления с CAD/CAM и САПР (CAPP)	52
2.4 Поддержка структуры изделия	53
Часть 3. Управление производством – календарное планирование	54
3.1 Планирование производства	54
3.2 Механизм планирования производства по стандарту MRP	55
3.3 Место APS-планирования в машиностроении	60
3.4 Периодичность планирования	61
Часть 4. Диспетчирование производства	62
4.1 План цеха и его актуализация	63
Часть 5. MES – Управление производством в цеху	66
5.1 Направление 2: Оперативное планирование	68
5.2 Направление 3: Диспетчеризации производства	72
5.3 Направление 4: Управление документами	73
5.4 Направление 5: Управление данными	74
5.5 Направление 6: Управление цеховым персоналом	75
5.6 Направление 7: Контроль качества продукции	75
5.7 Направление 8: Управление производственными процессами	75
5.8 Направление 9: Управление производственными фондами	75
5.9 Направление 10: Отслеживание истории продукта	76
5.10 Направление 11: Анализ загрузки ресурсов	77
Часть 6. Интересные примеры внедрения системы «ТЕХНОКЛАСС»	78
6.1 Завод «Пневматика СЕРТА» – город Кырджали	78
6.2 Завод «Будущность» – город Чирпан	78

Часть 1. Соображения по поводу автоматизации управления производством в машиностроении

«У нас есть только один способ отличаться от других, и он заключается в наших работниках. Все фирмы имеют доступ к одним и тем же источникам капитала. Инновации могут быть скопированы на следующее утро. Любые нужные технологии внедряются по мановению руки. Так что конкурентное преимущество могут создать только люди и сервис, которые они предоставляют». Карл Сьюэлл

Все знают, что успех проекта автоматизации управления производством определяется тремя компонентами – желанием руководителя предприятия добиться результата, компетентностью консультантов и наличием нужной функциональности.

Уровень или глубина внедрения системы управления производством определяется не количеством модулей или задач, которые предприятие использует, а уровнем охваченности бизнес процессов и обеспечения руководства предприятия инструментами управления.

Часто в своем желании получить профессиональное удовольствие, консультанты заставляют пользователей внедрять задачи, которые не приносят особую эффективность, но зато приближают проект к «идеалу» управления. Это не так плохо, только нужно определить идеал, к которому нужно стремиться – идеал консультантов, руководства или здравого смысла.

Помню, когда внедряли первый проект на предприятии производства обуви, я настаивал, чтобы каждый размер модели имел отдельный идентификационный номер. Объяснял насколько это правильно, и какие широкие возможности предоставляет для управления производством. Вообще не желал и слушать, насколько увеличится документооборот и труд эксплуатации системы. После совместного совещания с заводом, была разработана концепция управления производством при помощи «ростовки» и это оказалась уникальным ключом успеха в управлении производством такого типа. Увидев это решение, хозяин компании «Ральф Рингер» сразу решил, что хочет видеть систему, внедренной на его заводах.

В этом смысле нельзя заставлять всех подряд внедрять задачи в рамках MES. MES имеет свое место, но это не панацея, которая всегда и везде помогает. Часто бывает, что производство хорошо управляется без полномасштабной MES, а с использованием только некоторых ее элементов.

На это обратил мое внимание человек, которой был одним из самых успешных руководителей проекта внедрения системы управления на машиностроительном предприятии. На основе достигнутых результатов проекта, владелец назначил его директором предприятия. Он удачно внедрил ERP, в том числе – систему управления ресурсами производства (MRP). Добился хороших результатов, меняя способ управления предприятием. Я предложил ему продолжить проект внедрением MES, а он высказал следующие идеи.

1.1 Эффект оптимизации управления цехом на основе MES в машиностроении

Если обсуждаем нормальное конвенциональное машиностроительное предприятие с налаженными процессами, и хотим увеличить его эффективность, внедряя интегрированную систему управления производством, то необходимо подчеркнуть, что в машиностроении бизнес-процесс управления производством делится на три части:

- подготовка производства;
- управление материальным потоком (MRP);
- оперативное управление (MES).

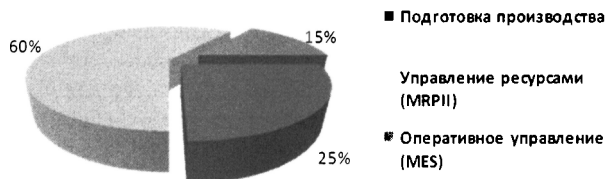


Рис. 1.1. Возможность влиять на эффективность бизнес-процесса «Управление производством»

По мнению моего коллеги, соотношение степеней влияния каждой отдельной части на общую эффективность процесса, улучшая управление производством, составляет 25:60:15.

Если на заводе 10 цехов, то улучшение управления каждым из них может влиять на общую эффективность производства в рамках 1,5%. Если эффективность в одном цехе увеличится на 10%, что очень оптимистично, то общая эффективность улучшится на 0,15%. А сколько ресурсов и усилий нужно вложить, чтобы достичь этот результат?!!!

Он продолжил: А что можно ожидать, если пойдем по пути оптимизации загрузки универсального оборудования в цехе? Пока не будем обсуждать, как это влияет на корпоративную политику управления производством, поскольку не всё, что полезно цеху, отвечает интересам завода.

Определение норм времени операций, которые близки к реальности, можно ожидать в серийном и крупносерийном производстве, где проводится хронометраж работ. Но в этих производствах обычно потоки оптимизированы еще на этапе проектирования цехов.

Для мелкосерийного и индивидуального производства можно ожидать ошибки в оценках норм времени в рамках до +/- 15%. И это оптимистичная оценка, применяемая в случаях, когда эти нормы времени не используются в целях управления заработной платой.

Хорошая загрузка универсального оборудования в таком производстве достигает до 75%. Принимаем, что стремимся увеличить эту нагрузку на 10%. Учитывая ошибку нормирования, получаем ошибку в оптимизированной загрузке почти 13% ($75\% \times 110\% \times 15\% = 12,4\%$).

Получается, что результат, к которому стремимся, меньше ошибки в данных, которыми оперируем, что определяет успех как сомнительным. В результате, сказки об оптимизации загрузки универсального оборудования производят только хорошее маркетинговое впечатление.

При этом, для такой оптимизации загрузки оборудования, где оцениваются минуты, нужно обеспечить обратную информацию о выполнении нарядов в рамках минуты, не останавливая работу станков. Если во время планирования нет актуальной информации об исполнении нарядов, то никакой оптимизации загрузки не можем ожидать.

Допустим, что спланировали самую оптимизированную загрузку станков. Система распределила наряды в такой последовательности, что у нас самая высокая загрузка. Утверждаем наряды, начинаем работать, но сегодня у дяди Вани производительность не получается. «Мелочь», но сразу ломает наш «самый лучший» план, потому что система предполагает соблюдение заданной технологической производительности. Нарушение плана только одного станка приводит, как лавина, к нарушению планов остальных. Пол-часа после начала работ., и наш план превратится в перечень, который не имеет ничего общего с оптимальностью загрузки.

Отказаться от MES? – ни в коем случае! Просто применять правильно.

Что сделал наш директор, что бы улучшить управление производством завода?!

При помощи системы «ТЕХНОКЛАСС» на заводе провели анализ ассортимента деталей и разработали альтернативную модель производства на основе станков с ЧПУ. По результатам, реализовали два проекта по переоборудованию завода и создали два участка в виде производственных ячеек.

Одна ячейка включает 10 токарных центров с ЧПУ, а вторая – 4 обрабатывающие центра (В НАСТОЯЩИЙ МОМЕНТ – 8 центров!). Всё оборудование закупили у корпорации MAZAK. Дополнительно было приобретено программное обеспечение управления гибкими производственными системами (ГПС) – Cyber Production Center (CPC) Yamazaki Mazak Corporation в полной модульной комплектации.

Модуль управления производственной ячейкой CPC Cyber Scheduler интегрирован с ERP-системой «ТЕХНОКЛАСС» по параметрам – срок, количество, материал. Выбор инструментальной комплектации провели тоже на основе анализа, проведенного в «ТЕХНОКЛАСС». Анализ показал, что производство деталей 63 типов составляет 82% от общего объема производства. Инструменты были выбраны на основе техпроцессов указанных 63 типов деталей. И хотя объем закупки инструмента был значительным – обеспечивал двойной запас непрерывной работы в 3 смены, тем не менее была реализована экономия в рамках 30% от стандартной комплектации – расходы на инструмент уменьшились на 500 000 Евро.

1.2 Результаты интеграции с системой управления станками

На рассматриваемом заводе производственный план всех участков формируют в системе «ТЕХНОКЛАСС». Таким образом управляют материальными потоками, обеспечивают непрерывную подачу заготовок к производственным ячейкам, синхронизацию потоков к сборочным участкам и, в итоге, исполнение плана.

На основе плана, в ячейках обеспечивается инструментальный ресурс на три следующие дня. Проводится внемашинная настройка инструментов. Система управления производственными ячейками распределяет работу и ведет автоматизированный отчет исполнения. Каждые три часа отчетные данные передаются системе «ТЕХНОКЛАСС». План цехов и участков пересчитывается и актуализируется каждую ночь и передается системе Mazak. Таким образом, управление осуществляется на основе отчета результатов производства и исполнения планов предыдущего дня, результатов производства заготовок, состояния процессов снабжения, изменений клиентских заказов и коммерческих прогнозов, изменений технической документации и, естественно, с учетом актуальной корпоративной политики управления.

На этом заводе участки с ЧПУ работают по 24 часа, 7 суток в неделю. Загрузка оборудования достигла 93%. Старые цеха с универсальным оборудованием производства тел вращения и призматично-корпусных тел были закрыты.

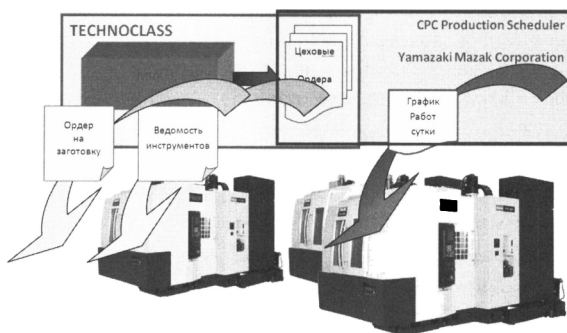


Рис. 1.2. Взаимодействие системы «ТЕХНОКЛАСС» с системой управления станками

Почему у этого директора MES получилась? Потому что MES оптимизировал производство, в котором участие людей минимально. Там, где субъективно вмешивается человек, вся оптимизация MES пропадает очень быстро. Давно известно, что любое планирование производства ручного типа должно обеспечить руководителю буфер времени – возможность маневрировать в условиях цеха, независимо от системы управления.

1.3 Где искать эффект применения MES?

1.3.1 В рамках комплексной автоматизации

Корпоративная политика управления производством определяет рамки работы цеха. Результат любых усилий оптимизировать работу в цеху остаются ограниченными этими рамками. Поэтому оптимизация управления производством в цеху не дает результатов без комплексной автоматизации управления производством.

MES, как самостоятельная система, по определению не затрагивает вопросы управления материальными потоками. О какой оптимизации цеховых работ можно говорить, если не учитываются остатки материалов и заготовок.

Оптимизация работ в цехе ограничивается возможностями техпроцессов. Если техпроцессы сами по себе не оптимизированы, то вообще нельзя надеяться на оптимизацию в цехе. Т.е. оптимизация производства начинается в отделе главного технолога.

Часто, обсуждая оптимизацию управления производством и ее ограничительные условия, забываем определить целевую функцию. А какую целевую функцию определить в цехе?

На одном предприятии основной цех был всегда перегружен, у них всегда было много работы, а предприятие в целом не было довольным своими экономическими результатами.

После внедрения комплексной системы управления производством все изменилось: незавершенное производство уменьшилось почти на 20%, оборотные средства уменьшились на 6%, а загруженный цех стал требовать дополнительную работу, чтобы набрать фонд заработной платы, производительность труда возросла на 7%.

Что произошло? Изменилась целевая функция оптимизации производства.

До внедрения комплексной системы управления производством руководитель цеха определял план цеха. У него была цель – обеспечить заработный фонд цеха. В результате запускал в производстве компоненты, которые потом долго лежали на складе полуфабрикатов.

После внедрения системы, план начал определять директор по производству с помощью средств «ТЕХНОКЛАСС». Получив инструмент экономически обоснованного управления производством, директор изменил целевую функцию оптимизации производства на выполнение клиентских заказов при использовании минимальных производственных и материальных ресурсов.

Сразу напрашивается вывод, что не каждая оптимизация производства в цеху является оптимальной для завода. Понятно, что нужно искать оптимальное управление на уровне завода, а цеховое управление подчинить заводским интересам. Оптимизация в цеху может быть только в рамках заводской оптимизации производства. Когда говорится об оптимизации управления производством необходимо иметь в виду именно оптимизацию комплексного управления, начиная от технологической подготовки производства через заводское управление до распределения нарядов в цеху.

Бывает, что при неспособности руководства предприятия справиться с управлением производством, цехам вменяют задачу оптимизировать собственное производство. Тогда все заводские производственные неудачи бросают на цеха. На самом деле, решение находится на уровне завода, потому что оптимизация управления бывает эффективной исключительно в рамках комплексного управления – от клиентского заказа и технологической подготовки производства до наряда в цеху.

1.3.2 В рамках оперативного управления цехом

Хозяин небольшого предприятия на Украине, начиная проект комплексного управления производством, определил две цели.

Первую цель он определил так: «Перед отгрузкой готового изделия всегда получается, что забыли поставить какую-то мелочь, ждем десятки дней и платим большие штрафы. Необходимо устранить возможность такой ситуации».

А вторую: «Утром, когда начинается рабочий день, теряем час, пока разберемся кто чем должен заниматься. Если эти потери уменьшатся на 10% в результате проекта, то инвестиция в систему окупится за год».

Задача, которую цех должен решить, определяется так: как можно быстрее понять какую работу нужно выполнить и как можно быстрее распределить работу по людям и станкам. Тогда все бы начали работать без потери времени. Если система позволит быстро и легко учесть результаты, то быстро и легко будет сформирован фонд заработной платы и будет распределена новая работа. При этом распределение будет с учетом корпоративных интересов и политики.

В этом смысле MES эффективна в рамках комплексной автоматизации управления универсальным производством. Задача сводится прежде всего к обеспечению руководителей цеха инструментами распределения и учета выполненных работ. Нельзя забывать, что параллельно с этими функциями, руководство цеха все время управляет и материальными потоками: получает материалы и полуфабрикаты, производит, передает на склад готовую продукцию и списывает вложенные материалы. По определению, функциональность MES не включает решение таких задач. В результате, управление производством цеха объединяет функции MRP и MES.

В зависимости от специфики и масштаба предприятия используются разные функции и строятся разные модели управления. Для некоторых предприятий самым существенным является управление материальными потоками. Для других очень важно распределение нарядов по станкам и рабочим и отчет их исполнения. Есть и цеха, где только отмечают исполнение нарядов по операциям. Как управлять производством и какие функции выбрать из всего арсенала систем является неоднозначным вопросом. Практика показывает, что на разных заводах, в разных условиях, пользуются разными функциями управления производством в цехах. Даже есть предприятия, которые, в зависимости от расширения или сжатия производства, меняют комплект функций, с которыми работают. При увеличении серийности производства обычно уменьшается детализация управления производством, и наоборот, с уменьшением серийности детализация растет. Конечно, это связано с ценой создаваемой информации и эффектом ее использования. Вопрос об использовании разных

функций ERP и MES связан и с их интеграцией. Нельзя ожидать эффективной работы MES, если MES не получает входящей информации от ERP. Следовательно, необходимым условием эффективности MES является полноценное взаимодействие с ERP. Одна из причин большого числа неудачных проектов внедрения систем управления производством именно в этом – в разрыве между непроизводственными задачами ERP и производственными задачами, в том числе и решаемыми средствами MES. В проектах внедрения ERP, как правило, не доходят до производства. В первую очередь внедряют бухгалтерию, торговлю, CRM и все остальное, только не производство. Обычно те, кто внедряют «все остальное» считают, что производственные задачи должны решаться в цехах, а те, кто занимаются MES, считают, что должны получать данные от ERP. Специалисты обеих групп не координируют свои усилия и в результате образуется огромная пропасть между ERP и MES – автоматизированное управление производством реально не работает.

Самое успешное решение всегда одно – комплексное внедрение единой системы, поддерживающей функций ERP и MES, с единой базой данных.

Естественно, это не догма. Всегда существуют компромиссы. Некоторые компании при внедрении проекта отделяют функционал ERP, связанный с бухгалтерией, финансами, CRM и т.д., от управления производством. Некоторые даже интегрируют две системы – бухгалтерскую и производственную.

1.4 Что делать, когда хозяину ничего не нужно?

Встречался с руководством машиностроительного предприятия, которое очень быстро развивалось. Несмотря на кризис, они увеличивали объемы производства невероятными темпами. Работали в трехсменном режиме и не могли удовлетворять спрос продукции. Основная боль – как увеличить производительность. Совещанием руководил хозяин, присутствовали все директора. Я начал презентацию демонстрацией опыта реализации разных проектов и результатов, которых добились предприятия-заказчики в ходе этих работ. Презентация всегда воспринималась с огромным интересом. Всем интересно узнать как другие справляются. Хозяин перебил меня на третьей минуте аргументами, что не хочет слышать о других – его интересует только его предприятие. Что у них и так всё классно, как все знают, хотя и управляют в ручном режиме. Единственное, что хотят – увеличить производительность. И все комментарии были направлены на то, что предлагаемая система помешает им в работе. Поскольку я успел прогуляться по предприятию и уже знал как «классно» у них, то стал перечислять моменты и приводить аргументы, позволившие бы увеличить производительность с помощью системы, но хозяин не хотел слушать. После встречи все директора просто вышли, а руководители среднего уровня стали поздравлять меня с тем, как я быстро и точно понял все, что каждый из них знает, но о чем не хочет говорить.

Оказалось, что на завод меня пригласили от имени второго хозяина, а первый воспринял это как попытку вмешательства в управление на его территории. И в желании ограничить вмешательство, стал отрицать смысл проекта. Таким образом, я попал под перекрестный огонь двух батарей. Такое случалось еще не на одном

предприятия – один хозяин, обычно, заинтересован эффективным управлением, а второй, как правило осуществляющий оперативное управление, доказывает, что такое управление невозможно. Конечно, проекты внедрения систем управления на этих предприятиях закончились, прежде чем начались.

Другая история.

Сорок дней после начала переписки о системе управления, к нам прилетел хозяин предприятия вместе с производственным, финансовым и ИТ директорами. После ознакомления с функционалом системы, они попросили посетить предприятия, где уже система работает. Организовали посещение четырех предприятий. Гости задавали много вопросов и нам, как разработчикам-интеграторам, так и пользователям системы на предприятиях. В том числе, без лишнего стыда – очень неудобные вопросы. Основной интерес – как внедрение системы помогает развитию. После всех встреч, по дороге в Софию, хозяин сказал: «Чтобы мы могли принять решение, нам нужно попробовать систему. Чтобы попробовать систему, вы должны ее внедрить. Чтобы внедрить, мы должны принять решение. Никак не получается. Но радости и любви в глазах ваших пользователей нам хватит что бы начать проект.» В результате получился один из самых успешных проектов.

А что делать когда хозяину ничего не нужно? Нужно остановиться и дождаться, когда это его состояние пройдет. Это вопрос просыпания, прозрения. Не стоит навязывать решение автоматизации управления производством руководителю, несозревшему к этому.

В этом плане стоит вопрос – когда предприятие готово начать проект? Как подготовиться к проекту? Некоторые компании начинают описывать бизнес процессы, другие формируют справочники, третьи начинают планировать работы по новому. Обычно ставится вопрос – какова готовность кадрового состава предприятия начать проект и как измерить эту готовность?

Эти вопросы обычно задают представители самого высшего руководства предприятия, которые должны принять решение о реализации проекта. Причинами возникновения вопросов являются теоретическая неподготовленность, страх или элементарное нежелание начать. Обычно, эти вопросы служат оправданием, чтобы не начинать. На самом деле, если задаются такие вопросы, то руководство предприятия не готово начать проект.

Ответ на вопрос «Когда предприятие готово начать проект автоматизации управления производством?» элементарен – когда хозяину (директору) проект начинает снижаться, когда он ночью от испуга просыпается и думает, как он завтра справится на заводе без такой системы.

Все другие вопросы – рутина, которую компетентные специалисты завода и консультанты решат. Смысл проекта, его начало и исполнение, зависят исключительно от желания руководителя работать по-новому, используя современные технологии и знания. Результат зависит от его политической воли осуществить перемены. Пусть даже в борьбе с теми, кто ничего не собирается менять и желает работать только по-старому.

Так что реализации проекта зависит от «сна» директора.

А еще есть и «мечта директора».

Много директоров надеются, что подписав контракт с консалтинговой компанией на реализацию проекта внедрения системы автоматизированного управления производством, дело закончено. Считают, что осталось только подождать, пока консультанты что-то сделают и производство на предприятии начнет управляться само собой.

При этом настойчиво спрашивают: «Когда, в конце концов, у нас все это заработает, мы так много денег вложили?!». Никакие аргументы их не успокаивают. Начинают говорить о неустойках и о недобросовестности консультантов.

Я тоже такой же, как они. В смысле – я, как каждый толстяк, хочу похудеть. В связи с этим ищу исполнителя контракта, в котором он обязуется добросовестно соблюдать диету и гарантирует, что похудею я. Нет сомнений в том, что причиной того, что я добавил еще пару килограммов, является некомпетентность соблюдающего диету, и неправильный выбор диеты.

Как хорошо было бы, если бы сказки сбывались!

Как хорошо было бы, особенно когда «производство организовано правильно в отношении организации учета».

Вопрос о первичности яйца или курицы в цехе звучит так – организовать производство, следуя форме бухгалтерского учета или организовать учет, следуя организации производства?

На одном заводе мелкосерийного типа заводским стандартом было определено, что учет идет по заказам в соответствии с бухгалтерскими котловыми кодами отнесения затрат – начиная от заготовки и некоторых материалов, до конечного изделия. Такая форма учета была очень удобной бухгалтерам. Производственники в цехах объединяли детали из разных клиентских заказов, а документы оформляли, так, что бы форма документа удовлетворяла бухгалтерию. В результате, учет был на 30% недостоверный, но производство работало оптимально с точки зрения организации объемов партий. Все были счастливы. Когда начали внедрять управление производством в цехе, противоречие сразу проявилось. Предложили два варианта:

- первый – производство переходит на управление по клиентским заказам, партии формируются по каждому заказу и учет ведётся позаказно, как хочет бухгалтерия;
- второй – производство работает оптимально с точки зрения размеров партий, учет по партиям. Расходы переносятся в заказы на следующий этап производства, когда детали вкладывают в сборки.

Завод выбрал третий вариант – работать партиями по клиентским заказам, оформлять документы с ошибками – котловым заказом. Аргумент – никто не захочет менять принятую форму учета.

В чем смысл автоматизации, если старый бардак сохраняется?

Часть 2. Особенности управления подготовкой производства

Взаимодействие подготовки производства и системы управления производством.

Управление машиностроительным производством является самым сложным случаем управления производством. Сразу нужно отметить, что речь идет не о технологической сложности, а об организационной сложности управления.

В своей практике, за тридцать лет, я встретил немереное количество руководителей предприятия. Все, абсолютно все жаловались на то, насколько сложное и специфическое у них производство. Жаловались и руководители огромных заводов и руководители предприятий гаражного типа, жаловались и руководители космического производства и руководители производства болтиков. А у всех и проблемы, и решения почти одинаковые, разница в масштабах. Основная специфика проблем состоит в том, что они жалуются, прежде всего, на свои технологические проблемы. При этом, объединяют технологические и организационные проблемы в общей корзине. В итоге производство выглядит кошмарно.

Когда обсуждается автоматизация управления производством, то речь идет исключительно об организации производства, естественно учитываются специфическое влияние технологии и масштаб предприятия.

Недавно специалисты нашей компании встречались с руководителями предприятия, производящего кулинарию. После трехчасовой презентации они откровенно спросили, откуда мы знаем так глубоко специфику их производства, не имея ни одного проекта на аналогичном предприятии. Мы честно признались, что рассказывали машиностроение и производство стали в металлургии, но называли все в терминологии производства салатов. Люди были достаточно компетентными, чтобы не обижаясь согласиться, что информационные потоки в этих случаях невероятно похожи.

А были случаи, когда подобные признания повергали слушателей в ужас. И это после хорошо воспринятой презентации возможностей управления «не-машиностроительным» производством! Практически, модель процесса управления почти любого типа можно привести к частному случаю модели управления машиностроительным производством, с учетом терминологии и определенной специфики.

Это объясняется тем, что бизнес-процессы на производственных предприятиях схожи. Разница – в числе частных специфических подпроцессов, или в параметрах основного процесса.

Поскольку этих подпроцессов и параметров в модели управления машиностроительным производством большое количество, то управление именно им является самым сложным.

2.1 Специфика машиностроительных предприятий

Машиностроение, как правило, производит сложные многоуровневые изделия. Они структурированы из основных и вспомогательных материалов, покупных комплектующих, заготовок, полуфабрикатов и деталей. Все это собирается в сборках, которые составляют модули и агрегаты, составляющих конечное изделие, которое еще и транспортируется в специальных упаковках. А что бы все это случилось, должны быть обеспечены инструменты и оснастка и даже оснастка второго порядка (оснастка которая нужна для производства оснастки).

Машиностроительные изделия обычно бывают многовариантными на всех уровнях своей структуры. Существует вариантность материалов изготовления деталей. Поддерживаются варианты спецификаций сборок. Изделия производятся в разных вариантах комплектации. Прослеживается исполнение изделия от партии до конкретного физического изделия. Вариантность в машиностроении бывает статичной и по времени. Вариантность по времени поддерживает альтернативные материалы и ДСЕ в функции времени.

В отличие от химического производства, где изделие имеет свой технологический маршрут от материала до ассортимента, в машиностроении каждая сборка, каждая деталь и полуфабрикат имеют свои индивидуальные технологические маршруты. В технологическом маршруте описывается, где и как воздействовать на материал или ДСЕ, чтобы произвести компонент следующего уровня в структуре изделия. Технологические маршруты тоже многовариантны. Вариантность технологического маршрута в машиностроении также бывает статичной и по времени. В разные моменты времени производства выбирается вариант маршрута, в соответствии с целями и соображениями управления производством.

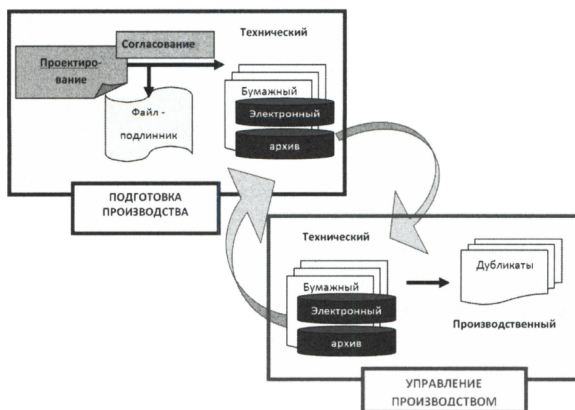


Рис. 2.1. Межсистемное взаимодействие. Вариант 1 – проблемный

Иными словами, машиностроение производит сложные многовариантные изделия по сложным многовариантным технологическим маршрутам. Если бы сложность управления машиностроительным производством была ограничена только этими рамками, то всё было бы просто прелестно.

Проблема в том, что вся эта сложная сама по себе структура меняется во времени. Меняются и конструкторские спецификации, и технологические маршруты и расцеховки. Некоторые изменения относятся только к документации и будущему производству, некоторые – только к производству в настоящий момент. Часть изменений касается всего изделия, часть – только перечисленных единиц.

Некоторые изменения вступают в силу немедленно, другие – с указанного момента. В результате получается, что нужно управлять производством в условиях сложной, непрерывно меняющейся технической нормативной базы. При этом, изменения происходят как в настоящее время, так и в будущем и ими нужно заранее управлять. Например, через 45 дней поменяется материал, из которого производим деталь. Нам необходимо обеспечить материал к этому времени, подготовить изменения в технологическом маршруте. Проверить исполнимость и себестоимость изменения. А в рамках этих 45 дней еще неизвестно что еще поменяется. Т.е. чтобы управлять производством, нужно в любое время иметь актуальную документацию (нормативно-техническую базу), отслеживать и прорабатывать намеченные на будущее изменения.

Следовательно, актуализация нормативно-технической базы в режиме реального времени является обязательным условием. В любой момент производственник, открывая в системе технологический процесс или спецификацию сборки, должен иметь гарантии, что видит актуальную информацию. Гарантия является следствием соблюдения принципа, что информация (нормативно-техническая база) попадает в систему в момент и на месте ее возникновения.

Практика показала, что успешно управлять производством при помощи автоматизированной системы возможно только в условиях создания и поддержки нормативной базы технологами внутри системы. Только если технологи создают и актуализируют спецификации технологической структуры изделия, расцеховки, технологические маршруты, нормы расхода материалов в рамках и средствами системы, можно ожидать что производство управляется в условиях актуальной нормативной базы. Т.е. система, чтобы гарантировать нормативную информацию для управления производством в реальном времени, должна обеспечить автоматизированные рабочие места технологов, где они могут проектировать и поддерживать жизненный цикл технологической документации. Это ни в коем случае не означает отказа в использовании внешних PDM и САПР систем в целях начальной генерации техпроцессов. Но это означает, что после начальной генерации технологическую информацию нужно перенести в систему управления производством и где, в дальнейшем поддерживать ее актуальность при помощи автоматизированных рабочих мест технологов.

Одна из проблем, возникающая при нарушении этого принципа, состоит в том, что информация, которая поступает от стандартной документации (в соответствии с ЕСКД и ЕСТП), не является достаточной для автоматизированного управления производством. Информация должна быть более широкой и адаптированной к по-

требностям управления производством. Такая информация в системах САПР не поддерживается. И при обслуживании жизненного цикла документации (информации) в режиме отдельного рабочего места возникают проблемы, которые либо не решаются и проект страдает, либо решение приводит к недопустимому подорожанию проекта по эксплуатации системы управления.

Для эффективного управления машиностроительным производством необходима огромная и разнообразная информация об изделиях, полуфабрикатах, вспомогательных материалах, инструментах, оснастке, операциях, рабочих местах, оборудовании, нормах расхода, извещениях об изменениях. Вся эта информация разбросана во множестве маршрутных карт первого и второго порядка, операционных карт и других технологических документах. В связи с этим, в системе необходимо поддерживать не только деревья изделия со сложной структурой, но и сложную структуру технологических документов.



Рис. 2.2. Внутрисистемное взаимодействие. Вариант 2 – рабочий

Содержащиеся в технологических документах данные должны быть привязаны к соответствующим деревьям изделий. Информация о вспомогательных материалах, инструментах и оснастках, хранимая в технологических документах, должна автоматически привязываться к деревьям изделий. Любое изменение этой информации должно в режиме реального времени актуализировать соответствующее дерево изделия. В любой момент производитель, открывая содержание дерева изделия в системе, должен видеть гарантированно актуальную информацию. Он должен быть на 100 процентов уверен, что актуальная информация об этом изделии хранится в системе и только в системе.

Ключом успешного внедрения системы управления производством является обеспечение работы технологов в рамках системы управления производством, в качестве ее неотделимой части. Система должна предоставлять технологам весь инструментарий, необходимый для работы с техпроцессами.

Чтобы обеспечить нормальную работу в полном варианте применения системы, она должна иметь возможность поддерживать 8 (восемь) разных типов структур для каждого изделия:

- Структура на этапе идейного проекта;
- Конструкторская структура;
- Технологическая структура;
- Производственная структура;
- Структура транспортирования (экспедиции);
- Эксплуатационная структура (структура поддержки и ремонта);
- Коммерческая структура (структура динамического формирования цен);
- Таможенная структура (структура закрытия позиций временного импорта материалов при экспорте готовой продукции).

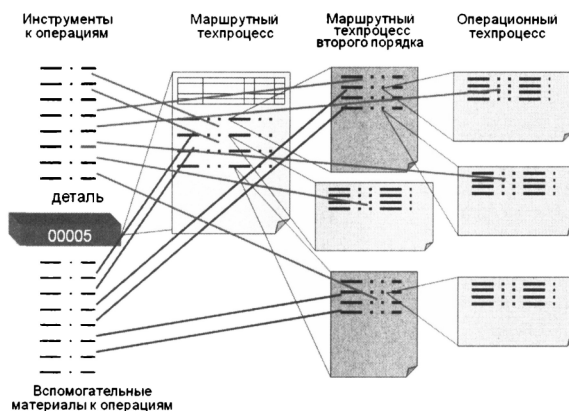


Рис. 2.3. Структура технологических маршрутов

2.2 Требования к автоматизированному рабочему месту технолога

Рабочее место технолога в такой системе должно поддерживать следующие процессы:

- Построение конструкторского состава изделия на основе конструкторских спецификаций.
- Передача конструкторских структур изделий в «производство»;
- Автоматизированное расширение структуры изделия полуфабрикатными состояниями деталей и сборками с производственной точки зрения;

- Расширение структуры изделия основными и вспомогательными материалами;
- Сопровождение структуры изделия в условиях производства – управление фантомными компонентами;
- Изменение структуры изделия с учетом производственного опыта и при помощи извещений об изменениях;
- Поддержка в структуре изделия коэффициентов изменения норм расхода материалов, брака, отдачи, наладки, разрушающего контроля и т.п.;
- Поддержка в структуре изделия функции, позволяющей описать последовательность работы – сборка, обработка, разборка, обработка и новая сборка.

Рабочее место технолога должно поддерживать печать документов ЕСКД и ЕСТД:

- Титульный лист (ТЛ) ГОСТ 3.1105-84
- Маршрутная карта (МК) ГОСТ 3.1118-82 (технологические процессы резания, сборки, литья,ковки и штамповки, термической обработки, лакокрасочного покрытия, изготовления из пластмасс и резины и др.)
- Групповая технология (ГТ) ГОСТ 3.1404-86
- Операционная карта (ОК) ГОСТ 3.1404-86
- Карта эскиза (КЭ) ГОСТ 3.1105-85
- Карта технического контроля (ТК) ГОСТ 3.1502-74
- Карта согласования (КС) ГОСТ 3.1103-71
- Ведомость оснастки (ВО) ГОСТ 3.1122-84
- Карта заказа (КЗ) ГОСТ 3.1113-71
- Ведомость заказа (ВЗ) ГОСТ 3.1113-71
- Ведомость инструментов (ВИ) ГОСТ 3.1122-84
- Извещение об изменении (ИИ) ГОСТ 2.503-90
- Лист регистрации изменений (ЛИ) ГОСТ 2.503-90
- Журнал изменений (ЖИ) ГОСТ 2.503-90

Рабочее место технолога должно поддерживать функции, повышающие его производительность:

- Индивидуальные маршрутные техпроцессы
- Типовые маршрутные техпроцессы
- Поддерживать маршрутные техпроцессы первого и второго порядка
- Групповые маршрутные техпроцессы
- Библиотека типовых операций
- Кнопка контроля
- On-line заказ на проектирование оснастки
- Классификатор технологических операций
- Автоматизированное планирование работ технологических бюро
- Проектирование расцеховки
- Калькулятор расчета норм расхода материалов
- Калькулятор расчета норм расхода труда
- Генератор структур полуфабрикатов в изделиях

- Управление специфическими операциями (крой листа, сталеварение, литье, тяжёлаяковка, лако-краска, сварка, консервирование)
- Управление процессом «Сборка – обработка – разборка – обработка – сборка»
- Заказ оснастки первого и второго порядка
- Загрузка данных с CAD/CAM/ и САПР(CAPP)

2.3 Интеграция систем управления с CAD/CAM и САПР (CAPP)

Существует принципиальное отличие в целях, стоящих перед технологами в системах типа САПР и в модуле подготовки производства системы «ТЕХНОКЛАСС». В САПР(CAPP) основная цель технолога – изготовить технологический документ (маршрутная технологическая карта), оформить подлинник и передать в архив. В системе «ТЕХНОКЛАСС» основная цель – создать и поддерживать информацию, необходимую для управления производством. Оформление подлинника и поддержка архива – сопутствующие цели. Поэтому в модуле подготовки производства системы «ТЕХНОКЛАСС», в дополнение к информации, требуемой ЕСКД и ЕСТД, дополнительно поддерживается следующая информация, необходимая для управления производством:

- Вариантность конструкторской спецификаций, расцеховок и маршрутных техпроцессов на разных уровнях: варианты в отношении объекта, варианты внутри объекта, варианты во времени;
- Исполнения изделия – как в отношении структуры, так и в отношении техпроцессов;
- Номинальная норма расхода и коэффициенты ее корректировки – коэффициент брака, коэффициент отдачи, коэффициент наладки, коэффициент разрушающего контроля;
- Продолжительность работы оборудования и рабочего для исполнения операции;
- Продолжительность ожидания до начала и после окончания операции;
- Продолжительность использования инструмента и оснастки;
- Журнал изменений документов с автоматической регистрацией исполнителя, момента открытия документа для изменения, момента подтверждения изменения, состояния документа до изменения, визуализация сравнения документа до и после изменения.

В данном случае, интеграция означает загрузку в систему управления производством результат работы этих систем с последующим созданием и поддержкой информации (структура изделия, технологические процессы) в рамках и средствами системы управления. Конструкторские спецификации и техпроцессы, которые не созданы с применением CAD/CAM и САПР(CAPP), проектируются в рамках подсистемы «Подготовка производства» системы управления.



Рис. 2.4. Управление подготовкой производства

2.4 Поддержка структуры изделия

Чтобы управлять производством при помощи автоматизированной системы, необходимо в технологическом дереве изделия к конструкторскому дереву добавить элементы технологических процессов – полуфабрикаты, вспомогательные материалы, инструменты, оснастку. Указанная дополнительная информация настолько меняет конструкторское дерево изделия, что изменения становятся неоднозначными.

В общем случае, в машиностроении невозможно создать однозначную связь между конструкторским и технологическим деревом изделия. Это означает, что система управления производством должна параллельно поддерживать независимое технологическое дерево изделия и технологи должны работать именно с ним.

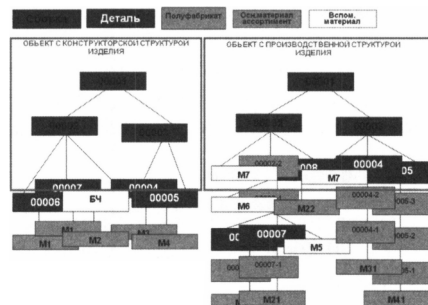


Рис. 2.5. Изменение структуры изделия в производстве

Часть 3. Управление производством – календарное планирование

Некоторые автоматизированные системы управления производством ограничиваются учетом происшедшего при помощи складских и цеховых отчетов. На основе отчетов руководитель, имея в виду клиентские заказы, определяет что делать дальше. Образно говоря, руководитель пытается двигаться вперед, но все время смотрит назад.

Когда управление основано на непрерывном планировании и перепланировании, система управления определяет что дальше делать и как работать, а руководитель решает только проблемные задачи производства – движется вперед и смотрит вперед.

Управление производством на основе учета и управление производством на основе плана.

3.1 Планирование производства

Это принципиально другой подход к управлению, основанный на отражении политики и стратегии предприятия в информационной модели управления производством.

В управлении машиностроительным производством важную роль играют календарное и оперативное планирование.

Календарное планирование представляет собой расчет количества необходимых в нужном месте и в установленное время компонентов и материалов. Как правило, расчет проводится методами MRP. В результате формируется календарный план производства, в котором для каждой сборки, детали и полуфабриката указано, когда необходимо начать и закончить производство, какое количество и в каком цехе произвести, чтобы все компоненты были в нужном месте и в установленное время. Каждая строка такого плана представляет собой «плановый заказ».

Расчет проводится начиная с последнего, самого дальнего заказа (прогноза), и движется назад к сегодняшнему дню (top-down). Для каждой позиции составляется количественный баланс на каждый день, в котором учитывается приход и расход позиции. При составлении баланса учитываются остатки на складах, незавершенное производство в цехах и плановые сроки завершения исполняемых в цехах заказов. На основе потенциального дефицита формируются плановые заказы.

3.2 Механизм планирования производства по стандарту MRP

Сроки и количество по каждому заказу определяются на основе потребностей и параметров планирования компонент (позиции).

Параметры планирования компонент определяют стратегию управления их производством. Можно перечислить более 45 таких параметров – параметры стандарта MRP и параметры, специфические для машиностроения. Для каждой позиции должны определяться значения каждого параметра планирования.

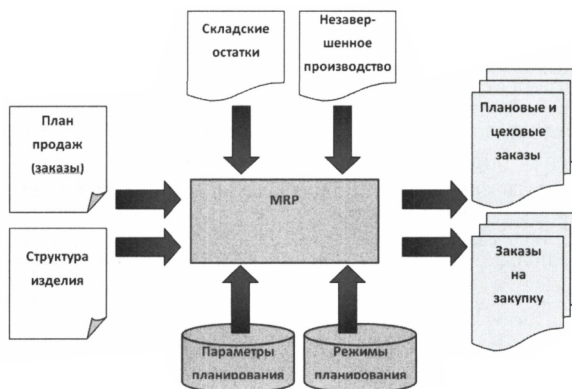


Рис. 3.1. Механизм планирования в стандарте MRP

Ниже перечислены некоторые параметры, которые иллюстрируют возможности влияния на стратегию управления производством в части формирования календарного плана и управления материальными потоками.

Объект – код объекта, к которому относится комплект параметров. Поддерживает возможность определять для одной позиции разные наборы параметров в зависимости от цели использования. Например, один набор параметров для объекта «управление производством», другой для объекта «бюджетирование», третий – для объекта «моделирование производства».

Код источника (код цеха / поставщика) – указывается цех – производитель производимых позиций или поставщик покупных позиций и материалов. Указывает кому по умолчанию направить заказ.

Закупщик, планировщик – код специалиста, ответственного за правильность параметров и управление заказами компонента. Параметр применяется для разделения зон ответственности и в качестве критерия отбора данных из системы.

Механизм пополнения запасов (планируемая / не планируемая позиция) – указывает участие позиции в процедуре планирования. Нет необходимости использовать MRP для управления запасами абсолютно всех номенклатурных позиций компании.

Для некоторых недорогих и легкодоступных изделий можно использовать более простые механизмы.

Критическая позиция – Указывает участие позиции в режиме «планирование по критическим позициям». В некоторых случаях не нужно планировать все компоненты. Достаточно спланировать только позиции, которые являются лимитирующими для тех или иных ресурсов. Например, быстро спланировать движение дефицитных или сложных компонентов.

Политика заказа – параметр указывает как определить количество в заказе. Например: количество равно необходимому; количество равно необходимому, но не меньше указанного (минимальная партия); количество определяется на основе минимального количества и указанного инкремента возрастания.

Минимальный размер заказа – минимально допустимое количество в заказе для производства данной номенклатурной позиции.

Кратность количества заказа – величина, кратной которой определяется количество в заказе данной номенклатурной позиции. Например, количество изделий в коробке, контейнере и т.п.

Длительность цикла (или объем производства в сутки) – параметр указывает количество номенклатурных позиций, которое обычно производится в сутки. На его основе MRP определяет сроки запуска и выпуска заказов.

Ведущее время – время в сутках, на которое увеличивается длительность заказа для данной номенклатурной позиции. Учитывает, в основном, организационные потери времени с момента запуска заказа до момента получения из производства первых штук.

Код периода заказа – параметр указывает на основе каких потребностей формировать заказ – на суточные или на указанный период.

Период заказа – период времени, в рамках которого определяются суммарные потребности в данной номенклатурной позиции – количество «консолидированной» потребности.

Минимальная потребность – указывается количество минимальной потребности позиции, для которой генерируется заказ. Если количество меньше указанного, то заказ не формируется.

Горизонт – отдаленность (в сутках) оперативного горизонта планирования. Период времени, в котором расположены клиентские заказы и прогнозы, разделен на два горизонта: «оперативный», длина которого (с сегодняшнего дня) указана в параметре, и «открытый». Он начинается с конца оперативного и продолжается до срока последнего заказа или прогноза.

Код оперативного горизонта – указывает что учитывать в процессе планирования в рамках оперативного горизонта: только заказы; только прогнозы; заказы и прогнозы; большее из двух.

Код открытого горизонта – указывает, что учитывать в процессе планирования в рамках открытого горизонта: только заказы; только прогнозы; заказы и прогнозы; большее из двух.

Гарантийный запас – количество гарантийного запаса данной позиции, обеспечиваемое процедурой планирования.

Процент гарантийного запаса – уровень гарантийного запаса, достижение которого активирует процедуру восстановления запаса.

Динамический гарантийный запас – указывает на применение динамического уровня запаса, определяемого системой на основе ожидаемого потребления позиции.

База запаса – указывает длину (в сутках) периода расчета среднесуточной потребности в целях определения уровня динамического гарантийного запаса. Среднесуточная потребность = сумма потребности за период / длина периода.

Период динамического запаса – указывает длину (в сутках) периода обеспечения динамического запаса. Величина запаса = среднесуточная потребность * период запаса.

Заказ – параметр указывает на позаказное управление позицией. Система позволяет управлять позаказным производством не всех компонентов изделия, а от определенного уровня к концу работы. Например, производить обобщенные количества деталей, а сборку проводить по определённым заказам.

Партия – параметр включения планирования позиции партиями или исполнениями. Такое планирование позволяет не только учитывать, но и планировать и управлять сериями. Плановые заказы формируются для каждого исполнения (серии) отдельно. Таким образом, система позволяет управлять производством конкретного изделия с самого начала до конца, а не только учитывать.

Код баланса – указатель нарушения баланса (дефицитности) позиции. В процессе работы баланс компонентов нарушается по разным причинам – новое производство, не плановый расход, не планированный брак. Система сама управляет значением параметра. После окончания планирования все позиции отмечены как сбалансированные. При нарушении баланса позиций система «включает» указатель дефицита.

Перекрытие – параметр указывает использование режима планирования для позиции с перекрытием этапов производства – начало следующего этапа производства партии деталей планируется до полного завершения предыдущего этапа. Характеристики планирования «с перекрытием» задаются следующими двумя параметрами.

Минимальный сдвиг старта (Перекрытие «с») – минимальное число суток сдвига начала одного заказа относительно начала предыдущего.

Минимальный сдвиг окончания (Перекрытие «до») – минимальное число суток сдвига окончания одного заказа относительно окончания предыдущего.

Списание материала – указывает момент списания материала или компонента, переданного для исполнения заказа: при запуске в производство; при учете в производстве; в другой момент.

Приход производства – указывает, как приходится результат производства: на основе учета труда (характерно для непрерывных производств); отдельным отчетом (характерно для дискретных производств).

Распределение по заказам (Поставка) – параметр указывает на автоматическое распределение позиции по клиентским заказам при оприходовании на складе количества готовой продукции.

Последовательность сортировки задела (Задел) – указывает последовательность применения аналитических признаков склада в качестве признака сортировки. Сортировки партий задела материалов или полуфабрикатов для отпуска в производство.

Направление сортировки задела (Сорт. задел) – указывает направление (восходящее или нисходящее) сортировки заказов при заделе для отпуска в производство.

Задел по партиям (Категория задела) – указывает наличие или отсутствие необходимости формировать задел и отдавать полное количество в рамках одной партии.

Задел только из складского места заказа (Задел складское место) – параметр, включающий требование формировать задел только из складского места, указанного в цеховом заказе. Данный параметр запрещает возможность в процессе производства получать материалы с другого рабочего места. Например, при распределении материалов по конвейерам, нельзя забрать материалы с чужого конвейера.

Задел по росту / размеру (Задел рост (размер)) – указывает необходимость формировать задел по аналитическому признаку склада, указанному в «ростовке» (распределению по ростам / размерам) позиции.

Максимальный задел (Задел макс.) – максимально разрешенное количество задела. Таким образом, устраняется возможность направить весь материал по одному заказу и остановить исполнение других заказов из-за дефицита материала.

Оптимизация распределения – указывает на включение позиции в (ТАВ) процесс оптимизации распределения дефицитных материалов по заказам.

Склад – идентификатор склада обычного хранения позиции. Задел позиции начинается с указанного склада.

Округление задела по ЕИ (Округление по ЕИ) – указывает на необходимость пересчета количества задела в основной единице измерения материала по заказу, после округления количества по второй единице измерения. Пример: стальные пруты. Основная единица – килограмм, вторая единица – штука. Отпуск – поштучный. Допустим, что 1 прут весит 1 килограмм. Если в заказе указано количество 1,250.00 килограмм (больше 1 штуки, меньше 2 штук), происходит округление до 2 штук и пересчет количества на 2 килограмма.

Расход без лимита – указывает, что нет необходимости создавать строку расхода этого материала при запуске цехового заказа. Применяется для материалов, расход которых не списывается по цеховым заказам.

Для моделирования стратегии планирования используются параметры, управляющие работой процедуры планирования. Для каждого объекта создается отдельный комплект значений этих параметров. Например, процедура планирования для объекта оперативного управления производством может выполняться по одному алгоритму, а для объекта бюджетного планирования – по другому.

В качестве примера предложены основные параметры процедуры планирования системы «ТЕХНОКЛАСС». После номера параметра указаны допустимые значения параметра:

- 01 – Y/N – разрешение перекрытия этапов производства;
- 02 – Y/N – разрешение включения вручную зарегистрированных заявок на поставку в расчете плана поставок покупных изделий и материалов;

- 03 – Y/N – разрешение исполнения процедуры планирования до уровня гарантийного запаса после проведения стандартного планирования. Процедура охватывает позиции, для которых не поддерживаются нормы расхода при производстве;
- 04 – Y/N – режим планирования только позиций отмеченных как критических;
- 05 – Z/N/A – указание какие складские места учитывать при расчете остатков: заделываемые (Z), не заделываемые (N) или все (A);
- 06 – P/N/A – указание какие склады учитывать при расчете остатков: планируемые (P), не планируемые (N), все (A);
- 07 – C/S/A – указание какие структурные подразделения предприятия учитывать при расчете остатков: цеха (C), склады (S), цехи и склады (A);
- 08 – Y/N – разрешение учитывать количества в цеховых заказах при расчете остатков;
- 09 – Y/N – разрешение участия остаточных плановых заказов в процедуре планирования;
- 10 – Y/N – разрешение группирования заказов с одинаковыми сроками завершения в процессе позаказного планирования;
- 11 – Y/N – разрешение участия заказов на поставку в балансе остатков;
- 12 – Y/N – указание запуска процедуры генерации рекомендаций на изменение сроков заказов;
- 13 – Y/N – указание учитывать складские остатки в процессе планирования;
- 14 – Y/N – указание учитывать прогнозные заказы в процессе планирования;
- 15 – Y/N – указание учитывать запросы в процессе планирования;
- 16 – ДД/ММ/ГГГГ ограничение участия прогнозов и заказов в процессе планирования по сроку;
- 17 – Y/N – указание учитывать симуляционные заказы в процессе планирования;
- 18 – Y/N – указание учитывать клиентские заказы в процессе планирования;
- 19 – Y/N – указание учитывать подтвержденные плановые заказы в процессе планирования;
- 20 – 1/2 – указание для задела: использовать цеха и склады только объекте планирования (1); использовать цеха и склады во всех объектах (2);
- 21 – Y/N – указание использовать позаказное планирование;
- 22 – Y/N – указание использовать коэффициент добычи при расчете необходимого количества;
- 23 – 1/2 – указание для баланса в работе позаказного планирования: баланс изготавливается только в рамках заказа (1); баланс изготавливается по идентификационному номеру независимо от заказов (2);
- 24 – Y/N – указание для баланса в работе планирования: участие в балансе плановых заказов;
- 25 – Y/N – указание для планирования работы партиями (исполнениями).

В системах управления производством для разных моделей используются разные методы планирования материальных потребностей. Основные из них:

- Планирование и управление на основе норм материальных расходов на изделие. Планирование учитывает значения норм расходов материалов и полуфабрикатов к ожидаемому моменту производства. Норма должна корректироваться четырьмя коэффициентами: брака, отдачи, потерь на наладку, потерь при разрушающем контроле.
- Планирование и управление на основе норм материальных расходов за период (месяц, квартал, год)
- Планирование и управление на основе гарантийных запасов разного типа – на основе фиксированного гарантийного запаса, динамического гарантийного запаса на основе прошедшего периода, динамического гарантийного запаса на основе планового потребления.

3.3 Место APS-планирования в машиностроении

В рамках некоторых проектов создания систем управления производством на машиностроительных предприятиях пытаются формировать календарный план, работая по стандарту APS. Практика показала, что в ряде случаев использование методики APS в таких целях себя не оправдывает. Это обусловлено сочетанием специфики методики APS и специфики машиностроительного производства.

APS предполагает использование большего объема точной информации (например, технологические маршруты с достоверными нормами времени всех деталей и сборок). Это означает, что результат APS планирования можно ожидать только после завершения этапа технологической подготовки производства всего изделия. Точность нормирования определяет точность планирования.

Использование стандарта APS требует обязательного позаказного управления производством, что приводит к уменьшению серийности партий деталей. В результате уменьшения размеров партий возникают трудности в управлении материальными потоками, заставляющие, со своей стороны, искать определенные компромиссы.

В машиностроении при устранении узких мест используется большое количество вариантов решений, которые принимаются только в оперативном порядке. APS план создается на достаточно длинный период времени, с учетом производственных возможностей (мощностей). В результате, план настолько расходится по срокам от действительности, что теряет смысл плана и превращается в перечень задач.

В целях оперативного планирования стандарт APS показывает высокую эффективность. Применение на цеховом уровне, для распределения работ по станкам и по рабочим, на короткие оперативные периоды времени (смену, сутки, до 2-3 суток) планирование по стандарту APS исключительно успешно.

Формирование календарного плана по стандарту APS применимо на производствах с коротким циклом, которые принципиально позаказные.

3.4 Периодичность планирования

Если оперативное планирование самое детальное, то объемное – самое обобщенное. Поскольку календарное планирование решает задачи до цехового уровня (т.е. на уровне завода), эти задачи связаны исключительно с управлением материальными потоками со складов в цеха и между цехами.

Результат календарного планирования служит основой оперативного планирования внутри цехов. Поскольку оперативное планирование решает задачи, связанные с управлением ресурсами цеха, то для его осуществления используется стандарт планирования APS.

Специфика решаемых задач определяет периодичность планирования каждого типа:

- Периодичность объемного планирования – от недели до квартала, в зависимости от загруженности предприятия и периодичности получения заказов;
- Периодичность календарного планирования – от суток до недели, в зависимости от динамики производства;
- Периодичность оперативного планирования – от одного до нескольких раз в смену, в зависимости от динамики изменения условий производства.

Часть 4. Диспетчирование производства

«Диспетчирование производства» с точки зрения систем управления производством – это набор функций и задач управления плановыми заказами и производственными ресурсами с формированием отчетов исполнения цеховых заказов.

Управление цеховыми заказами – основная задача процесса диспетчирования производства. В зависимости от оперативной информации (сроков заказов, материальной обеспеченности заказов, ситуации в цехе), диспетчер производства принимает решения о запуске плановых заказов. Для каждого заказа он видит текущий дефицит материалов и полуфабрикатов, ожидаемое обеспечение к моменту начала работ, возможные перераспределения дефицитных материалов, загрузку и ресурс оборудования в функции времени.

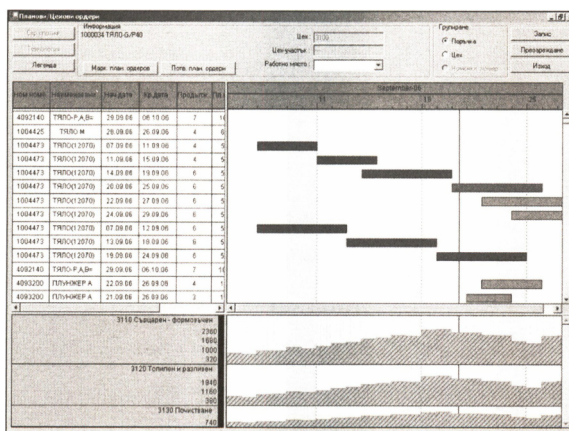


Рис. 4.1. Модуль диспетчирования – цеховые заказы

Диспетчер подтверждает заказы, которые реально начнут выполняться в рамках следующих 3 – 5 дней. Плановые заказы, после подтверждения, переходят в цеховые и становятся обязательными для выполнения на производственной площадке.

Плановые и цеховые заказы конкретному цеху составляют его план. Цех реально может выполнять только цеховые заказы. Таким образом, стратегия управления, заключающаяся в задании с точностью до 3 – 5 дней, когда что производить, определяется на корпоративном уровне с учетом интересов и политики предприятия в целом.

листа или паспорта изделия . . . Отпечатанный заказ содержит перечень материалов и количество, соответствующее нормам, информацию о наличии его на складах, технологический маршрут, перечень вспомогательных материалов, инструмент и оснастку для каждой операции.

Лимитно-заборная карта предварительно не готовится. Как цех получает материалы со склада? С момента запуска цехового заказа кладовщик видит на своем рабочем месте, что и сколько он должен передать в цех. Основание – цеховой заказ. Руководство цеха сообщает кладовщику приоритет цеховых заказов для получения материалов, и приготовления комплектации изготовления заранее. Кладовщик отмечает в системе управления реально переданное в цех (на участок) количество и печатает лимитную карту, чтобы получить на бумаге подпись получателя материалов. Одновременно, с печатью документа материалы списываются со склада и увеличивают задолженность цеха. Материальное движение автоматически формирует бухгалтерские проводки и становится доступным для бухгалтерии.

Естественно, что система отражает передачу со склада в цех материала в количестве меньшем или большем нормативно необходимого для исполнения заказа, а также, передвижение не лимитированного материала.

В цехе должны выполняться следующие задачи управления материальными потоками:

- получение материалов со складов или из других цехов;
- перераспределение материалов с одного цехового заказа на другой;
- добавление к заказам дополнительных материалов;
- корректировка норм расхода (со ссылкой на извещение об изменении);
- замена одних материалов другими;
- бракование материала / продукции;
- возврат на склад / передача другому цеху;
- регистрация производства.

В момент оприходования в цехе произведенного количества продукции, система должна списать использованные материалы и записать соответствующие данные в цеховом заказе.

Произведенные полуфабрикаты и детали должны быть списаны с цеха-производителя и переданы как количество на склад готовой продукции или в другой цех. Одновременно с этим, по заранее определенным бухгалтерским правилам должны формироваться проводки.

Бракование материалов и полуфабрикатов регистрируется в цехе или на складе, и отражается в системе.

Оставшиеся в цехе свободные количества материалов хранятся для исполнения следующих заказов или возвращаются на склад.

Складская структура и транзакции, управляющие и учитывающие движение материальных потоков, создаются и поддерживаются при помощи специального «Дизайнера транзакций». С его помощью определяются параметры и поведение транзакций. Цель – создание модели движения материального потока, в соответствии с корпоративной политикой.

Регистрация вложенного труда производится по операциям, исполнителям и станкам для каждого цехового заказа. Такой отчет можно вести вручную, при помощи устройств считывания штрих – кодов или других технических средств. На основе этих отчетов формируется вознаграждение сдельщиков.

Вся эта информация является основой расчета фактической себестоимости на уровне цехового заказа. Она служит основой определения себестоимости изделия и клиентского заказа.

Часть 5. MES – Управление производством в цеху

MES является в производственных подразделениях продолжением ERP системы управления производством. MES связывает «цеховой заказ» с отдельной физической машиной и рабочим. Учитывая комплексность системы, MES является интегрированной системой управления цехом.

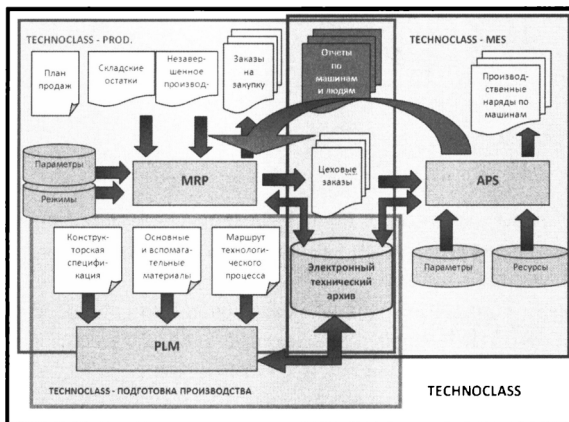


Рис. 5.1. Структура управления производством

MES включает одиннадцать основных функциональных направлений:

- Контроль состояния и управление ресурсами производства
- Оперативное планирование
- Диспетчирование производства
- Управление документами
- Управление данными
- Управление персоналом
- Контроль качества продукции
- Управление производственными процессами
- Управление производственными фондами
- Отслеживание истории продукта
- Анализ производительности

Каждый цех имеет свою локальную систему управления, свою MES.

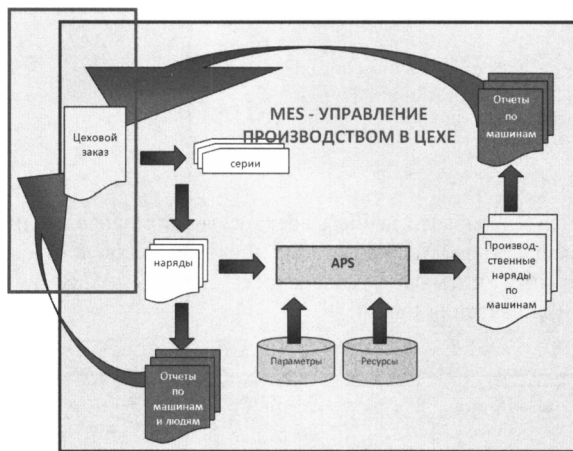


Рис. 5.2. Управление производством в цехе

Все MES системы находятся в общей системе управления предприятием, но работают независимо одна от другой. Синхронизация между ними осуществляется на уровне цеховых заказов.

Цеховые заказы синхронизированы между собой по срокам, с точностью до дня, в результате работы MRP—процедур. Цеховые заказы являются входной информацией для MES. Управляя выполнением сроков цеховых заказов при помощи MES систем разных цехов, синхронизируется работа между цехами.

При запуске диспетчером цехового заказа регистрируются серии/партии, в рамках которых будет производиться запланированное в заказе количество. Для каждой серии/партии формируются и регистрируются наряды на производство. Таким образом, формируется объем работ цеха. В этом процессе полностью или частично учитываются выполненные наряды. При закрытии цехового заказа в результате его исполнения или по другим причинам, в MES архивируется вся связанная с ним информация.

Чтобы планировать работу цеха нужно решить две задачи:

- определить очередность выполнения нарядов;
- распределить наряды по физическим машинам и рабочим.

«ТЕХНОКЛАСС» предоставляет механизм быстрого, с минимальными трудозатратами, учета выполненных и/или прекращенных нарядов. Динамика изменений условий производства в цехе приводит к необходимости периодического перепланирования работ. Достоверность результатов этого перепланирования можно обеспечить только отчетом исполнения нарядов в реальном времени. Чтобы процедура планирования просчитала правильно сменно-суточное задание цеха, то она должна

обработать достоверные данные об исполнении нарядов. Иначе система спланирует выполнение нарядов, которые уже отработаны.

sectionНаправление 1: Контроль состояния и управление ресурсами производства

Цель – поддержка актуальных данных, необходимых для управления ресурсами производства (машинами, оснасткой, инструментами, материалами, документами):

- структура, основные параметры, характеристики и расположение производственных ресурсов;
- технические характеристики физических машин;
- комплектация машин оснасткой и инструментами;
- комплектность производственной документации;
- остатки материалов и полуфабрикатов в цехе;
- остатки материалов и полуфабрикатов на складах, доступных для цеха;
- остатки инструментов и оснастки.

5.1 Направление 2: Оперативное планирование

Оперативное планирование решает задачу планирования производства внутри цеха. Базой планирования бывает:

- приоритет заказов;
- характеристики продукции (полуфабрикатов);
- политика и стратегия управления производством.

Производственное планирование должно производиться по стандарту APS. В зависимости от динамики изменения условий производства, можно проводить планирование / перепланирование один раз или больше в каждой смене.

В процессе планирования учитываются:

- фактическое исполнение плана (цеховых заказов) к моменту планирования;
- текущие остатки материалов и полуфабрикатов, предоставленных для производства;
- работоспособность производственных ресурсов цеха.

В процессе планирования оптимизируется (в соответствии с теорией ограничений) ассортимент производства в условиях ограниченных материальных, машинных, инструментальных и человеческих ресурсов.

База оптимизации определяет стратегию планирования и задается при помощи MES-параметров.

«ТЕХНОКЛАСС», например, поддерживает разные модели планирования производства в MES:

- планирование по полному количеству в цеховых заказах. В этой модели в план производства цеха включается весь объем работы, необходимый для производства всего количества деталей (сборки) в цеховых заказах.

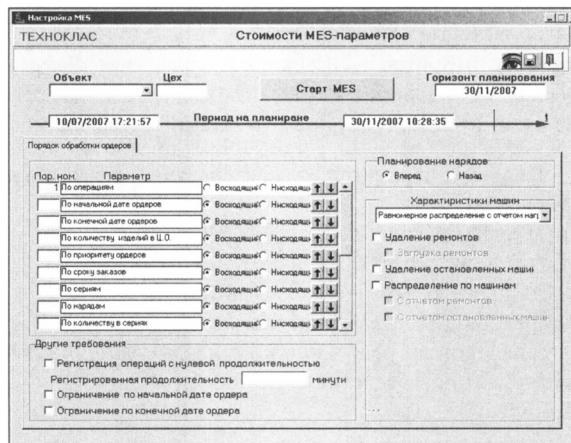


Рис. 5.3. MES-модуль в системе «ТЕХНОКЛАСС»

- планирование по обеспеченному количеству в цеховых заказах. В этой модели в план производства цеха включаются только те объемы работы, которые обеспечены материалами и полуфабрикатами.
- оптимизация материального обеспечения по количеству в цеховых заказах. В этой модели сначала оптимизируется распределение дефицитных материалов по цеховым заказам, а потом планируется производство только для обеспеченного материалами количества деталей.
- планирование с (без) учетом/а плановых ремонтов. В этой модели планирования учитывается время простоя станков при плановых ремонтах. В это время на эти станки наряды не планируются. Дата и время простоя машин в плановых ремонтах формируются в системе управления ремонтами или вручную.
- планирование с (без) учетом/а блокировок оборудования. В этой модели планирования учитывается время простоя станков из-за блокировки директивой руководителя. В это время на эти станки не планируются наряды.
- планирование с (без) учетом/а ненормированных операций. В этой модели планирования ненормированным технологическим операциям присваиваются нормы времени по умолчанию. Это позволяет не искать план распределения нарядов по станкам из-за отсутствия норм времени вспомогательных операций.
- планирование с учетом требований к оснастке. В этой модели планирования учитывается необходимость использовать специальную оснастку при исполнении некоторых операций. Процедура планирования направляет наряды на выполнение таких операций на станки, где смонтирована такая оснастка.
- планирование с учетом требований к техническим характеристикам оборудования. В этой модели планирования учитываются необходимость достичь определенных технических показателей (точность, шероховатость) при исполнении

определенных операций. Процедура планирования направляет такие наряды на станки, где технически это возможно исполнить.

- планирование без учета нагрузки. При этой модели планирования не учитывается загрузка оборудования, а просто распределяются наряды.
- планирование с учетом нагрузки (перезагрузка не планируется). При этой модели планирования наряды распределяются по станкам в рамках производственной мощности.
- планирование распределения нарядов «назад» от срока выполнения. При этой модели планирование работ происходит с самого позднего срока назад во времени.
- планирование распределения нарядов «вперед» от текущей даты. При этой модели планирование работ происходит с текущего момента вперед в будущее.
- использование в планировании функции «распределения перегрузки» с переназначением операций альтернативному оборудованию. На основе вариантности технологических процессов система позволяет производить одновременно одни и те же детали по разным маршрутам.
- планирование с «ручным» (директивным) распределением нарядов по машинам. При этой модели планирование работ происходит вручную. Руководитель/диспетчер директивным методом распределяет работу.

В производстве одновременно находится большое количество цеховых заказов. На их основе формируется много нарядов. В связи с этим, необходимо определить стратегию формирования приоритетов в разных случаях. До начала распределения наряды сортируются по разным критериям, например по:

- сериям
- операциям
- начальной дате цеховых заказов
- конечной дате цеховых заказов
- количеству изделий в цеховом заказе
- количеству изделий в серии
- продолжительности операций, (минимальной или максимальной продолжительности операций)
- приоритету заказа
- дате заказа
- критичному отношению (отношение фактического времени до срока выполнения работ по цеховому заказу ко времени, остающемуся до выполнения всех работ по цеховому заказу)
- директивному приоритету, определенному руководителем производства в цехе

Чаще всего применяются следующие критерии распределения нарядов по машинам и исполнителям:

- минимальное число занятого оборудования. По этому критерию система полностью заполняет нарядами производственный ресурс одного станка и потом начинает распределять наряды следующему;

- равномерное распределение по оборудованию. По этому критерию система распределяет наряды последовательно по станкам. Каждый следующий наряд направляется следующему станку;
- минимальное число перемещений полуфабрикатов. По этому критерию система распределяет наряды так, что бы минимизировать перемещение деталей между станками. Если наряд направлен на станок и следующий наряд может быть исполнен на том же самом станке, то система обязательно распределит и следующий наряд этому станку;
- минимальное число переналадок машин. По этому критерию система распределяет наряды так, что бы минимизировать переналадки станков. Если станок готов к выполнению конкретной операции, то система будет направлять ему исключительно наряды на исполнение этой операции;
- с ограниченным горизонтом планирования. Это возможность ограничить период распределения нарядов в рамках оперативно необходимого;
- с оптимизацией по максимальной загрузке оборудования. Этот критерий позволяет оптимизировать распределение нарядов по станкам так, чтобы минимизировать простои оборудования и повысить загрузку. Для этой цели пользуется специализированный оптимизатор. Оптимизацию нагрузки можно проводить при минимальном числе использованных машин, при равномерном распределении нарядов по машинам, в режиме «вперед от текущей даты» или «назад от срока окончания».

Система должна позволять одновременное применение разных моделей и стратегий планирования при управлении цехом.

Ниже показаны два примера планирования в «ТЕХНОКЛАСС» – по определенной стратегии без оптимизации и с оптимизацией загрузки. Иллюстрациях приведены интерактивные диаграммы Гантта, визуализирующие сменно-суточные задания по машинам – сравнение загрузки без оптимизации и с оптимизацией загрузки.



Рис. 5.4. Диаграмма Гантта планирования без оптимизации загрузки

Невозможно сделать сразу однозначный выбор параметров модели управления цехом. Выбор зависит от специфики производства, ситуации в цехе, политики управления предприятием. Но, обычно, после однократной настройки, параметры системы редко существенно меняются.

В результате оперативного планирования в цехе должны формироваться сменно-суточные задания разных вариантов:



Рис. 5.5. Диаграмма Ганта планирования с оптимизацией загрузки

- график производственных задач цеха, бригады, рабочего места, машины;
- график перемещения полуфабрикатов и материалов между рабочими центрами, участками и цеховыми складами;
- график работы внутризаводской транспортной службы;
- график подготовки материалов для подачи со складов к рабочим участкам.

5.2 Направление 3: Диспетчеризации производства

Задачами диспетчеризации производства в MES являются оперативная корректировка плана, управление и учет производства в режиме реального времени:

- распределение нарядов по машинам и исполнителям;
- контроль процесса производства: исполнение нарядов и цеховых заказов; управление партиями; управление загрузкой оборудования; управление занятостью специалистов;
- контроль степени выполнения плана;
- внесение необходимых изменений в цеховых заказах, как реакция отклонения производственных процессов от нормы.

Регистрация произведенной продукции цеха и списание вложенного материала можно осуществлять

- отчетами выполненных операций – вручную или техническими средствами (штрих-код считывающие устройства, терминалы сбора данных);
- отчетами движения материального потока

MES работает в режиме реального времени и требует непрерывного ввода данных о выполненных операциях, что достижимо только при автоматизации учета. Для ускорения этого процесса в «ТЕХНОКЛАСС» разработаны разные варианты печати нарядов со штрих – кодами.

В общем случае, учет выполнения наряда сводится к сканированию одного штрих-кода. В системе отмечается, что наряд выполнен, а в цеховом заказе регистрируется рабочий, станок, операция, отработанное количество и время. На основании этой информации формируется зарплата сдельщиков.

На некоторых производствах нецелесообразно предварительное распределение нарядов по станкам и людям. В этих случаях распределение нарядов проводится

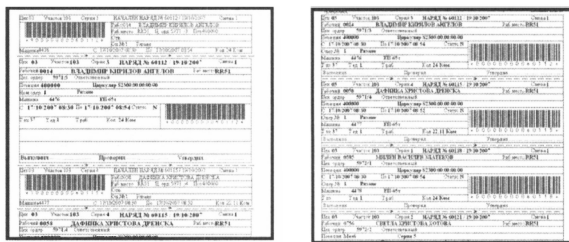


Рис. 5.6. Пример цеховой отчётности

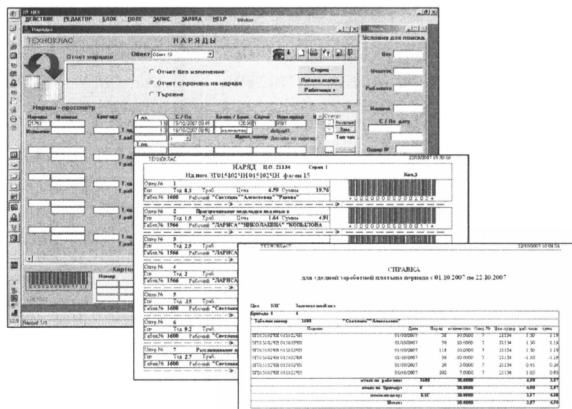


Рис. 5.7. Формирование сдельной заработной платы

вручную. Обычно используются маршрутные листы (или паспорта деталей и сборок) для всех нарядов серии. Рабочие вписывают свой табельный номер в строке операции. При окончании серии, оператор вызывает маршрутный лист на экран и вводит табельные номера, пользуясь таблицей штрих – кодов.

Таким образом, сразу по окончании смены готовы справки о заработках сдельщиков.

Для учета работы на конвейере в системе «ТЕХНОКЛАСС» используется отдельная задача. Ввод данных об исполнении серии автоматически начисляет заработок каждому рабочему, в зависимости от того, кто на какой позиции конвейера работал.

5.3 Направление 4: Управление документами

MES должна решать следующие задачи, связанные с управлением документами в цехе:

- PDM (Project Data Management) функции: Контроль содержания, маршрута и сроков изготовления отдельных документов; Контроль комплектности технической документации – инструкции и нормы работ, маршрутные и операционные карты, чертежи, типовые операции и групповые технологические процессы, программы для обработки деталей на машинах с ЧПУ, параметры партий продукции;
- Управление изменениями
- Архивирование информации
- Прослеживание изменений технической документации во времени;
- Сравнение между текущим и архивным состоянием технической документации.

5.4 Направление 5: Управление данными

Сущностью функций MES этой группы является обеспечение информационного взаимодействия разных производственных подсистем в целях получения, сохранения и передачи технологических и производственных данных, создаваемых для производства и в производственной среде предприятия.

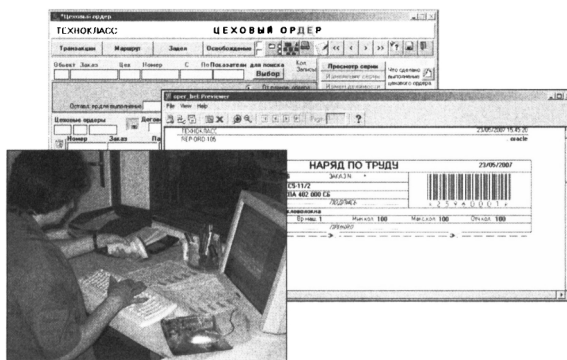


Рис. 5.8. Управление данными

Например, система «ТЕХНОКЛАСС» предоставляет следующие способы сбора данных:

- ввод вручную;
- автоматизированный ввод с использованием штрих – кодов;
- автоматический периодический трансферт данных из АСУТП;
- непосредственно с производственных линий.

5.5 Направление 6: Управление цеховым персоналом

MES должна решать следующие задачи управления информацией, связанной с персоналом и сдельной оплатой труда в цехе:

- списочный состав;
- квалификация и принадлежность рабочих к бригадам и подразделениям;
- движение персонала между подразделениями;
- распределение персонала по машинам;
- соответствие выполненных работ квалификации специалиста;
- отчеты о заработной плате сдельщиков;
- отчеты о продолжительности и причинах простоев рабочих;
- отчеты о количестве и причинах брака каждой операции по исполнителям;
- тарифные сетки и коррекционные коэффициенты, формирующие заработную плату.

5.6 Направление 7: Контроль качества продукции

MES должна решать следующие задачи данного направления:

- предоставление данных о качестве продукции, на основе актов брака;
- формирование контрольных документов и сертификатов качества;
- формирование протоколов об измерениях.

5.7 Направление 8: Управление производственными процессами

Функции этого направления обеспечивают интеграцию MES с другими, параллельно работающими системами типа АСУТП или системами управления производственными ячейками (ГПС).

5.8 Направление 9: Управление производственными фондами

Функции данного направления MES охватывают процессы технического обслуживания и ремонта оборудования в цеху:

- Планирование основных и оперативных ремонтов оборудования и оснастки в течение всего производственного процесса;
- Отчет о ходе выполнения ремонтов;
- Управление расходами цеха на ремонт;
- Управление запасами запасных частей;
- Передача к задачам планирования и диспетчеризации производства информации об изменениях ресурсов производства, наступивших вследствие начатых и законченных ремонтов.

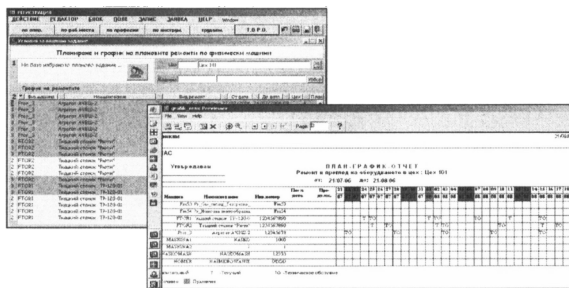


Рис. 5.9. Планирование ТОиР в цеху

Обычно, указанные функции являются частью общей системы управления ремонтами с ориентацией на цеховую специфику.

5.9 Направление 10: Отслеживание истории продукта

Целью функции данного направления MES является предоставление полной информации о каждой отдельной партии изделия, его составляющих и использованных материалах:

- данные о компонентах продукта;
- серийные номера и характеристики произведенных партий;
- отчет о персонале, принявшем участие в производстве (от первой до последней операции) конкретной партии;
- данные о партиях компонентов (полуфабрикатов), использованных при производстве отдельной партии продукта;
- данные о партиях и поставщиках использованных материалов и покупных изделий;
- условия производства каждой партии и установленные отклонения от норм;
- индивидуальный технологический паспорт изделия.

История продукта может содержать:

- прослеживаемость производственных партий;
- отчет о персонале, принявшем участие в производстве (от первой до последней операции) конкретного продукта;
- данные о компонентах продукта;
- данные о материалах и их поставщиках;
- серийные номера и характеристики партий;
- условия производства партии и установленные отклонения от норм;
- индивидуальный технологический паспорт изделия.

5.10 Направление 11: Анализ загрузки ресурсов

Функции данного направления MES генерируют отчеты:

- фактическая загрузка оборудования по реальным результатам выполнения производственных операций;
- сравнительные анализы текущих, предыдущих и ожидаемых результатов по: наличным ресурсам; уровню плановой загрузки ресурсов; продолжительности производственного цикла;
- соответствие текущих результатов ожидаемым (плановым) и/или результатам прошлых периодов.

Часть 6. Интересные примеры внедрения системы «ТЕХНОКЛАСС»

6.1 Завод «Пневматика СЕРТА» – город Кырджали

Основная продукция: Пневматические и гидравлические элементы и системы. Результат: на предприятии обеспечено полное прослеживание производственных партий и оптимизация материальных потоков. На предприятии нет ящика с деталями без полного набора плановых и учетных документов для истории их производства.



6.2 Завод «Будущность» – город Чирпан

Основная продукция: Гидравлические распределители. Результат: После внедрения системы «ТЕХНОКЛАСС» незавершенное производство уменьшилось на 20%, а производительность труда повысилась на 7%. В условиях увеличения производства, оборотные средства уменьшились на 6%.




Автор: Йосиф Леви, Управляющий компании Л-КЛАСС (София, Болгария).
l-class@techno-class.com
Рецензент: И.С. Решетников, Российская рабочая группа MESA International,
i.reshetnikov@mesarussia.ru
Подготовка материалов к печати: Г.М. Медведева, Российская рабочая группа MESA International,
g.medvedeva@mesarussia.ru



Особенности управления проектами MES

Д.Е. Анисимов
И.С. Решетников

Copyright Д.Е. Анисимов, И.С. Решетников 2010



Содержание

Часть 1. Введение	83
Часть 2. Организация проекта	85
2.1 Стадии внедрения	85
2.2 Начало проекта	87
Часть 3. Фазы проекта внедрения MES	91
3.1 Фаза исследования	91
3.2 Определение целей	91
3.3 Проектирование	93
3.4 Разработка	95
3.5 Внедрение	95
3.6 Оптимизация и развитие	96
Часть 4. Заключение	98

Часть 1. Введение

Любой проект по внедрению информационных технологий на каком либо предприятии требует профессионального управления. Для проектов внедрения MES на производственных предприятиях это утверждение особенно актуально. Тому есть ряд очевидных причин:

- проект внедрения MES, как правило, не только серьезнейшим образом затрагивает, но и существенно изменяет основную группу производственных процессов предприятия, ответственную за создание добавленной стоимости. Некачественное управление проектом внедрения MES или полное отсутствие такового может привести к огромным финансовым потерям, вызванным не только затратами на выполнение проекта, не обеспечившего ожидаемого результата, но и снижением производственных и бизнес показателей предприятия в целом;
- большинство организационных и технических проблем в ходе реализации различных проектов возникает в связи с необходимостью интеграции в самых разных ее проявлениях: от интеграции программных приложений до интеграции процессов различных предприятий. MES по сути своей содержит большое число точек интеграции, и это влечет за собой значительный объем рисков и потенциальных затрат, которых можно избежать только благодаря управлению проектом на высоком профессиональном уровне;
- одними из ключевых участников любого проекта внедрения MES являются руководители предприятий и производств высшего и среднего звена. Высокий процент их участия в проекте является, как правило, необходимым условием успешной реализации внедрения. С другой стороны, руководители такого уровня – главные инженеры, директора по производству, технические директора – имеют ограниченный и дорогостоящий временной ресурс. Только благодаря качественному управлению проектом в условиях жестких ограничений возможно разрешить этот конфликт и обеспечить требуемую степень вовлеченности руководства в эту работу;
- интересы участников проекта внедрения MES, как правило, изначально крайне противоречивы и зачастую противоположны. Руководство предприятия в результате внедрения проекта ожидает, в числе прочего, увеличения эффективной загрузки персонала и оборудования, устранения нерационального использования и хищений материалов, снижения издержек за счет сокращения штата, увеличения прозрачности производственных процессов.

Очевидно, что интересы рядового производственного персонала в основной массе чаще всего кардинальным образом отличаются от перечисленных ожиданий руководства. Другим примером конфликта интересов может быть намерение поставщика MES сделать успешно реализованный проект референсным, а с другой стороны, аб-

совершенно логичное требование руководства предприятия к сохранению конфиденциальности всей информации о проекте, необходимой для обеспечения долгосрочного конкурентного преимущества предприятия, ради которого и внедрялась система. Одним из ключевых признаков успешного проекта внедрения MES, наряду с работоспособными программно-техническими средствами, используемыми в производственных процессах и приносящими предприятию дополнительную прибыль, является наличие между предприятием заказчиком и поставщиком MES решения доверительных партнерских отношений, на которых строится дальнейшее развитие системы и внедрение передовых технологий управления производством. Выстроить такие отношения в ходе проекта внедрения MES, в атмосфере противоречивых интересов и возможных конфликтных ситуаций – одна из главных задач руководителя проекта и группы управления проектом в целом. Решение этой задачи требует как понимания природы деловых, производственных и межличностных отношений, так и владения методологией разрешения конфликтов, поиска общих интересов и компромиссных решений, что находится в компетенции квалифицированного руководителя проекта.

Часть 2. Организация проекта

2.1 Стадии внедрения

Ассоциация MESA предлагает в ходе реализации MES решений ориентироваться на следующее определение этапности:

- начало;
- исследование;
- определение целей;
- проектирование;
- разработка;
- внедрение;
- оптимизация.

В общем случае, можно придерживаться этой этапности, дополнив ее нулевым этапом, заключающимся в выборе поставщика MES решения. Рассмотрим выделенные этапы подробнее.

В качестве отправной точки проекта внедрения MES можно принять ситуацию, когда высшее руководство предприятия сделало предварительное заключение о целесообразности внедрения на пред.приятии автоматизированной системы класса MES и открытия финансирования проекта внедрения. Не обходимые условия возникновения такой ситуации:

- понимание руководителями предприятия назначения MES, круга задач, решаемых этими системами, и задач конкретного предприятия, которые планируется решать с помощью MES;
- объективная оценка готовности предприятия к внедрению MES: наличие инфраструктуры, бизнес процессов формирования производственной отчетности, квалификации руководящего и рядового персонала и др. Низкая готовность предприятия по отдельным либо по всем показателям не является препятствием для внедрения MES, но основанием для выполнения мероприятий по обеспечению необходимого уровня готовности. Оценка готовности предприятия и мероприятия по ее повышению могут быть выполнены как специалистами предприятия, так и консалтинговыми компаниями или интеграторами MES;
- адекватная оценка руководством предприятия тех затрат времени и средств, которых потребует внедрение MES, а также предположения о ключевых факторах и приемлемых сроках возврата инвестиций.

В общем случае предполагается, что руководство предприятия приходит к указанной ситуации по собственной инициативе в силу потребности в повышении кон-

курентоспособности путем снижения издержек, повышения качества продукции, повышения эффективности использования оборудования, персонала и оснастки.

Всегда необходимо помнить, что MES является бизнес решением. По этой причине, кем бы и с какого бы уровня управления ни была подана идея внедрения MES – инициатива ее внедрения должна исходить от высшего руководства производственного предприятия, и все этапы внедрения MES требуют глубокого понимания, активного участия и поддержки руководства.

Типичная и фатальная ошибка руководителей перед принятием, которая может обернуть проект внедрения MES на провал еще до его начала – позиция не заказчика, а «покупателя» в отношении как поставщика MES решения, так и специалистов самого предприятия, ответственных за выполнение проекта. Позиция эта выражается в самоустранении от участия в проекте со стандартной мотивацией: «Я плачу деньги за результат, процесс его достижения – не мое дело». Если такой же под ход практикуется и при выборе поставщика MES решения (которого правильнее отнести к разряду не поставщиков, а стратегических партнеров предприятия), то проект фактически со 100% вероятностью не будет успешным. Выбор поставщика решения будет являться результатом не серьезной аналитической работы, как того требует практика проектной и производственной деятельности, а результатом 1...2 удачно проведенных презентаций, «демонстрации решения» тем лицам, которые наименее компетентны, громких обещаний, а в наихудшем случае – ангажированности кого либо из руководителей предприятия, уполномоченных принимать решения о финансировании проекта.

Безусловно, этапность проекта внедрения MES, приведенная выше, не является догмой или даже рекомендацией. При разработке плана проекта можно ориентироваться, в частности, на этапность, предлагаемую ГОСТ 34.601 90 «Автоматизированные системы. Стадии создания».

При выполнении декомпозиции задач и определении видов работ в составе различных этапов проекта внедрения MES, включая задачи управления проектом, следует ориентироваться на ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207 99. «Информационная технология. Процессы жизненного цикла программных средств.» и ГОСТ Р ИСО/МЭК 15288 2005. «Информационная технология. Системная инженерия. Процессы жизненного цикла систем.» Эти документы достаточно полно определяют процессы жизненного цикла MES как программной системы совместно с ГОСТ Р ИСО/МЭК ТО 16326 2002. «Программная инженерия. Руководство по применению ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207 при управлении проектом», содержащим рекомендации по применению ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207 99 непосредственно в управлении проектом и основанным, помимо требований последнего, на положениях РМВОК2 и стандарта ИСО 10006 97 «Управление качеством. Руководства по качеству при управлении проектом».

Указанные документы исходят из процессного подхода и не содержат в явном виде общеупотребительного перечня этапов проекта. Таким образом, в случае применения указанных стандартов привязка процессов и видов деятельности к укрупненной этапности проекта должна быть выполнена в ходе определения проекта и планирования деятельности.

Во всех случаях в ходе определения перечня работ необходимо анализировать все этапы жизненного цикла создаваемой MES и все процессы и виды деятельности, рекомендуемые к выполнению на различных этапах. Возможна, в частности, следующая ошибка: производственное предприятие, имеющее в распоряжении собственную квалифицированную команду бизнес аналитиков, специалистов по производству и ИТ, может пропустить этап выбора поставщика (партнера по внедрению) MES решения. Все ресурсы для внедрения, казалось бы, имеются в составе предприятия, и необходимо только выбрать поставщиков оборудования и ПО для комплектации MES. Тем не менее, на нулевом этапе руководителям предприятия необходимо проанализировать, располагает ли штатная группа внедрения необходимым временным ресурсом и, что крайне важно, опытом реализации похожих по составу и масштабу проектов, то есть ответить на те же вопросы, которые возникают при выборе сторонней компании – поставщика MES решения.

Отметим, что каждая фаза проекта, начиная от выбора поставщика решения и заканчивая внедрением MES, основывается на результатах предыдущей фазы. Поэтому каждый из основных этапов (фаз) проекта должен иметь совместно проработанные все ми участниками проекта, четко документированные, достижимые и измеримые признаки завершения и возможности перехода к следующему этапу.

2.2 Начало проекта

Согласно ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207 99 на первой фазе определяются: команда управления проектом; пользователи системы; основные заинтересованные лица; лица, принимающие решения. В оригинальном документе порядок приведенного списка несколько иной, здесь же мероприятия начальной фазы проекта расположены в том порядке, в каком они, по мнению авторов, должны выполняться.

На первом шаге следует на постоянной либо временной основе сформировать команду управления проектом, поскольку все дальнейшие мероприятия требуют участия: руководителя проекта, куратора проекта, консультантов по MES и по производству. Все участники должны иметь соответствующую квалификацию и полномочия, формальные назначения могут только ухудшить ситуацию. Подробно останавливаться на ролях и требованиях к компетенциям участников команды управления не имеет смысла – все это можно найти в [??] и другой специальной литературе по управлению проектами. Стоит лишь отметить, что для проекта внедрения MES предпочтение при формировании группы управления проектом следует отдавать (при условии соблюдения требований к компетенции) специалистам, способным в наибольшей степени учесть специфику конкретного производства и отрасли. Поэтому в роли руководителя проекта более эффективным может оказаться руководитель производственник со значительным стажем работы на данном предприятии, обученный методологии проектного управления, чем опытный сертифицированный менеджер проекта, не знакомый со спецификой производства, межличностными отношениями на предприятии, компаниями партнерами, которые также могут быть заинтересованы в проекте внедрения MES и привлечены в качестве участников.

Одна из особенностей проекта внедрения MES – потенциально высокое число возможных конфликтных ситуаций. Это обусловлено:

- функциональным назначением самой системы, основная задача которой – предоставление руководству предприятия объективной картины производственных процессов, что выгодно, как правило, далеко не всем участникам;
- большое число точек взаимодействия с другими системами предприятия, в которых происходит переход ответственности между подразделениями и службами;
- большое число точек технической интеграции, следствием которого является необходимость привлечения значительного числа специалистов по интегрируемым системам. Последние, зачастую, являются сотрудниками конкурирующих компаний или проводят техническую политику закрытых решений, не предполагающих интеграции со сторонними системами.

Всеми этими факторами обусловлены самые высокие требования к руководителю проекта как к опытному конфликт менеджеру, способному отыскать общие интересы и компромиссные варианты для конфликтующих сторон, а к куратору проекта – как к волевому руководителю, способному действовать методами «жесткой мотивации» в тех случаях, когда компромиссный вариант невозможен или противоречит целям проекта.

Часто возникает вопрос, формировать ли команду управления проектом из состава специалистов предприятия или же поручить управление сторонней организации, это может быть компания поставщик MES решения, сторонние консультанты по проектному управлению и бизнес консультанты, в ряде случаев управление проектом внедрения MES может быть поручено команде управления проектом внедрения ERP, если эти системы внедряются параллельно. Если исходить из понимания командой управления проектом специфики конкретного производства, то первый вариант будет предпочтительнее, но он несет значительный риск – любой руководитель предприятия сознательно или нет в ходе внедрения будет больше внимания и ресурсов уделять автоматизации бизнес процессов, владельцем которых он является в силу своих основных должностных обязанностей, в ущерб другим бизнес процессам.

Это может не только привести к дополнительным конфликтам в ходе внедрения, но и отрицательно повлиять на качество и эффективность внедряемой системы. Другой реальный риск – нежелание руководителя проекта из состава сотрудников предприятия объективно оценивать ключевые показатели (KPI) проекта и в необходимых случаях применять непопулярные методы мотивации из соображений сохранения дружеских отношений с коллегами по работе. Поскольку внедрение MES во всех случаях связано с необходимостью постоянного и объективного измерения KPI, с принятием и обеспечением выполнения жестких решений при обнаружении отклонений, этот риск следует рассматривать как один из наиболее серьезных.

Поэтому руководители предприятий в ряде случаев формируют команду управления проектом полностью из сторонних специалистов, независимо от наличия достаточно квалифицированных сотрудников на предприятии, при этом специалисты

предприятия привлекаются в качестве консультантов по технологии и бизнес процессам и как пользователи системы. Куратор, как правило, назначается из состава совета директоров предприятия или головной компании в силу требований к его полномочиям по принятию ключевых решений о финансировании, начале, изменении и завершении проекта. Сформированная в минимально необходимом объеме команда управления проектом может переходить к следующему шагу – определению перечня ключевых пользователей системы и степени участия в проекте каждого из них.

Под пользователями на данном этапе подразумеваются не только и не столько операторы технических средств системы (сотрудники, работающие с экранными формами ввода и отображения информации), сколько руководители подразделений и главные специалисты предприятия, использующие аналитическую информацию MES для принятия руководящих решений и ответственные за предоставление корректных и достоверных входных данных системы. В частности, директор по финансам может в своей повседневной деятельности не использовать экранные формы и отчеты MES, работая непосредственно с информацией, предоставляемой ERP. Тем не менее, он может быть включен в состав ключевых пользователей, поскольку алгоритмы формирования затрат в производстве и процессы их передачи на уровень управления предприятием находятся в его компетенции. То же самое можно предположить для руководителей отделов продаж, внешней логистики, закупок и т.п.

Во всех проектах внедрения MES необходимо привлечение в качестве ключевых пользователей следующих должностных лиц: директор по производству, директор по экономике/финансам, начальник от дела планирования, начальники участков и цехов, в которых будет внедряться MES, руководители служб эксплуатации технологического оборудования и КИПиА, руководители подразделений ИТ и АСУ. В зависимости от внедряемого функционала MES ключевыми пользователями также могут быть: главный технолог, начальники диспетчерской службы, службы качества, внутренней логистики, инструментального цеха. В ряде случаев целесообразно привлечение в качестве ключевого пользователя и участника проекта руководителя службы безопасности, поскольку информация, предоставляемая MES, может быть использована для учета товарно материальных ценностей, рабочего времени сотрудников, выявления фактов нецелевого использования оборудования и материалов, а также виновников и причин недостачи материалов, повреждения оборудования, несчастных случаев и т.п. Помимо пользователей системы необходимо установить всех прочих участников проекта, их интересы,

возможную степень их влияния на результаты проекта и, наоборот, результатов проекта – на них. Такими участниками, специфичными для проекта MES, могут быть: акционеры предприятия; поставщики и заказчики предприятия; предприятия кооперации; сервисные компании и другие поставщики услуг, сотрудничающие с предприятием на долгосрочной основе; отраслевые проектные организации; государственные контролирующие органы. Крайне важно на этом этапе учесть интересы и степень участия всех участников проекта, уже здесь можно формировать устав проекта, черновые варианты матрицы ответственности (RACI), плана коммуникаций, матрицы рисков и плана по управлению рисками. Именно поэтому формирование высоко профессиональной команды управления проектом было указано в качестве

первого проектного мероприятия, следующего за возникновением потребности во внедрении решения класса MES и выбора партнера по внедрению. Ошибки в управлении проектом на начальной фазе практически гарантированно влекут за собой более низкую эффективность внедрения, увеличение затрат, а возможно и полный провал изначально перспективного проекта.

Определение и назначение лиц, принимающих решения (ЛПР), необходимо для обеспечения нормального хода выполнения и успешного внедрения проекта. Критически важным результатом выполнения этой задачи становится на этапе внедрения, когда деятельное и осознанное участие руководства предприятия в проекте необходимо для принятия и обеспечения выполнения руководящих решений по корректировке бизнес процессов предприятия. Без этой деятельности со стороны руководства успешное внедрение проекта MES невозможно. Работа группы управления проектом и в особенности руководителя проекта с ЛПР должна вестись на всех этапах для формирования понимания того, каким образом будут изменяться бизнес процессы в ходе внедрения MES, какие организационные мероприятия должны быть проведены и какие результаты должны быть получены.

Часть 3. Фазы проекта внедрения MES

3.1 Фаза исследования

Согласно ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207 99, на этой фазе определяются: бизнес цели и их приоритеты; ожидаемый срок окупаемости и преимущества от внедрения системы; состояние технической инфраструктуры, необходимой для системы; оценка необходимости использования той или иной стратегии улучшения производства. Согласно ГОСТ 34.601 90, на данной фазе выполняются НИР, что перекликается с рекомендациями ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207 99.

Бизнес цели, предварительно сформулированные в процессе возникновения потребности во внедрении MES, на данном этапе должны быть поняты и согласованы всеми ключевыми участниками. Из участников отдельно следует отметить спонсора проекта и поставщика MES решения – первый обязан досконально понимать, за что он платит, второй – за что ему платят. Это понимание должно быть единым, оно в обязательном порядке фиксируется официальным документом – уставом проекта либо договором. Не достигнув соглашения о формально определенных бизнес целях проекта, к дальнейшим шагам по реализации переходить бессмысленно.

При формировании и выборе стратегии следует учитывать, что одним из ключевых факторов успешного внедрения MES является наличие видимого руководством предприятия и спонсором положительного результата уже на первых этапах внедрения. По этой причине следует начинать с тех участков и процессов производства, где результат внедрения будет очевиден и ярко выражен, при этом риски и затраты минимальны. Примером может быть внедрение функции учета и идентификации продукции и брака на участке упаковки готовой продукции.

Для отслеживания хода выполнения проекта и измерения результатов необходимо сформулировать и документально зафиксировать ключевые показатели эффективности (KPI), которые должны быть понятными и измеримыми с минимальными затратами. KPI отслеживаются, начиная со стадии проектирования и до завершения проекта. Определение KPI бессмысленно в отрыве от периодичности и методики их измерения и малоэффективно без четко сформулированных управляющих воздействий (руководящих решений по проекту) при выявлении отклонений от запланированных значений. Набор KPI может изменяться на различных фазах проекта и в процессе жизненного цикла системы.

3.2 Определение целей

Согласно ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207 99, на этой фазе определяются: область действия проекта; основные показатели эффективности бизнес процессов и их текущие

значения; высокоуровневые бизнес требования и критичные для качества показатели; потребности управления изменениями; рекомендации по реализации системы. Согласно ГОСТ 34.601 90, в числе прочих мероприятий, определяются виды автоматизируемой деятельности и перечень объектов, на которых предполагается использовать систему, а так же выполняется расчет ожидаемой эффективности системы. Таким образом, рекомендации ГОСТ и методик MESA во многом являются схожими.

Следующая цитата из ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207 99 заслуживает того, чтобы привести ее перевод полностью: «Фаза определения целей больше других влияет на успех проекта и его стоимость. Результаты выполнения данной фазы затрагивают более половины критериев успешности проекта. Изменение решений, принятых на данной фазе, в ходе последующих фаз может привести к увеличению затрат в сотни раз. Тем не менее, зачастую фазе определения целей не уделяется достаточно го внимания, так как все спешат приступить к выполнению следующих двух фаз – проектирования и разработки. Как результат, получают неполный набор требований, расползание области действия проекта и перерасход времени и денежных средств. Любая из этих проблем может привести к провалу проекта и его закрытию задолго до окончания внедрения».

То есть невозможно достигнуть цели, которой не имеешь. Поэтому на этом этапе деятельность по управлению проектом требует наибольшего профессионализма, имеет смысл организация проектных совещаний с меньшими временными интервалами и в расширенном составе, а также привлечение наиболее опытных бизнес консультантов и специалистов по управлению производством.

Определение области действия (границ) проекта также требует самого пристального внимания и руководящей роли команды управления проектом, по скольку этот вид деятельности не только является определяющим для состава и объема работ и стоимости проекта, но и несет в себе источник возможных конфликтов, связанных с разделением сфер влияния и ответственности в производственных процессах.

На данном этапе должны быть из мерены KPI, их полученные значения приняты в качестве исходных, с которыми будут сравниваться значения, достигнутые в ходе внедрения. Параллельно оценивается методика измерения KPI с точки зрения достоверности, простоты и прозрачности, при необходимости могут быть внесены коррективы.

На этой фазе выполняется формирование механизмов управления изменениями, причем в данном случае речь идет не об изменениях в самом проекте, которые управ ляются при помощи стандартных и регламентированных методик, например [??], а об изменениях в производственных процессах, специфичных именно для проекта внедрения MES и этим проектом инициируемых. Если таких изменений не происходит, команда управления проектом должна проанализировать ситуацию и принять меры к тому, чтобы руководящий производственный персонал использовал информацию, получаемую посредством MES, для совершенствования бизнес процессов и достижения, таким образом, основных целей проекта.

В ходе формирования рекомендаций по реализации системы выполняется деятельность, важнейшая как для производства, так и для выполнения проекта – планирование. В этом процессе должны учитываться такие специфичные для производ-

ственных систем факторы, как сезонность производства и потребления продукции, годовой график финансирования и формирования финансовой отчетности, график отпусков и т.п. Составленный план должен быть реалистичным и пригодным для последующего отслеживания и корректировки.

3.3 Проектирование

Согласно ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207 99 на этой фазе определяются: детальные бизнес требования; общий проект решения; техническая архитектура системы; планы разработки и руководящие документы. Стандарт ГОСТ 34.601 90 и другие ГОСТы группы 34 гораздо более детально определяют фазу технического проектирования, их рекомендаций можно придерживаться и при проектировании MES. Тема технического проектирования систем управления производством не является предметом данной статьи, поэтому остановимся только на специфике.

В большинстве проектов внедрения MES целесообразно реализовывать пилотный проект, хотя в не которых случаях, в частности, для малых производств его выполнение не является оправданным, имеет смысл развертывать систему полностью. Типичные цели выполнения пилотного проекта MES можно определить следующим образом:

- проверка осуществимости внедрения;
- обоснование дополнительных вложений;
- получение поддержки руководства;
- получение достоверных оценок сроков проекта.

Для группы управления проектом пилотное внедрение может быть эффективным средством также для: разрешения конфликтов, вызванных сомнениями какой либо из сторон в состоятельности проектных решений; снижения технических и других рисков; влияния на финансирование проекта.

Результат внедрения пилотного проекта может самым кардинальным образом изменить ход проекта в целом, включая изменение в ту или иную сторону области определения проекта, объемов финансирования, соотношения сил сторонников и противников проекта и да же его целей. По этой причине на этапе выполнения пилотного проекта со стороны поставщика решения целесообразно привлекать наиболее опытных руководителей проекта и технических специалистов.

Важным является правильный выбор пилотной зоны, то есть области действия пилотного проекта. Выбор может основываться на следующих критериях:

- репрезентативность пилотной зоны по отношению к области действия основного проекта внедрения MES;
- степень принятия системы персоналом;
- самодостаточность и независимость пилотного участка;
- перспективы достижения положительного результата.

Пилотный проект играет важнейшую роль еще и в части мотивации рядовых сотрудников предприятия, которая является одним из основных факторов успешно-

го внедрения проекта, поскольку неприятие системы персоналом, представляющее собой ключевой риск, специфичный именно для проектов внедрения MES, может создать серьезные проблемы при внедрении и даже привести к полной неудаче.

Приведем еще одну цитату из ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207 99: «Для мотивирования людей, вовлеченных в пилотный проект, необходимо донести до них информацию о том, что система предназначена для оценивания и улучшения производственных процессов и не для оценки работы каждого работника в отдельности. Если работники поймут, что по результатам пилотного внедрения никто не будет судить об их персональной эффективности, вероятность получения отдачи от персонала, а также вероятность внесения в систему корректных данных сильно возрастает».

Подчеркнем, что приведенная позиция верна исключительно для пилотного проекта, но абсолютно ложна для проекта в целом. MES в любом случае предназначена для оценки персональной эффективности, некоторые программные комплексы MES да же включают функционал расчета сдельно премиальной заработной платы на основе данных о выполнении производственных заданий.

Еще несколько аспектов, которые необходимо учитывать в ходе пилотного внедрения.

Все применяемые в рамках пилотного внедрения программно технические средства должны стабильно работать, и техническая поддержка со стороны поставщика решений должна быть обеспечена в максимально возможном объеме. В ряде случаев пилотный проект внедряют с применением старых ПК, сетевых конфигураций, построенных на скорую руку и не протестированных, «сырых» программных приложений. Это недопустимо, поскольку каждый сбой в работе системы подрывает доверие к ней и рядового персонала, и руководящих сотрудников. Аргументация: «Это испытания, по том все будет хорошо», – для производственного персонала, как правило, является неубедительной. Применение «временных схем» неприемлемо и по той причине, что пилотное внедрение – это еще и полевые испытания технических средств и решений, и все несоответствия, не выявленные в ходе пилотного проекта, послужат источником неприятностей при вводе системы в эксплуатацию в полном объеме.

В пилотном внедрении должны принимать активное участие специалисты технических служб предприятия, которым предстоит эксплуатировать систему и адаптировать ее к изменяющимся требованиям бизнеса. Помимо обучения должны быть проведены тренинги по действиям персонала в наиболее вероятных не штатных ситуациях, обнаружению и устранению неисправностей, работе с документацией и штатными средствами диагностики системы. Указанные мероприятия обеспечивают доверие к системе служб эксплуатации и значительно повышают вероятность того, что система будет постоянно и корректно использоваться в полном объеме на этапе промышленной эксплуатации.

Обычно пилотное внедрение не должно занимать более 3 месяцев.

3.4 Разработка

На этой фазе функции команды управления проектом большей частью сводятся к стандартным действиям по контролю сроков выполнения проектных задач, участию в плановых тестированиях, предоставлению отчетов. Выполняется мониторинг рисков, принятых к управлению, в случае необходимости реализуются необходимые мероприятия. Промежуточные результаты работ должны периодически демонстрироваться конечным пользователям и оцениваться ими. Это позволит специалистам поставщика решения получить более полную информацию о потребностях пользователей и оперативно реагировать на изменения, связанные с производственной и бизнес средой, обеспечивая тем самым наиболее полное удовлетворение потребностей производственного предприятия. Пользователи, в свою очередь, получают более полное представление о системе, ее интерфейсах, архитектуре, логике работы. Кроме того, принятие системы пользователями, которые лично участвовали в ее создании, пройдет намного легче, чем системы, предоставленной в законченном варианте, не подлежащем изменениям. Любые изменения в проектных решениях должны в согласованном порядке документироваться и утверждаться руководителем проекта и техническим руководителем, а в случае изменений, влияющих на базовые сроки и бюджет проекта, – куратором.

К участию в демонстрациях системы необходимо привлекать и руководителей предприятия, это даст большее понимание механизмов работы системы с их стороны и облегчит их участие на стадии внедрения, которое является критически важным для успешного выполнения проекта.

На этапе разработки также практикуется создание рабочих прототипов системы и ее частей, при меняемых для уточнения требований пользователей с минимальными трудозатратами разработчиков. Высокую эффективность имеют периодические мероприятия по информированию и обучению рядового персонала и руководителей нижнего звена, которые будут использовать систему. При этом крайне важным является обучение пользователей не только работе с интерфейсами экранных форм, но и использованию функций системы в рабочем процессе для сокращения трудозатрат, повышения личной эффективности и производительности.

3.5 Внедрение

Предполагается, что к началу фазы внедрения все технические решения сформированы и протестированы как по отдельности, так и в составе системы, тестирование должно быть выполнено как на работоспособность всех функций, так и на их соответствие техническому заданию и проектным решениям. Ключевые пользователи должны быть обучены и в целом готовы к использованию системы в повседневной работе, рабочая документация выполнена и доведена до пользователей.

На этой фазе наибольшее значение имеет участие руководителей производственного предприятия, поскольку в процессе внедрения возникает необходимость внесения изменений в бизнес процессы на основании KPI, измеряемых с помощью системы. Если это не происходит, система не выполняет своих управляющих функций,

KPI не улучшаются, а только измеряются, что не приводит к достижению целей проекта – улучшению производственных показателей и, как результат, получению дополнительной прибыли и конкурентных преимуществ. Возврата инвестиций при этом не происходит, что сводит к нулю ценность всех усилий по созданию системы и перспективы ее развития.

Обеспечение участия руководства предприятия на этапе внедрения для корректировки бизнес процессов, с подготовкой и выпуском соответствующих приказов по предприятию – основная задача группы управления проектом. Работа по выполнению этой задачи должна вестись на всех этапах с самого начала проекта. Для этого руководителю проекта необходимо хорошо изучить структуру управления не только производством, но и предприятием в целом, регламенты согласования и принятия решений, механизмы обеспечения выполнения этих решений.

В начале фазы внедрения выполняется полное развертывание системы на предприятии и интеграционное тестирование после развертывания. Участие пользователей в тестировании и приемке системы – критически важная проектная задача. Это позволит исключить вопросы с их стороны к функционированию и работе системы на этапе опытной и промышленной эксплуатации.

На этапе внедрения проводят также обучение всех пользователей. В массовом порядке обучение необходимо проводить на финальном варианте системы. По результатам обучения должна быть проведена аттестация, для этого из состава главных специалистов поставщика решения и руководителей предприятия формируется приемная комиссия. Аттестация не должна проводиться формально, поскольку пользователи, не способные к полноценному использованию системы в своих задачах, станут причиной неэффективного использования системы и того, что за данные KPI не будут достигнуты.

Если по каким то причинам в пользовательские интерфейсы и/или логику работы системы после обучения были внесены какие либо изменения, те пользователи, которых они коснулись, должны пройти дополнительный инструктаж. В идеальном варианте после проведения обучения и до ввода системы в опытную эксплуатацию изменений быть не должно. Со стороны руководителя проекта требуется более тщательный контроль за изменениями в системе.

3.6 Оптимизация и развитие

Когда MES прошла стадию опытной эксплуатации, были устранены все замечания и недостатки, выявленные на этом этапе, выполнены все изменения в рабочей документации, пользователи прошли инструктажи по изменениям, касающимся их деятельности, система может быть введена в промышленную эксплуатацию. В ходе ее продолжается мониторинг KPI, поставщик решения выполняет тонкую настройку и оптимизацию работы системы для достижения наилучших показателей как управляемых системой бизнес процессов, так и работы самой системы.

Если в ходе предшествующих этапов работ между руководством и персоналом предприятия заказчика и специалистами ИТ-службы (или компании поставщика MES) было достигнуто взаимопонимание и партнерские отношения, и обе стороны

оправдали свои ожидания от проекта, может быть совместно сформирован план по дальнейшему развитию системы. Как правило, актуальных задач для такого плана находится достаточно, и проект развития имеет очень высокие шансы на успех. Создание прочной основы для долгосрочного сотрудничества – главный показатель качества работы руководителя проекта и группы управления проектом в целом.

Часть 4. Заключение

Сформулируем основные признаки реализованного проекта внедрения MES, по которым можно назвать его успешным:

- активное использование всех функций системы;
- KPI измерены и улучшены, достигнуты показатели, запланированные на начальных этапах проекта;
- руководство предприятия планирует развивать систему;
- решение тиражируется в холдинге и/или отрасли;
- установлены партнерские отношения между поставщиком MES решения и производственным предприятием.

Не менее чем внедрение функционала MES и обеспечение возврата инвестиций, важны прочные партнерские отношения, которые удалось выстроить в ходе выполнения проекта между производственным предприятием и поставщиком MES решения. Эти отношения должны быть направлены на долго временное и плодотворное сотрудничество, в результате которого достигается непрерывное улучшение производственных показателей и обеспечиваются долгосрочные конкурентные преимущества предприятия, повышается эффективность и интеллектуальный потенциал производственного предприятия. Ведущая роль в формировании таких отношений принадлежит группе управления проектом и особенно руководителям проектов, которые на высоком профессиональном уровне способны разрешить любые проблемы, возникающие в ходе внедрения, и обеспечить достижение результатов, ожидаемых всеми участниками проекта.