



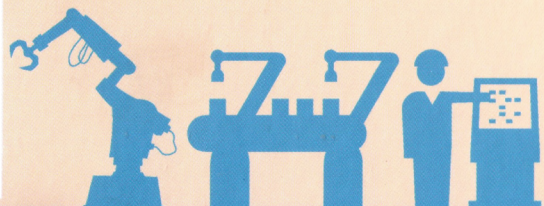
Решетников Игорь Станиславович, инженер-физик, выпускник Московского физико-технического института, кандидат технических наук по специальности «Системный анализ, управление и обработка информации». Более 20 лет профессионально занимается крупными инфраструктурными проектами по автоматизации для промышленных предприятий и ряда интегрированных структур. Бизнес-тренер и консультант, руководитель российской рабочей группы MESA International, основатель MES-центра СНГ и Восточной Европы. Ментор и эксперт фонда Сколково.

Что такое MES сегодня? Как стать лидером на рынке и добиться успеха? Как не ошибиться при инвестициях в цифровизацию производства? Эти вопросы – одни из ключевых для руководителей современных предприятий. Книга в простой и наглядной форме, ориентируясь на качественные зависимости без лишних технических подробностей, даёт на них ответы, на их связь между собой, объясняет, что такое системный подход ко всем уровням управления, как оперативное управление обеспечивает достижение стратегических целей компании и какова истинная роль MES в этих процессах.

ISBN 978-5-9906448-2-3



9 785990 644823 >



СТРАТЕГИЧЕСКАЯ ИНИЦИАТИВА

MES

Решетников И. С.

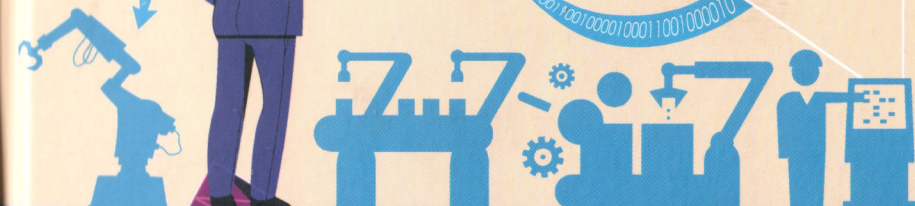
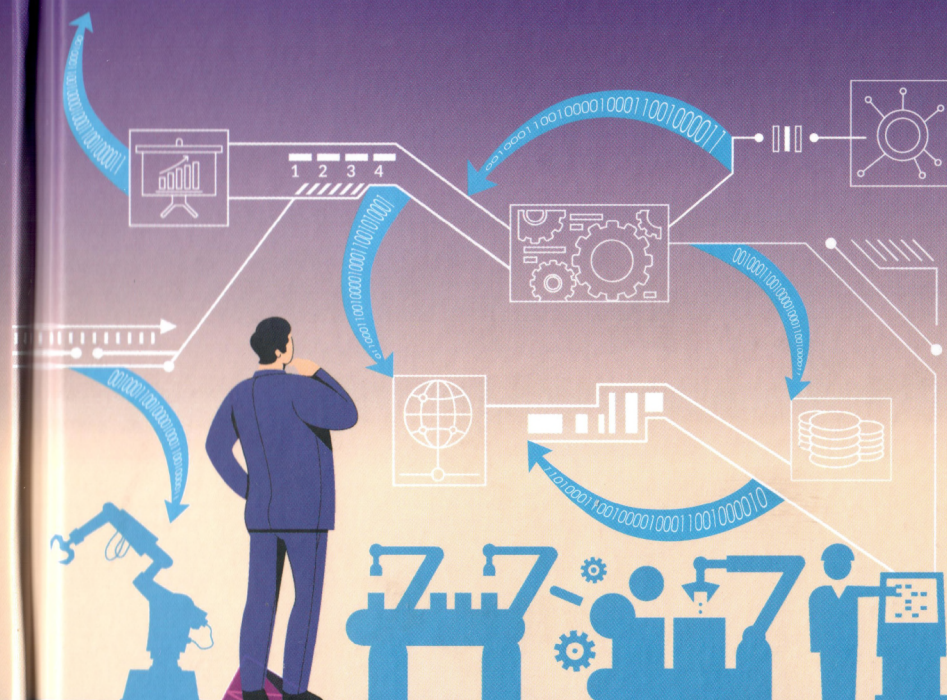


MEScenter.ru

Решетников И. С.

MES

СТРАТЕГИЧЕСКАЯ ИНИЦИАТИВА



И.С. Решетников

MES

стратегическая инициатива

Краткое пособие для руководителей

*MES – система представления
производства в минутах, секундах и
показателях эффективности*

Москва • 2019 • НГСС

УДК 658.5

ББК 65.29

ДБК 338

P47

Игорь Станиславович Решетников

MES: стратегическая инициатива / Решетников И.С.,

М.: НГСС – 2019, 298 стр. с ил., табл.

Книга посвящена вопросам постановки целей и организации процессов внедрения и эксплуатации систем оперативного управления производством MES в контексте задачи стратегического развития предприятия. Рассматриваются общие принципы, применимые для предприятий дискретного типа и машиностроения, рецептурного производства.

Книга ориентирована на руководителей промышленных предприятий, но будет полезна всем специалистам в области организации и управления производством, студентам и аспирантам технических и экономических вузов, пользователям и разработчикам прикладного программного обеспечения класса ERP и MES.

Издано при поддержке Российского MES-центра

www.MEScenter.ru

ISBN: 978-5-9906448-2-3

© Решетников И.С., 2019

Печатное издание © ООО «Нефтегазсофтсервис», 2019

Обложка Бондарева Е.Б., 2019

www.ogss.ru

*Моему деду,
Решетникову Михаилу Тихоновичу,
ветерану Великой Отечественной войны,
который думал только о нашем будущем,
посвящается...*

Оглавление

Вступительное слово	1
Предисловие автора	3
Введение	7
Глава 1. Управление и информация	15
1.1 Метрики и показатели	16
1.2 Управление как информационный поток	29
1.3 Информационно-управляющие системы	46
1.4 MES-системы	59
1.5 Психология изменений	67
Глава 2. MES: управленческий ракурс	73
2.1 О задачах и методах их достижения	74
2.2 Оперативное управление как элемент стратегии .	80
2.3 Системы оперативного управления	86
2.4 Задачи, цели, метрики	101
2.5 Построение системы оперативного управления . .	110
2.6 Комплекс оперативного управления	132
Глава 3. MES: функциональный ракурс	147
3.1 Корпоративные процессы и MES	149
3.2 Функциональная структура MES	168
3.3 Исполнительные задачи MES	183
3.4 Системный ландшафт MES	212
3.5 Эффективность и MES	246

Глава 4. Теория заговора?	263
4.1 Мерфи, Паркинсон и другие	265
4.2 Стадный инстинкт	269
4.3 Опыт и интуиция	273
4.4 Игры в аналогии	278
4.5 Начать нельзя откладывать	283
Послесловие	291
Краткий глоссарий	295

Вступительное слово

Карл Шнеебауэр (Karl Schneebauer), член управляющего совета MESA International EMEA, вице-председатель MESA Europe 2006 – 2017 гг.

Дорогой читатель!

Нам повезло жить в замечательное время интереснейших изменений происходящих в науке и технике. На протяжении всей своей истории, работая в сфере промышленной автоматизации мы с воодушевлением воспринимали инновации и новые возможности, которые они открывают для наших систем и разработок.

Оглядываясь назад и обобщая свой многолетний опыт работы в сфере автоматизации производства, я с уверенностью могу сказать, что при всём интереснейшем разнообразии ИТ-технологий ключевым и самым важным звеном в деятельности предприятия является специалист, оперативно управляющий производственным процессом.

Термину MES исполнилось уже 20 лет и Вы держите в руках книгу целиком посвященную опыту создания и использования этого замечательного инструмента. В этой книге обобщен опыт и подходы построения систем оперативного производственного управления, собраны разные точки зрения на внедрение и эксплуатацию MES.

Эта книга не имеет аналогов, поверьте мне, она сильно отличается от всего, что написано про MES. Это не сборник теоретических основ и не техническое пособие. Книга – честный и критичный взгляд на многоликость термина MES.

С Игорем мы знакомы много лет по конференциям, семинарам, проектам. Мы неоднократно бывали вместе на различных предприятиях, изучая опыт внедрения MES. Поражало то, что когда все спрашивали «как?», Игорь всегда спрашивал «зачем?», его интересовало не каким образом это сделано, а какая бизнес-цель преследовалась и что в результате получилось.

Игорь, когда работал над книгой, часто обращался ко мне по различным вопросам, просил рассказать про опыт реальных проектов. Его интересовал больше всего ключевой вопрос: что именно в проектах обеспечивало их успех или провал? Много интересовался историей развития MES в Европе и мире. Время – самый объективный судья, чтобы не повторять ошибок надо знать историю.

Сегодня лейтмотивом развития в Европе считается модель «Smart Manufacturing», в которой ключевым является слово smart – умный. Умный человек – это тот, кто ставит перед собой правильные цели и их добивается. Умное предприятие построено по такому же принципу, и книга, хоть и не содержит в названии слова «Smart», рассказывает именно о том, как сделать предприятие «умным».

У России есть интеллектуальный потенциал и прекрасная возможность использовать накопленный мировой опыт успехов и неудач, чтобы развиваться быстрее всех в мире. Игорь иногда кажется ретроградом, но это не так: он ценит не сам прогресс, а пользу от него. И в книге он совершенно правильно выстроил победный посыл: надо научиться строить стратегию от MES и тогда сегодняшние возможности MES-систем сделают производство «умным».

Мне кажется, эта книга – именно то, что нужно руководителю предприятия и вышла она в самое подходящее время. Игорь прекрасный специалист в области MES и умеет смотреть в корень, поэтому я не сомневаюсь в полезности книги.

От всей души желаю Вам полезного прочтения книги и эффективного внедрения и использования информационных систем оперативного управления производством MES!

Предисловие автора

Книга эта была задумана давно, очень давно, но увидела свет только сейчас. Каждый раз, когда хотелось сесть за её написание, казалось, что материала недостаточно, что законченности не будет. Нет в этом уверенности и сейчас, но даже того, что уже накоплено и наработано, вполне достаточно, чтобы дать более или менее осмысленный ответ на вопрос: MES – это тактика или стратегия?

Долго не подбиралась форма изложения: получалось то очень поверхностно, неприменимо практически, то слишком глубоко, уже в расчёте на разнородную команду. Целевая аудитория книги – владельцы бизнеса, высший менеджмент и директора. Поэтому оптимальным показался формат методического пособия, максимально краткого и лаконичного, но дающего связанное последовательное представление о целях, методах и возможностях применения MES как инструмента стратегического развития. И охватывающего именно тот базовый минимум, который необходимо понимать руководителю.

За более чем 10-летний опыт постоянной работы в области автоматизации производства (внедрений, консалтинга, обучения) сформировалось однозначное убеждение: главное в оперативном управлении – правильная стратегия. Если её нет, то все усилия по развитию оказываются нескоординированными и движения вперёд не возникает. Вот и MES-системы: если нет внятной стратегии, то от внедрения долгосрочного эффекта не будет, а краткосрочный быстро исчезнет.

На первый взгляд мысль вполне очевидная, но её изо всех сил стараются не замечать. Побеждает естественное желание пойти путём наименьших усилий: найти на рынке красивое решение, поставить его и получить сразу предприятие «Индустрии 4.0». Не получилось? Значит – не то решение нашли, не так искали, не так выбирали. И снова: давайте сделаем ТЗ и будем выбирать по ТЗ. И т.д., и т.п. Реальный эффект от таких мероприятий, как правило, невелик.

Руководители верхнего звена все как один согласно кивают, когда слышат, что «тактика определяется только стратегией». Но потом сами же, вдруг, говорят, что «стратегии у нас нет, и давайте на это время тратить не будем, а посоветуйте какую-нибудь MES-систему, которую стоит купить и поставить». Мы же и так, мол, понимаем, что мы хотим. Странно? Только на первый взгляд.

Вообще, связь стратегии и MES – вещь очень неочевидная. И уж на первый взгляд точно незаметная. Если почитать книги, написанные разработчиками систем класса MES, то возникает ощущение, что это панацея от всех бед, решение всех проблем и путь к безоговорочному успеху. Да, в принципе так оно есть. С одним небольшим «но»: у предприятия должна быть Стратегия. Реальная, продуманная и выполняемая. Тогда и только тогда инструменты оперативного менеджмента будут эффективны.

По этой причине цикл книг по MES было принято начать именно с книги по правильной постановке задач и целей, показать, что MES – не локальный цеховой инструмент для «внутренних» задач, а мощный инструмент стратегического развития. Очень хочется надеяться, что это удалось и книга найдёт своего понимающего читателя.

В книге практически нет технических подробностей. В ней, прежде всего, сделана попытка связать в единую цепочку все составляющие понятия «эффективность» и показать, что только при правильно настроенной системе управления можно получить положительный эффект. Так сказать, философские основы построения системы оперативного управления. Это куда важнее даже выбора алгоритма планирования – ошибка в вы-

боре алгоритма чревата потерей 5% эффективности, в модели управления – 80%.

Есть такой очень поучительный детский анекдот. В школе учительница спрашивает: «Дети, почему не выросла картошка?» Оля отвечает: «Неблагоприятные погодные условия, Марья Ивановна». Петя отвечает: «Вредители». И только один мальчик молчит. Учительница его спрашивает: «А ты что скажешь, Вовочка?» Вовочка хмуро отвечает: «Потому что не посадили».

Вот так же происходит и с системами управления. Покупают «что есть», часто выбирая систему по красоте презентации, а хотят получить «что надо». И не получают. Почему? А там этого нет и никогда не было. Вдумчивый подход к постановке целей почему-то не в чести. И, что парадоксально, чем больше денег у предприятия, тем его меньше. И это – главная беда.

Если посмотреть на отличие отечественных предприятий от «западных», то существенной разницы нет ни в оборудовании, ни в квалификации персонала, ни во внешней среде. Но есть ключевое различие в том, что у «них» всегда есть продуманная и задокументированная Стратегия на всех уровнях: рыночная, операционная, кадровая, экологическая и пр. И не просто как набор формальных лозунгов, а как реальный документ, по которому живёт и развивается предприятие. На «наших» предприятиях такого, увы, нет, наши «и так всё понимают и знают». Со всеми вытекающим последствиями.

К счастью, тенденция в данном вопросе положительная и понимание медленно, но приходит. Пройдёт, конечно, ещё какое-то время, прежде чем вырастет поколение менеджеров, умеющих работать по Стратегии и на Стратегию, но стремление к этому есть и это обнадеживает.

Как и любая монография, книга, которую Вы читаете, лишь один из подходов к теме. В книге сделана попытка представить MES не как какую-то «программу», а как важную составную часть процесса управления. Важно понимать, что это не учебник. В книге много схем, таблиц, но они не для того, чтобы копировать их в свои документы. Они максимально упрощены

для того, чтобы можно было понять их суть, после чего сделать для себя уже «как надо».

Вообще, чтобы понять процессы оперативного управления, стоит сначала немного изучить «эталонную» систему управления – мозг. Всем руководителям и менеджерам настоятельно рекомендуется начинать выстраивание процессов управления и принятия решений на предприятии с прочтения прекрасной книги Андрея Курпатова «Чертоги разума» и далее во всём искать аналогии, делать правильные выводы и предпринимать правильные действия.

Автор искренне благодарит всех, кто нашёл время и силы обсудить, рассказать, научить, подискутировать на темы внедрения и применения MES-систем, кто делился материалами и новостями, подсказывал и критиковал. Особенная признательность Э.Л. Ицковичу, Ю.Е. Мауэргаузу, А.П. Козлецову, Р.А. Мошковичу, прекрасным специалистам в своём деле С.И. Забелину, А.В. Тюняткину, И.В. Кораблёву, А.Г. Шопину, Леошу Гонсу (UNIS), Йосефу Леви (Л-Класс), Роберту Шурху (DIAMES), Марку Блеккингу (ISA Belgium), вице-председателю MESA EMEA Карлу Шнеебауэру и многим другим, без которых данная книга никогда бы не была написана.

Автор с пониманием и признательностью воспримет любые замечания, предложения и комментарии. Хочется надеяться, что книга найдёт своего читателя, а эти отзывы помогут сделать её лучше и полезнее. Пишите на books@reshetnikov.su, все присланные комментарии будут с благодарностью учтены в последующих изданиях книги.

Введение

Ловко пользуется тать,
Тем, что может он летать,
Зазеваешься – он хватать
и тикать.

В.С. Высоцкий, Лукоморья больше нет

Честные рыночные отношения – это всегда соревнование, и выигрывает в этой борьбе тот, у кого есть «козырь» – что-то такое, чего нет у конкурентов. Хорошо, если есть запатентованная уникальная технология. А если нет? Тогда главным козырем, обеспечивающим успех, становится такая организация предприятия, которая позволит добиться лучших показателей, чем у конкурентов. Когда всё на предприятии посвящено одному – оставаться впереди.

Управление

Вспомним классический пример. На гребной шлюпке всегда есть кормчий, рулевой. Он определяет, кто что делает в процессе движения и куда движется судно. Ни один из гребцов не может делать то, что ему кажется правильным. Хотя каждый из них – сильный мужчина с большим опытом. Кормчий точно знает, куда плыть и всё своё умение посвящает тому, чтобы лодка плыла в нужном направлении быстрее соперников.

Управление производством, конечно, куда более сложный процесс, нежели гребля. Сложнее судно, больше гребцов, палуб, видов движения. Но и тут тоже есть свой кормчий, который определяет общее направление движения и синхронизирует участников процесса. Нет, это не директор, как можно было бы подумать. Это – Стратегия. Именно она является той путеводной звездой, куда движется предприятие, и всё подчинено этому движению.

Стаффорд Бир, один из создателей науки об управлении, говорил, что функций у управляющего три: выработка стратегии, принятие решений и управление. Проецируя это на корпоративный процесс, можно сказать, что управление предприятием состоит из разработки стратегии, налаживания процесса принятия решений и, собственно, оперативного управления. Причём крепко связанных между собой.

Если в активе у управленца есть только один компонент из этих трёх, то Бир сравнивает его с человеком, едущем на одноколёсном велосипеде: баланс удерживать можно, но недолго и за счёт колоссальных усилий. При этом надо быть настоящим виртуозом. Два компонента управления уже дают устойчивость двухколёсного велосипеда: равновесие сохранять проще, но надо двигаться быстро, и сложно сделать резкий манёвр. Да и результат будет предсказуемый – силы кончатся и человек рано или поздно остановится или упадёт. Трёхколёсный велосипед гораздо устойчивее и надёжнее в стратегическом плане. На короткой дистанции двухколёсный будет быстрее, но в заезде на длинную дистанцию всё равно выиграет человек, едущий на трёхколёсном агрегате.

На многих предприятиях про это правило забыто, и процесс управления сводится исключительно к оперативному управлению. Стратегии нет, процесс принятия решений является не налаженным процессом на основе объективных данных, а субъективным анализом на основе личного опыта, знаний и интуиции. Эффективным, с точки зрения операционной эффективности, такое предприятие быть не может.

Оперативное управление должно вестись в гармонии со стратегическими целями и задачами, а принятие решений – на основе объективных данных. Только в этом случае можно ожидать операционного роста и достижения стратегических целей. Если поставить задачу именно так, то оперативное управление выходит на уровень деятельности, помогающей предприятию в достижении стратегических целей, а значит, по праву может считаться стратегической инициативой.

При чём тут стратегия? Всё очень просто. Мы начали с того, что у каждого предприятия есть «козырь», за счёт которого оно побеждает на рынке. Но чтобы этот козырь «сыграл», все ресурсы предприятия должны быть ориентированы на это. И важная часть такой направленности – грамотная организация управления на оперативном уровне. А процесс трансформации в такое целеориентированное предприятие – стратегическая, по своей сути, задача.

Оперативное управление производственными процессами имеет свой инструмент, который называется «MES». От того, как будет построен и использован этот инструмент, будет зависеть эффективность оперативного управления в разрезе движения предприятия к достижению стратегических целей.

Отсюда и важность отношения к MES именно как к стратегическому, а не локальному инструменту управления. Это предъявляет повышенную ответственность к процессу создания и использования данного инструмента, требует присутствия элемента стратегического мышления на всех стадиях жизненного цикла – от постановки задач до правильного использования.

О чём эта книга

Прежде всего, это руководство по оперативному менеджменту в современном мире, книга посвящена вопросам правильной организации построения систем оперативного производственного управления на базе измеримых показателей и широкой ИТ-поддержки.

В любом управляемом процессе важно понимать все его составляющие, видеть их связь между собой. С этой позиции книга является, прежде всего, методологическим пособием, а каждая методология характеризуется:

- внятыми подходами и основными принципами, от которых зависит эффективность всей методологии, которые можно кратко сформулировать и объяснить;
- согласованным набором методов;
- терминами, определениями, понятиями, более точно определяющими методы.

Материал организован таким образом, чтобы стать для руководителя предприятия пособием по построению такой системы операционного управления на основе информационно-управляющих систем класса MES, которая бы обеспечила стратегический потенциал и стала надёжным инструментом по достижению целевого стратегического состояния.

Книга не является прямым руководством по построению системы оперативного управления, её цель – дать понять, что работоспособная система управления – тонкий баланс многих факторов. К любому начинанию надо подходить взвешенно, с пониманием всех компонентов баланса и наиболее вероятных рисков. Для этого материал часто представлен в виде борьбы сил добра и зла: с одной стороны, есть положительный эффект, но, с другой стороны, надо помнить и про нежелательные явления. Там, где это необходимо, вопросы рассматриваются с разных точек зрения.

Универсальных методов достижения полного счастья не существует, книга не об этом, но есть мировой опыт и истории успеха, общие принципы и методы. Их нужно, как минимум, знать и понимать.

Только подходя к оперативному управлению как к стратегическому, а не тактическому инструменту, можно выстроить бизнес-модель таким образом, чтобы быть всегда в комфортной зоне и постепенно выходить в лидеры рынка. Но достичь этого можно только сохраняя во всём здравый смысл, поскольку стоимость инициатив может оказаться ощутимой, а слепое следование рекомендациям консультантов без детального понимания их последствий и реальных результатов – обернуться катастрофой.

Книга учит, что для достижения целей операционной эффективности и безупречности ориентироваться надо только на материальные показатели, понятные подходы и понимание, как достичь положительного результата. Единая информационная платформа – результат долгой и методичной работы, где лишь 20% зависит от технических средств и инструментов ИТ-поддержки, а 80% – от правильной стадийности организации

процесса, сбалансированного развития всех составляющих операционного и производственного менеджмента, «шестого чувства» достижения оптимального на текущий момент баланса всех компонентов управления.

Не стоит, однако, воспринимать книгу как призыв к всеобщему переходу на «Индустрию 4.0» и тотальную цифровизацию. Как бы красиво не звучали в презентациях преимущества перехода на «полную цифровизацию жизненного цикла изделия», «умной фабрики», «цифрового предприятия» и т.п., за всеми компонентами успеха стоит набор чётких и конкретных правил, инструментов, методик, подходов и залог успеха – именно в них.

Цифровизация и автоматизация присутствуют на всех предприятиях в той или иной степени. На некоторых это только система бухгалтерского учёта, на других – цифровая платформа, промышленный интернет вещей и «Индустрия 4.0». Каждый сам выбирает себе стратегию развития в зависимости от целей и возможностей. Именно задачи, стратегические цели и возможности определяют точку оптимума, а требования рынка – «точку невозврата», пропустив которую выбываешь с рынка, если не готов к взлёту.

Структура книги

Книга разбита на несколько глав в том порядке, в котором следует осмысливать материал: от сути понятия информации к описанию управленческой и функциональной роли MES-систем в контексте предприятия, рекомендаций по построению работоспособной управленческой модели на практике и разбору типичных ошибок.

Первая глава посвящена вопросам связи производства и информации, корректной терминологии, метрикам финансовой и операционной деятельности в комплексе с операционными показателями. Кроме этого, в главе даётся общий обзор уровней производственного управления, понятия информационной зрелости, сути и роли MES в контексте стратегического управления, психологические нюансы.

Вторая глава рассматривает MES в контексте корпоративной системы управления, связывает структуру корпоративных целей и стратегий, что является ключевым для построения работоспособной системы управления. Обсуждается баланс различных направлений развития и улучшения, связь показателей и требований всех уровней, подходы к формированию требований к MES и верификации результата. Даются общие рекомендации по организации проекта внедрения MES-контура предприятия.

Третья глава рассматривает MES в структуре корпоративных процессов, описание с точки зрения функциональных моделей ассоциации MESA и стандарта ISA-95. Рассматривается понятие операционной эффективности и полезности MES в этом контексте. Кроме этого, в главе обсуждаются минимальные технические аспекты, ключевые вопросы архитектуры системы, организация системно-технической инфраструктуры, ЛВС, модели и схемы информационного ландшафта в связке с этапностью внедрения и результатов, настройка интеграционного ландшафта, стандартизация, принципы обеспечения информационной безопасности.

Четвёртая глава играет роль «дополнительного чтения». В ней обсуждаются причины недостижения результатов, рассматриваются простые методики, как этого избежать. В главе даётся обзор мифов, заблуждений, типичных ошибок, проблем и т.п. Корень всех проблем лежит внутри нас, именно этому посвящена глава. Это вводный курс в дисциплину «Как стать несчастным без посторонней помощи» (см. одноимённую книгу П. Вацлавика). Возможно, с этой главы стоило бы начинать, но это сломало бы серьёзный настрой книги.

Как читать книгу

Предполагается, что читатель не новичок в вопросах управления производством, понимает терминологию и суть, знает производственные процессы. И если за плечами был опыт не очень успешных попыток внедрить MES или что-то поменять в организации производства, то стоит читать эту книгу, постоянно сверяя мысленно с тем, что и как было сделано, чтобы

понять, где была допущена ошибка. А ошибка точно была, если опыт оказался неудачным.

В каждой главе рассматривается отдельный ракурс систем оперативного управления в общей схеме управления предприятием – от общего к частному. Даются необходимые определения, фиксируется терминология. При этом терминология иногда может немного расходиться с общепринятой, это сделано сознательно для более точного описания вопроса.

Теоретически каждая глава писалась как «самодостаточная», но настоятельно рекомендуется читать от начала до конца, не забегая вперёд и не пропуская страницы: помните, что не всегда материал в книге точно соответствует распространённой терминологии и это может нарушить целостность восприятия. Совершенно точно, что в книге нет ничего лишнего, только минимум самого необходимого.

Всё повествование в книге циклично вращается вокруг одного и того же, по своей сути, подхода. Концепция управления тянет за собой функциональную модель, она тянет техническую, техническая влияет на концептуальную и т.д., по кругу. Поэтому, прочитав один раз, рекомендуется пройти ещё раз по тексту, продумывая второй круг перемен, что действительно будет очень полезно. Вы лучше представите себе своё «предприятие будущего».

Повествование сознательно выстроено так, чтобы постоянно напоминать, что роль любой информационно-управляющей системы – оценивать не показатели процесса, а эффективность организации этого процесса, то есть процессов менеджмента. И MES – не исключение, её роль именно такая. В правильно выстроенной системе управления ответственность за любой сбой несёт менеджер, и не потому, что он «крайний», а потому, что его задача выстроить процессы так, чтобы сбоев не могло быть в принципе.

Много внимания в книге уделено истории развития методов и систем управления, средств и инструментов. Сделано это потому, что эволюция не умеет перепрыгивать через поколе-

ния. Методы, модели и инструменты развивались одновременно с ростом информационной зрелости компаний, и каждая компания должна самостоятельно пройти свой путь. Понимание логики развития подходов и методов равнозначно пониманию того, что и в каком порядке должно делаться на предприятии для появления современной системы оперативного управления. Пренебрегать этой очерёдностью ни в коем случае нельзя.

Рекомендуется при прочтении книги взять лист бумаги А3 и нарисовать ассоциативную карту вашего предприятия в контексте того, какой вопрос рассматривается, задавая себе и коллегам вопросы и получая ответы. Многим руководителям только кажется, что они знают, что реально происходит на предприятии. На самом деле, они этого не знают. И поэтому каждый вопрос, озвученный в книге, стоит рассмотреть, как минимум, с двух позиций:

- оценить собственные знания в вопросе;
- зафиксировать, что из того, о чём идёт речь, есть на предприятии на текущий момент.

Поверьте, результат сильно удивит. И это должно стать отправной точкой для процесса реальных перемен.

В книге практически не приводятся конкретные примеры показателей, процессов и т.п. Зато много «недосказанного» в виде различных «и т.д.», «и т.п.», «и др.». Это сделано сознательно, чтобы не провоцировать на бездумное копирование, а заставлять думать, анализировать, изучать вопрос глубже и вдумчиво адаптировать описанные принципы к своему предприятию.

И, главное, помните: никакая книга, никакая программа сами по себе не могут обеспечить результат, можно только их использовать или не использовать для достижения того самого желаемого результата. Развитие предприятия – дело сложное, многоступенчатое и методичное, никто за вас это не сделает. И что получилось в результате – «умное производство» или нет, достигнут ли желаемый уровень или нет – тоже решать только Вам.

Управление и информация

Мартышка: Какой ты...

Удав: А какой?

Мартышка: Длинный.

Удав: Длинный... Это я и сам знаю. А какой длинный?

Мартышка: Очень длинный.

И.В. Уфимцев, мультсериал «38 попугаев»

1.1 Метрики и показатели.....	16	1.3 Информационно-управляющие	
Структура показателей.....	17	системы.....	46
Операционные метрики.....	19	Эволюция систем	
Операционные модели		управления.....	47
управления.....	22	Цифровое производство.....	52
Целевые показатели.....	25	Диаграмма зрелости.....	54
1.2 Управление как		Этапы развития.....	55
информационный поток.....	29	Критерии зрелости.....	58
Методики менеджмента.....	30	1.4 MES-системы.....	59
Информационные		Цеховой и операционный	
технологии.....	33	порядок.....	60
Ценность и опасность		Мониторинг и контроль.....	63
формализации.....	35	Управление.....	64
Системы показателей.....	38	1.5 Психология изменений.....	67
Тенденции и перспективы.....	44	Модель деятельности и	
		управления.....	67
		Вовлечённость и ценность.....	69

Цифры окружают нас повсюду, всё или почти всё можно измерить и записать. Так появляются данные. Эти данные можно привести в понятный и осмысленный вид. Так рождается информация, на которую мы опираемся в жизни, чтобы принимать обдуманные и обоснованные решения.

Всё, что происходит на производственном участке, тоже сводится в конечном итоге к числовым показателям: скорость вращения шпинделя, табельный номер рабочего, время начала и окончания операции и т.д. Если всё это записать и превратить в информацию, а потом и в полезную информацию, то, как и в жизни, можно будет принимать взвешенные и обдуманные решения.

Ключевым является вопрос – что, как и зачем измерять на производстве, по каким критериям эти показатели выбирать. Далее следует формализовать управление как информационный поток данных снизу вверх и указаний сверху вниз – это базис процесса управления. Создание формализованной и работоспособной системы управления – процесс долгий и сложный, для достижения успеха надо не только знать теоретические основы, но и адекватно оценивать собственные возможности, уметь ставить правильные задачи и назначать цели. Всё вместе даёт понимание того, что же такое «MES» в контексте управления через информацию.

Ключевым фактором успеха в этом процессе является осознание того, что без понимания текущего состояния в объективно измеримом виде никакое осмысленное управление невозможно – это непреклонный закон теории управления.

1.1 Метрики и показатели

Эффективность бизнеса – величина теоретически измеримая и от того, насколько объективно её измерять, зависит качество принимаемых управленческих решений и, как результат, рыночный успех компании. Измеримые показатели, характеризующие отдельные процессы, называются метриками, показателями эф-

фективности, характеристиками процесса и пр. Прежде всего, необходимо разобраться в этой терминологии, в сути показателей, в их иерархичности и целях их применения.

Структура показателей

Для дальнейшего изложения введём два ключевых термина, которые будем различать: «Метрика» и «Ключевой Показатель Эффективности», КПЭ, KPI – Key Performance Indicator – в англоязычном варианте. Условимся, что между ними есть существенное различие:

- КПЭ – интегральный показатель, объединяющий показатели множества процессов и отражающий текущий уровень достижения ключевых целей;
- метрика – измеримый показатель отдельного процесса, ориентированный, прежде всего, на мониторинг самого процесса и оценку прогресса в достижении заданных значений эффективности.

КПЭ призваны мыслить «вглубь», это инструмент стратегического управления, а метрики – «вширь», это инструмент операционного уровня. Метрики можно считать (иногда их так и называют) «Ключевым Показателем Состояния» – КПС. Различие в этих терминах не только в их названиях, но и в том, как они собираются, обрабатываются, используются (табл. 1.1).

Метрики являются основой оценки текущего состояния, ключевой информацией в процессах принятия решений, на их основе рассчитываются показатели КПЭ. При этом в метрике, в отличие от КПЭ, важной величиной является динамика изменения, первая производная, если говорить в математических терминах. Для КПЭ же первоочередным является именно величина (рис. 1.1).

Метрики бывают операционные, относящиеся к производственным, логистическим и прочим процессам, и бизнес-метрики, описывающие состояние, динамику и эффективность корпоративных бизнес-процессов. Связь между этими метриками и их непротиворечивость являются ключевым фактором эффективности системы метрик в целом.

Таблица 1.1 Таблица различий метрик и КПЭ

Ракурс	Метрики	КПЭ
Что измеряется	Измеряет показатель текущей оценки процесса	Измеряет степень достижения стратегических целей
Зачем измеряется	Оперативный анализ состояния процесса	Стратегическая оценка, укрупнённое понимание отдачи процесса
Частота оценки	Регулярно	Периодически
Единицы измерения	Обычно в терминах процесса или в процентах	Чаще всего в финансовых показателях

Метрики – показатели процессов операционной и оперативной деятельности, они должны быть понятны и доступны каждому линейному (операционному) руководителю, все руководители должны знать и видеть полный набор метрик в зоне своей ответственности. А вот КПЭ, особенно верхнеуровневые, могут быть доступны лишь небольшой группе руководителей верхнего эшелона и финансовым аналитикам.

Метрики, как и любая другая информация, – лишь показатели, сами по себе они не могут повлиять на эффективность деятельности предприятия. Эффективность достигается за счёт управленческих воздействий, метрики помогают лишь оценить результативность таких воздействий. Поэтому одной лишь системы метрик недостаточно, в организации нужна регламентированная система принятия решений на основе объективных показателей с системой оценки эффективности процесса управления. Метрики – лишь инструмент поддержки принятия обоснованных решений, процесс управления должен уметь с пользой использовать этот инструмент.

Метрики и КПЭ всегда составляют сбалансированный единый блок данных, о чём будем говорить дальше, но на уровне оперативного контроля и управления, к которому относится производственный блок предприятия, именно операционные метрики играют ключевую роль.

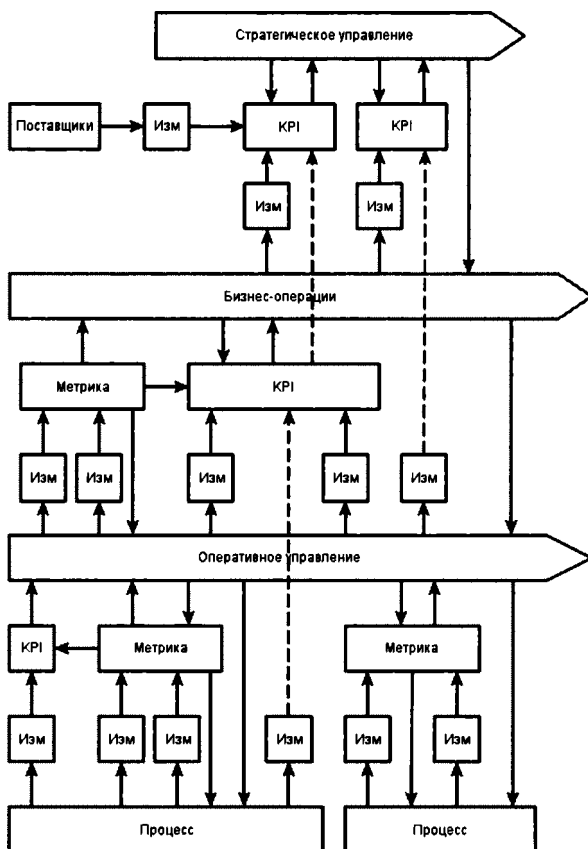


Рис. 1.1 Схематическая упрощённая модель структуры метрик и показателей

Операционные метрики

Операционные метрики – эффективный инструмент мониторинга и управления, но только в случае, когда правильно выбран набор метрик, организован их постоянный объективный сбор и мониторинг, регламентированы процессы управления на их основе, выстроена иерархия метрик и КПЭ.

Для того чтобы метрики работали «во благо», необходимо обеспечить необходимые предпосылки и условия их применения:

- оперативный сбор исходных данных, необходимых для расчёта метрик;
- связанность системы процессных метрик и корпоративных КПЭ;
- регламентированная работа линейных руководителей по метрикам.

Чтобы правильно выбрать набор метрик и регламенты их расчёта и применения, следует обратить внимание на следующие вопросы:

- связанность и непротиворечивость набора метрик;
- оперативность пересчёта и отображения показателей для линейных руководителей;
- характерные времена инерционности корректирующих мероприятий.

Последние два критерия означают, что регламенты работы линейных руководителей должны быть сформированы таким образом, чтобы инертность метрик и принятия корректирующих решений были на одном уровне.

Процесс построения выверенной иерархии метрик от КПЭ достаточно сложный и трудоёмкий, но необходимый. Точной методики построения такой модели не существует, источниками знаний могут быть и рекомендации внешних консультантов, и изучение передового опыта, и анализ структуры метрик на предприятиях-лидерах рынка. Процесс этот всегда итерационный, а сама модель метрик – динамическая. Сразу сделать полный, сбалансированный и законченный набор для действующего предприятия невозможно, да и не нужно.

Изучение опыта построения системы метрик лидеров рынка может дать хорошую отправную точку для разработки собственной системы. При таком анализе ассоциация MESA International (www.mesa.org) рекомендует сосредоточить внимание на следующих факторах:

- какие метрики используются на операционном и финансовом уровне;
- какие типы операций и производственные участки оказались наиболее критичными и где удалось добиться наибольших результатов по улучшениям;
- какие используются схемы связанности операционных и финансовых бизнес-метрик;
- каковы характерные времена ожидаемых эффектов корректирующих управленческих воздействий;
- какое программное обеспечение задействовано в сборе данных и расчёте показателей;
- какие отчёты, информационные панели и дашборды используются.

Метрики сложны тем, что они по определению противоречивы, так как отвечают за локальную эффективность. Локальная и глобальная эффективности всегда находятся в конфликте. Продавать удобно небольшие партии продукции, а производить – крупные, вот и конфликт критериев эффективности. И таких примеров множество, это фактор риска, который должен быть учтён.

Кроме противоречивости, есть и другие сложности, связанные со структурой метрик. На них останавливаться не будем, некоторые практические вопросы построения структуры метрик будут обсуждаться далее. Но ожидаемые факторы риска должны быть приняты во внимание уже на этапе выбора модели управления предприятием.

Число метрик, с одной стороны, должно обеспечивать операционную эффективность, с другой – не создавать хаос из противоречий. Конкретное число метрик определяется многими факторами, в основном – моделью управления предприятием. Есть компании, полностью управляемые через метрики, в таких компаниях их число может быть больше сотни. Если метрики используются как инструмент поддержки принятия решений, то их число может быть небольшим – от десяти до двадцати.

Теоретически идеальная модель системы метрик выглядит так, что на каждом операционном уровне управления есть все-

го несколько показателей эффективности процессов, напрямую влияющих на достижение ключевых показателей (факторов) успеха, КПУ, KSF – Key Success Factor. На практике сразу обеспечить полный контроль через метрики нереально. Это всегда встречный процесс по развитию системы метрик, с одной стороны, и трансформации на уровне процессов – с другой.

Метрики, как и любая другая информация – лишь инструмент поддержки принятия решений, точкой принятия решения является, обычно, человек. Поэтому не стоит стремиться сразу изобретать полноразмерную систему метрик, а уж тем более гнаться за их количеством. Важно сделать метрики реальным помощником для специалистов предприятия в принятии обоснованных и эффективных решений. Этот баланс должен постоянно соблюдаться.

Сами метрики редко являются прямым показателем эффективности процесса, как правило, это показатель вычисляемый или опосредованный. У любого процесса есть параметры, которые можно измерить, и есть параметры, на которые можно воздействовать, управлять. И эти наборы редко эквиваленты.

Операционные модели управления

Чтобы понять важность и ключевую роль операционных метрик и показателей, рассмотрим их с точки зрения управленческого процесса, ведь метрики и показатели, в конечном итоге, направлены на организацию процесса управления предприятием в целом.

Для производственных предприятий верхнеуровневые показатели операционной деятельности часто строятся по методологии управления и анализа на основе видов деятельности в цепочке развития «ABC – ABB – ABM»:

- ABC – Activity-Based Costing – ценообразование (оценка себестоимости) по операционной деятельности;
- ABB – Activity-Based Budgeting – бюджетирование по операционной деятельности;
- ABM – Activity-Based Management – управление на основе показателей операционной деятельности.

Суть методики ABC – собрать показатели затрат каждого из процессов (работ), задействованных в процессе изготовления продукта, сформировать его себестоимость, откуда сформировать продажную цену. Этот метод был создан в конце 1980-х годов группой известных учёных (Каплан, Купер, Джонсон и др.), которых поддерживали CAM-I (Consortium for Advanced Manufacturing International), IMA (Institute of Management Accountants) и SMAC (Society of Management Accountants of Canada). В литературе метод иногда называется системой функционального распределения затрат.

С точки зрения производственного учёта, модель ABC требует точных фактических данных обо всех производственных операциях, включая как прямые затраты (машинное время, фактический расход материалов и пр.), так и дополнительные, вносящие вклад в себестоимость: пролёживание, потребление энергоресурсов, брак, переделка и пр. Матрицы расчётов показателей себестоимости ABC на первоначальной фазе проекта являются хорошей отправной точкой для построения системы метрик.

По мере того, как точность операционного учёта становится достаточной для реального ведения ценообразования продукции по расчётной себестоимости, предприятие выходит на следующий уровень развития – АВВ, когда финансовое планирование деятельности (бюджетирование) осуществляется исходя из прогнозных показателей операционных расходов. Требования к качеству данных операционных показателей повышаются, растёт уровень ответственности.

Дальнейшее развитие модели управления предприятием на базе операционных показателей – АВМ, который является таким инструментом управления и принятия решений, в котором внимание концентрируется именно на производственных процессах, на том, как протекают эти процессы, для чего они нужны и сколько они стоят.

Основой АВМ является процесс постоянного анализа деятельности (Activity Analysis), структуры себестоимости конечного продукта и процессов, необходимых для его производства. Управленческой парадигмой методики АВМ является понима-

ние того, что искоренение потерь и управление затратами могут быть основаны только на объективном понимании процессов и возможности управления ими.

Выход на этот уровень управления возможен тогда, когда не просто сформирован набор метрик и показателей деятельности, но и обеспечен постоянный мониторинг их динамики в связке с организационными мероприятиями и управленческими процессами.

С точки зрения управленческой системы только правильно выстроенный набор метрик и показателей обеспечивает единое видение ситуации на предприятии (производстве) по всей управленческой иерархии, как вертикальной, так и горизонтальной:

- линейные руководители: состояние активов в зоне ответственности, оценка степени достижения запланированных показателей;
- топ-менеджмент: текущая результативность по направлениям деятельности, тренды, анализ эффективности линейных руководителей;
- менеджеры одного уровня управления (внутренняя кооперация): информация о состоянии связанных процессов и активов, оценка своей деятельности с точки зрения коллег и внутрикорпоративных бизнес-цепочек;
- все сотрудники и руководители предприятия: текущее состояние деятельности, достижение стратегических целей, мониторинг скоординированности действий подразделений, анализ рисков.

В целом, какую бы модель управления мы не рассматривали, ключевой принцип выбора набора метрик и показателей (рис. 1.2) простой – чем выше уровень руководства, тем больше в структуре индикаторов финансовой информации и всё более обобщённые показатели. Каждый специалист и руководитель, вовлечённый в работу по показателям, должен видеть в них понятные для него величины: финансовые специалисты – финансовые, технические специалисты – технические. На нижнем



Рис. 1.2 Доля финансовых и нефинансовых метрик и показателей

уровне управленческой иерархии финансовые показатели, как правило, отсутствуют или сведены к минимуму.

Целевые показатели

Особое место в структуре метрик и показателей занимают целевые показатели. Это могут быть значения КПЭ, которые являются подтверждением достижения заданного уровня, или критерии динамики развития и состояния бизнес-процессов.

Начиная примерно с 1990-х годов в теории менеджмента считается, что показатели и метрики предприятия должны, прежде всего, гарантировать правильность и последовательность действий и их соответствие стратегическим целям. В модели показателей с этой целью для каждого уровня управления выделяются два вида индикаторов:

- функциональные, определяющие текущую деятельность (на базе метрик);
- целевые, определяющие степень достижения стратегических целей (на базе КПЭ).

Для каждого вида показателей задаётся свой набор целевых значений, по которым определяется уровень эффективности управления (менеджмента). В этой модели функциональные метрики являются не только источником данных для расчёта

КПЭ, но и важным элементом локальной оптимизации процессов. Для обеспечения их применимости в таком контексте необходимо настроить их так, чтобы они удовлетворяли ключевым правилам:

- быть однозначно и объективно измеримыми и контролируруемыми;
- иметь понятные причинно-следственные связи с целевыми;
- рассчитываться без учёта целевых значений, только по показателям операционной деятельности.

Функциональные метрики имеют своей целью анализ процесса достижения стратегического целевого значения, поэтому и сам набор метрик, и их иерархия строятся, исходя из поставленной задачи, постоянно проводится анализ, насколько точно и однозначно набор метрик определяет динамику достижения целевого показателя (рис. 1.3).

Целевые стратегические показатели всегда относятся к будущему, поэтому важно учитывать, что «идеальных» и 100% «точных» стратегических показателей быть не может, такие показатели всегда связаны с неопределённостью. Они выбираются

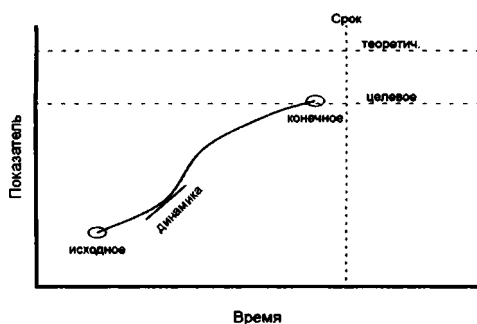


Рис. 1.3 Мониторинг достижения целевого значения

не с жёсткой привязкой к другим, как в случае функциональных, а по экспертной оценке «приемлемости».

При разработке целевых показателей важную роль играют организационные факторы, определяющие их выбор:

- наличие формализованной стратегии, актуальной и адекватной текущему состоянию предприятия;
- единое понимание стратегических целей, задач, ключевых факторов успеха у всех руководителей всех уровней;
- формализованные процессы (бизнес-процессы), налаженные механизмы диагностики проблем;
- наличие формализованных и документированных алгоритмов принятия решения по показателям;
- понимание стратегического, тактического и оперативного горизонта принятия решений.

Все показатели в конечном итоге замыкаются на цели, поэтому критично важным является продуманность набора целей, их достаточность, избыточность и соответствие правилам S.M.A.R.T. (игра слов от англ. smart – умный):

- S – Specific – однозначная определённость, цель должна быть сформулирована максимально конкретно;
- M – Measurable – измеримость, цель должна быть математически измеримой, иначе отсутствует инструмент контроля достижения цели;
- A – Achievable – достижимость, цель должна быть реальной для достижения и все участники процесса должны веру в эту достижимость разделять;
- R – Relevant – реалистичность, цель должна быть согласована со стратегией компании;
- T – Time-bound – определенность во времени, точные сроки достижения обязательны.

Цель является отражением ситуации, которая наступит, если всё будет реализовано в соответствии с планами. Поскольку цель находится в будущем и её надо достигнуть, то формулировка цели как действия – глагольная конструкция, указывающая на достижение результата, не содержащая частицу «не»

и отвечающая на вопросы «что?», «где?», «когда?». А цель как ожидаемый результат – это описание состояния.

Цель – направление развития, и она не может быть просто формальным разделом в нормативных документах, ошибка в выборе цели чрезвычайно критична. Каждая цель предварительно должна пройти отбор по нескольким критериям:

- истинная эта цель или мнимая, описывающая лишь одно из возможных промежуточных состояний;
- какие будут последствия, если цель не будет достигнута или будет достигнута лишь частично;
- какова вероятность того, что цель станет неактуальной или её показатели придётся пересмотреть до запланированного срока;
- разделены ли все результаты от достижения цели на стратегические и тактические и согласованы ли они с другими целями;
- не будет ли результат достижения цели нежелательным явлением для других процессов предприятия;
- оценены ли все нежелательные явления, которыми будет сопровождаться и с которыми может столкнуться процесс достижения цели.

Если динамика метрик показывает, что движения к цели нет, то не всегда нужно менять структуру показателей. Иногда стоит ещё раз проанализировать цели и целевые показатели, возможно, что ошибка заложена именно в них.

Задача стратегического управления промышленным предприятием – не столько обеспечение плана любой ценой, сколько постоянный мониторинг и улучшение управленческих бизнес-процессов, которые бы улучшали локальные и глобальные показатели деятельности. Просто оценка работы цеха по проценту исполнения плана – порочная практика, она не даёт оценки динамики процессов, их связи с управленческими решениями и, как результат, не даёт информации для улучшения процесса.

Только целенаправленная работа по выстраиванию метрик и показателей, точное определение целей, объективный контроль

их достижения, постоянный анализ и улучшение управленческих процессов являются основой роста эффективности предприятия.

1.2 Управление как информационный поток

Снова вернёмся к управлению. Можно условно выделить два возможных подхода:

- прямое управление (сотрудниками, оборудованием и т.п.), когда руководитель является частью процесса или непосредственно наблюдает процесс лично в реальном времени, как тренер в футболе;
- опосредованное управление на основе получаемой информации о текущем состоянии процесса, когда руководитель оценивает поступающую информацию, анализирует её и выдаёт информационные указания о необходимых действиях.

Прямое управление возможно только в небольших коллективах и организациях. В случае же, когда предприятие более или менее крупное, а система управления имеет иерархическую структуру, управление всегда осуществляется на базе информации и показателей.

По факту часто бывает, что модель управления является смешанной: «наверху» выдача указаний осуществляется по формальным показателям, а «внизу» работает ручное управление. Так, на первый взгляд, проще, но на практике такое предприятие никогда не выйдет в лидеры рынка. Причины очевидны: вверх никогда не уйдёт актуальная, «правильная» информация, а вниз, как результат, никогда не придут «правильные», то есть улучшающие процесс, указания.

Суть управления в «правильной» модели сводится к организации потоков достоверной восходящей информации для принятия решений и нисходящей в форме улучшающих процесс

управляющих воздействий, указаний, запросов. Такая модель хоть и сложнее по своей структуре и требует более чёткой и строгой организации предприятия, даёт принципиально новые возможности.

Методики менеджмента

Начнём с небольшого экскурса в историю, рассмотрим, как изменялись со временем методики и ключевые методы управления предприятиями на концептуальном уровне.

В XIX – начале XX веков основной моделью менеджмента было управление по инструкциям, MBI – Management By Instructions. В ней предполагается, что основой успеха предприятия является написание подробных и чётких инструкций для всех уровней от рабочих до менеджеров и неукоснительное их соблюдение. Задачей руководителя считается тотальный контроль за точным исполнением этих инструкций, основной его инструментарий – методы надзора и наказания.

К середине XX века модель управления по инструкциям себя полностью изжила. Передовой становится модель управления по целям, MBO – Management By Objectives, предложенная П. Друккером. Эффективность предприятия в новой модели определяется набором целей – от стратегических до операционных и деятельность менеджеров была направлена на их достижение. В модели появляются измеримые цели и показатели, управленческие процессы начинают опираться на анализ поступающей информации, возникает обратная связь.

Предпосылкой такого перехода явился бурный рост возможностей по сбору, накоплению, хранению и обработке данных, что позволило ввести в менеджмент новые методы и подходы (рис. 1.4). Новые методы управления, например, в США, оказались настолько эффективны, что очень быстро вытеснили с рынка предприятия, которые опоздали с переходом. Модель управления по целям успешно работает и в наши дни.

К концу XX века на передовых предприятиях начинает складываться парадигма управления, основанная на совершенно новом понятии «ценности» активов – управление по ценностям,

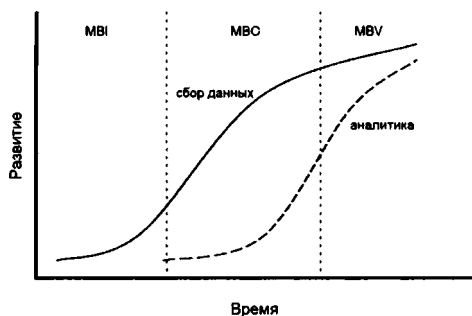


Рис. 1.4 Динамика моделей менеджмента

MBV – Management By Value. Модель уже не просто оперирует набором показателей, она полностью построена на постоянном анализе иерархии финансовых и нефинансовых показателей, постоянно проводит их глубокий анализ, выявляет наиболее ценные для основного процесса активы и ресурсы, соответствующим образом ранжирует затраты и выстраивает цепочки процессов.

Такая модель управления предъявляет повышенные требования к качеству данных, многократно увеличивается их объём, усложняются алгоритмы обработки. Но, как результат – принципиально новый уровень управления, который приводит к «единому знаменателю» производство, управление активами и ТОиР, разработку, сбыт. Это уровень контроля и управления ранее абсолютно недостижимый.

Анализируя динамику развития, хорошо видна тенденция перехода к управлению на основе актуальных данных и показателей. Но, несмотря на кажущуюся лёгкость, переход от формальных инструкций и регламентов к показателям – длительный, сложный и многоступенчатый процесс, требующий особого внимания менеджмента, согласованных усилий всех сотрудников предприятия, и от него не следует ожидать лёгкого и быстрого эффекта.

Ощущение мнимой лёгкости и недооценка рисков привели к тому, что в 1960 – 1970-х годах многие крупные компании активно занялись внедрением МВО, но впоследствии некоторые признавались, что первоначально от него было больше вреда, чем пользы.

Недостаточно проработанные стратегии, неправильный выбор целей и показателей приводили к нескоординированности ключевых идей МВО, рекомендованная последовательность разработки и внедрения показателей не соблюдалась, что постепенно приводило к остыванию энтузиазма высшего менеджмента и провалу проекта. И это не проблема модели МВО, это результат невнимания к деталям.

Важным условием организации управления по показателям (целям, ценностям) является качество и непрерывность восходящих и нисходящих информационных потоков.

Неправильно выбранное информационное наполнение восходящего потока приводит к появлению противоречий или недостатку данных, что ведёт к искажениям – корректировке, подгонке и в результате к передаче выше по потоку вручную скорректированных данных, не отражающих адекватно текущую ситуацию.

Аналогичные проблемы и с нисходящими потоками управляющих указаний (корректирующих воздействий). Неполная или неадекватная реальной ситуации структура указаний приводит к тому, что линейные руководители действуют исходя не из полученного указания и даже не из того, что имелось в виду при формировании этого указания, а на основании собственных мнений.

Управление невозможно без достаточной, объективной, достоверной и своевременной информации. Ситуация, когда система показателей и целей внедрена формально приводит к ситуации, что реальной матрицы управления нет, менеджмент работает в режиме ручного управления, часто даже сам того не осознавая.

Информационные технологии

Избежать разрыва в информационных потоках можно только приняв за аксиому, что управление – это сбалансированный двунаправленный информационный поток между уровнями контроля и на каждом уровне идёт процесс осознанного принятия решений. В такой парадигме не только становится первичной роль поддержки управленческого процесса ИТ-активами, но и ключевым образом меняется роль самого ИТ-департамента: из вспомогательного он становится элементом стратегического менеджмента и приобретает новые задачи и функции.

Это хорошо подтверждается статистикой опросов крупных и средних предприятий в Европе. У предприятий-лидеров в своих сегментах рынка ценность информации и ИТ-отделов существенно выше и задачи, решаемые ИТ-подразделениями, напрямую связаны со стратегическими целями компаний (табл. 1.2, по состоянию на 2009 г.).

Роль ИТ-департамента предприятия меняется коренным образом: из вспомогательного и обслуживающего процесс ИТ-обеспечения деятельности становится основным, со всеми вы-

Таблица 1.2 Роль ИТ-отделов в деятельности компаний
(по данным опросов)

Показатель	Лидеры	Средние	Отст.
Использование информации при стратегическом планировании	57%	47%	36%
Использование информации при оперативном планировании	72%	70%	55%
Автоматизированный сбор данных	51%	43%	25%
Использование хранилищ данных	63%	52%	35%
Использование аналитических систем	46%	26%	15%
Расчёт показателей в реальном времени	44%	28%	13%
Кооперативная ответственность ИТ-департамента	47%	35%	32%

текающим из этого правами и обязанностями, требованиями к руководителю и т.д. Вывести предприятие на новую модель управления без такой трансформации нереально.

Внедрение системы показателей, новых методов мониторинга и управления не замыкается на ИТ-департаменте предприятия, эти изменения должны сопровождаться сразу несколькими сбалансированными процессами:

- внедрением инструментов сбора, хранения и анализа данных, развитием ИТ-инфраструктуры, хранилищ данных;
- изменениями в системе управления на всех уровнях, снижением числа управленческих единиц и затрат на управленческий процесс в целом;
- повышением квалификации менеджеров и специалистов всех уровней.

Постоянный мониторинг затрат по этим ключевым статьям и анализ брутто-эффекта – обязательная составляющая процедуры преобразований. Типичная зависимость соотношений затрат показана на рис. 1.5. На начальной стадии затраты предприятия растут, так как идёт активное внедрение систем сбора данных, обновляется инфраструктура, вводятся мотивационные программы, проводятся различные организационные мероприятия.

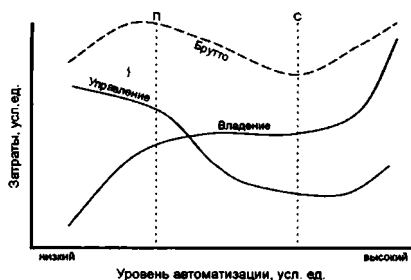


Рис. 1.5 Баланс затрат на информатизацию и процессы управления

Через какое-то время возникает реальный управленческий эффект и затраты на процедуры контроля и линейного управления начинают снижаться, затраты на ИТ-обеспечение и консалтинг при этом по-прежнему растут. Это точка перелома «П», которая должна наступить.

С этого момента начинается период роста управленческой эффективности за счёт новых методов управления, брутто-расходы начинают снижаться. Но идёт и встречный процесс: сложность алгоритмов управления повышается, растёт сложность и стоимость ИТ-активов. Общая стоимость владения такой системой менеджмента начиная с какого-то момента начинает расти, и если вовремя не остановиться, брутто-эффект становится отрицательным. Поэтому важно не пропустить точку локальной стабильности «С».

Достижение точки стабильности не значит, что предприятие исчерпало свои резервы. Это значит лишь то, что стратегия, цели, модели управления должны быть переосмыслены и начинается новый виток развития со своими точками «П» и «С». И так постоянно.

Оборотной стороной медали является то, что высокая степень информатизации и переход на управление по ключевым показателям деятельности, КПД – крайне затратный процесс, причём не только с точки зрения стоимости ИТ-активов. Существенно возрастают затраты на управленческий аппарат: нанимаются руководители с более высокими компетенциями. Этого избежать нельзя, иначе именно управленческий аппарат станет узким местом процесса перемен.

Ценность и опасность формализации

Выход на точку брутто-эффективности – вопрос нахождения баланса многих критериев. В частности, для обеспечения стратегического эффекта важно правильно выбрать точку оптимума по разделению управления на формализованные и слабоформализованные методы, чтобы одновременно обеспечить:

- минимальное время внедрения новых моделей в организацию производственной деятельности;

- положительный финансовый баланс операционной деятельности по сравнению с предыдущими периодами.

Поскольку процесс изменений идёт непрерывно, то и такое разделение не является постоянным, оно пересматривается по мере реализации улучшающих мероприятий, появления новых инструментов сбора и анализа данных, новых наборов метрик и показателей.

Для удержания баланса разработка системы показателей должна идти небольшими шагами, одновременно внедряя новые метрики и показатели, модели управления, изменяя организационную структуру предприятия. Это процесс непрерывный: структура показателей определяется внешними факторами, которые постоянно меняются, «окончательной» версии не существует. Попытка построить весь информационный поток за один раз не стоит, с точки зрения достижения управленческого брутто-эффекта это бессмысленно. Формальные отношения к показателям и информационным моделям и операционная эффективность – понятия несовместимые.

Разработка работоспособной модели показателей – НИОКР корпоративного масштаба и при их реализации главное – понимать ключевые цели и задачи и следовать принципам разумности:

- показатели сами по себе бесполезны, нужна развитая система менеджмента, умеющая управлять по показателям;
- выбирать подходы и инструменты необходимо по реальной возможности их применить, а не рыночному рейтингу;
- во главу угла ставить интересы своего предприятия и стратегические цели;
- помнить, что даже малые неточности в данных разрушают баланс показателей и они перестают работать как инструмент управления;
- постоянная вовлечённость топ-менеджмента и готовность, что не всё получится с первого раза;
- понимание, что внедрение системы показателей – итерационный процесс.

Работа с показателями – их сбор, анализ, использование при принятии управленческих решений – характеристика всех ведущих компаний. Согласно исследованиям ассоциации MESA International (www.mesa.org), ведущие и средние компании существенно различаются по культуре работы с показателями (табл. 1.3).

Встречаются, конечно, исключения: и среди лидеров при желании можно найти примеры компаний, работающих по модели ручного сбора отчётности, и среди отстающих компаний есть примеры реально работающих систем показателей. Но это исключения, статистика однозначна и показательна.

Кроме позиции на рынке, по статистике большое значение имеет размер компании. Так, например, для крупных компаний (оборот более 2 млрд долл. в год) доля предприятий, использующая дашборды и оперативную визуализацию показателей, составляет около 70%, в то время как для небольших (менее 500 млн долл. в год) – не более 15%. Это неудивительно, поскольку добиться оперативной эффективности большого предприятия можно только сильно формализованными методами управления.

Таблица 1.3 Сравнение подхода к работе с показателями и метриками на уровне операционного управления

Характеристика	Лидеры	Средние	Отст.
Менеджеры не знают о бизнес-метриках предприятия	-	8%	14%
Менеджеры знают только основные бизнес-метрики предприятия	5%	23%	60%
Улучшение операционных метрик суммарно на 10% в год	80%	25%	-
Использование корпоративных визуализаторов показателей операционной деятельности	40%	18%	5%
Расчёт KPI операторов чаще, чем 1 раз в сутки	45%	18%	5%
Эффективная связь финансовых и операционных показателей	71%	48%	18%

В любом случае к формализации управления надо подходить взвешенно, отдавая себе отчёт о сложностях и осознавая цели этого перехода. Факторов, влияющих на результаты много, но по статистике, чем крупнее предприятие и выше его рейтинг на рынке, тем больше у него ориентация на управление на основе метрик и показателей. И если стоит цель оказаться в их числе, то модель формализации управления – правильное направление развития.

Системы показателей

Методы и модели построения систем метрик и показателей – хорошо проработанный раздел в теории менеджмента и экономической науке. Существует целый ряд моделей организации управления предприятием на базе наборов показателей КПД, Ключевых Показателей Деятельности.

Для начала небольшой исторический экскурс.

В начале XX века стали активно применяться методы анализа деятельности предприятий по финансовым показателям. Стали появляться первые наборы показателей, например, модель факторного анализа фирмы «DuPont» (1919), известная как «пирамида DuPont», идея взаимосвязанных показателей А. Маршалла (1892) и др. Это были строго детерминированные методики, которые использовались для решения локальных финансовых задач.

Производственный учёт на предприятиях если и был выделен в отдельную статью, то являлся лишь отражением бухгалтерского и финансового, что не совсем адекватно описывало реальную производственную ситуацию на предприятии, фактически он не обеспечивал руководителей промышленных предприятий необходимой информацией для принятия взвешенных решений. Это послужило толчком к появлению наборов нефинансовых показателей для анализа и принятия решений.

Считается, что первой страной, где началось активное применение наряду с финансовыми и операционных показателей, была Франция. Нужна была система, которая бы не вытекала, а была альтернативой бухгалтерскому учёту. Разработанный в

начале 1930-х годов подход получил название «Tableau de bord», что означает «приборная панель» или, дословно, «бортовое табло». Эта система была ориентирована на высшее руководство и помогала оперативно получать общую информацию об операционной деятельности фирмы.

По своей сути Tableau de bord представляет собой отчётную систему, дашборд, но показатели выбираются так, чтобы отражать степень достижения стратегических целей (рис. 1.6). При этом цели и показатели выстроены в иерархию, что позволяет достаточно эффективно использовать этот инструмент для управления.

Система Tableau de bord до сих пор развивается и на сегодняшний день является хорошо проработанной моделью с более чем 80-летней историей постоянного развития. Ценность модели в том, что она изначально выросла из задачи управления именно производственными предприятиями и хорошо адаптирована как к крупным, так и к мелким и средним по размерам производствам. Во Франции почти 100% компаний используют бортовое табло в процессах стратегического и оперативного управления.

Изначально инициаторами разработки подобных табло были менеджеры с техническим образованием, которые преобладали в руководящих советах предприятий. Появившись первоначаль-

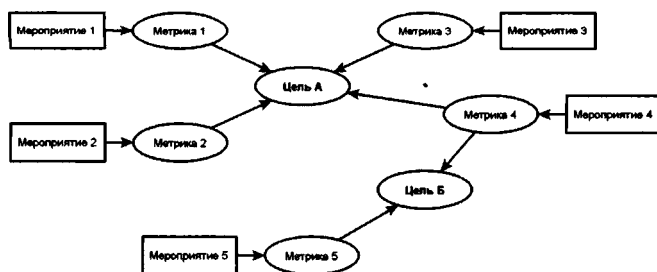


Рис. 1.6 Структура показателей в связке с целями

но как средство альтернативного оперативного учёта, к 1950-м годам начинается активное дополнение набора управленческих показателей данными производства и операционными метриками.

За счёт наличия как финансовых, так и операционных показателей, подобные системы постепенно становятся элементами стратегического управления и к концу 1980-х годов превращаются в эффективный инструмент не только контроля за достижением поставленных задач и целей, но и мониторинга, реагирования и «иерархического диалога» между стратегическим и операционным уровнями управления. Стандартной практикой становится применение подобных табло как элемента управления АБВ.

В 1980-х годах начинается настоящий мировой бум управления по показателям, появляются одна за другой сразу несколько методик и моделей, в частности:

- 1989 г. – Матрица измерения эффективности;
- 1990 г. – Пирамида эффективности;
- 1991 г. – модель результатов и детерминант;
- 1992 г. – Сбалансированная система показателей (ССП);
- 1993 г. – модель стратегических карт EP2M;
- 2002 г. – Призма эффективности.

Сравнение различных моделей и споры на тему «какая лучше» идут постоянно, время от времени появляются новые наборы показателей. При выборе конкретной модели, на которую стоит ориентироваться, нужно внимательно изучить все подходы и не выбирать только по формальной цитируемости. Следует принимать во внимание и размеры компаний, и внешнюю среду, и особенности учёта в разных странах, и другие подобные факторы. История менеджмента знает множество примеров, когда по-настоящему инновационные идеи оставались локальными и невостребованными.

Наибольшую известность получила СПП – Система Сбалансированных Показателей (BSC – Balanced Scorecard) американцев Д. Нортон и Р. Каплана. Система была сразу анонсирована

как передовая, её поддерживали крупнейшие консалтинговые компании, и система получила широкое распространение в Европе и США.

Особенностью данной системы показателей является жёсткая причинно-следственная связь, в ней учитывается влияние изменения одного показателя на расчётные показатели других. Это, с одной стороны, сильно усложняет модель, с другой – даёт новые возможности по оптимизации модели деятельности и точной «настройке» предприятия.

По многим подходам система отражала идеи управления по целям МВО, имела массу пересечений по подходам с Tableau de bord, но обладала и рядом существенных преимуществ:

- большая ограниченность в выборах целей и показателей, их фокус на конкретных «проекциях»: финансы, клиенты/рыночное окружение, бизнес-процессы, обучение/развитие;
- прозрачное объединение в одной структуре финансовых и нефинансовых показателей;
- учёт понятия интеллектуального капитала, влияния знаний и инноваций на внутренние процессы, ценности акционеров и клиентов;
- причинно-следственная связь между показателями, отражаемая в «стратегических картах» организации;
- изначальная ориентация на современные информационные технологии.

Жёстких ограничений в модели BSC теоретически нет, но разработчики считают оптимальным общее количество в 20–25 показателей, распределённых по четырём проекциям BSC следующим образом:

- финансы – 5 показателей (22%);
- клиенты – 5 показателей (22%);
- внутренние процессы – 8–10 показателей (34%);
- обучение и развитие – 5 показателей (22%).

Внедрение BSC – не просто выбор и расчёт набора показателей. Чтобы причинно-следственные связи могли быть регламен-

тированы, как того требует методика (рис. 1.7), предварительно нужно провести большую работу и удовлетворить нескольким важным требованиям:

- вывести корпоративную культуру и менеджмент на необходимый уровень;
- методологически описать порядок определения показателей интеллектуального капитала;
- разработать методику сбора данных о параметрах внешнего окружения;
- оценить практическую возможность определения значений ключевых показателей;
- разработать упрощённые методы оценки показателей, по которым нет возможности объективного сбора данных;
- оценить реалистичные сроки устранения пробелов в значениях показателей.

Задача далеко не такая простая, как кажется. Даже наоборот, чрезвычайно длительная, дорогая и сложная. По этой причине не стоит ограничиваться изучением только моделей BSC, следует учесть опыт и альтернативных подходов.

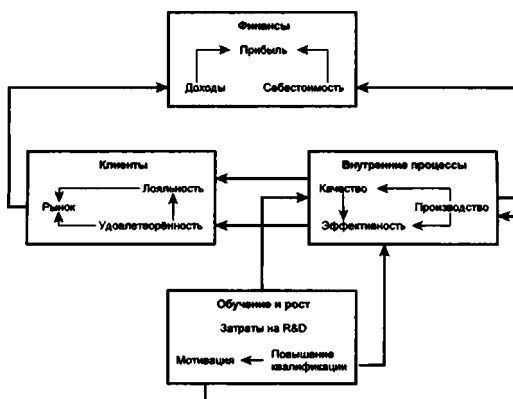


Рис. 1.7 Пример модели внутренних причинно-следственных связей BSC

Например, модель «Пирамида эффективности». Модель построена на основе набора финансовых и нефинансовых показателей, разбитых на 9 блоков: рынок, финансы, удовлетворение клиентов, инновации и обучение, производительность, качество, время поставки, производственный цикл, потери (брак). Вертикально модель охватывает всю организационную структуру, назначая каждому уровню иерархии свой блок ответственности (рис. 1.8).

Показатели организуются по принадлежности к блоку пирамиды, подразделению, цели, показателю, характерному периоду. По мнению авторов модели, система показателей должна быть интегрирована таким образом, чтобы оперативные нефинансовые показатели на нижних уровнях были связаны с финансовыми на верхних. Данная модель, в частности, интересна тем, что изначально ориентирована на промышленные предприятия и намного проще в реализации, чем BSC.

Поскольку построение системы показателей – процесс итерационный, на определённых этапах развития могут эффективно работать несколько альтернативных моделей. И очень часто на начальных этапах этого пути построить собственную модель показателей, опираясь на лучшие практики и реальные



Рис. 1.8 Модель блоков «Пирамиды эффективности»

потребности предприятия, может оказаться эффективнее, чем безуспешно пытаться внедрить самую передовую модель.

Тенденции и перспективы

По мере роста возможностей информационно-аналитических систем, освоения существующих методик управления по показателям, методов настройки сложных закономерностей, появляются новые, более сложные, но потенциально способные дать больший эффект, методики.

Один из примеров такой комплексной модели управления – Универсальная система показателей деятельности, TPS – Total Performance Scorecard, предложенная Р. Хьюбертом. Модель объединяет в себе и развивает такие подходы, как:

- сбалансированная система показателей (BSC);
- менеджмент на основе качества (Total Quality Management, TQM);
- управление результативностью (Performance Management);
- управление компетенциями (Competence Management).

Автор определяет TPS как «систематический процесс непрерывного, последовательного и регулярного совершенствования, развития и обучения, который направлен на устойчивый рост результатов деятельности сотрудников и организации». В этой модели совершенствование, развитие и обучение – основы системы менеджмента. И они не просто тесно связаны друг с другом, между ними должен поддерживаться постоянный баланс.

Есть и другие примеры, но важно, что добиться таких результатов можно только последовательным поэтапным развитием использования информации в процессе управления:

- этап 1: информация разрознена, используется справочно, на основании общих приблизительных показателей;
- этап 2: информация используется как инструмент поддержки принятия решений, иногда инициативный;

- этап 3: информация используется как регламентированный инструмент поддержки принятия решений, налажен сбор и анализ базовых метрик и показателей;
- этап 4: разработана базовая модель корпоративных финансовых и операционных метрик и показателей;
- этап 5: разработана и внедрена система сбалансированных показателей;
- этап 6: внедрена система постоянного улучшения всех аспектов деятельности с контролем по показателям.

По мере развития уровня использования информации соответственно изменяется и структура наборов метрик и показателей (рис. 1.9). Меняется и модель управления предприятием: метрики и показатели начинают играть всё более и более важную роль, объём и качество данных растёт, информация всё активнее используется в процессах принятия решений. Возникает тенденция трансформации модели управления от инструкций к целям и ценностям.

Принципиальным в эволюции модели управления является то, что от прямого управления непосредственно цеховыми (производственными) процессами менеджмент переходит к управлению информацией об этих процессах, формируя задания и кон-

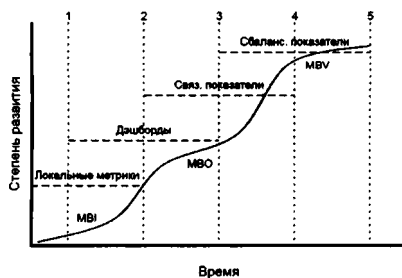


Рис. 1.9 Развитие систем управления в разрезе степени использования информации

тролируя показатели работы, которые являются до приемлемой степени абстрагированными от реальных действий.

Уровень точки принятия решений поднимается вверх по иерархии систем управления, при этом в принятии решений участвует большее число информационных источников и принимаемые решения становятся оптимальными в более широком аспекте. Но (!) только в случае, когда информация адекватна и правдива, иначе эффект будет ровно обратный.

Если говорить в целом, то эффективность системы управления в такой модели определяется:

- точностью данных;
- правильностью настройки системы управления (выдачи заданий);
- точностью выбора контрольных показателей.

В этом случае система будет не только достоверной, но и прозрачной, управляемой, моделируемой и предсказуемой. При этом важно не забывать регулярно пересматривать модель управления, чтобы она не отставала от реальных процессов.

1.3 Информационно-управляющие системы

С точки зрения интуиции задача выглядит очень простой: выбрать правильный программный продукт (информационно-управляющую систему предприятия), заложить в неё набор целевых показателей и, казалось бы, можно сразу получить предприятие самого современного уровня развития. Но на практике это, увы, совсем не так. Уже обсуждалось, что зрелость владения данными накапливается постепенно, так же постепенно должны развиваться и инструменты управления.

Несколько забегаая вперёд, определим, что критерием текущего состояния предприятия в разрезе внедрения методик и информационно-аналитических инструментов сбора и обра-

ботки информации и управления по показателям является показатель информационной зрелости. Данный показатель отражает общую культуру работы с данными и рассматривается в нескольких ракурсах:

- доверие предприятия к своим информационным активам и хранящимся там данным;
- умение использовать накопленные данные, превращать их в полезную информацию;
- умение принимать решения на базе объективных показателей, где на второй план отходят такие понятия, как интуиция;
- владение культурой постоянного анализа информации, принятия корректирующих мер и анализ эффективности этих мероприятий;
- умение строить модель деятельности на базе систем управления и поддержки принятия решений.

Этот показатель не только эволюционный, но и напрямую связан с развитием информационно-управляющих систем предприятия. Информационная культура, зрелость и комплекс систем управления всегда сбалансированы. Развивая информационную культуру, нужно «вырастить» свой адекватный набор систем управляющих систем.

Просто поставить «самую современную» систему управления не получится. Точнее, купить и установить, скорее всего, получится, а вот получить положительный операционный эффект – нет. Блок систем управления производством должен пройти весь эволюционный путь от эмбриона до взрослой особи, только тогда вложения будут оправданы и будет получен положительный брутто-эффект на каждом этапе.

Эволюция систем управления

И снова изучаем историю. Чтобы вырасти до нужного уровня зрелости, предприятие должно пройти весь эволюционный путь от низших до высших форм, поэтому полезно знать общую историю развития систем управления производством, как они развивались и эволюционировали.

Начнём с эпохи, когда уже появилось электричество, механизация, зародилось серийное поточное производство. Такое состояние развития сегодня принято называть термином «Индустрия 2.0». Отрасли развивались активно, появилось множество мелких, средних и крупных предприятий, шло активное освоение новых видов продукции и развитие новых подходов и методов управления.

Общий ход истории развития систем производственного управления показан на рис. 1.10.

Начало истории относится примерно к 50–60-м годам XX века, когда с появлением первых вычислительных машин появилась идея, а потом и потребность использовать их в качестве основы систем финансового и материального учёта предприятий. Это было сделано, появились первые информационные системы производства. Такие системы получили трёхбуквенную аббревиатуру MIS – Manufacturing Information Systems.

Задачи, решаемые данными системами, были предельно просты: они обеспечивали ввод исходных данных, группировали и систематизировали их, проводили простейшую математическую

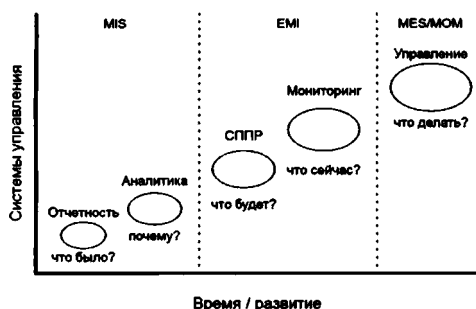


Рис. 1.10 Стадии эволюционного развития систем управления производством

обработку. Фактически, эти системы отвечали на вопрос «Что произошло на предприятии?» за некоторый отчётный период.

В те времена сложность ввода исходных данных была очень высока, достоверность их невелика, много ошибок и пробелов в данных. Процесс сбора недостающих данных, их очистки и верификации был длительным, в результате чего более или менее достоверная отчётность формировалась с задержкой, иногда достигающей до нескольких месяцев. Но даже это было огромным достижением, это были первые системы производственной отчётности.

Руководители предприятий скоро поняли, что собираемая отчётность может быть использована для анализа производственных процессов, быть поддержкой и основой принятия стратегических и тактических решений, корректировки операционных процессов. Появились первые инструменты анализа, информация начала работать на процесс управления.

Этот этап отражает описанный ранее период развития систем показателей, когда финансовые показатели начинают жить совместно с производственными, а сама отчётность становится инструментом принятия решений.

Важно, что на этом этапе предприятие отходит от множественности учётных схем, начинает работать с едиными показателями и источниками данных. Исчезают «одинаковые» данные в разных отчётах, им на смену приходят разные отчёты на основе одних и тех же данных. Формализуются контрольные срезы сбора данных: смены, задания и т.п., производственная и финансовая отчётность приводятся в соответствие. Все менеджеры, от линейных до высших, работают с единым набором показателей.

По мере решения вопросов с отчётностью начинается активное развитие инструментов обработки данных: анализ отклонений, трендов, статистическая обработка, поиск закономерностей, в том числе скрытых, и пр. Системы не просто развиваются, а меняется их суть: из систем сбора и обработки производственной отчётности системы становятся помощниками в

принятии решений, такие системы называются СППР – Системы Поддержки Принятия Решений или DSS – Decision Support Systems в англоязычном варианте.

С этого момента начинается новый виток эволюции в развитии систем производственного управления.

Главной функцией систем класса СППР является ответ на вопрос «Что случится, если ...?», возникает и практика принятия решений на основе этих подсказок. Чтобы такой инструмент реально заработал, нужно создать условия для принятия решений на основе данных, а к качеству и объёму данных необходимо добавить несколько важных требований:

- разумная достоверность данных;
- наличие статистической базы для настройки аналитических инструментов;
- достаточный по охвату объём собираемых и анализируемых показателей;
- разумная задержка между реальным событием и его отражением в информационной системе.

Обратите внимание, что критерием является термин «разумный». Это означает в данном контексте соответствие моделям и алгоритмам анализа и другим параметрам. Иными словами, повышение достоверности и развитие алгоритмов должно идти в паре, сверхдостоверные данные (не нужно забывать, что этот процесс стоит денег и ресурсов) без развития алгоритмов не дадут выигрыша на уровне операционной эффективности.

Такие системы получили трёхбуквенное наименование EMI – Enterprise Manufacturing Intelligence, интеллектуальные системы поддержки производства. Именно благодаря им, точнее, их грамотному применению, многие лидеры рынка обеспечили себе конкурентное преимущество за счёт взвешенного принятия решений по организации производства, наладили оперативный учёт. Заработали первые системы планирования. Системы класса MRP, по своей сути, относятся как раз к этому классу информационно-аналитических систем.

Дальнейшее развитие шло сразу по нескольким направлениям:

- росла достоверность данных;
- физическое место ввода данных в информационную систему стало перемещаться к точке регистрации реального события;
- точки контроля стали формироваться на уровне отдельных операций, начался процесс «операционализации».

Этому способствовал ряд факторов:

- чёткое понимание менеджмента всех уровней предприятия зачем и какие данные нужны для принятия решений;
- развитие компьютерной техники и появление персональных компьютеров;
- развитие систем класса АСУТП и цифрового управления.

В результате развития зародились условия для реализации «идеального» контроля, то есть такого состояния контроля и учёта производства, при котором:

- задержка фиксации данных в системе практически исчезает, реализуется режим «реального» времени в характерных временах производственного процесса;
- охват сбора показателей близок к 100%;
- точки контроля охватывают все необходимые пределы, операции и показатели.

Постепенно, шаг за шагом, от «данных» и «информации» происходит переход к «событиям». Это стало новой ступенью эволюции, появилась возможность формировать правила поведения для стандартных событий (ситуаций) и на их основании оперативно выдавать указания сотрудникам. Системы становятся по-настоящему управляющими, а в литературе появляется новый термин MES – Manufacturing Execution System, система оперативного управления производством. В дословном переводе – исполнительные производственные системы.

Ещё раз пройдёмся по эволюционному пути: отчётные (репортинговые) системы – системы поддержки принятия решений – управляющие системы. Эта последовательность крайне

важна: без реализации и завершения одного этапа следующий работать не будет. Выстраивая процесс внедрения информационных систем поддержки операционной деятельности предприятия, ключевым фактором успеха является понимание того, что все этапы должны быть пройдены в правильной последовательности и с достижением поставленных целей.

Цифровое производство

Системы операционного управления – только часть систем управления жизненным циклом изделия. Картина будет неполной, если в разрезе общего процесса проникновения компьютерных систем во все сферы организации производственного процесса обойти вниманием термин CIMS – Computer Integrated Manufacturing Systems, системы управления предприятием с использованием компьютеров. Или CIM – Computer Integrated Manufacturing, производство, основанное на компьютерах.

Это понятие не обозначает отдельный класс систем, оно объединяет набор систем и инструментов, работающих в едином комплексе (рис. 1.11) и охватывает несколько уровней жизненного цикла изделия:

- CAD – Computer-Aided Design, системы автоматизированного проектирования;
- CAM – Computer-Aided Manufacturing, системы автоматизированного производства;
- CAI – Computer-Aided Inspection, системы автоматизированного контроля;
- CAPP – Computer-Aided Production Planning, системы автоматизированного планирования производства.

Все эти системы так или иначе связаны с системами операционного менеджмента, напрямую или через обратную связь. Любое развитие определяется обратной связью и именно настроенный поток данных на предыдущий уровень обеспечивает постоянное улучшение. Например, правильно сегментированная отчетность по браку и отклонениям в качестве обратной связи к процессам разработки изделия позволит внести изменения на уровне модели, исключаящие или минимизирующие эти откло-

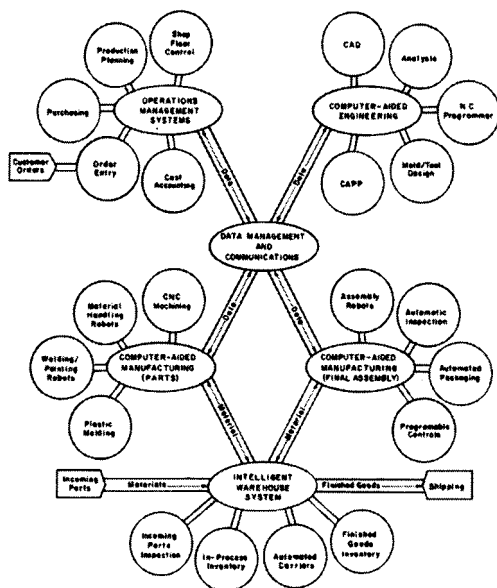


Рис. 1.11 Схема системы управления предприятием, основанной на использовании компьютеров [W. Biles, M. Zohdi, Computer Integrated Manufacturing, in: Mechanical Engineers' Handbook, Vol. 3, John Wiley Sons, Inc., 2006]

нения. И проконтролировать эффективность внесённых изменений.

Если рассматривать модель «цифровой» поддержки производства в качестве целевой, то следует учитывать, что связь между отдельными элементами такой схемы построена целиком на информационных потоках и именно системы оперативного управления, в том числе системы класса MES, обеспечивают поток данных, взаимосвязь компонентов и взаимодействие с операционными бизнес-процессами предприятия.

Глубина проникновения технологий СИМ определяется стратегией, требованиями рынка, принципами разумности. В части организации производства, например, хорошей практикой считается организация разработки изделий с учётом технологии изготовления, выгрузка перечня операций и управляющих программ в смежные системы MES и САМ, мониторинг производства по этим операционным картам и расчётным временным показателям процессов.

Но чем сложнее система организации производства, чем больше в ней систем и компонентов, процессов, тем сложнее и дороже становится собрать их в единый комплекс. Избыточность тут вредна, нужно найти точку баланса, интуитивный принцип «чем больше – тем лучше» крайне опасен. Системы операционного менеджмента, оперативного управления, MES в их числе, в связке со стратегическими целями и задачами, выступают, в том числе, арбитром и мерилom требуемой степени цифровизации.

Диаграмма зрелости

Вернёмся к оценке уровня, которого достигло предприятие в процессе развития ИТ-активов для поддержки своих производственных процессов, который ранее упоминался. Это уровень информационной зрелости предприятия.

Зрелость – комплексный критерий, определяемый несколькими факторам:

- качество данных (К);
- достаточность и полнота данных (Д);
- процессы принятия решений на основании данных (П);
- анализ информации (А);
- охват систем СППР (С).

Уровень зрелости удобно отображать на радиальной диаграмме (рис. 1.12), на которой показаны текущие, достигнутые показатели и целевые значения по каждому из критериев, которые определяются требованиями стратегических целей и задач.

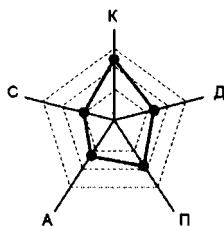


Рис. 1.12 Диаграмма зрелости

Диаграмма зрелости является удобным инструментом оценки текущего состояния «где находимся», показывает не только степень развития, но и баланс между отдельными критериями.

Степень зрелости оценивается не только интегрально, по предприятию в целом, но и по отдельным подразделениям, процессам, специалистам. Сравнение степени зрелости по отдельным категориям является ценным знанием о лидерах и отстающих, позволяет выявлять и распространять успешные практики.

Организационные мероприятия, направленные на внедрение новых методик управления, внедрение новых информационно-аналитических систем, новых показателей и пр. тоже могут быть описаны на уровне ожидаемого эффекта по аналогичной диаграмме. После реализации сравнение план/факт позволит оценить эффективность организации мероприятий и точность оценок.

Этапы развития

Развитие информационной зрелости, как и все другие мероприятия – процесс длительный и стадийный. Мгновенный, «с нуля», переход к управлению сразу через показатели невозможен. Предприятие должно последовательно пройти все стадии развития, причём поэтапно.

На первом этапе налаживается базовая культура работы с данными в масштабах предприятия:

- вводится единый сбор отчётных показателей, исключается двойной ввод, устраняются пробелы в данных, унифицируются модели учёта;
- отчётность модифицируется таким образом, чтобы она стала единой по источникам данных для всех подразделений, непротиворечивой и актуальной;
- внедряются методы принятия решений на основе объективных данных;
- информация делается доступной для всех уровней менеджмента – от линейного до высшего руководства.

Игнорирование или формальное отношение к организации этого этапа делает бессмысленным все остальные, потому что без наличия актуальных данных выстроить процесс управления нереально, управленческие процессы будут по-прежнему завязаны на опыт, интуицию и личные контакты, никакое внедрение систем автоматизации ощутимого операционного эффекта не даст. Фактически это фундамент всей будущей модели управления, и попытка пропустить этот этап, мотивируя тем, что «отчётность у нас вся есть, всё нормально», сведёт на нет все дальнейшие усилия.

Второй этап развития производственного управления в плане информационной зрелости – налаживание цехового учёта на уровне входов/выходов, контроль в реальном времени выпуска и перемещения ТМЦ, причём не выборочно, а на уровне, близком к 100%. На этом этапе обычно решаются проблемы нормализации учёта поступления ТМЦ, точек хранения, формируется нормативная база, вводится единая машиночитаемая маркировка и пр.

Информация становится базой для принятия ключевых решений по организации производства, все процессы от планирования до запуска осуществляются на основе аналитических показателей, формируемых на основе данных, хранящихся в информационной системе. Начинают внедряться новые методы управления на основе актуальных данных на всех уровнях цехового управления и контроля – от мастера цеха до планово-

диспетчерских бюро, доступ к информации появляется на всех рабочих местах.

Как правило, второй этап информационный зрелости, с точки зрения уровня проникновения автоматизации, характеризуется следующим мероприятиями (на цеховом уровне):

- пооперационный контроль и учёт;
- мониторинг межоперационных процессов и показателей, включая времена пролёживания, объёмы буферов, НЗП и т.п.;
- динамический анализ показателей производства, включая несоответствия, временные отклонения и пр.;
- временные составляющие цикла: подготовка, производства, технологические простои;
- контроль состояния оборудования и т.п.

Такой уровень развития является достаточным для перехода на использование управляющих систем и полного или частично-го управления по показателям, внедрение полнофункциональных систем класса MES на этом витке развития даст ощутимый эффект.

Этот этап во многом переломный, именно на нём реализуются мероприятия для «углубления» контроля:

- разделяется и балансируется бухгалтерский и производственный учёт ТМЦ;
- на предприятии начинает работать полноценный учёт и маркировка ТМЦ, включая все перемещения;
- налаживается 100% учёт задачи ТМЦ в производство и выпуска готовой продукции и полуфабрикатов;
- готовность к запуску задания на производство формируется по актуальным показателям;
- статистика по выпуску, отказам, инцидентам, несоответствиям 100% достоверна и актуальна и фиксируется в информационных системах.

Третий уровень – налаживание работы по объективным показателям на всех уровнях производственной цепочки – от директора по производству до операторов оборудования. Все необ-

ходимые данные фиксируются в реальном времени, расчётный сценарий работы имеет приоритет над интуицией.

Критерии зрелости

Оценивать уровень зрелости полезно не только по формальным диаграммам, но и по косвенным признакам. Вообще, степень информационной зрелости некорректно оценивать только с точки зрения информационных активов и технологий, это в большей степени управленческий процесс с соответствующими показателями.

Сбалансированность методов управления и информационных активов с уровнем зрелости является ключевым фактором успеха, пренебрегать этим фактором нельзя ни в коем случае. Серьёзная направленность на реальную «цифровизацию», переход на управление по вычисляемым показателям требуют подготовки даже в том случае, если на предприятии уже внедрены и много лет эксплуатируются множественные системы управления. На каждом этапе развития всё должно начинаться с аудита, анализа, выявления проблем. Фактически с начального состояния.

Косвенные критерии степени зрелости оценки могут оказаться полезными и иногда более показательными, чем формализованные. Критерии эти могут быть самые разные. Рассмотрим несколько для примера.

Косвенным критерием успешности первого этапа развития можно считать два факта:

- специалисты начинают рабочий день с включения компьютера и анализа информации;
- исчезает «параллельный» учёт в электронных таблицах на локальных рабочих местах.

Второй элемент наиболее важен, он говорит сразу о нескольких достижениях: информации в управляющих системах достаточно, она актуальна, правильно структурирована и представлена, ей доверяют. До тех пор, пока у каждого специалиста на

рабочем месте ведётся свой отдельный учёт, сквозную кооперационную модель управления выстроить невозможно.

Для второго этапа развития хорошим косвенным критерием можно считать исчезновение из производственного лексикона субъективного понятия «приоритет». Есть реализуемая очередность запуска, которая определяется требуемой датой выпуска, расчётным отставанием, готовностью заказа к запуску и другими объективными показателями.

Для третьего уровня развития косвенным критерием успеха является кардинальное изменение модели деятельности:

- снижение практически до нуля числа производственных совещаний;
- повсеместная практика управления по отклонениям.

Всё работает за счёт налаженных процессов, и пока всё идёт по предопределённому плану (графику), менеджмент в процессы не вмешивается. Чем меньше таких отклонений, тем лучше налажена система управления. Естественно, только в том случае, если целевые показатели деятельности выбраны в соответствии со стратегическими целевыми показателями.

Есть ещё один важный косвенный критерий. Если активно идут какие-то внедрения, мероприятия, а организационные процессы никак не изменяются, интегральные показатели остаются на том же уровне, что и были, это значит, что процесс перемен пошёл не в том направлении, всё надо начинать с начала. Это главный критерий процесса перемен, его нужно оценивать непрерывно и постоянно, чтобы вовремя скорректировать план действий, пока предприятие по ложному пути не зашло слишком далеко.

1.4 MES-системы

Остановимся на роли MES в структуре информационных потоков предприятия. Точнее, повторим сказанное ранее, но в

приложении именно к системам класса MES – оперативного управления производством.

В целевом состоянии системы класса MES являются событийными и управляющими: они управляют исполнением производственных заданий, регулируют движение ТМЦ в цехах, руководят действиями наладчиков, операторов, ОТК, транспортировщиков, анализируют в реальном времени показатели производства (производительность, несоответствия и т.п.), регламентируют операции контроля качества и т.п.

На этапе развития MES является основным инструментом измерения текущей ситуации и создания цехового порядка. Их ключевая функция – сопровождать процессы перемен на цеховом уровне.

Цеховой и операционный порядок

В развитии предприятия, в процессах наведения порядка и обеспечения операционной эффективности производства и предприятия в целом можно условно выделить три фазы (рис. 1.13):

- наведение элементарного порядка на рабочих местах и в цехах;
- выстраивание цепочки производственных бизнес-процессов и создания ценности;
- выстраивание процессов постоянного улучшения для достижения стратегических целей предприятия.

Каждый из этапов имеет свои особенности и специфику. Сфокусируемся на роли MES в этих процессах.

На первой фазе MES-системы играют основную роль в процессах трансформации на цеховом уровне. Это и точка принятия решения, и единая точка учёта. Как правило, на начальном этапе наведения элементарного порядка ERP-система предприятия ещё не готова к роли управляющей, степени зрелости предприятию не хватает. И именно MES, точнее, управление на основе возможностей и данных MES, определяет, насколько

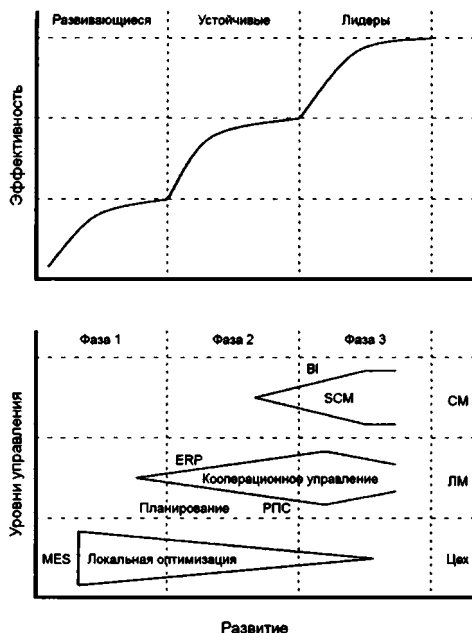


Рис. 1.13 Фазы развития предприятия в связке с ролью MES-систем

стабильной и предсказуемой будет организация цеховых процессов.

Управленческие функции производственного менеджмента сосредоточены в большой степени на уровне цеха, MES-системы работают как инструмент локальной поддержки принятия решений и оптимизации. Цеховые операции становятся предсказуемыми, в том числе по времени, появляется «цеховой порядок».

На второй фазе роль лидера постепенно берёт на себя ERP-система, она становится ведущей, а MES – ведомой, она обес-

печивает ERP актуальной и достоверной информацией, доводит указания до исполнителей. Без такой поддержки системы ERP не смогут стать источником обоснованных решений, а это необходимо, так как суть второй фазы – постепенный переход точки принятия решений на уровень корпоративных систем, ERP.

Цеховой менеджмент на этой фазе уже не является точкой принятия решений, это точка мониторинга и контроля. В такой модели организации производства понятие мастера цеха часто заменяется на понятие супервайзера, наблюдателя. Его роль – обеспечить исполнение планов, определённых менеджментом (системами) верхнего уровня.

Как результат, возникает операционный порядок, то есть предсказуемое исполнение последовательности связанных операций, часто не только цеховых, но и внешних, например, логистических. Начинает работать модель кооперативного управления.

Высшая фаза развития, третья – полное освоение методик управления по целям. В такой модели и системы ERP, и системы MES становятся ведомыми, ритм задают корпоративные системы бизнес-аналитики, определяющие стратегические показатели и цели. MES в этой цепочке – система контроля метрик и показателей, от точности, оперативности и стабильности её работы будет зависеть успех компании в целом.

Ошибки, возникающие в показателях нижнего уровня, в MES, на этой фазе становятся критичными.

Такие ошибки практически незаметны на первой фазе, поскольку нивелируются моделью прямого управления и практически не используются в верхнеуровневой отчётности.

На второй фазе они приводят к некорректной оценке мощностей, невыполнению планов выпуска продукции, операционными потерями. Но, как правило, нивелируются опытом и квалификацией специалистов, принимающих решения.

На третьей фазе ошибки в метриках MES приводят к некорректной оценке эффективности цеховых процессов, как результат – некорректной оценке возможностей предприятия в целом

и ошибкам в выборе стратегических целей. А это чревато большими потерями для предприятия.

Управление по целям, как уже отмечалось – мощный, но очень рискованный инструмент управления. Производственный блок предприятия – основной источник создания ценности и именно MES, обеспечивая снисходящий и восходящий информационные потоки и информационный обмен с цеховым уровнем, обеспечивает эффективность модели МВО.

Мониторинг и контроль

MES-контур предприятия является основным и единственным источником данных для процессов мониторинга и контроля. Чтобы корректирующие мероприятия были действенными и давали положительный эффект важно наладить мониторинг по объективным показателям.

Выстраивание процессов эквивалентно заданию чётких правил работы, а это невозможно без предсказуемого отклика на цеховом уровне. Поэтому борьба за эффективность начинается с наведения элементарного порядка, прежде всего, там. Основная проблема – слабая предсказуемость процессов, в первую очередь, временная, которая влечёт за собой и все остальные: обеспечение материалом, инструментом, авралы, брак, инциденты и т.п.

Чтобы решить эту проблему, единственный способ – обеспечить сквозное хронометрирование всех событий на производственных участках, сделать беспристрастный расклад всего процесса производства по минутам и секундам. Только тогда будут видны реальные потери и узкие места. «Классические» методы регистрации, такие как бумажные журналы, например, имеют близкую к нулю реальную эффективность, так как по своей сути субъективны.

В системе мониторинга важно, чтобы данные были актуальны и востребованы. Поэтому настраивать мониторинг нужно от общего к частному: начинать с необходимого минимума показателей и постепенно расширять их состав. Это обеспечит и быстроту внедрения и финансовую эффективность. Минималь-

ный набор объективной информации: начало/конец исполнения задания, выявленные несоответствия, время межоперационных перемещений и т.п., не является проблемным по организации учёта в реальном времени, но даёт полезную информационную основу для оценки стабильности цеховых процессов и типовых нарушений.

В концепции управления как модели информационных потоков, именно MES-системы обеспечивают такой мониторинг и контроль на цеховом уровне. Целевой эффект в этом случае достигается совокупностью факторов и положительной обратной связью:

- развитие информационной зрелости ведёт к возможности объективного цехового мониторинга;
- нормализация процессов в цехах даёт возможность выстраивать производственные бизнес-процессы, настроенные на заданные целевые показатели.

В результате не только происходит нормализация показателей бизнес-процессов, но и появляется возможность их предсказывать. И только после этого можно их улучшать для достижения назначенных целей, а у MES-системы появляется реальная возможность начать выполнять функции управления.

Управление

С точки зрения управления, в целевой модели предприятия MES-системы несут двойную нагрузку: с одной стороны, они являются источником первичной информации для принятия стратегических решений и выбора целей, о чём уже неоднократно говорилось, с другой – это эффективный инструмент локального цехового управления.

Управление на уровне цеха – верхняя точка достижения систем класса MES, если её достигнуть, то можно обеспечить производительность цеха для выбранных технологий производства на уровне, близком к теоретически достижимому. В условиях настроенных и предсказуемых цеховых процессов, MES обеспечит такое распределение обязанностей между участни-

ками процесса, чтобы по максимуму избежать любых потерь. Например:

- составит цеховое расписание с учётом всех факторов: сроков, мероприятий ТООР, ресурсов и пр.;
- заранее выдаст команду наладчику с учётом времени доставки оснастки в цех;
- выберет партию материала, с которой по статистике зафиксирован минимальный процент несоответствий;
- оповестит ответственного специалиста об отклонениях;
- и т.д., и т.п.

Образно говоря, MES-система в режиме управления обеспечивает работу цеха «без сюрпризов», гарантируя, что всё, что назначено на выполнение, действительно может быть выполнено и для этого есть все необходимые ресурсы, материалы, персонал и пр. MES-система постоянно анализирует времена циклов, операций, рассчитывает ожидаемое выполнение, заранее резервирует ресурсы, следит за отсутствием локальных перегрузок.

Как управляющий элемент, MES-система намного эффективнее человека, поскольку может оперировать с большим количеством данных. Но у неё есть и минус: в отличие от человека, она не умеет принимать решение в условиях недостаточной или недостоверной информации, у неё нет интуиции и скрытых знаний.

Эффективность управления MES-системы растёт по мере увеличения объёма собираемой в ней информации, причём до некоторого критического объёма достоверных данных и величины входящего информационного потока «КП», управленческие функции не работают (рис. 1.14).

Зависимость, конечно, условная, но принципы простые: в условиях неточной, противоречивой, недостаточной информации человек, как система управления, работает эффективнее всего. По мере роста информационного потока (предполагаем, что человек старается учесть всю поступающую информацию),

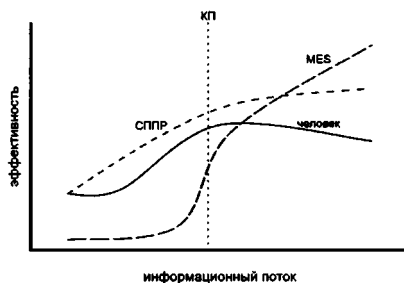


Рис. 1.14 Эффективность управления MES и человека

эффективность управления сначала растёт, но потом начинает падать: человек плохо обрабатывает большие массивы данных.

Если есть система поддержки принятия решений, которая осуществляет первоначальную обработку данных за человека, снижая число показателей, с которыми он должен работать, до приемлемого уровня (обычно от трёх до пятнадцати), то эффективность принимаемых решений повышается (кривая СППР на рисунке).

В случае, когда системой управления является MES, необходимо обеспечить минимальный информационный поток «КП», ниже этого уровня управленческие решения будут близки к случайным. После точки «КП» эффективность управления растёт по мере увеличения поступающего объёма информации и становится выше других моделей.

Но это совсем не значит, что обязательно будет расти и общая эффективность в масштабах предприятия. Владение системами, процессы сбора данных, сама система менеджмента являются существенными статьями затрат. А ошибки, неточности и пробелы в данных резко снижают возможности формализованного управления. Поэтому, прежде чем ставить перед собой цель создать модель управления через MES-систему, стоит scrupulously оценить все риски: финансовые, организационные

и пр. И не забывать, что есть и вариант управления в модели «человек плюс MES как СППР».

1.5 Психология изменений

Процесс настройки управления через объективную информацию – процесс неоднозначный и сложный. И не только технически. Куда больше проблем связано с психологической готовностью сотрудников и руководства предприятия принять новую организационную модель. Но любой проект, любое развитие будут успешны тогда и только тогда, когда в нём заинтересованы все ключевые участники.

Модель деятельности и управления

Чтобы происходящие на предприятии изменения не встречали противодействия, требуется не только активное вовлечение руководства, но и все сотрудники должны быть вовлечены в процесс перемен и адекватно мотивированы. Внедрение информационно-ориентированного подхода означает, что меняется концептуальная модель деятельности специалистов (рис. 1.15) и каждый должен кардинально пересмотреть и перестроить свой рабочий процесс. Это требует не только определенных усилий, но и готовности, и стремления. Иначе – активный или пассивный бойкот.

С точки зрения управления персоналом, переход к информационно-ориентированной модели означает пересмотр модели управления. Традиционное управленческое решение – приказ директора – уже не является ключевым, автократические и, даже, патерналистские (поддерживающие) модели в такой модели не работают. Для сотрудников, кто привык работать в «зависимом» режиме, когда его участие в процессе труда минимально возможное с минимумом ответственности, а критерий один – удовлетворить начальство, такой переход будет шоком. Если в старой модели они считались передовиками, то в новой, может так оказаться, не найдут себе место.

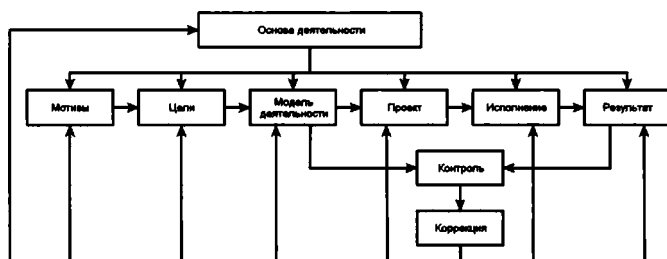


Рис. 1.15 Модель деятельности специалиста

Переход к информационно-ориентированной модели организации производства должен быть построен так, чтобы сотрудники смогли почувствовать, что оценка их вклада будет рассматриваться не субъективно как раньше, а объективно, по независимым адекватным показателям. Модель вовлечения сотрудника в общее дело становится коллегиальной и каждый сотрудник должен почувствовать, что он приобретает способность к самореализации, повышает свой уровень, становится «партнёром». При этом часто финансовые аспекты мотивации отходят на второй план.

Постепенно меняется и ролевая модель управления: локальные руководители (мастера цехов) всё меньше занимаются управлением, всё больше мониторингом и организацией процессов. Директор по производству полностью переходит в разряд стратегического менеджмента. К этому нужно быть готовым и заранее учесть, что новые роли потребуют новых компетенций и сильной внутренней мотивации, чтобы такое изменение функций не обернулось достижением «уровня некомпетентности» по Паркинсону.

Мотивационная модель деятельности специалиста состоит из трёх основных компонентов (рис. 1.16):

- знание процессов;
- обученность операциям;
- система поощрений.

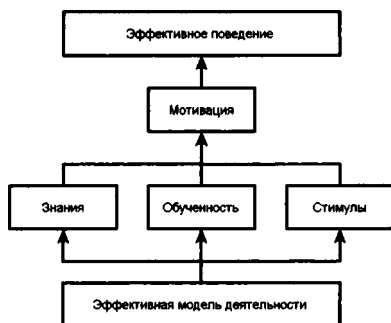


Рис. 1.16 Мотивационная модель эффективности

В новой модели доведение знаний об эффективном производственном поведении становится ключевым аспектом, так как каждый сотрудник становится центром принятия локальных решений. «Хорошим» становится не тот сотрудник, кто послушно выдерживает режим точно на уровне, а тот, кто понимает, для чего это делается и, может быть, сознательно допускает отклонения, улучшая тем самым «целевой» показатель.

Это, по своей сути, переход от работы по инструкциям к работе по измеримым целям, поставленным перед каждым сотрудником. Для предприятий, где набор сотрудников на работу вёлся из предпосылки, что «дело рабочего – работать по инструкции», это может оказаться достаточно большой проблемой. Одно дело работать «как написано», не задумываясь об остальном, и совсем другое – сознавать груз реальной ответственности, что от результата твоей работы зависит успех предприятия. Далеко не все смогут это принять.

Вовлечённость и ценность

Для рядового персонала только его максимальная вовлечённость и информированность обеспечат успешное внедрение с соблюдением сроков. Для этого в бюджете и графике проекта

необходимо учитывать человеческий фактор, как минимум, в двух аспектах:

- внутренний пиар проекта как ключевой фактор успеха;
- формирование графика проекта с учётом неизбежных фаз эмоциональной лояльности (рис. 1.17).

Переход на управление на основе информации всегда связан с интенсивным внедрением систем управления, компьютеров, новых технологий. При этом меняется модель коммуникаций, общение из системы «человек – человек» или «человек – техника» переводится на уровень «человек – знаковая система». При этом качества, присущие специалистам, уверенно справляющимся с работой в одной коммуникационной модели, могут не подойти к другой (табл. 1.4).

Вместе с повышением ценности информации и развитием ИТ-поддержки, меняется и роль ИТ-директора предприятия. Из «обслуживающего» руководителя среднего уровня он становится полноценным стратегическим менеджером, на одном уровне с директорами по производству, активам, финансам. ИТ-инфраструктура становится не поддерживающим, а основным активом производства, даже может стать «узким местом».

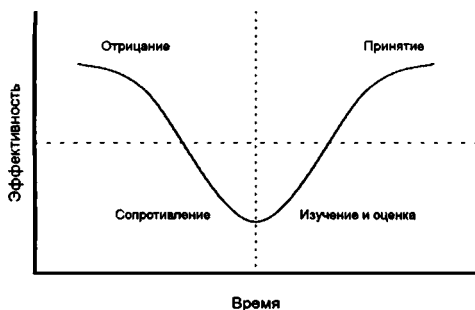


Рис. 1.17 Фазы эмоционального восприятия перемен

Таблица 1.4 Ключевые умения в различных коммуни-
кационных моделях

Человек – человек	Человек – машина	Человек – знаковая система
Умение слушать другого человека, вступать в контакт	Точное зрительное, слуховое и кинетическое восприятие	Концентрация внимания на отвлечённом (знаковом) материале
Актуальность, пунктуальность и собранность	Наблюдательность, распределение внимания	Усидчивость, терпение, точность восприятия
Способность владеть речью и мимикой	Хорошая координация движений	Умение видеть процесс за условными знаками
Интуиция и опыт	Техническое и творческое мышление	Логическое мышление

Требования к ИТ-директору в такой модели совершенно другие, он уже не тактик, а стратег, вовлечённый в процессы управления наравне с генеральным директором и директором по производству, его бонусная модель должна определяться корпоративными производственными показателями. Часто в крупных компаниях вводится новая должность стратегического менеджера «директор по цифровизации».

Меняются требования не только к директору по ИТ, но ко всем уровням менеджмента. С изменением модели управления и организационной структуры предприятия повышаются требования к квалификации и широте знаний высшего и среднего менеджмента. И понимание психологических основ организации труда и процессов управления – уже не прерогатива специализированных отделов, а составная часть компетенций руководителей нового типа всех уровней, без этого добиться нужной эффективности не получится.

MES: управленческий ракурс

Отдыхаем – воду пьём,
Заседаем – воду льём,
И, выходит, без воды
И ни туды, и ни сюды!

В.И. Лебедев-Кумач, Песенка водовоза

2.1 О задачах и методах их достижения	74	2.4 Задачи, цели, метрики	101
Как и зачем управляем?	74	Бизнес-требования	101
Чем мы реально управляем? ...	78	Необходимость и достаточность	103
2.2 Оперативное управление как элемент стратегии	80	Цикличность и связанность	106
Уровни управления	81	Требования к данным и визуализации	108
Операционная и производственная стратегия	82	2.5 Построение системы оперативного управления	110
Оперативное управление	84	Инициация и команда	111
2.3 Системы оперативного управления	86	Внедрение	114
Виды систем оперативного управления	87	Скользкие графики	117
Деструктивные подходы	88	Переходное состояние	121
Конструктивные подходы	90	Уровень автономности	125
Успешные практики	91	Бюджетирование	127
V-модель	94	2.6 Комплекс оперативного управления	132
Создание и верификация MES-системы	97	Баланс уровней управления	132
		Компонентная модель	135
		Модель жизненного цикла	139
		MES и ERP	143

Управление предприятием – сложный процесс, в котором много составляющих и в который включено множество участников. Каждый элемент этого набора играет свою определённую роль, а все они вместе образуют «систему» в классическом смысле: совокупность элементов, находящихся в отношениях и связях друг с другом, которые образуют определённую целостность, единство.

В системе управленческих процессов оперативное управление имеет своё чётко определённое место и роль. Правильное позиционирование в связке с другими управленческими процессами позволяет эффективно использовать все его возможности, но ошибки в организации, в постановке целей и задач, могут свести полезность к нулю.

Встраивая инструменты оперативного мониторинга и управления в корпоративный управленческий процесс, важно выстроить связанную иерархию задач, целей и инструментов, чтобы образовалась целостность. Оперативное управление не «хуже» и не «лучше» любого другого вида управления, тактического или стратегического, например. У него свои цели, задачи и возможности, и надо научиться распоряжаться ими с пользой для главного дела – достижения стратегических целей предприятия.

2.1 О задачах и методах их достижения

Чтобы не воспроизводить банальные истины из учебников по менеджменту, немного отвлечёмся на пару небольших лирических отступлений. Лирических, но полезных.

Как и зачем управляем?

Задача процесса управления – перевести некую систему из состояния «А» в состояние «Б». Возьмём, например, управление самолётом: требуется взлететь с аэродрома А и приземлиться на аэродроме Б, ставя перед собой цель гарантированно долететь и сделать это за минимальное время. Посмотрим, как по-

следовательно, по мере развития компетенций и возможностей, реализуется несколько стратегий организации полётов.

Подход на основе опыта и интуиции. Применительно к рассматриваемой модельной задаче это визуальный полёт по наземным ориентирам. Такой перелёт требует минимального оснащения самолёта, для ориентации используются наземные ориентиры: дороги, русла рек, линии ЛЭП, населённые пункты.

Данный подход хоть и не требует дополнительных расходов, но требует специальных знаний местности, умения ориентироваться, учитывать внешние факторы, например, направление и силу ветра. Иными словами, сильно зависит от опыта и умения пилота. И имеет массу ограничений: проблематичны полёты в ночное время, при плохой видимости, по новым маршрутам. Возможностей оптимизации практически нет, кроме случаев, когда лётчик досконально знает местность по маршруту.

Подход «минимальный контроль»: в кабине устанавливается магнитный компас. Это не отменяет и не заменяет первичной роли ориентиров, но даёт новые возможности. Например, позволяет контролировать правильность принятых решений, локально оптимизировать маршрут на небольших участках. Кроме этого, при наличии предполётной подготовки (изучения скорости и направления ветра по маршруту и т.п.), можно выстраивать полёт по ломаной линии, по азимутам, продвигаясь в результате по более короткому маршруту.

Нельзя сказать, что ограничений в такой стратегии становится сильно меньше, но снижаются требования к квалификации лётчика в части специальных знаний, появляется возможность полёта по инструкциям, проще осваиваются новые маршруты. Одновременно появляются дополнительные расходы и процедуры: нужно установить компас, оттарировать его, выполнять регулярные проверки и калибровки. Требования к лётчикам тоже меняются: предпочтение отдаётся тем, кто умеет правильно рассчитать маршрут и выдержать заданное направление.

Следующий уровень – «тактический контроль». В кабине появляется настоящая авионика: радиосвязь, гирокомпас, высо-

томер, указатель скорости. Это более точные и стабильные приборы, чем магнитный компас, и этот набор даёт возможность отказаться от большинства наземных ориентиров, осуществляя пилотирование только по приборам, лишь периодически сверяя своё положение по реперным ориентирам.

Подход даёт заметные преимущества: можно увеличить высоту полётов, спрямить маршруты, ввести эшелоны и т.п., заметно увеличив безопасную плотность воздушного трафика. Эффективность эксплуатации ресурсов возрастает, но растут требуемые вложения, появляются новые регламенты обслуживания, на многие действия уже требуется разрешение. Иными словами, полностью меняется вся организация процесса перелёта. Приборы начинают подсказывать лётчикам, что делать, процессы становятся формализованными, постепенно из «призывания» профессия «лётчик» становится просто «профессией», которой можно обучиться.

Следующий уровень развития – «оперативный контроль»: в кабине устанавливаются приборы с малой инерционностью, точнее показывающие поведение самолёта в воздухе в конкретный момент времени: индикатор вертикальной скорости, индикатор скольжения, авиагоризонт. Это приборы, которые обеспечивают контролируемые процессы взлёта, выхода на маршрут, посадки, парирование природных явлений.

При этом крайне важной является возникающая возможность кросс-контроля параметров полёта (рис. 2.1). Пилотирование ведётся, в основном, по приборам оперативного мониторинга, а тактические, имеющие инерцию и запаздывание, периодически проверяются для анализа режимов полёта, при необходимости предпринимаются корректирующие действия. Такой синергизм, вкупе с возможностью косвенного анализа достоверности показаний, и исключение ошибок, связанных с принятием неверных решений на основе некорректных данных, обеспечивает уже совсем другой уровень управления.

Но и лётчик требует уже совершенно другой подготовки.



Рис. 2.1 Дублирование функций оперативного и тактического контроля на примере самолёта

Можно развивать инструменты управления и дальше. GPS, автопилот, бортовой компьютер. Всё это даёт новые возможности, но вносит и новые ограничения и правила. Суть процесса управления меняется ещё больше, меняются требования к пилоту, обслуживающему персоналу, наземному обеспечению, нормативной базе, взаимодействию с другими участниками процесса.

Аналогичное происходит и при управлении производством.

Сначала – это опыт и мастерство отдельных специалистов, команды развития. Залог успеха тут не в настройке процессов, а в общем стремлении добиться результата и его единое понимание. Минимум формализма, все занимаются всем, максимум отдачи от каждого.

Постепенно начинают выстраиваться процессы, они становятся сложнее, участников становится больше, у каждого появляется своя роль. Но и общий результат растёт. Сложность процессов влечёт и увеличение сложности управления ими. Появляются «приборы» для мониторинга, подбираются оптимальные «режимы».

Но «эффективность» в глобальном аспекте заключается не в приборах и их количестве, а в том, чтобы они отвечали целевой модели деятельности. Выбирая модель и оснащение самолёта, надо заранее понимать, для чего и как планируется его (самолёт) использовать. И выбирать нужно сознательно, ориентируясь на то, что действительно нужно. Без чёткого и ясного понимания этого процесс выглядит странно: «давайте купим самолёт, а потом подумаем, что с ним делать». Такие подходы не работают, даже если есть много денег. Сначала – цель, потом – выбор методов и инструментов управления.

Иначе провал на рынке неизбежен: «супер-оснащённый» самолёт в аэроклубе приведёт к проигрышу в ценовой борьбе с конкурентами, а «недооснащённый» самолёт для аэротакси – к низкой лояльности клиентов.

Чем мы реально управляем?

Ещё один важный момент, который нужно держать в голове: а чем на самом деле мы управляем? Вопрос не такой тривиальный, как кажется на первый взгляд.

Небольшой пример: электрическая печь для приготовления хлеба. С точки зрения рядового пользователя, процесс простой: уложить тесто в форму, ручкой регулировки выставить температуру, включить печь и через некоторое время отключить. Хлеб готов. Пользователь уверен, что он управляет печкой, температурой готовки и что процесс находится под контролем.

На самом деле всё не совсем так, реальный процесс намного сложнее, хотя он и скрыт от пользователя, и сильно отличается от его «ощущений» (рис. 2.2).

Начнём с вопроса «Чем мы управляем?». Нам кажется, что мы управляем температурой, но на самом деле, мы регулируем лишь ток в цепи нагревательного элемента. С некоторой степенью точности производитель отградуировал шкалу регулятора в единицах температуры в печке, при этом неявно предполагается, что напряжение сети постоянно, известно и стабильно, что сопротивление тэна неизменно, что проводка исправна, что дверца крышки плотно закрывается и т.д., и т.п.

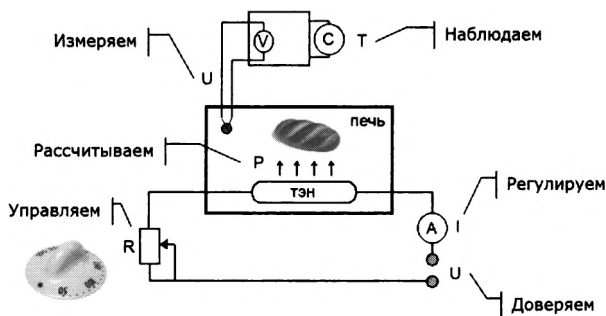


Рис. 2.2 Наблюдаемые, контролируемые и доверяемые показатели в задаче управления

Теперь о свойствах и характеристиках оборудования. Среди характеристик печи есть, например, показатель мощности P , но этот показатель условный, он рассчитывается по некоторому алгоритму, который имеет свои допуски, ограничения и условия применимости.

А что мы на самом деле измеряем? На печи установлен «электронный термометр», но внутри установлена термопара, выходом термопары является разность потенциалов, которая некоторым преобразователем преобразуется в единицы температуры. Преобразователь – сложное электронное устройство, которое обеспечивает холодный спай, пересчет сигнала, защиту от помех и т.п. Вдобавок, температурное поле внутри печи неравномерное, показания зависят от места установки термопары.

В результате реальный процесс управления сильно отличается от «ощущаемого» (табл. 2.1): контролируемые и управляемые показатели существенно другие, имеется большой набор величин, которым приходится «доверять», так как влияния на эти факторы нет – напряжение сети, точность алгоритмов и пр.

Чтобы добиться стабильно хорошего результата, нужно знать все эти особенности. Профессиональный пекарь и домохозяйка отличаются тем, что пекарь хорошо знает внутреннее

Таблица 2.1 Реальные и ощущаемые процессы

Ощущение	Реальность
Регулируем температуру выпечки	Регулируем ток в цепи нагревательного элемента
Изменяем температуру поверхности теста	Измеряем термо-ЭДС датчика температуры в углу печи
Знаем мощность печи	Мощность рассчитывается по доверительным факторам

устройство печи, понимает, на что надо обратить первостепенное внимание, где нужно поставить дополнительный датчик, что в технологии нужно учесть для нивелирования возможных сбоев в работе.

В случае построения MES-системы для управления процессами производства на предприятии, руководитель является не пользователем-обывателем, а мастером, разработчиком системы. Поэтому важно объективно видеть реальную модель процесса, понимать что находится в сфере влияния, а что нет, чему можно доверять безоговорочно, а чему нет. Реальные процессы сложнее, чем «выдал задание в цех, они сделали».

Критерий хорошего руководителя – всегда чёткое понимание процессов, которые реально имеют место на предприятии, понимание возможностей по контролю и управлению, сфер прямого и опосредованного влияния. А системы оперативного управления для этого – незаменимые помощники.

2.2 Оперативное управление как элемент стратегии

Видеть цель и верить в себя – вот основной принцип управления. В том числе и управления предприятием и производством. Цель – это стратегия. А вера в себя – такая организация оперативного управления, которая не допускает даже возмож-

ности не реализовать стратегию. Вот почему важнее всего осознать, что настройка оперативного управления и соответствующих процессов принятия решений – задача стратегическая, каким бы каламбуром это не казалось.

Эффект достигается за счёт синергизма и того, что всё работает на одну задачу. В случае производственного предприятия это значит: изготовить партию изделий в установленный срок с заданным качеством и в рамках заданной рентабельности.

Теоретически всё можно построить на основе опыта и интуиции, но анализ показывает, что надёжнее, когда управление организовано как процесс, в котором стратегические цели позволяют правильно выбрать долгосрочные действия, тактические – среднесрочные, оперативные – краткосрочные.

Уровни управления

Чтобы лучше понять связь оперативного и стратегического управления, начнём с иерархии уровней управления. Классическая модель выделяет в процессах управления производственным предприятием четыре уровня (табл. 2.2):

- стратегический, связанный с долгосрочными задачами;
- операционный, связанный с тактикой организации производства;
- оперативный, связанный с управлением на цеховом уровне;
- технологический, связанный с управлением оборудованием.

На каждом из уровней действуют свои правила, нормы и подходы. Но они взаимосвязаны: все процессы управления выстраиваются на основе проработанной системы целей и методов их достижения, оформленных как набор стратегий:

- стратегии продаж и развития, миссия, конкурентное преимущество;
- операционная стратегия;
- производственная стратегия;
- техническая политика.

Таблица 2.2 Уровни управления

Уровень	Задачи	Характерное время
стратегический	планирование продаж и операций	квартал, год, пятилетка
операционный	организация и мониторинг производства	смена, сутки, неделя, декада
оперативный	управление и диспетчеризация на цеховом уровне	заход на станок, цикл, сменно-суточное задание
технологический	управление оборудованием	реальное время

Уровни управления ни в коем случае нельзя ранжировать «по важности» и развивать по отдельности, они все нужны и важны, каждый для своей задачи. Любой разрыв в иерархии управления приводит к уходу в зону локальной оптимизации, что разрушает и общую целостность организации, и её эффективность.

Технологический уровень управления поддерживает оперативный, оперативный обеспечивает операционный, операционный определяет стратегический. Отсутствие формализованных методов и правил управления на любом из уровней и связей между ними приводит к «размытию» процессов управления и фактической потере контроля над предприятием в целом.

Порядок межуровневого взаимодействия определяется стратегиями, из которых наибольшее влияние на производственный процесс имеет операционная, о которой стоит поговорить чуть подробнее.

Операционная и производственная стратегия

Ключевым документом, определяющим цели и методы оперативного управления, является операционная стратегия предприятия. Этот документ отвечает на несколько ключевых вопросов (из книги Н. Слэка и М. Льюиса «Операционная стратегия»):

- отражение взгляда «сверху – вниз» на то, что происходит в компании;
- оценку потоков «снизу – вверх» действий по усовершенствованию операций, формирующих стратегию;
- перевод требований рынка в операционные решения;
- использование возможностей имеющихся операционных ресурсов.

Операционная стратегия задаёт «правила игры», по которым все действия на уровне операций приводят к достижению результата на уровне рыночном. Эти правила игры определяют факторы конкурентоспособности предприятия в разных ракурсах:

- качество;
- скорость;
- надёжность;
- гибкость;
- издержки.

Методы достижения целей, в свою очередь, определяют локальные стратегии:

- стратегия мощностей;
- стратегия поставок и логистики;
- стратегия организации производства.

Стратегия в области производственного процесса состоит обычно из нескольких частей и определяет несколько уровней правил:

- доктрина, которая включает непреодолимые или неизменные жёсткие требования и ограничения (например, «всё делаем сами»), пересматривается очень редко при пересмотре миссии предприятия;
- стратегия, описывающая конкретные принципы производственного менеджмента, пересматривается периодически;
- тактика, описывающая принципы организации процесса для обеспечения текущих показателей, часть динамичная и носит больше рекомендательный характер базы знаний

для управляющего состава производственного блока всех уровней.

Процессы управления на уровне производственных операций строятся по правилам, принципы которых отражены в разделе «производственная тактика» операционной или производственной стратегии. Эти принципы охватывают типовые процессы и ситуации и призваны поддержать действующие процессы производственного менеджмента.

На случай ситуационной неопределённости в стратегии описаны общие правила менеджмента, которые должны применяться для принятия решений. Если же и этого не хватает, то можно отходить от этих правил, но при условии соблюдения ограничений доктрины.

Отсутствующая или формально написанная производственная (и операционная) стратегия приводит к тому, что сформулировать работоспособный набор правил на уровне оперативного управления и принятия решений невозможно. Требования к показателям контроля и управления оказываются размытыми, не всегда ясными и однозначными, возникает конфликт локальных интересов. Выстроить формализованный процесс, который может быть адекватно автоматизирован, в таких условиях нереально.

Только проработанная и продуманная стратегия позволяет свести число показателей мониторинга, контроля и управления до приемлемого уровня, минимизировать, насколько это возможно, набор базовых правил и принципов, обеспечить управляемое развитие в сторону достижения стратегических целей на основе управления по показателям.

Как и бизнес-план, стратегия, особенно операционная, разрабатывается не на случай определённости, а именно на случай неопределённости.

Оперативное управление

Для достижения целей в рамках разработанных стратегий на предприятии идёт постоянная активная деятельность, в том

числе управленческая, которую принято называть оперативным управлением. Оперативное управление характеризуется рядом особенностей:

- оно осуществляется непрерывно и постоянно на всех этапах и уровнях производственного процесса;
- у него есть правила и поставленные конкретные цели;
- оно не всегда имеет только локальный эффект, последствия могут распространяться на другие процессы и на будущие периоды;
- «локальные» процессы оперативного управления часто явно или неявно связаны между собой.

Оперативные процессы регламентированы инструкциями и по ним имеются локальные метрики и нормативы. Оперативное управление хотя и связано в своей основной части именно с такими процессами, ориентируется на инструкции с обязательным пониманием сути процесса, ответа на вопрос «зачем?». Процессные показатели эффективности и управление по ним задают уровень контроля со «взглядом вперёд».

В целом, чем больше «зачем» может быть учтено в процессах принятия решений оперативного управления, тем выше качество управления. Но на практике даже два уровня – нерешаемая по своей сложности задача в силу большого числа внешних связей. Проработанная стратегия и тактика позволяют разрешить это противоречие, обеспечивая баланс между получаемым результатом и сложностью процесса управления.

На оперативном уровне управление строится по принципу выдачи указаний («что делать») и мониторинга показателей («что происходит»). Система оперативного управления выступает в роли дирижёра, который в реальном времени слушает оркестр и не допускает сбоев в ритме, фальши и опозданий. Тот самый подход «оперативный контроль», который упоминался в начале главы.

Конкретные процессы оперативного управления выстраиваются по принципам, заложенными в стратегиях всех уровней и обеспечивают достижение поставленных целей. При этом стратегии практически никогда не содержат строгие правила, что

конкретно нужно делать, а вместо этого определяют методики и подходы, исходя из которых должны строиться процессы управления.

Оперативное управление существует и развивается в общем контексте предприятия: у него есть взаимодействие с другими уровнями, свои цели и задачи, проблема выбора инструментов и подходов к их внедрению, постоянный аудит и улучшение методов и моделей управления. И все эти вопросы важны и необходимы. Оперативное управление ни в коем случае нельзя рассматривать в отрыве от других, они должны органично дополнять друг друга.

Важно при этом не путать понятия «процессы» и «инструменты». В данном контексте речь идёт именно о процессах оперативного управления и менеджмента, а вот средства и инструменты управления (MES-системы, в частности), могут при определённых условиях функционировать и обособлено от других систем предприятия.

2.3 Системы оперативного управления

Факт, что оперативное управление является частью стратегического, накладывает требование наличия сильной инструментальной поддержки процесса, поскольку только современная информационно-управляющая система способна обеспечить оперативный мониторинг, в том числе смежных процессов, реализацию типовых сценариев управления, анализ ситуации на уровне трендов и т.д.

Без ориентации на стратегические цели и показатели процессы оперативного менеджмента легко сводятся к модели «ручного» управления. Любая локальная оптимизация легко достигается в таком режиме. Но не глобальная, стратегическая.

Для достижения реальной эффективности, в масштабах всего операционного процесса, нужны более адаптированные к этому инструменты контроля и управления, нежели человеческий мозг. Системы, способные обрабатывать большие объёмы

информации и давать возможность принимать не интуитивно, а объективно обоснованные и взвешенные решения.

Такие системы, точнее класс систем, существует, их называют системами оперативного управления, в англоязычной литературе можно встретить термины OMS – Operation Management Systems или EMS – Execution Management Systems, оперативные исполнительные системы.

Виды систем оперативного управления

Среди систем оперативного управления в производстве обычно выделяют пять:

- MES – Manufacturing Execution Systems, системы оперативного управления производством;
- WMS – Warehouse management Systems, системы управления складами;
- LIMS – Laboratory Information Management Systems, системы лабораторного анализа;
- QMS – Quality Management Systems, системы управления и контроля качества;
- CMMS – Computerized Maintenance Management Systems, системы управления ТОиР.

Можно встретить много других вариаций: системы производственной логистики, управления активами и пр., но от названия суть систем не меняется: есть процессы оперативного управления и есть инструмент, который помогает этими процессами управлять. Обобщённым термином для всех таких систем принято считать OMS – Operations Management System, системы операционного управления, принципы построения и структура таких систем примерно одинаковая.

В контексте рассмотрения MES-систем как управленческого ресурса важно понимать, что все системы OMS предприятия работают в едином пространстве, как информационном, так и операционном. Каждая из них является и донором и акцептором информации для других систем, и от свойств каждой отдельной системы зависит общая операционная эффективность всего блока оперативного управления.

Системы класса MES принято делить на несколько категорий:

- универсальные – General MES: рыночные решения, позиционируемые как универсальные и настраиваемые под задачи заказчика;
- специальные – Custom-Built MES: решения, в которых реализована определённая задача или функция, например, планирование или диспетчеризация;
- отраслевые – Commercial Off-The-Shelf (COTS) MES: специализированные решения, в которых заложены стандартные подходы и лучшие практики в определённой отрасли;
- целевые – Do-It-Yourself (DIY) MES: решения, написанные предприятиями самостоятельно или под заказ.

Каждый из типов имеет свои плюсы и свои минусы. Общие рекомендации, когда и какие подходы предпочтительны, дать сложно. Можно разработать свою систему, можно собрать эффективный набор специализированных модулей, можно подстроить свои процессы под лучшие практики. Главное, помнить, что любая система оперативного управления будет приносить пользу тогда и только тогда, когда она:

- правильно спроектирована;
- правильно внедрена;
- правильно используется.

Казалось бы, вполне очевидные тезисы, но на практике, увы, часто полностью забытые. С таких примеров стоит начать.

Деструктивные подходы

В качестве введения в успешные практики сделаем небольшое лирическое отступление на тему «как не нужно делать». В основном, для контраста. Самая типичная ошибка в процессах создания систем оперативного управления – сведение задачи к узколокальной, формулирование целей и задач по принципу «как проще» и интуитивно, вместо вдумчивого и методичного подхода к созданию системы.

Типичным примером деструктивного подхода является попытка создать систему оперативного управления «от продукта», когда всё начинается не с целей и задач, а сразу с выбора программного продукта по формальным признакам, опросникам (часто из интернета), анкетированию и пр. Это, если вдуматься, подход по принципу «извозчик знает, куда ехать».

Система, которая появится (если появится) в результате такого подхода, будет характеризоваться:

- направленностью на решение локальных задач;
- отсутствием целостности и непротиворечивости;
- отсутствием формализации метауровней;
- невнятными критериями и показателями;
- внутренней сложностью и архитектурной костностью.

Пользы от такой системы не будет и причина этого проста (вспомните анекдот из Предисловия) – того, что реально нужно, в проекте нет и никогда не было. И не стоит ожидать от такой системы реального управленческого эффекта. Именно реального, а не формально заявленного.

Разговор о внутренних причинах деструктивности ждёт впереди, пока лишь выделим ключевой фактор, почему такой подход не даст результата: в нём нет ни слова про стратегию. Как результат, цели не сформулированы, а если и сформулированы, то не обоснованы. Стратегической цели нет – значит, нет и пути, куда идти. Чтобы выжить в условиях рынка, нужна не «MES-система», а «стратегия выживания», в которой у MES своя роль, может быть, главная.

При этом, на что хочется обратить особое внимание, никакие «улучшения» этого подхода не привнесут ничего в результат. Даже если предварительно «съездить посмотреть, как это работает» или выбрать «лучшее решение» по виртуальным рейтингам. И даже если очень сильно усложнить этот процесс, поручив ИТ-департаменту разработать (даже в режиме строгой секретности) техническое задание (ТЗ) и провести тендер. Это ровно тот же самый сценарий, сути это не меняет.

Конструктивные подходы

Конструктивный подход куда сложнее и сложен он не только организационно и тем, что он дольше и требует предварительной проработки. Он требует от участников процесса реальных знаний и квалификации, слаженной командной работы и нацеленностью на реальный, а не виртуальный «управленческий» результат.

Чтобы подход стал конструктивным, нужно принять, что MES, как и любая другая информационная система – лишь информационное отражение реальных процессов. Её эффективность в существенной мере определяется адекватностью этого самого отражения, а задаче обеспечения такой адекватности служат несколько простых, но крайне важных ключевых факторов:

- построение системы управления от задач управления к информационному обеспечению, а не наоборот;
- разделение метауровней постановки задачи, функционального и технического проектирования;
- гибкие механизмы изменений, развития и улучшения.

Переведём эти требования на более понятный и формальный язык.

Задача управления предприятием – достижение стратегической цели методами, описанными в стратегии. У этих методов есть измеримые критерии контроля и управления, которые формируют многоуровневую систему показателей. Информационное обеспечение должно определяться только этим, а не «возможностями» системы.

На любую систему управления есть три взгляда, три точки зрения: пользователя, бизнес-аналитика и системного интегратора (вендора, разработчика). Эти три взгляда должны быть одновременно учтены, но при этом отделены друг от друга, так как эти люди говорят на разных языках. Одним «универсальным» техническим заданием тут точно не обойтись, как минимум, нужен толмач.

Оперативное управление определяется очень динамичными факторами: структурой показателей, методами управления, используемыми технологиями и технологическими процессами, логистикой и т.д. Любое изменение во внешней или внутренней среде неизбежно сказывается на процессах операционного менеджмента и оперативного управления. Эволюционируют и сами эти процессы. Если система оперативного управления за ними не успевает, отстаёт, то это уже само по себе контрпродуктивно.

«Правильный» подход, исходя из вышесказанного, должен быть построен на конкретных знаниях и их синергизме:

- сформулированные цели и разработанная система стратегий;
- лучшие практики разработки и внедрения;
- стандартизация на всех уровнях моделей, данных и методов.

На сегодняшний день накоплен достаточный опыт, позволяющий правильно выстроить процессы разработки стратегий, системы показателей, разработки и создания систем управления, организации управления производственным предприятием и пр. Их нужно знать и уметь правильно применять: не зря понятие компетенций и постоянное повышение квалификации является ключевым во всех моделях систем показателей корпоративной эффективности.

Почти наверняка всё, что нужно для конкретного проекта, уже известно и проработано, искусство эксперта состоит в том, чтобы взять нужные подходы и правильно их применить, убрав всё ненужное. Как мастерство скульптора: взять правильный камень и убрать лишнее. Несколько примеров рассмотрим далее, но ограничиваться только этими методиками не стоит: чем глубже будут знания, тем быстрее предприятие пройдёт свой путь развития и выйдет в лидеры.

Успешные практики

Говоря об успешных практиках, стоит, прежде всего, познакомиться с материалами известных международных ассоци-

аций: MESA International, ISA, ISPE и др. Все эти и подобные сообщества активно анализируют накопленный опыт и выпускают рекомендации в различных форматах: стандарты, руководства, рекомендации и пр.

MESA International – изначально Manufacturing Execution Systems Association, а в настоящее время Manufacturing Enterprise Solutions Association (www.mesa.org), международная ассоциация разработчиков и пользователей систем производственной автоматизации, разрабатывает методические документы по организации производства, внедрению и применению MES-систем, структуре метрик и показателей, проводит бенчмаркинг по достигнутым эффектам от внедрения MES-систем и пр. Документы MESA – руководства (White Papers, WP) и стратегические инициативы (Strategic Initiatives) будут часто цитироваться по ходу изложения.

Ассоциация MESA International существует с 1992 года, и даже по тому, как она меняла названия и девизы, хорошо видна общая тенденция развития систем управления. Ассоциация сменила название на Manufacturing Enterprise Solutions Association, показывая, что задачи управления производством носят уже не локальный, цеховой, а более широкий, корпоративный смысл. Девиз ассоциации в 2018 году сменился с «Driving Manufacturing Excellence» – создаём производственную безупречность на «Driving Operations Excellence» – создаём операционную безупречность. И это не просто маркетинговый ход, это отражает именно смену мировоззрения в отношении роли и сущности MES-систем.

В части стандартизации большой вклад в анализ эффективности различных методов и подходов внесла ISA – International Society of Automation (www.isa.org), международное сообщество по автоматизации, организованное в 1945 году в США. Разработанные ими стандарты построения, интеграции, защиты систем технологического и производственного управления на сегодняшний день являются основными и приняты во многих странах мира как национальные.

Нельзя обойти вниманием и GAMP – Good Automated Manufacturing Practice Forum, сообщество специалистов по управлению в фармацевтической отрасли, которое сформировалось в 1991 году в Англии. Фармацевтика является одной из самых сложных, жёстко регламентированных и критичных отраслей, поэтому в этой сфере требования бизнеса к автоматизации всегда идут впереди остальных.

В 1994 году GAMP в содружестве с другим фармацевтическим сообществом ISPE – International Society for Pharmaceutical Engineering (www.ispe.org), международным сообществом инженеров фармацевтической отрасли, работающей с 1980 года, начали структурировать накопленный опыт и публиковать практические руководства (Practice Guide) по разным аспектам применения систем управления в производстве.

Благодаря им, сначала в фармацевтике, а потом и в других отраслях появилось понятие GxP – Good Practice, успешные (надлежащие) практики, ряд руководящих документов, связанных с операционной деятельностью. В их число входит GMP – Good Manufacturing Practice, успешная производственная практика. В фармацевтической отрасли GxP – это стандарты, для остальных – хороший пример «как надо».

При этом ко всему надо относиться разумно, доскональное следование всем стандартам и принципам GxP вне фармацевтической отрасли не всегда обосновано. Но базовые принципы, подход и структура документов могут рассматриваться практически как эталонные, на которые стоит ориентироваться. Существует даже термин «GAMP light» – «упрощённый» GAMP.

Есть множество других ассоциаций, институтов, методов, моделей и подходов, которые можно рассматривать как успешные практики, они постоянно развиваются, их необходимо изучать, анализировать и правильно применять.

Главное, не путать успешные практики с «историями успеха» поставщиков и разработчиков программных продуктов. Эти рекламные буклеты со счастливыми менеджерами на обложках,

поверьте, не имеют ничего общего с тем, что на самом деле является успешной практикой.

V-модель

Остановимся на одной методике, пришедшей из системной инженерии, известной как V-модель. Эта модель, описывающая жизненный цикл разработки систем (SDLC – Systems Development Lifecycle), названа так из-за своего визуального представления, похожего на букву V (рис. 2.3). Два «крыла» буквы V определяют два потока: поток спецификаций и поток тестирования. В вершине находится стадия реализации.

Поток спецификаций определяет процесс формирования требований к создаваемой системе и состоит из нескольких блоков, определяющих метауровни «понимания» задачи разными участниками процесса, например:

- концептуальная спецификация (определение) системы с точки зрения её эксплуатационных (внешних) свойств;
- архитектурная спецификация, определяющая функциональный состав системы;
- техническая спецификация, задающая технологический процесс создания системы.

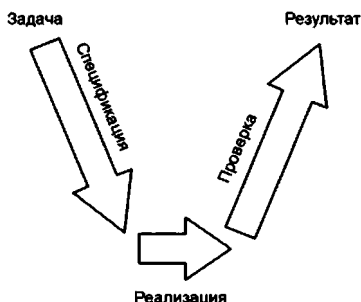


Рис. 2.3 Концептуальная диаграмма V-модели

Для разных задач цепочка таких спецификаций может варьироваться. Пример для задач разработки ПО показан на рис. 2.4. Правое «крыло» V-модели по уровням отражает левое, но в обратном порядке, и включает процессы оценки соответствия результата требованиям спецификаций.

Эффективность V-модели заключена в том, что её левая часть определяет действия, необходимые для оценки требований и разработки иерархии спецификаций системы, обеспечивая тем самым основу для валидации, а правая – процедуры тестирования, обеспечивая верификацию. Напомним разницу между терминами «валидация» и «верификация»:

- валидация отвечает на вопрос «Мы делаем (сделали) правильно?»
- верификация отвечает на вопрос «Мы делаем (сделали) как нужно?»

Иными словами, процедура валидации обеспечивает соответствие процессов требованиям бизнеса, регламентных документов и пр., а верификация даёт уверенность, что созданная система действительно соответствует тому, что было запланировано (рис. 2.5).

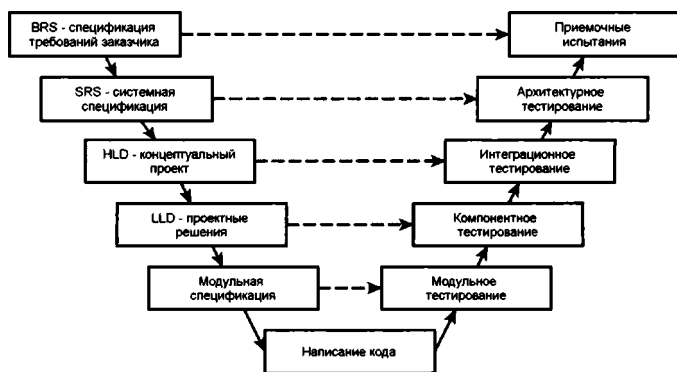


Рис. 2.4 Структура V-модели в разработке ПО

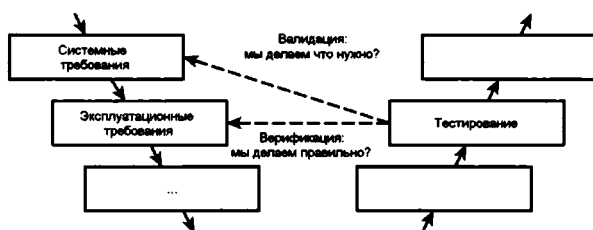


Рис. 2.5 Верификация и валидация в V-модели

Ценность V-модели в том, что она обеспечивает и верификацию, и валидацию системы непосредственно в процессе её создания. Это простой, но действительно эффективный инструмент, что подтверждается её применением в некоторых странах как правительственного стандарта управления проектам, например, в Германии (под названием «V-Modell») и США.

Методика достаточно универсальна и применяется для самых разных задач в области системной инженерии: от разработки ПО до создания инновационных изделий. Считается, что организация процесса по V-модели сравнима с методологией PRINCE2 в части управления проектами и обеспечивает его семь базовых принципов:

- постоянное уточнение бизнес-задач;
- обучение на полученном опыте;
- понятные роли и зоны ответственности;
- обоснованная стадийность проекта;
- управление по отклонениям;
- фокус на результате и его качестве;
- ведение проекта в рамках ограничений.

Нашли своё успешное применение V-модели и в части систем оперативного управления.

Создание и верификация MES-системы

В практическом руководстве GAMP 5 Guide: Compliant GxP Computerized Systems, компьютеризованные системы управления, отвечающие лучшим практикам, предложено использование V-модели для задач проектирования и внедрения систем класса MES.

V-модель создания и внедрения MES-систем GAMP включает блок определённых стадий на потоке формирования спецификаций (рис. 2.6):

- концептуальный анализ и анализ пользовательских требований;
- функциональное проектирование;
- техническое проектирование.

На каждом из уровней формируются свои проектные документы, спецификации, последовательно сверху вниз:

- URS – User Requirement Specification, спецификация потребностей (задач) пользователей;
- FS – Functional Specification, функциональная спецификация ФС (функциональные требования, ФТ);
- DS – Design Specification, техническая спецификация ТС (проектные решения, ПР).

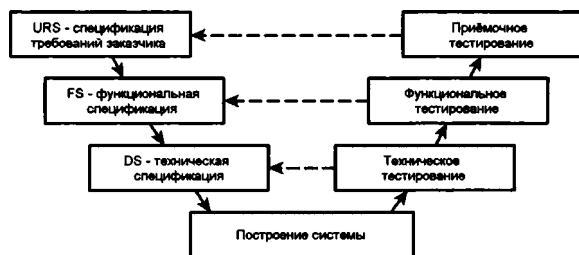


Рис. 2.6 V-образная модель построения MES-систем методологии GAMP

Ключевой фактор успеха подхода в том, что методология обеспечивает правильное разделение уровней требований, функционального и технического проектирования. При этом спецификация каждого уровня проектируется (должна разрабатываться) специалистом именно в этой функциональной области.

Основным является уровень пользовательских требований URS и формируется он в терминах бизнес-процессов на языке пользователей. URS, как документ, имеет рекомендованную структуру, разработанную совместно ассоциацией ISA (www.isa.org) и компанией TASK. Эта структура, слегка упрощённая и скорректированная по сравнению с оригиналом, включает:

1. Общие положения
2. Введение
3. Назначение документа: описание проекта, структура документа
4. Описание объекта автоматизации: описание, оргструктура, иерархии, процессные сегменты, действующий ландшафт, ролевая модель пользователей
5. Спонсоры
6. Производственный менеджмент в разрезе «как есть» и «как необходимо»: управление изделиями, ресурсами, планирование и диспетчеризация, управление производством, данные и показатели, прослеживаемость, показатели эффективности и аналитика
7. Обслуживание
8. Контроль качества
9. Потребление материалов и энергоресурсов
10. Управление складами и логистика
11. Интеграционный ландшафт
12. Поддерживающие ресурсы: ИТ-менеджмент, безопасность, управление документами, инцидентами
13. Прочее
14. Первоочередные шаги
15. Порядок утверждения
16. Приложения

Данный документ, URS, – отправная точка для начала процесса. Его разработка идёт, как правило, совместно специалистами предприятия и бизнес-консультантами. Но ни в коем случае не вендорами и поставщиками решений.

После проверки на необходимость и достаточность с точки зрения целей, задач и требований (см. следующий раздел) документ «фиксируется», и на базе него силами консультантов, обладающих опытом подобных проектов и лучшими мировыми практиками, строится ФС – функциональная спецификация.

Для структуры ФС тоже есть рекомендованная структура GAMP, но для не фармацевтических отраслей структура ФС может быть не такой строгой и являться чем-то средним между эскизным проектом и функциональным описанием. Важно, чтобы этот документ корректно описывал функциональную модель системы в терминах отрасли, организационных и технологических процессов предприятия.

Только после согласования ФС происходит формализация требования и выбор сначала системного интегратора, который разрабатывает техническую спецификацию, а потом и поставщика(ов) решений, которые разрабатывают соответствующие проектные решения. На этом этапе появляются требования и к аппаратной, и к программной части проекта.

В случае сложных систем выделяется ещё один уровень спецификации, компонентная или конфигурационная спецификация, CS – Component Specification или Configuration Specification. Она определяет состав компонентов и модулей будущей системы и требования к их интеграционному взаимодействию.

Далее идёт исполнение – реализация на предприятии требований ТС по согласованному графику. На этом этапе, и только на нём, построение системы идёт по принципам классического проектного менеджмента по заранее согласованному план-графику работ и контрольным точкам.

После того как этап исполнения (реализации) завершён, начинается стадия верификации (тестирования). Система в обрат-

ном порядке проходит три (или четыре, если была стадия компонентной спецификации) этапа тестирования на соответствие требованиям спецификаций:

- техническое, на соответствие техническим решениям (IQ – Installation Qualification);
- функциональное, на соответствие ФС (OQ – Operational Qualification);
- приёмочное или производительное, на предмет достижения целей и соответствия URS (PQ – Performance Qualification).

На этом этапе предполагается, что внедрённая система соответствует зафиксированному для проекта документу URS. Созданная таким путём система, естественно, при правильном выборе требований и задач, идеально точно обеспечивает потребности пользователей в части текущей операционной деятельности.

Но на этом процесс не останавливается: изменения в структуре производства, стратегиях, выявленных в процессе реализации проекта отклонений от реальных потребностей и задач ведут к корректировке спецификации требований URS. На основе изменений разрабатывается «дельта» по ФС и ТС, эта дельта внедряется в программно-аппаратный контур, снова проводится тестирование по всем уровням.

Этот цикл постоянной подстройки системы управления под стратегические и тактические потребности производства идёт постоянно, при этом время от времени проводится масштабный рефакторинг всей системы, что будет рассмотрено дальше.

Практика показывает, что V-подход к созданию и внедрению систем оперативного управления работает предсказуемо и эффективно, в то время как другие типовые модели управления проектами, например RAD (бизнес-процессы – модель данных – процессная модель – разработка), PMBOK и пр. в таких проектах работают гораздо хуже. Для создания других систем управления, например, класса ERP или BI, всё наоборот, лучше работают другие модели.

2.4 Задачи, цели, метрики

Как и в любом процессе, ошибка, допущенная на ранней стадии, обходится намного дороже, чем на финальной. Стартовой, отправной точкой является правильный выбор реальных потребностей будущей системы, первая фаза описанного ранее V-процесса, формирование требований и спецификации URS.

В случае создания системы оперативного управления класса MES залогом и обязательным условием успеха является корректная постановка целей и задач в разрезе задач управления и мониторинга производственными процессами. Эффективность всей системы управления определяется именно этим фактором.

Экспертный анализ показывает, что расхождение между набором реально нужных и запроектированных показателей управления и мониторинга всего на 20% может привести к отсутствию положительного эффекта от внедрения, а расхождение в 40% и больше гарантированно даст обратный эффект, потерю не только инвестиций, но и куда более масштабные косвенные потери. Это серьезный риск, и его надо обязательно принимать во внимание.

Бизнес-требования

Как это ни парадоксально, но самым сложным в реальных проектах оказывается собрать требования в терминах бизнес-процессов пользователей, абстрагированные от задач внедрения каких-то новых систем. Постоянно возникает перекося в сторону того, что бизнес-участник процесса производства думает о том, как это должно быть реализовано, вместо того, чтобы сфокусироваться на реальных потребностях.

Вспомним классический пример В. Дижграафа постановки задачи: «кофе-машина должна иметь таймер» – неправильно, это не требование, а техническое решение. А вот «пользователь должен иметь возможность знать, когда будет готов кофе» – это более корректная формулировка. Немного забыто то, что

требование должно быть измеримым, но в данном контексте это уже вторая итерация.

Любое требование должно иметь обозначенный индикатор удовлетворённости. Например: «кофе должен быть достаточно тёплым» – неверно, так как неизмеримо и субъективно по своей сути. А вот «кофе должен быть температуры 46 плюс/минус 5 градусов в 80% случаев» – правильно. Конечно, при условии, что величины 46, 5 и 80 взяты обдуманно.

Упомянутая ранее схема разделения потока спецификаций на раздельное формирование пользовательских и функциональных требований как раз ориентирована на то, что на первом месте выделяются именно бизнес-требования. Критично, что на первом уровне цели и задачи должны ставиться именно в разрезе бизнес-потребностей конкретных специалистов и бизнес-подразделений, а не в терминах технических или программно-аппаратных решений, как это часто происходит. По этой причине важно, чтобы потребности собирались без привязки к конкретным системам, а лишь в привязке к процессам, целям и задачам предприятия.

На практике процедура формирования набора пользовательских требований предваряется большой подготовительной работой. Сначала идёт формализация текущих бизнес-процессов, выявление и исключение зацикленностей, лишних ветвей, формализация потоков данных, процессов, наведение порядка и чи-

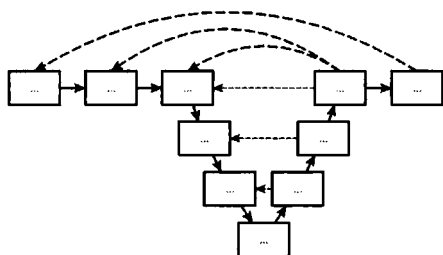


Рис. 2.7 Расширенный цикл подготовки URS

стоты в цехах и т.п. Чуть детальнее этот вопрос обсуждается дальше в главе по функциональному ракурсу.

На V-диаграмме этот процесс обычно отражается как горизонтальное «плато» со стороны левого крыла (рис. 2.7). Это плато состоит из подготовительных процессов и, в зависимости от глубины изменений и рефакторинга, цикл очередных изменений может начинаться не с уровня корректировки URS, а с более «глубокого» уровня.

Целью таких предварительных процедур является максимальное исключение ненужных требований, с одной стороны, и обеспечение критериев реальной необходимости и достаточности – с другой. Структура мероприятий зависит от множества факторов, в том числе от степени зрелости предприятия и определяется целями и ожидаемыми результатами от внедрения MES-системы.

Необходимость и достаточность

Необходимость и достаточность – два важнейших критерия при выборе набора требований. Первое значит, что каждое требование действительно необходимо и без него нельзя обойтись, второе – что выбранный набор требований достаточен для решения той задачи, ради которой внедряется MES-система в рамках стратегического развития.

Держать часть потребности в голове – губительно для процесса управления по показателям, недостаток информации резко снижает эффективность системы. Но и избыточность информации вредна – рассеивает внимание, необоснованно усложняет принятие решений, поэтому проектирование «с запасом» недопустимо.

Чтобы обеспечить баланс необходимо, чтобы на предприятии была выстроена иерархическая функциональная модель управления по всем уровням. Пример такой иерархии, построенной на базе модели ассоциации MESA International (www.mesa.org), приведён на рис. 2.8 и включает в себя:

- стратегические цели (миссия) с целевыми показателями;

- операционные цели (операционная и производственная стратегия) с целевыми показателями;
- стратегические инициативы как метод достижения целей, которые определяют тактику достижения операционных показателей и вовлечённость бизнес-подразделений, их роль и задачи;
- операционный и линейный менеджмент предприятия (бизнес-подразделения) как точки ответственности за реализацию инициатив;
- производственный блок как точка формирования ценности.

В контексте систем управления формализованные требования (задачи) могут быть двух типов:

- задание, то есть порядок выполнения операций, поддержания показателя на целевом уровне и т.п.;

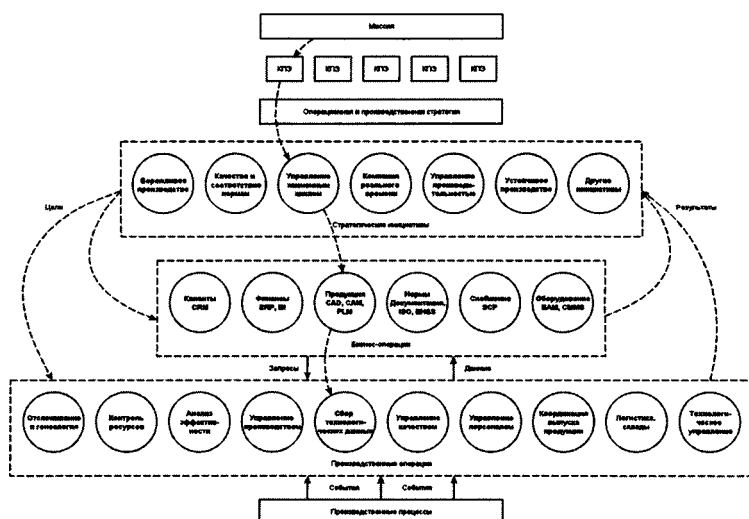


Рис. 2.8 Уровни управления в разрезе постановки задач

- запрос данных и информации для принятия управленческих решений.

Задания или требования – результат управленческой деятельности, принятые решения, сформулированные на языке тех процессов, к которым они относятся. Эти задания иерархические, возникают на уровне стратегического менеджмента и спускаются вниз, декомпозируясь на каждом уровне на более мелкие. Данные, наоборот, поднимаются вверх агрегируясь.

Требования процессов оперативного управления реализуются на уровне производственного блока. В свете иерархии уровней управления (рис. 2.8) это значит, что каждое требование к системе MES должно иметь «родительское» требование к работе и показателям от бизнес-подразделений, которые, в свою очередь, должны быть частью плана развития в рамках стратегических инициатив, которые должны обеспечивать достижение (измерение) определённого KPI стратегического уровня, нацеленного на достижение миссии, ключевой цели компании.

В процессе эскалации данные, регистрируемые MES-системой, претерпевают множество изменений, группировок, перерасчётов, из производственных превращаются в операционные или финансовые, какие-то показатели анализируются по величине, какие-то – по динамике изменения (трендам) и т.д. Эти правила должны быть документированы и прописаны на уровне методических документов: стратегий и стандартов организации (СТО).

Спецификация требований URS, которая формируется на уровне бизнес-подразделений, содержит перечень запросов (требований) к производственному блоку в терминах бизнес-терминологии, без указаний на способы, методы или инструменты их регистрации, сбора и хранения.

При верификации состава требований URS выполняется ряд стандартных проверок:

- каждый показатель должен иметь цепочку «вверх» по принципу «необходим для показателя (процесса)»;

- каждый верхнеуровневый показатель KPI должен иметь необходимый набор данных для объективного расчёта и анализа;
- каждое требование к процессу должно иметь цепочку «вверх» по принципу «необходим для достижения (поддержания)».

Целями и задачами процесса формирования набора требований является построение минимального необходимого и достаточного набора требований для обеспечения контроля операций на производственном уровне, при этом обеспечивающий расчёт операционных и стратегических KPI компании.

Возможность формирования такого набора требований является одновременно и критерием того, что подготовительная работа проведена на достаточном уровне. Если такая верификация не проходит, значит, что-то надо поменять: критерии, тактические или даже стратегические цели, методы их достижения, и т.п., но оставлять подобную неопределённость на этапе формирования URS нельзя: это мина отложенного действия и она гарантированно сработает в момент, когда проект должен будет быть запущен.

Цикличность и связанность

Выстраивая оперативное управление на основе MES и других систем оперативного управления, нужно на всех этапах принимать во внимание, что процесс этот не разовый, а постоянный, итерационный: структура показателей и требований постоянно пересматривается в процессе принятия корректирующих действий, появляются новые точки и показатели контроля, точки неэффективного контроля исчезают.

Хорошая практика – разделение процесса формирования набора требований на несколько этапов: сначала учитываются только основные, критически важные процессы, постепенно глубина проникновения процессов управления и контроля увеличивается. Одновременно с этим меняются цели и задачи управления.

Планируя такую «эволюционную» модель системы показателей следует опираться на несколько простых правил:

- детализация процессов должна быть примерно на одном уровне;
- набор наблюдаемых показателей на уровне процессов должен соответствовать возможностям управления этими процессами;
- избыток контрольных показателей редко приносит пользу, старайтесь их минимизировать без ущерба для общего процесса управления.

Каждый цикл или мини-цикл развития, как правило, посвящён одному выбранному набору мероприятий по повышению эффективности, и текущий набор показателей мониторинга должен максимально полно отражать в плане контроля это базовое направление.

Улучшать «сразу и всё» можно только в самом начале процесса, на стадии наведения элементарного порядка. На этом этапе вероятность возникновения нежелательных последствий, неизбежно сопровождающих любые перемены, которые могут «перевесить» желательные, минимальна. На остальных этапах следует стараться разделять мероприятия так, чтобы можно было выбрать такой набор показателей, который бы отражал влияние каждого отдельного мероприятия.

Любой процесс преобразований, частью которого является и внедрение MES-инструментов, комплексный и состоит, как правило, из нескольких параллельных «потоков», чтобы обеспечить баланс управленческих, инструментальных и организационных средств:

- внедрение MES как инструмента управления;
- техническое перевооружение и модернизация оборудования;
- организационные инструменты изменений (НОТ, кайдзен и др.).

Каждый из этих потоков имеет свои показатели, метрики, рабочие группы, планы мероприятий и т.п. При формировании

требований к MES необходимо оценивать и валидировать их, в том числе, в контексте планов других мероприятий, чтобы обеспечить положительный результирующий брутто-эффект. Пересечений по такой контекстной функциональности очень много, например, требование к мониторингу параметров технологического процесса связано с планами на модернизацию оборудования и систем АСУТП, метрики анализа и корректирующих действий кайдзен-мероприятий должны коррелировать с метриками MES и т.п.

Производственное предприятие – сложный и единый организм, оценивать его однобоко, не уделяя должного внимания всем его частям – непоправимая ошибка, исправить которую впоследствии будет практически невозможно. Перекос всегда будет заметен и будет мешать развитию.

Требования к данным и визуализации

Метрики, показатели, КПЭ и пр. – все эти понятия представляют собой данные, хранящиеся в некотором информационном хранилище. При этом они, строго говоря, никогда точно не соответствуют реальности. Это всегда некий образ, отражение реального процесса с какими-то допущениями.

Регистрируя любой показатель нужно принимать во внимание, что время замера регистрируется с определённой точностью (погрешностью), система АСУТП может возвращать показатель с задержкой, есть вероятность ошибки измерения или недоступности датчика (пропуск данных) и т.п. Влияние таких искажений на процесс управления необходимо анализировать и понимать уже на этапе разработки URS в части требований к данным.

На рис. 2.9 показаны несколько примеров возникновения ошибок данных. Не нужно думать, что это актуально только для систем АСУТП. При расчёте процессных метрик и показателей возникают аналогичные проблемы и если им не уделять должного внимания, то полезность таких показателей может оказаться настолько низкой, что управление фактически перейдёт в ручной режим.

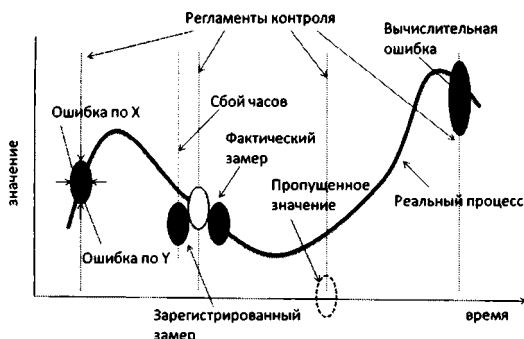


Рис. 2.9 Примеры искажения регистрируемых данных

Чтобы снизить риски влияния качества данных, каждое требование идентифицируется документально в нескольких разрезах, которые определяются спецификой контролируемых процессов (технологических, бизнес, операционных и пр.):

- требования к качеству данных (обычно делится по 2–3 классам);
- требования к точности показателя;
- интервалы контроля, которые должны соответствовать характерным временам управляемого процесса;
- характер мониторинга (временный или постоянный);
- прочие условия.

Влияние небольших ошибок в описании отдельных данных и самих данных обычно невелико, но пренебрежение этими факторами может заметно негативно сказаться на общей эффективности процессов управления и понизить их стабильность.

С особым вниманием нужно подходить к данным, которые участвуют в расчётах мультипликативных показателей. И даже не столько из-за возможной потери точности, сколько из-за возможности манипулирования в широких пределах итоговым показателем через малые колебания в значениях множителей. Мультипликативные показатели, такие как ОЕЕ, например, могут вводиться или на высоких уровнях информационной зрело-

сти предприятия, или при наличии близкой к 100% гарантии объективного расчёта.

На начальных этапах развития системы показателей следует избегать таких, которые могут трактоваться неоднозначно. Предпочтение должно отдаваться показателями, которые однозначно формализуются, и относиться к этой формализации серьёзно. Чем выше культура управления по показателям и понимание операционных и стратегических целей, тем меньше требуется такая формализация.

Например: сбор «отчётности по браку» без формализации понятия «брак» может привести к тому, что изделия, попавшие в изолятор брака и ожидающие оценки возможности доработки, сразу в отчёт не попадут, а потом не попадут, потому что ввод возможен только с рабочего места, и окажутся не учтёнными. При высоком уровне управленческой культуры по целям линейные руководители понимают, зачем и для чего, с какой целью появилось требование сбора «отчётности по браку» и будут обеспечивать максимально достоверные данные для обеспечения цели такого контроля.

Выбирая состав данных и формируя требования к ним, следует ориентироваться на то, как эти данные используются в процессах принятия решений, в какой форме и с какой периодичностью они предоставляются лицу, принимающему решение. В зависимости от задачи управления, это может быть отчёт с аналитикой по последним показателям, индикатор текущего состояния, например, с маркером максимального отклонения за период и т.п.

2.5 Построение системы оперативного управления

Характерные временные интервалы стабильности операционных производственных бизнес-процессов обычно достаточно короткие, исчисляются месяцами, что определяет и длитель-

ность фаз внедрения компонентов систем оперативного управления. Любые изменения, возникающие в структуре производственной деятельности и в процессе реализации проекта, анализируются и, при необходимости, оперативно корректируются задачи проекта в разрезе изменений в производственной стратегии и тактике.

V-модель вовлечения систем оперативного управления в деятельность компании определяет общие принципы подхода к организации процесса разработки и внедрения MES-контура, но в реальной организационной и управленческой среде крупного предприятия есть свои особенности, которые нужно учитывать.

В случае организации MES-проектов ключевым фактором успеха является поэтапный подход во всех его составляющих и общая организация проекта как опытно-конструкторской деятельности (ОКР), часто с элементами исследований. Такой подход должен главенствовать на всех этапах и во всех гранях проекта, вне зависимости от уровня информационной зрелости.

Инициация и команда

В организации проектов по построению систем оперативного управления есть одна особенность: у них не бывает явно выраженного старта и финиша, построение и развитие таких систем – это не ограниченная временем проектная деятельность, а постоянное изменение и развитие в контексте общей управленческой модели.

Типична ситуация, когда параллельно идут сразу несколько больших и малых проектов по внедрению новой функциональности, модернизации существующей, корректировки интеграционных схем. Инициация очередного витка развития определяется потребностью внедрения новых функций или модернизации существующих в режиме «дельты».

Процесс инициации состоит из нескольких стандартных этапов:

- формирование команды проекта;
- выбор подходов к внедрению и развитию;

- формирование и актуализация «дорожной карты».

Важную роль в успехе играет наличие корпоративного системного архитектора, который видит процесс целиком и ощущает всё предприятие как единую систему, единый организм. Не менее важна роль руководителей (очередного) этапа и проекта (РП) в целом, обеспечивающих тактическое руководство.

Поскольку MES является управленческим инструментом, а цель его внедрения – оптимизация управленческих процессов, руководитель проекта должен выбираться так, чтобы он понимал суть процессов управления, ожидаемый результат, его связь с достижением стратегических целей и него в распоряжении должны быть необходимые компетенции, полномочия, ресурсы.

В отличие от стройки и классического проектного менеджмента, в проектах MES эффективнее назначать «скользящего» РП по принципу локальной компетенции: на уровне формирования и актуализации URS это может быть один специалист, на уровне ФС – другой и т.д. При этом все они должны руководствоваться в своих решениях вопросом «зачем это делается?» и понимать стратегическую цель нововведений и перемен.

Системный архитектор, напротив, должен быть един на всём протяжении ключевых работ. Лучше, если это будет отдельное структурное подразделение, а его руководитель будет максимально близок к топ-менеджменту предприятия. От того, насколько чётко он представляет себе цели и задачи на всех уровнях управления от стратегических до тактических, в существенной мере зависит успешность проекта. Это же подразделение, в числе прочего, должно следить за балансом и связанностью всех методов и средств управления, включая не только проекты по развитию MES, но и других систем.

Для проектов MES базовым документом является актуальный URS, поэтому именно состав текущих задач по URS определяет размер и состав проектной группы (команды), которая должна обладать необходимыми компетенциями:

- формирование актуального набора стратегических показателей мониторинга и управления;
- декомпозиция показателей в разрезе стратегических инициатив (программ развития);
- формирование сбалансированных требований к цеховому управлению;
- верификация требований в разрезе необходимости, достаточности, сопутствующих мероприятий.

По ходу реализации проекта команда переменная, она формируется динамически по скользящему принципу.

На первом этапе это небольшая группа компетенции, состоящая из выделенных специалистов, формирующая основные требования и «облик» проекта. Эта группа не должна быть замкнутой, работы должны вестись открыто, максимально в режиме мозгового штурма и внимательного отношения к критике «извне».

По ходу функционального развития проекта в группу внедрения по мере необходимости вовлекаются ключевые специалисты в области ИТ и корпоративных бизнес-процессов. Представители подразделений, где фаза ОКР на текущем витке внедрения перешла в стадию промышленной эксплуатации, наоборот, исключаются. Тестирование, анализ эффективности, локальное развитие, текущие корректировки, изменения в структуре URS, деятельность по функциональному анализу – это в контексте режима постоянных перемен не проектная работа, а деятельность в рамках должностных обязанностей.

На каждом этапе проекта подбор команды на текущий цикл задач определяется несколькими основными критериями, по которым следует проводить регулярный анализ рабочих групп:

- все ли специалисты одинаково понимают цели и задачи проекта?
- все ли необходимые специалисты вовлечены в процесс?
- все ли вовлечённые специалисты действительно необходимы в команде?

- обладает ли лидер команды необходимым опытом, компетенцией, авторитетом для достижения цели?

«Локомотивом» развития всегда является именно рабочая группа – её формированию, составу и обеспечению условиями для продуктивной работы необходимо уделять самое пристальное внимание.

Внедрение

Ориентация на стратегический результат предъявляет свои требования как к методикам внедрения новых систем управления, так и к процедурам вовлечения новой функциональности в операционную деятельность. Особенно это критично для сложных организационных структур, где в единые логистические потоки и управленческие модели вовлечено множество производственных площадок.

Классически выделяются два сценария внедрения:

- локальное и поэтапное, когда внедрение локализовано организационно и функционально;
- «большой взрыв», когда внедрение происходит одновременно на всех участках предприятия и переход на новую функциональность осуществляется «барьерно».

В целом, для MES рекомендуется поэтапный сценарий, но есть некоторые особенности.

В случае наличия нескольких площадок общий алгоритм настройки систем управления предполагает этапность, но через промежуточные стадии «выравнивания» уровней управления на всех площадках. Локальные мероприятия идут независимо друг от друга, но на этапе, когда следующий шаг требует внесения изменений в операции, затрагивающие несколько площадок, или появляется (изменяется) поток данных между площадками, сначала необходимо обеспечить равные условия для всех задействованных подразделений, выровнять процессы и уровень систем управления.

Если этого не сделать, то следующий шаг обречён на провал: площадка на более низком уровне зрелости станет тормозом процессов развития.

После того как процессы нормализованы, следующий шаг, затрагивающий нескольких участников, нужно сделать максимально быстро, с тщательной подготовкой в процессе нормализации и именно в режиме «взрыва». Это не даст процессам снова разойтись по уровням за время внедрения.

Существенные кросс-процессные изменения должны быть привязаны к плановым «качественным» изменениям в деятельности предприятия в целом, при которых перенастраивается общая модель кооперации по процессам и данным. Для достижения брутто-эффективности и максимального использования новых возможностей должны быть пересмотрены цели и показатели, модели оптимизации, показатели качества, производительности и пр. Эти изменения должны быть заранее просчитаны и спланированы (как целевые показатели), чтобы в новой кооперационной модели увеличить общую эффективность предприятия.

Крупные кросс-процессные изменения происходят редко, для систем класса MES больше характерен «локальный» сценарий развития, причём локальность может быть не только организационная, но и функциональная. Важное в таком развитии – этапность и непрерывность, постоянное движение от малого к большому во всех аспектах. Этапность внедрения MES, согласно рекомендациям ассоциации MESA International (www.mesa.org), рассматривается в двух основных ракурсах (рис. 2.10):

- организационный охват проекта;
- функциональный охват проекта.

Организационно на каждом витке развития функциональности необходимо начинать с выделенного пилотного участка, к которому предъявляются определённые требования:

- типичность модели организации и управления для общей структуры производства;

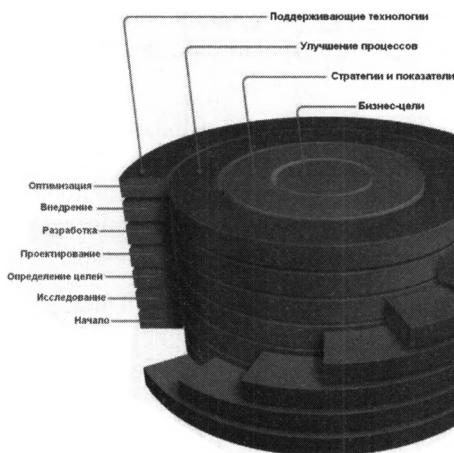


Рис. 2.10 Поэтапный подход к внедрению MES [MESA WP19]

- относительная замкнутость и ограниченность по технологическим маршрутам и номенклатуре;
- готовность инфраструктуры;
- согласованные KPI процессов в разрезе корпоративной стратегии;
- достаточное качество данных учёта на входе и их востребованность на выходе участка.

Роль пилотного участка в том, что он даёт возможность отработать процессы, методы, подходы, оценить точность и корректность собираемых данных на практике. По результатам внедрения на пилотном участке ФС, ТС, метрики могут быть скорректированы, может быть изменён график проекта.

В качестве пилотных нельзя выбирать сложные и проблемные участки: пилотный участок служит не для быстрого решения проблем производства, а для отработки методик управления и контроля, для последующего их документирования, стандартизации и внедрения на остальных участках аналогического или близкого профиля.

Пилотный участок выбирается по сформулированному Д. Гильбертом правилу: «главное – это из множества проблем выбрать наиболее простые, решение которых позволит выработать допускающие обобщение концепции». При правильно выбранном пилотном участке полученные при внедрении наработки и опыт должны обеспечить плавный переход к следующей фазе функционального развития (этапность) и стандартизованное внедрение результатов на других типовых участках производства, возможно, даже в режиме «большого взрыва».

Функциональная этапность определяется стратегией, результатами, достигнутыми на предыдущих стадиях, состоянием и уровнем управленческих процессов в других подразделениях и пр. Каждый очередной шаг должен делаться с уверенностью, что новая функциональность даст положительный эффект и в том, что этот эффект будет системным и задуманным, а не случайным стечением обстоятельств.

Внедрение (в том числе, новой функциональности) MES-системы означает появление новых функций системы оперативного управления. Иницилируя этот процесс нужно ясно понимать ответ на вопрос «зачем», причём ответ должен быть «целью» в том смысле, как обсуждалось ранее. И эта цель должна быть связана со стратегией развития предприятия. Это рекомендация ассоциации MESA International.

Скользящие графики

Сильная зависимость процессов оперативного управления и, как следствие, функциональности MES-систем от большого числа внешних факторов накладывает специфику на допустимые временные рамки проекта, на принципы и методы формирования дорожной карты.

В отличие от стандартных проектных подходов, внедрение MES не имеет жёсткого план-графика проекта в целом, управление строится по несколько иной схеме:

- фиксированные ключевые стратегические вехи, которые должны быть соблюдены;

- динамически организованная деятельность по внедрению в режиме ОКР;
- жёсткие план-графики по техническим этапам настройки и внедрения.

Динамичность внедрения определяется функциональными изменениями в процессе проектирования и построения системы, а технические вопросы прорабатываются на этапе разработки технической спецификации и реализовываются в режиме капитальной стройки по фиксированному графику.

Единственным критерием успеха в проектах MES является обеспечение исполнения стратегического плана развития предприятия. Никакие локальные KPI процесса внедрения не могут рассматриваться как критерий успешности, соблюдение локальных сроков по этапам – не цель и даже не самоцель. Обеспечение запланированной управленческой функциональности, достижение намеченных целей и соблюдение сроков по стратегическим вехам – вот набор показателей, определяющих успешность внедрения.

Несмотря на то, что жёсткого графика работ проекты внедрения MES не имеют, краткосрочные планы тем не менее разрабатываются, но строятся по «скользящей» дорожной карте, которая включает:

- реперные вехи на краткосрочный период;
- план-графики работ по настройке и внедрению;
- модели ИТ-ландшафта и схем управления на текущий момент времени, на момент окончания фазы и переходный ландшафт;
- критерии оценки эффективности выполненных мероприятий, процесса реализации текущей фазы;
- требования к последующему промышленному внедрению и тиражированию результатов фазы.

Внедрение MES всегда строится по принципу PASS – Plan All Start Small, планируй всё (перспективно), делай маленькими частями.

Проектные документы и графики работ по проектам MES строятся именно по такой модели. В структуре локального краткосрочного плана проекта, который регулярно пересматривается, выделяются три части:

- ожидаемая целевая модель управления и функций MES-системы в стратегическом разрезе;
- ожидаемый прогнозный график на ближайшие 2–4 этапа (подэтапа);
- ожидаемый детальный график работ с измеримыми показателями, целями и задачами на текущий этап.

Выбирая модель визуализации краткосрочных планов, лучше отдавать предпочтение не диаграммам Гантта, а более наглядным представлениям. Хорошим примером такого представления служит АЗ-рапорт (A3 Report), известный по задачам поиска корневых причин проблем (рис. 2.11). Принципы, заложенные в это представление, его компактность и наглядность куда более полезны, чем строгость, учитывая, что оперативные планы крайне непостоянны и могут в любой момент измениться.

Положительным свойством АЗ-рапорта является то, что в своих стандартных разделах он фиксирует текущее и целевое

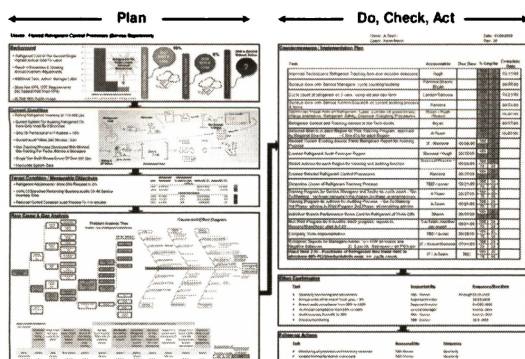


Рис. 2.11 Пример формы АЗ-рапорта

состояния, обоснование методов достижения цели, оперативные планы мероприятий. А ограниченность по размерам (лист стандарта А3) оставляет только самое важное. Следовать в точности всем рекомендациям по разработке и применению А3-рапортов, возможно, не всегда рационально, но использование в качестве базового шаблона рекомендуется.

Формируя перечень метрик и показателей проекта (этапа), необходимо выделять два вида показателей:

- глобальные (в рамках этапа) – целевое значение эффективности конкретного участка или процесса;
- локальные – внутренние метрики внедрения или процессов, совокупность которых отражает степень достижения глобальной цели.

По первому виду состав и целевые значения определяются URS и задачами конкретного этапа в разрезе достижения операционных целей, по второму – проектной командой как средство внутреннего мониторинга, состав локальных показателей может меняться в ходе реализации проекта, а их целевые показатели – пересматриваться.

Локальные показатели по мере реализации мероприятий текущей фазы теоретически будут асимптотически приближаться к целевым значениям. Глобальные показатели, в свою очередь, тоже будут стремиться к своему пределу в данной модели организации производства (рис. 2.12).

Момент времени, когда локальные показатели по нескольким участкам выйдут на уровень, скажем, 80% от целевого значения, становится отправной точкой для подготовки «прорыва», к переходу к новым моделям управления и кооперационным схемам.

С этого момента в приоритете становятся мероприятия по вытягиванию отстающих участков на необходимый уровень, готовится и актуализируется новая модель управления, разрабатываются новые целевые показатели для работы в новой модели.

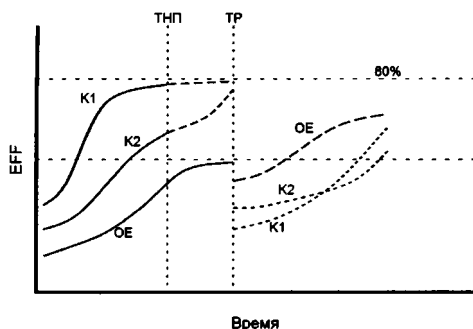


Рис. 2.12 Динамика метрик и выбор точек коррекции планов

После рефакторинга, прорыва общая эффективность «ОЕ» может планомерно снизиться, что обусловлено не полной готовностью предприятия работать в новой модели. Но это снижение небольшое, так как рассчитывается от стратегических целей, которые неизменны. А вот локальные показатели рассчитываются в контексте текущего цикла и на новом витке развития они, во-первых, могут поменяться, а во-вторых – становятся существенно ниже в масштабе новых целей. Выбирать в качестве показателя параметр, который уже находится на нужном уровне, бессмысленно, развития это не даст.

Система планирования работ по проекту MES должна быть построена таким образом, чтобы не пропустить состояние готовности к прорыву. Если затянуть с прорывом, то начнётся естественная деградация процессов, будет упущено время, ресурсы, положительный баланс может быть потерян.

Переходное состояние

Для предприятий, сделавших в своём развитии ставку на системы оперативного управления как на стратегический инструмент развития, характерно, что в них постоянно идут несколько потоков изменений, непрерывно одни перетекают в другие, по-

стоянно на предприятии возникают большие и малые «прорывы». Стабильности, в смысле заостенелости, на таких предприятиях нет. Их сценарий стабильности – постоянное развитие и движение вперёд.

Нахождение в таком «переходном» состоянии имеет три равнозначные по важности грани (рис. 2.13):

- технологическую;
- управленческую;
- психологическую.

С технологической точки зрения всё ясно: есть этапы, значит, есть переходные состояния и их может быть много, одни этапы накладываются на другие и т.п. Чтобы это не становилось каждый раз проблемой для преодоления в режиме подвига, надо налаживать работу в режиме постоянных переходных состояний. И дирижировать этим процессом должен корпоративный системный архитектор, который контролирует текущее состояние дел на предприятии, следит за тем, чтобы составляющие перемен минимально интерферировали друг с другом, выстраивает очереди внедрения, тормозит или ускоряет отдельные активности.

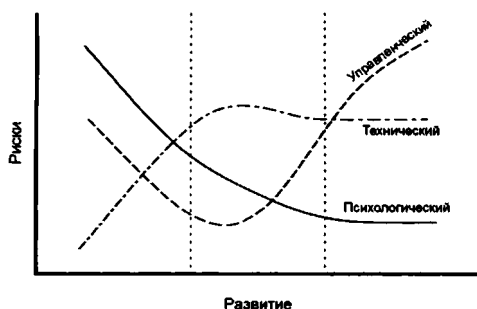


Рис. 2.13 Ожидание рисков переходного состояния по типам

Локальные и «прорывные» перемены по-разному отражаются в технологическом аспекте. Локальные строятся по консервативной схеме, когда набор компонентов и функциональность систем управления не претерпевает глобальных изменений, а расширяется или немного видоизменяется, что называется, «в рабочем порядке», а прорывные – наоборот, через разработанный план перехода и программу мероприятий.

Любой прорыв тщательно готовится: разрабатывается системный и управленческий ландшафт для текущей, целевой и переходной модели управления. Описание переходной модели, как для бизнес-процессов управления, так и ИТ-ландшафта, должно быть сделано с учётом критичности результатов фазы внедрения для бизнеса в целом. Этим определяется и то, будет ли предусмотрен контрольный период двойного управления или барьерный переход от старой модели к новой.

С управленческой точки зрения переходное состояние – нормальное типичное состояние, так как управленческие процессы любого уровня всегда определяются целями, устанавливаемыми «сверху» и возможностями, доступными «снизу». Поскольку и то и другое постоянно меняется, должны меняться и управленческие процессы.

Серьёзной проблемой является психологический аспект, присущее всем неприятие переходного состояния, которое воспринимается как состояние нестабильности. Оно возникает на всех уровнях – от рядовых рабочих до менеджеров достаточно высокого уровня.

Причин этого, на уровне «бытовых» представлений, – присущая привычка жить по инструкции, когда главное – делать то, что говорят и точно не окажешься виноватым. Но у этой причины есть вполне научно обоснованные корни.

Если сильно упростить теорию, то мозг человека устроен так, что он, когда не может построить модель поведения по известному шаблону, что свойственно для состояния неопределённости, генерирует состояние страха, паники. Будь то новое

дело или если что-то нужно изменить в текущей деятельности. Страх вызывает инстинктивное чувство сопротивления.

«Приказом» эта проблема не решается, только усугубляется, авторитарные методы не дают существенного эффекта. Куда более эффективен проактивный подход, не допускающий возникновения такой ситуации в принципе:

- доведение до сотрудников стратегических целей и успехов в их достижении;
- заблаговременное обучение новым методам и моделям управления;
- выстраивание модели личных показателей, в том числе в финансовых, от степени достижения стратегических целей, а не от локальной производительности.

Информированность, внутренний пиар перемен и понимание сотрудниками сути их деятельности, понимание ответа на вопрос, зачем они работают. Только в этом режиме процесс роста будет стабильным и непрерывным.

Известно, что прорывные изменения человек воспринимает легче, чем постоянные небольшие изменения. Планируя локальные улучшения, не стоит подходить к ним формально, рассматривая количество проведённых мероприятий как KPI. Все мероприятия должны иметь чёткую цель, мотивацию, соответствовать настроению коллектива. Если коллектив не понимает сути перемен, появляется отторжение и неприязнь.

Локальные изменения – как гомеопатия, которая может нанести и пользу и вред. В режиме локальных перемен предприятие находится 80% всего времени, и замедление в этом цикле может сказаться губительно на достижении поставленных стратегических целей.

Для крупных прорывных изменений начинают работать механизмы ожидания катаклизма: ощущение фатальности и неизбежности, страх, понимание, что противостоять этому не в силах. Как ни странно, но это помогает человеку перебороть себя, сделать шаг вперёд, открыть в себе новые способности и принять новый порядок таким, какой он есть. По этой причине

прорывные мероприятия можно не бояться делать масштабными.

Эффективное производственное предприятие это всегда баланс консервативности и динамичности: то, что хорошо работает – пусть работает как есть, где можно что-то улучшить – надо улучшать. Именно так и надо подходить к выбору процессов, которые становятся первыми в очереди на улучшение. Тогда режим перемен станет одним из стратегических преимуществ компании. Этому учат практически все современные теории производственного менеджмента.

Уровень автономности

В свете тенденций к переходу на модели концепции полной цифровизации, «Индустрии 4.0» и т.п. затронем факультативно вопрос оценки зависимости систем управления, производства от человеческого фактора. В случае процессов оперативного управления производством этот уровень может варьироваться от 100% управления человеком на уровне опыта, интуиции и пр. до 100% управления по формальным признакам, метрикам и показателям.

В качестве примера рассмотрим подходы методологии ALFUS – The Autonomy Levels for Unmanned Systems (www.nist.gov). Это методология была разработана первоначально для оценки степени автономности роботизированных самоуправляемых систем, но многие её подходы (именно подходы, а не дословное следование конкретным методам) могут быть успешно спроецированы на задачи и системы оперативного управления.

Принципы анализа систем управления в концепции ALFUS позволяют оценить уровень автономности управления и контроля в разрезе метрик и процессов по трём ключевым критериям (рис. 2.14):

- сложность выполняемых задач управления (MC – Mission Complexity);
- сложность связей и эффективность в контексте окружения, организации (EC – Environmental Complexity);

- степень независимости результатов от человеческого фактора (опыт, интуиция и т.д.), операторов, степень автономности (HI – Human Independence).

Текущее состояние анализируемых процессов отображается на 3-осевой радиальной диаграмме и представляет собой визуальный треугольник с вершинами на осях диаграммы. Оценка каждого показателя осуществляется по 10-балльной шкале, где 0 соответствует минимальному уровню показателя, а 10 – максимальному.

В случае оперативного управления производством и MES-систем, если проект изначально ведётся с ориентацией на методику оценки ALFUS, структуру операционных показателей можно привязать к её критериям. В этом случае показатели MC, EC, HI оказываются привязанными к операционным (в части текущих значений) и стратегическим (в части целевых значений) показателям и могут быть более или менее объективно измерены. Более того, по ним могут быть заданы конкретные цели.

Метрики ALFUS иерархичны и каждая распадается на блок метрик нижележащего уровня. Полный набор метрик MC, EC и HI формирует матрицу расчёта верхнеуровневого показателя CAC – Contextual Autonomous Capability, обобщённый уровень автономности, который измеряет текущее состояние от 0, что соответствует полной зависимости процессов от человеческого

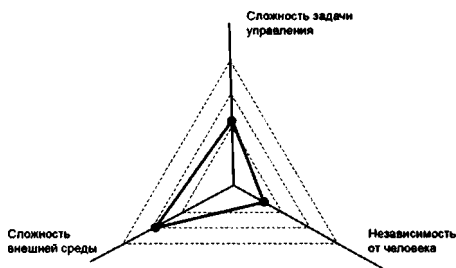


Рис. 2.14 Концептуальная модель ALFUS

фактора в управлении всех уровней и минимальному вкладу систем управления в достижение стратегических целей до 10 – для полностью автономных высокоэффективных производств с налаженными кооперационными связями и процессами.

Если САС может рассматриваться как один из критериев стратегической модели развития, то анализ текущих показателей по двум из трёх критериев может дать эффективный инструмент анализа текущего состояния и выработки путей корректирующего развития, особенно, если правильно выстроить иерархию показателей в контексте предприятия и поставленных задач.

Подходы и рекомендации, заложенные в методике ALFUS, могут помочь не только оценить текущее состояние, но и, начиная с некоторого уровня функционального развития MES-контура, анализировать эффективность выбранной стратегии, риски, приоритизировать задачи, ставить тактические цели и оценивать эффективность мероприятий.

Но даже без мероприятий по оценки автономности MES-инструментарий обязательно должен проверяться по критериям устойчивости: насколько малые и большие колебания в значениях показателей (например, их отсутствие) влияют на качество принимаемых решений, как легко они могут быть выявлены, какой уровень недостатка данных является критичным для работы комплекса.

Бюджетирование

Финансирование процесса внедрения MES имеет свои особенности.

Обязательное условие внедрения MES – достижение операционного эффекта и ускорение процесса достижения стратегических целей. Бюджетная политика современного предприятия предполагает финансовое планирование, как минимум, на год, поэтому важна правильная оценка и понимание структуры и динамики изменения финансирования проектов MES.

Специфика внедрения MES такова, что стандартная модель «внедрение – поддержка», когда стоимость системы оценивается как первоначальные вложения и последующее сопровождение в размере 15–25% от стоимости, в случае MES-контура в целом не работает. Хотя и применяется к отдельным модулям и компонентам.

Внедрение MES – это долгосрочный ОКР, поэтому важную роль имеет наличие финансового резерва и понятие «бюджет» для проектов MES носит несколько иной смысл, нежели запланированные и потраченные впоследствии деньги.

Рассмотрим условную модель бюджетирования MES (рис. 2.15). Структура запланированного финансирования имеет две статьи:

- плановые затраты;
- финансовый резерв.

Плановые затраты в случае MES всегда величина условная, более корректно называть эту статью «ожидаемые затраты». Это затраты, предварительно оцененные, исходя из текущей дорожной карты и поставленных среднесрочных целей. Сроки прогнозирования проекта по развитию MES обычно не превышают 6–9 месяцев, что меньше срока корпоративного бюджети-

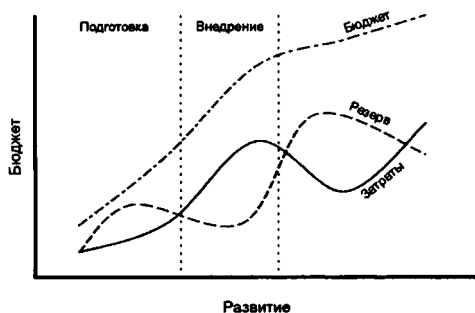


Рис. 2.15 Условная модель бюджетирования MES

рования, поэтому финансовый резерв должен быть обязательным компонентом бюджета. Резерв на случай неопределённости, следующую фазу, внеплановые работ.

Размер резерва определяется текущим состоянием функционального и системного ландшафта MES-контура и планами развития. На подготовительном этапе наведения порядка затраты, как правило, планируются небольшие, учитывающие субъективную оценку реальности, которая в 80% случаев излишне оптимистична. Поэтому резерв на начальные фазы должен складываться достаточно серьёзный, непредвиденные расходы неизбежны. По мере того как оценка реальности становится более объективной, точность планирования потребности вырастает. Соответственно, резерв можно существенно уменьшить.

Общий принцип формирования резерва: чем больше неопределённости, тем больше резерв. При этом сумма резерва не связана напрямую со стоимостью этапа. Например, внедрение рыночной MES может стоить достаточно дорого, но при этом неопределённость минимальна и величина резерва – тоже.

Бюджет внедрения и развития MES-функционала, состоит из четырёх крупных блоков:

- обучение;
- оборудование;
- лицензии;
- консалтинг и собственный персонал, задействованный в проекте.

На разных этапах внедрения удельные веса этих блоков различны (рис. 2.16). На начальном этапе, например, основной статьёй будет формирование группы компетенции – обучение и повышение квалификации, потом это может быть оборудование, затем – лицензии. Все виды затрат имеют форму кривой с несколькими пиками, что определяется требованиями текущей фазы.

Затраты на консультантов и собственных сотрудников, постоянно задействованных в проекте, сложно поддаются оценке, т.к. развитие систем управления идёт сразу по нескольким на-



Рис. 2.16 Условная модель затрат при внедрении MES

правлениям, оно сильно зависит от подготовительной работы на уровне стратегического консалтинга, разработки системы показателей и стратегий, и т.п. Для ориентировочной оценки можно принять эти затраты в размере примерно 60% от стоимости прочих затрат текущей фазы развития.

Брутто-величина финансирования определяется, исходя из поставленных среднесрочных и долгосрочных целей и ожидаемого эффекта, как составляющая часть финансовых вложений в достижение результата. Эта величина является лимитирующим ограничением для проектирования и формирования планов работ, но при этом не допускается отказ от планового резерва или необоснованное сокращение статей затрат, которые кажутся необязательными (обучение, например).

Структура затрат, размер резерва – величины не условные, они обосновываются требованием достижения результата. У них, естественно, есть своя эластичность, но любая экономия от расчётных величин должна анализироваться с точки зрения риска недостижения результата – последствий и вероятности.

Хорошей практикой является выделение всех резервов по всем активным работам по развитию MES-функционала в единый «скользящий» пул и анализ его потребления по мере реали-

зации проекта. Скользящий – значит, что резерв рассчитывается по факту в расчёте на период 90 дней вперёд, сравнивается с ожидаемым, оценивается его потребление в отношении к общему плану проекта и динамика (тренд) потребления. Такой подход позволяет экономить на величине резерва, с одной стороны, и оставляет достаточно времени на принятие корректирующих мер при обнаружении критичного тренда – с другой.

Объём потребления резерва является критерием корректности методов планирования и организации работ в целом. Объём потраченных средств на проект MES и проблемы внедрения определяются не только и не столько работой ИТ-департамента, сколько окружающей корпоративной средой и точностью в постановке целей и требований. Нормальным является потребление резерва на 40%, постоянное отклонение в ту или иную сторону означает наличие системных ошибок в методике оценки затрат, которые необходимо выявлять и исправлять.

Конец этапа для очередной фазы внедрения MES – достижение предприятием поставленных среднесрочных целей и достижение результата с остатком резерва – результат профессиональной работы группы внедрения и развития. Хорошей практикой является построение мотивационной модели от экономии резерва, не менее 50% от экономии должно идти на мотивационные программы. Остаток формирует «стабилизационный фонд» следующих этапов, т.к. неопределённость и риски по мере увеличения сложности модели управления непрерывно растут.

Мотивационная модель группы развития должна быть сбалансирована так, чтобы поддерживать интерес, но не провоцировать на показ «быстрых» успехов, это всегда губительно для стратегических планов. Заявленная цель развития – достижение стратегических целей. Важно, чтобы поставленные цели были достижимыми и имели разумный горизонт 5–7 лет. И если именно точка достижения этих целей должна будет ознаменоваться бонусом группе развития из остатка резервного и стабилизационного фонда, это будет реальным стимулом для достижения поставленных долгосрочных целей.

2.6 Комплекс оперативного управления

Говоря об управленческом ракурсе MES нужно обратить внимание на комплекс информационно-управляющих средств, задействованных в процессе. Это не технический, а именно управленческий вопрос по одной простой причине: любая информационно-управляющая система является инструментом для организации некоторого управленческого процесса. И как процесс задаёт требования к инструменту, так и инструмент определяет процесс. Копка ямы лопатой или экскаватором, например, существенно отличаются.

Инструменты поддержки процессов оперативного управления представляют собой сложный набор программных систем, компонентов, модулей, отчётов и пр., не стоит ожидать, что это будет одна специализированная информационная система.

Даже в случае, когда корпоративной политикой определена единая программная платформа, есть разделение на стабильные и настраиваемые её части, которые де-факто являются отдельными модулями и должны рассматриваться как самостоятельные. Каждый лист электронной таблицы, каждый отчёт, каждый расчётный блок – всё это компоненты и модули, связанные друг с другом и при этом постоянно изменяющиеся и развивающиеся.

Структура задач и методов оперативного управления постоянно меняются и, как результат, меняются и инструменты информационно-аналитической поддержки. Структура набора ресурсов контура оперативного управления представляет собой динамическую среду со своими особенностями, которые надо учитывать.

Баланс уровней управления

ИТ-активы современного предприятия можно разделить по критерию вариабельности, отражающему динамичность изменения процессов, которые эти активы поддерживают:

- консервативные системы, которые остаются практически неизменными длительный срок;
- динамические системы, которые сильно зависят от текущих процессов и должны оперативно под них подстраиваться.

Системы класса оперативного управления производственными процессами – динамические системы, сильно зависящие по своей функциональности от операционных запросов. Постоянные архитектурные изменения в таких системах – норма.

Развитие процессов оперативного управления производственными процессами и инструментов их поддержки, MES, должно идти синхронно. В случае, когда развитие MES-контура отстаёт от изменений в производственной тактике и процессах, она становится «узким местом», снижая общую эффективность управления.

Верно и обратное: сверхфункциональная MES на фоне слабо развитых процессов оперативного управления совсем не даёт эффекта в реальных показателях. Любая MES-система имеет сильные и слабые стороны и вероятность того, что выбранная система окажется сильна именно в тех функциях управления, которые нужны для достижения поставленной стратегических целей, обычно невелика. На начальном этапе внедрения систем оперативного управления интуиция обманывает в 90% случаев.

Попытка «приспособить» друг к другу MES и процессы управления за счёт их частичного перекрытия не обеспечит нужного синергетического эффекта. Такая конструкция несбалансирована, она будет источником постоянных проблем и гарантированно обречена на забвение. Только поступательное параллельное развитие процессов и систем управления даёт реальный эффект с точки зрения общей эффективности в канве достижения поставленных стратегических целей.

Баланс между различными уровнями управления важен как на уровне зрелости процессов, так и на уровне соответствующих наборов систем управления. В обеспечении операционной эффективности задействованы в тесной связке три уровня систем управления:

- АСУТП – автоматизированные системы управления технологическими процессами;
- MES или АСОУПП – автоматизированные системы оперативного управления производственными процессами;
- ERP – верхнеуровневая система управления и планирования ресурсов предприятия.

Функциональность всех уровней управления и поддерживающих их систем должна быть тщательно сбалансирована. Каждая из систем в равной мере влияет на общий уровень операционной полезности комплекса и на достижение целевых производственных показателей. Избыточность в функциональности только одной из них не только не обеспечит существенный

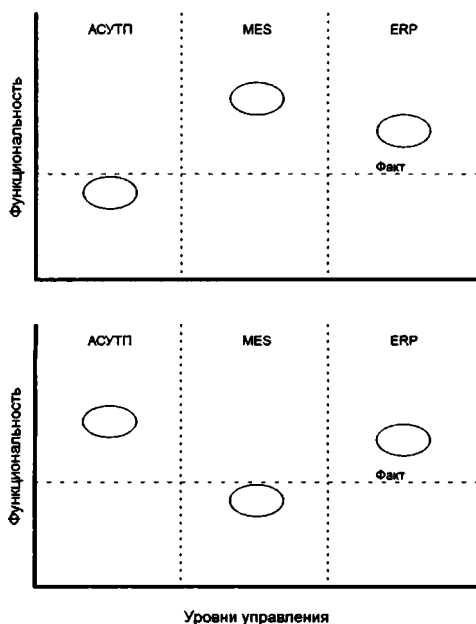


Рис. 2.17 Баланс функциональности систем управления

прирост в общей эффективности процесса управления, но, по факту, снизит его, так как отнимает ресурсы на избыточную, реально не используемую функциональность (рис. 2.17).

Дисбаланс в уровне развития систем и процессов легко заметить по разрывам в данных: например, MES стал собирать фактический расход материала, а в ERP системе нет приёмника для этой информации.

Системный ландшафт MES-уровня в каждый момент времени определяется функциональными потребностями и потому постоянно меняется, как в контексте общей модели информатизации предприятия, так и в контексте требований стратегических документов. Смежные системы и процессы должны развиваться по этим же правилам и подстраиваться друг под друга. MES-контур, в свою очередь, должен следить за другими системами и не «тянуть» их вниз.

Комплекс систем управления – это гетерогенная структура программно-аппаратных средств разных уровней, которые должны гармонично развиваться, обеспечивая достижение поставленных целей и задач. Все они ориентированы на достижение одних и тех же стратегических целей, поэтому структура процессов, равно как и функциональность инструментов управления, определяется исключительно текущими задачами, имеющимися ресурсами и возможностями.

Компонентная модель

Любые системы оперативного управления – всегда многокомпонентные информационные комплексы, в которых состав и структура компонентов не являются постоянными, а постоянно меняются по мере развития предприятия. И это не просто внедрение новых модулей используемой информационной системы, всё сложнее.

Когда все задачи пытаются решить в рамках возможностей единственной информационной системы, это тупиковый путь развития: предприятие становится заложником системы и очень скоро стоимость владения начинает превышать достигаемый операционный эффект. Система управления процессом

при этом становится узким местом этого самого процесса. Причины очевидны: отставание системы управления от процессов, сложность самой системы, большое число доработок «под заказ».

Чтобы поддерживалось развитие предприятия и обеспечивалась реальная отдача от внедрения, MES-контур должен быть компонентным, причём структура компонентов должна определяться потребностями текущего цикла развития системы управления предприятием.

Структура и состав компонентов систем производственного управления, возникающие на уровне технической спецификации, определяются требованиями URS, ФС и степенью информационной зрелости предприятия. В случае систем класса MES отдача в сильной степени обусловлена скоростью внедрения, поэтому на разных этапах информационной зрелости предпочтение отдаётся различным подходам (рис. 2.18):

- на ранних этапах развития предпочтение отдаётся решениям, которые с минимальными усилиями вписываются в существующий системный ландшафт, пусть локально, но решают первоочередные задачи, обеспечивают простую и

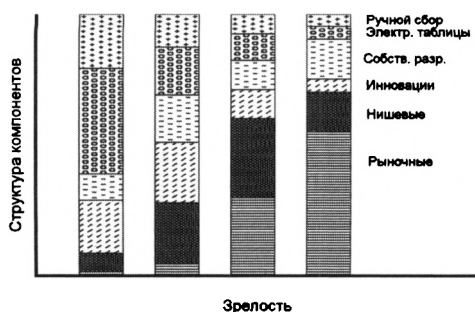


Рис. 2.18 Примерная динамика структуры компонентов системы оперативного управления

прозрачную миграцию данных, минимально требовательны к качеству НСИ;

- на этапе активного развития в структуре комплекса начинают появляться специализированные блоки, обеспечивающие накопление НСИ, анализ различных методов и подходов к планированию и управлению, единые модели хранения и обработки данных;
- по мере перехода к зрелости начинают преобладать нишевые стабильные рыночные решения, средства интеллектуальной аналитики, поддержки принятия стратегических решений.

Специализированные нишевые и рыночные решения появляются в структуре MES-контура не сразу, а по мере накопления качественной НСИ, подготовки системно-технической инфраструктуры, повышения квалификации специалистов. Внедрение таких систем требует большой предварительной работы и подготовки и начинать нужно не с них, но при развитии процессов управления необходимо ориентироваться на будущий переход к таким решениям.

Содержание и сложность компонентов собственной разработки эволюционно меняются по мере развития компетенций. На начальном этапе это простые решения, призванные быстро закрыть пробел в имеющейся функциональности. Таких элементов становится достаточно много, и этот опыт позволяет точнее определить целевую функциональную модель системы, которая их заменит.

По мере роста зрелости модули становятся все более сложными и, часто, уникальными, в них начинает формироваться основа стратегического преимущества компании. Число их уменьшается, но сложность и ценность для бизнеса растёт. Постепенно «стандартные» функции перетекают в стабильные рыночные решения, оперативные вопросы по отчётам и т.п. – в сервисные контракты. Собственная разработка фокусируется на развитии стратегических «ноу-хау» для обеспечения стабильного конкурентного преимущества на рынке. Это может быть интерактивный портал, система планирования работ, прогнозирования

сбыта и пр. – всё, что по соображениям экономической безопасности не может быть передано на аутсорсинг.

Общая тенденция в развитии компонентного состава MES – постоянное повышение уровня структурированности данных и процессов, постепенный переход к сложным и высокотехнологичным системам управления. Это процесс постоянный: рынок MES-систем не стоит на месте и то, что ещё вчера считалось передовым и инновационным, завтра оказывается обыденностью, локальным нишевым решением. Неизменно лишь то, что стратегическое преимущество всегда заложено в нестандартности и уникальности: процессов, технологий, инструментов. С большой долей вероятности такой блок будет и в структуре MES, собственной или заказной разработки, возможно, в режиме партнёрства с НИИ.

Типичная ошибка – явный или неявный выбор некой «целевой» системы и стремление в будущем внедрить именно её, рассматривая это самое внедрение как одну из целей. Во-первых, не факт, что именно эта система оптимальна для предприятия и поставленных целей, во-вторых, рынок решений постоянно развивается, и предсказать, какие новые технологии и возможности возникнут через 5–10 лет чрезвычайно сложно. Эмпирическое правило MES: просто копируя модель управления «у кого-то», добиться уровня эффективности выше, чем 70% от оригинала, не удастся, вы всегда проиграете в конкурентной борьбе.

Формируя компонентную модель MES нужно стараться, чтобы положительный эффект появился как можно быстрее. Именно поэтому на первом этапе, когда задачи управления укрупнены и максимально упрощены, хорошей практикой являются самостоятельно написанные компоненты, электронные таблицы, обмен шаблонными сообщениями по электронной почте и т.п. – любые методы, обеспечивающие гибкость, скорость внедрения и разумную структурированность данных.

Далее происходит постепенный переход к всё более сложным и дорогим рыночным решениям, сложность задач и комплекса систем управления в целом уже не позволяет вести раз-

работку самостоятельно или делает её абсолютно неэффективной. Стоимость комплекса систем управления при этом постоянно растёт, но растёт и эффективность, отдача, и эти два критерия должны быть всегда сбалансированы.

Модель жизненного цикла

Чтобы обеспечить баланс развития функциональной отдачи от средств оперативного управления и стоимости владения комплексом этих систем, важно понимать общие законы жизненного цикла этого самого комплекса.

Для систем оперативного управления динамичность замены одних компонентов на другие – норма. И это их ключевое отличие от систем, например, бухгалтерского или кадрового учёта. Меняются задачи, цели, показатели – меняются блоки, компоненты, системы. Выбирая систему для бухгалтерии, выбирайте как навсегда. Такие системы меняются или кардинально перестраиваются крайне редко. Системы класса MES – совершенно другое дело.

Компоненты систем оперативного управления выбираются, исходя из планов предприятия на ближайшие 2–5 лет, редко у компании есть чётко определенная оперативная стратегия на больший срок. Но и этот срок не догма: промежуточные цели достигаются, меняется внешняя среда и конъюнктура рынка. Всё это основания для пересмотра стратегии, а именно она определяет функциональность системы оперативного управления, которая должна максимально быстро следовать этим изменениям.

Скорость внедрения новых функций – ключевой фактор успеха, в связи с чем, выбирая компоненты MES, не надо планировать, что это раз и навсегда, не надо стараться искать компании с многолетней историей, чтобы быть уверенным в поддержке и развитии продукта через десятки лет, не надо гнаться за максимальной функциональностью. Выбирать надо по иным принципам:

- несколько простых решений, которые без лишних усилий могут работать в конкретном интеграционном ландшафте, ничем не хуже одного универсального;
- предпочтение отдается решениям, которые с минимальными усилиями впишутся в существующий ландшафт;
- предпочтение отдается решениям, которые обеспечат простую и прозрачную миграцию данных;
- минимальные сроки внедрения, не более 6 месяцев до ввода в промышленную эксплуатацию;
- оценка совокупной стоимости владения на 3–5 лет.

Требуемые процессами изменения в системе – поток крупных и мелких запросов на корректировки в функциональности и структуре данных. Что-то из этого решается настройкой и перенастройкой существующих компонентов, что-то требует локальных доработок и функциональных «заплаток». Появляются новые модули и компоненты системы управления, добавляются новые программные продукты и решения.

Новые модули, с одной стороны, обеспечивают актуальные требования URS, с другой – повышают сложность комплекса систем управления. Как результат – появляются неизбежные разрывы в данных. Часть задач, несмотря ни на что, отстаёт и возникают непокрытые автоматизацией задачи. Эффективность комплекса систем управления в какой-то момент неизбежно начинает падать, что отражается показателями текущего состояния и операционными KPI.

Жизненный цикл комплекса систем оперативного управления имеет свои, достаточно ярко выраженные периоды цикличности РПДР: Развитие – Пик эффективности – Деградация – Рефакторинг (рис. 2.19). Корень возникновения такой цикличности связан с требованием гибкости и постоянной оперативной подстройки MES-контура к текущим задачам, с одной стороны, и минимальными сроками внедрения – с другой.

Эти циклы, характеризующиеся началом деградации по показателям KPI, обычно примерно совпадают с циклом пересмотра производственной и операционной стратегии предприятия по результатам деятельности за отчётный период. На базе скор-

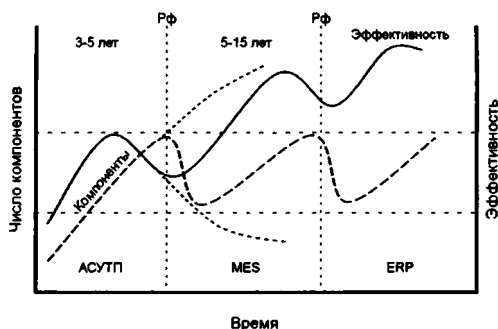


Рис. 2.19 Цикличность РПДР в структуре систем АСУПП

ректированных моделей управления идёт новый V-цикл GAMP и формируется новый системный ландшафт. Часть систем неизбежно уходят, появляются новые.

Первый пересмотр стратегии и реструктуризацию ландшафта необходимо провести уже через 3–7 лет, в зависимости от проведённой подготовки к первому внедрению и качества первоначальной проработки операционной стратегии. Эти мероприятия стоит запланировать в бюджетах заранее. Далее, в зависимости от динамичности рынка, цикличность составляет 7–15 лет. Задержка с рефакторингом на 1–2 года приводит к выходу процессов оперативного управления во «внесистемную» сферу, система управления по показателям полностью деградирует.

Нет ничего криминального в том, что планирование будет вестись в одном приложении, запуск – во втором, за операторский интерфейс будет отвечать третье, за цеховую визуализацию – четвёртое и т.п. Главное, чтобы все интерфейсы соответствовали функциональной задаче, чтобы была единая система аутентификации, чтобы пользователям не приходилось переключаться между экранами и пр. Всё должно быть подчинено модели ежедневной деятельности специалиста и оптимизировано под неё.

Периодический переход с одних систем на другие, хоть и кажется на первый взгляд проблемным, не будет серьёзной проблемой при соблюдении нескольких простых правил:

- ориентация на стандарты и рекомендации;
- продуманный и документированный интеграционный ландшафт;
- предварительная проработка возможных путей развития и взаимодействие с потенциальными вендорами и системными интеграторами.

Интеграция нового решения в существующий системный ландшафт состоит из двух этапов: подготовки решения к интеграции в системный ландшафт и его вовлечения в управленческий процесс. Чтобы минимизировать вторую часть, нужно стараться максимально полно, насколько это возможно, провести предварительную работу по анализу возможности доработки тех или иных решений. Например, через превентивные запросы вендорам на предмет возможности соответствия конкретным системным требованиям. Это будет, по своей сути, процесс НИР, но затраты на него окупятся за счёт сокращения сроков ввода новых возможностей в промышленное использование.

Хорошей практикой является наличие тестовой среды, отражающей реальную управленческую модель предприятия, на которой апробируются новые решения, компоненты и интеграционные схемы. Для крупных предприятий возможна разработка имитационных модельных комплексов для сравнительной оценки эффективности альтернативных путей развития. И такие комплексы, кроме прочего, могут стать инновационной составляющей процесса захвата и удержания лидирующих позиций на рынке.

Инструмент без процесса бесполезен. Система оперативного управления обеспечит нужный эффект тогда и только тогда, когда развитие ИТ-активов происходит в контексте изменений в структуре организации, учёта, процессов принятия решения, производственных и логистических бизнес-процессов.

MES и ERP

Процессы оперативного управления не существуют обособленно, а завязаны в единый блок с процессами операционного и корпоративного управления. В контексте управления производственными процессами наиболее важной и критичной является связка MES – системы ERP/MRP, о которой стоит поговорить отдельно.

ERP, как и MES-системы, являются, по своей сути, управляющими. Одна из них планирует и регулирует деятельность на ресурсном уровне в масштабах компании, другая – на уровне отдельно взятых процессов и подразделений. В сильно упрощённой модели можно считать, что эффективность системы управления EFF определяется точностью системы управления CP и границей оптимизационного охвата CB :

$$EFF = CP \times CB$$

Точность определяется тем, насколько алгоритмы системы управления обеспечивают приближение к теоретическому максимуму, охват – сколько одноуровневых процессов участвуют в оценке эффективности решения.

Когда на предприятии действуют две системы управления, при этом каждая стремится оптимизировать предприятие в рамках своих критериев, то ведущей является та, которая имеет лучший показатель EFF . Системы класса ERP имеют меньшую точность за счёт большего уровня агрегации данных, но, зато, широкий охват. Для MES характерны высокая точность локальной оптимизации, но существенно меньшая граница охвата.

Несмотря на ведущую роль ERP в задачах учёта и корпоративного управления, полноценное внедрение методов управления и планирования MRP-II – процесс сложный и долгий, требующий большой предварительной работы. Он с самого начала обеспечивает широкий охват, но точность на первых порах будет очень низкая. Внедрение MES на локальных участках,

напротив, обеспечивает достаточно быстро хорошую точность локальной оптимизации, но небольшой охват.

Рассматривая условную динамику развития систем управления MES и ERP с точки зрения показателя *EFF* (рис. 2.20), сначала в части управления выигрывает MES, в то время как эффективность управления уровня ERP/MRP низкая, сильно ниже возможностей системы оперативного управления MES-систем.

По мере уточнения НСИ, наладки процессов, стандартизации, развития алгоритмов анализа и планирования управленческая эффективность процессов MRP-управления и ERP-систем растёт. Эффективность MES и оперативного управления тоже растёт, но медленнее, она ограничена границей охвата. В какой-то момент времени кривые пересекаются, эту точку можно считать «точкой перехода власти».

До этой точки ведущим по показателю *EFF*, а значит, и ведущим процессом управления на предприятии будет оперативное управление. После – управление по моделям MRP-II, так как широкий оптимизационный охват в масштабах предприятия обеспечит совокупный положительный эффект выше локальных

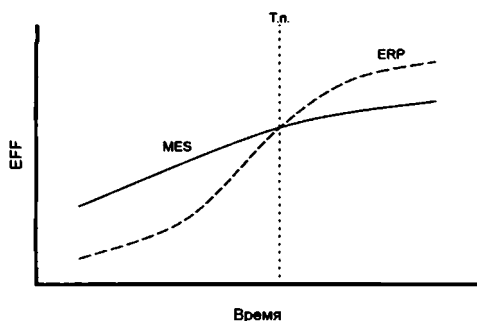


Рис. 2.20 Сравнительная динамика показателя *EFF* систем MES и ERP

систем оперативного контроля. Теоретически все методы должны сойтись в точке 100% эффективности и 100% охвата, но это в принципе недостижимо в силу вычислительной сложности и неизбежной неопределённости, делающих такие расчёты невозможными.

Факт, что после точки перехода значение *EFF* у ERP становится выше, ни в коем случае не означает, что MES-система становится не нужна: достижением этого уровня ERP обязано именно наличию развитого уровня оперативного управления, который «нормализует» производственные процессы предприятия, обеспечивая возможность MRP-оптимизации.

Если после достижения «точки перехода» замедлить развитие уровня оперативного управления и MES-систем, это приведёт к тому, что реальный показатель *EFF* уровня ERP упадёт, а вместе с ним снизится и реальная эффективность работы предприятия в целом. Этот провал будет очень сложно заметить и найти реальную причину. А выходить из такой ситуации придётся переводом предприятия обратно на управление «от MES» и снова достигая точки перехода, но уже с анализом допущенных просчётов.

Без выхода на «точку перехода» выйти на управление по оптимизационным показателям в масштабах предприятия в целом невозможно, но именно такая модель является целью. Даже если все цеха будут идеально локально оптимизированы, общая эффективность предприятия всё равно будет на уровне не более 60–70% от возможного.

Часто на этапе построения стратегических планов развития возникает дилемма: что нужно сначала, внедрять ERP и алгоритмы MRP-II или строить MES? Правильный ответ – и то и другое вместе, балансируя эти потоки развития. Дискуссии на тему «что важнее, ERP или MES?» не имеют реального смысла: это, прежде всего, инструменты в рамках соответствующих процессов управления, а уже потом программные комплексы. И ответ на вопрос «что нужно?» определяется исключительно стратегией и планами развития предприятия.

MES: функциональный ракурс

Даже торговец шерстью должен заботиться не только о том, чтобы самому подешевле купить и подороже продать, но ещё и о том, чтобы вообще могла вестись беспрепятственно торговля шерстью.

Б. Брехт. Жизнь Галилея

3.1 Корпоративные процессы и MES	149	Мониторинг и визуализация производства	192
Операционная модель деятельности	149	Обеспечение качества	197
Производственные и бизнес-процессы	153	Планирование	203
Диаграммы создания ценности	156	Анализ показателей	208
Операционное вытягивание	160	3.4 Системный ландшафт MES	212
Моделирование деятельности	164	Функциональный ландшафт	213
3.2 Функциональная структура MES	168	Компонентный ландшафт	218
Модель MESA-II	169	Программно-аппаратный ландшафт	224
Контекстная модель	172	Интеграционный ландшафт	229
Модель c-MES	174	Стандарты серии ISA-95/ISA-88	234
Современная трактовка MESA	177	Информационная безопасность	239
Модель MOM	179	3.5 Эффективность и MES	246
3.3 Исполнительные задачи MES	183	Локальная эффективность	247
Сбор объективных данных	184	Операционная эффективность	251
		Стратегическая эффективность	255

От задач управления перейдём непосредственно к инструменту, которым это управление осуществляется и который обеспечивает достижение результатов. Поговорим о MES в его функционально-техническом аспекте.

MES – это не методология и не модель управления, это инструмент, настроенный определённым образом программно-аппаратный комплекс, призванный решать чётко заданный круг задач, у которого есть свои требования по надёжности, производительности, интеграции и пр. Как и в работе любого мастера, для менеджера хороший инструмент – важное подспорье успеха. Поэтому порядок в процессах и удобство использования – это своеобразная модель «5S» для операционного менеджера.

В фокусе такого подхода нужно оценивать MES с двух сторон:

- функциональное покрытие необходимых задач;
- надёжность и безотказность как актива, критичного для бизнеса.

Наиболее близкая аналогия для MES – мозг человека: несколько видов и уровней обработки, отдельные элементы информации обрабатываются, очищаются, агрегируются и передаются на верхнележащие уровни, где они снова агрегируются, на основании этих данных через сравнение с ассоциативным шаблоном формируется образ ситуации и принимаются решения. Принципы организации MES должны схожи с этим процессом.

Мозг у всех работает по-разному. Есть гении, есть люди с ярко выраженными отклонениями. Преимущество в случае с MES в том, что при синтезе системы управления есть все возможности построить и настроить её так, чтобы минимизировать негативные влияния «наследственности» и других подобных факторов.

Можно увидеть ещё много интересных аналогий между процессами, происходящих в мозгу человека, и процессами на производстве: неверная интерпретация событий, игнорирование фактов, не укладывающихся в жизненный опыт и пр. Даже многие известные психические отклонения имеют свои анало-

гии. Такие игры «в аналогии» часто позволяют взглянуть на процессы с другого ракурса, увидеть суть проблем и найти не компромиссное, а прорывное разрешение конфликта.

3.1 Корпоративные процессы и MES

MES – система управления, которая для производственного предприятия, как никакая другая, тесно связана с актуальными процессами. А поскольку управляем мы фактически не реальным предприятием, а его отображением в информационно-управляющей системе, то от адекватности этого отображения будет сильно зависеть точность управления и достижение целей.

Для внедрения и развития MES корпоративные процессы всех уровней операционной деятельности должны быть понятны и упорядочены ещё до начала внедрения (вспомните про V-модель), описаны, и это описание должно постоянно поддерживаться в актуальном состоянии.

Но, как и в других ракурсах, в случае MES имеются свои нюансы, которые должны быть приняты во внимание, иначе ожидаемого эффекта не будет.

Операционная модель деятельности

Система управления современного (крупного) предприятия сложна и многоступенчата (рис. 3.1). Все процессы делятся на четыре тесно связанные между собой основные группы:

- производство;
- производственный менеджмент;
- вспомогательные и обеспечивающие процессы;
- процессы анализа и развития.

Эта иерархия должна быть описана и задокументирована, но описана так, чтобы это представление было полезно для построения эффективного MES-контура.

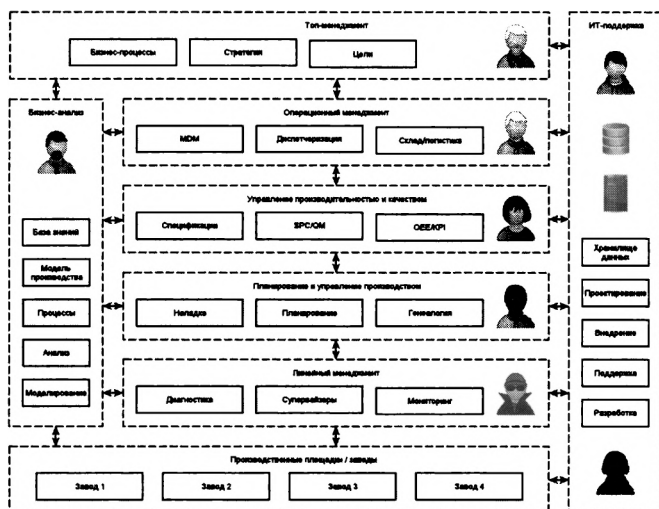


Рис. 3.1 Управленческая модель предприятия

Ключевым фактором построения операционно-эффективной структуры управления является работа в едином информационном пространстве, единых метриках, показателях и инструментах управления. Все системы оперативного управления предприятия, к которым относится и MES, формируют эти информационные активы и потоки.

Описывая и моделируя операционную модель деятельности предприятия важно выбирать такую степень детализации и такие нотации, которые отражали бы внутренние связи как с точки зрения метрик, так и с точки зрения используемых инструментов, методов, временных циклов, ограничений и пр.

Операционная модель деятельности, для использования её в процессах построения MES-контура, должна включать:

- иерархическую управленческую модель;
- методы и принципы управления, используемые на каждом из уровней и в каждом функциональном подразделении;

- измеримые показатели деятельности, которыми характеризуются процессы.

В структуре и процессах предприятия необходимо выделять вертикальные управленческие потоки, которые должны оперировать с одной и той же, а не «одинаковой» информацией, где недопустимо отставание и расслоение информации по временным горизонтам.

Внедрение систем оперативного управления проходит, как правило, локально по подразделениям, поэтому операционная модель должна определять характерные временные показатели процессов (локальных и внешних, кооперационных), критичность связей, стабильность, возможные риски.

Операционная модель не является доктриной, она периодически изменяется, подстраиваясь под текущие цели и задачи. Процедуры регламентированных изменений, анализа корректирующих мероприятий в части MES и других систем оперативного управления должны быть обязательной практикой.

Для контура оперативного управления операционная модель деятельности является основой настройки взаимодействия уровней стратегического и тактического менеджмента и соответствующих систем управления.

Описывая операционную модель предприятия, нужно стараться не максимально детализировать, а ориентироваться на то, какое звено бизнес-цепочки на текущем этапе развития является ключевым и центральной точкой управления. И стараться максимально полно описывать смежные функции в терминах и требованиях ключевого процесса.

Источник операционной модели для задач построения MES не принципиален: это может быть блок в описании бизнес-архитектуры предприятия, часть описания структуры организации бизнеса и др. Важно, чтобы из неё могла быть выделена часть, описывающая деятельность предприятия в разрезе ESSO – Environment-Strategy-Structure-Operations (окружение – стратегия – структура – операции), например как предложено Лимом (2010 г.) (рис. 3.2).

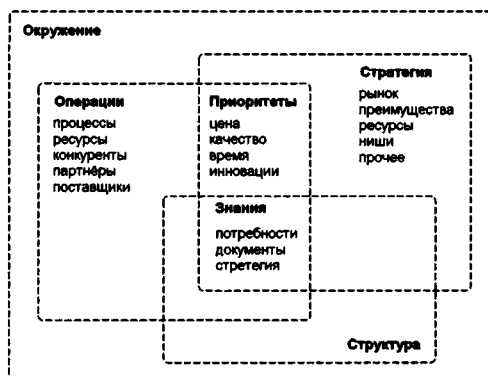


Рис. 3.2 Модель ESSO

Модель ESSO, если внимательно посмотреть на её структуру, интересна тем, что в ней между уровнями операций и стратегией находится блок операционных приоритетов, который по своей сути описывает требования, необходимые для достижения конкурентного преимущества, их баланс определяет требования к отдельным процессам.

По уровню обобщения операционная модель должна соответствовать уровню концептуальной модели деятельности в онтологии Захмана, если говорить в терминах системной инженерии и архитектуры предприятия (см. ГОСТы серии 57100).

Поступательное развитие компании ведёт к постоянному перераспределению функций внутри управленческой иерархии и, соответственно, изменению её структуры. Общей тенденцией и критерием корректно выстроенного процесса внедрения является перемещение точек принятия решений вверх по иерархии, при этом нижележащие уровни теряют базовые функции управления (распределения работ, например), но расширяют функции мониторинга и контроля графика и заданных показателей процессов.

Производственные и бизнес-процессы

Для внедрения MES производственные и обеспечивающие бизнес-процессы должны быть записаны и задокументированы. В отличие от «офисных» бизнес-процессов, производственные изначально формируются в связке с событиями, поэтому имеют ряд особенностей при описании и формализации:

- схемы должны быть реальными и актуальными, в вариантах «как есть» и «как будет»;
- для описания используются событийные нотации, например, EPC;
- события выбираются только регистрируемые, имеющие однозначный и чёткий физический смысл;
- на диаграммах рекомендуется указывать характерные времена между событиями;
- на диаграммах указываются точки сбора данных и операции передачи информационных пакетов между системами;
- хорошей практикой является построение параллельных описаний бизнес-процессов нескольких подразделений в одной цепочке создания ценностей с синхронизацией событий между ними;
- схемы бизнес-процессов должны соответствовать функциональным моделям работы систем MES и АСУПП, схемам создания ценности VA(C)D, технологическим процессам.

Детализация процессов при описании должна соответствовать требованиям к MES: если в URS есть потребность реакции на каждый цикл или брак, то и детализация процессов должна быть соответствующая. Для событийных диаграмм нужно отражать те события, которые регистрируются MES-системой.

Процессы предприятия должны быть описаны в двух разрезах:

- производственные процессы на цеховом уровне;
- связанные с производством управленческие бизнес-процессы корпоративного уровня.

Ко второй группе относятся процессы закупки материалов, планирование производства, учёт готовой продукции, расчёт за-

рабочной платы рабочих и т.п. Формально всё это не вопросы MES, но их понимание важно для правильного проектирования MES-уровня.

Общекорпоративные бизнес-процессы, как правило, описывают в статических нотациях IDEFx, но для проектирования MES-контура необходимо их укрупнённое описание в событийной нотации, в той же, что и описываются основные цеховые процессы. Обычно для этой цели используется нотация EPC – Event-driven Process Chain, процессы, запускаемые событиями, или её модификации, более корректно отражающие специфику деятельности конкретного предприятия.

EPC-диаграмма оперирует с событиями, которые порождают некоторый поток действий, а действия, в свою очередь, порождают новые события (рис. 3.3). У всех сущностей нотации есть общепринятые обозначения, которые позволяют легко читать такие схемы. Каждое действие генерирует какие-то данные, которые где-то фиксируются. Это тоже отражается на диаграмме.

Все диаграммы должны быть контекстными, ориентированными на конкретный функциональный процесс, а все собы-

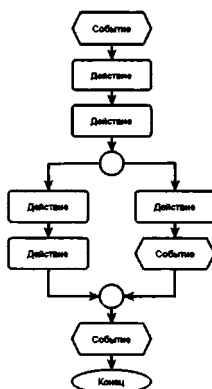


Рис. 3.3 Схематический пример диаграммы EPC

тия и действия – значимые в рамках описываемого контекста. Не нужно стремиться изложить все процессы и связи в рамках одной глобальной диаграммы: она получится нечитаемой, неуправляемой и практически бесполезной. Диаграмм должно быть много, они должны быть непротиворечивыми и дополнять друг друга, представляя процесс в разных ракурсах.

Для корпоративных диаграмм характерны события, связанные с производственной деятельностью: получен заказ на ТМЦ, выданы ТМЦ со склада, сформирован заказ на производство и т.п. Для производственных диаграмм характерны свои события: получен заказ на производство, выпущена партия изделий, закрыта смена и т.п. Характер этих событий разный, но они являются зависимыми. И эта зависимость должна отражаться на диаграммах.

Хорошей практикой является описание производственных процессов параллельно с бизнес-процессами в две колонки, отмечая передачу информации между разными системами управления (например, MES и ERP или MES и WMS), и временную синхронизацию событий (рис. 3.4).

Описание процессов в таком формате позволяет корректно настроить схемы информационного взаимодействия, определить требования к межсистемным стыкам. Правильно построенная модель процесса – часть функциональной и основа технической спецификации, а кроме того, фактически инструкция для пользователя, как и что нужно делать, с хорошей визуализацией в части понимания «зачем» и почему «именно так».

Основные правила процесса разработки и сопровождения схем процессов:

- регулярно пересматривать и актуализировать схемы;
- не усложнять и не перегружать схемы, наоборот, максимально их упрощать, например, использовать модели FAD – Function Allocation Diagram, модели описания отдельных функций;
- учитывать, что один процесс для разных задач может иметь несколько схем с разными ключевыми событиями;

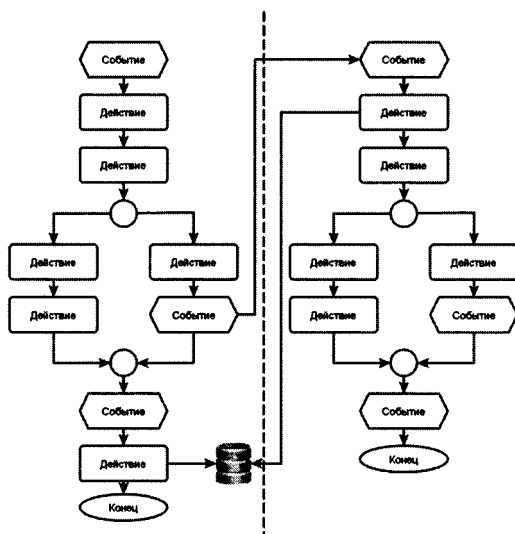


Рис. 3.4 Параллельные потоки производственных и бизнес-процессов при моделировании

- помнить, что целью описания процессов является не документ, описывающий процесс, а положительный эффект, полученный от системы управления, спроектированной на основе описанного процесса.

Схемы процессов в контексте развития MES являются не статичным отчётным документом и обязательным приложением к проектной документации, а ежедневным рабочим инструментом, по которому строятся планы развития, оценивается функциональное покрытие процессов и пр.

Диаграммы создания ценности

Описанные через события процессы необходимы для проектирования информационной среды, но они не отражают, как

именно происходит формирование ценности, например, выпуск единицы продукции. Для этой цели служат другие стандартные модели:

- верхнеуровневая модель цепочек создания ценности VA(C)D – Value-Added (Chain) Diagram;
- технологическая модель потоков создания ценности VSM – Value Stream Map.

Нотация VAD, предложенная М. Портером, ориентирована на описание связанных бизнес-процессов, как процессов, создающих ценность в виде услуг или продукции для потребителя. Обычно это модель, объединяющая как основные, так и обслуживающие процессы.

Каждый бизнес-процесс на диаграмме (рис. 3.5) описывается с точки зрения ценности, который он создаёт, необходимыми ресурсами и ключевыми параметрами эффективности. Кроме этого, модель описывает участие различных бизнес-подразделений в процессах с точки зрения информационных входов/выходов. Сами процессы могут быть иерархические, когда каждый процесс имеет внутреннее описание.

VAD-диаграммы для задач проектирования систем управления производством полезны с нескольких точек зрения:

- определяются основные функциональные блоки системы управления;



Рис. 3.5 Схематичная модель нотации VAD

- определяются информационные стыки и распределение функций между подразделениями;
- определяются требования по информационному и документационному обеспечению процессов;
- определяются обратные связи процессов управления.

Последний пункт – крайне важный элемент модели для задачи построения системы управления. Он часто опускается при построении моделей для целей сертификации на стандарты менеджмента качества, но для целей внедрения систем производственного управления всех уровней он необходим.

При построении диаграммы VAD определяются целевые показатели ценности по процессам, они описываются или в рамках самой диаграммы, или в сопроводительных документах. Эти показатели являются измеримыми и должны быть включены в модель метрик и оцениваться на соответствие установленным нормативам.

Модель VAD является концептуальной, рекомендуется выделять на верхнем уровне от 6 до 8 ключевых процессов в рамках рассматриваемой задачи. Выбор ключевых процессов и степени их детализации зависит от текущего этапа развития, зрелости, сложившегося системного ландшафта, целей и задач управления.

На уровне производственных цепочек и операций нужна более детальная схема. Хороший результат даёт применение появившейся примерно в 1990 году в моделях бережливого производства схемы наглядной визуализации процессов создания ценности VSM – Value Stream Map, которая не только наглядно изображает, но и собирает воедино информацию (материальные, временные и информационные потоки) о процессах создания ценности, являясь одновременно инструментом анализа и развития.

VSM-диаграмма – это описание цепочки связанных процессов с трёх ракурсов (рис. 3.6):

- информационных потоков;
- производственных процессов с основными показателями;

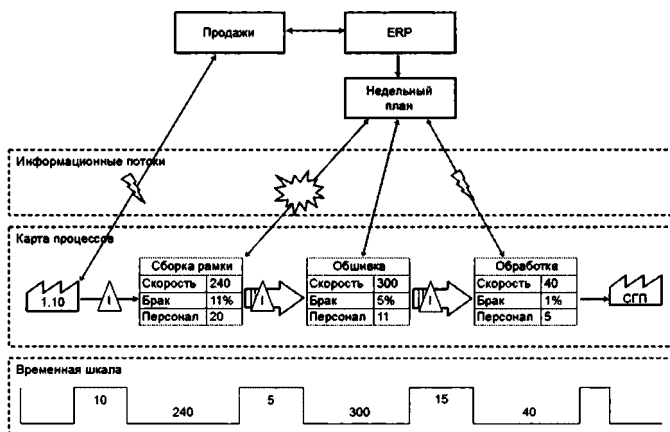


Рис. 3.6 Пример модели описания процессов VSM

- типичной временной шкалы деятельности.

Нотация имеет рекомендованную структуру символов, которые образуют три уровня модели. Нижний уровень – временная шкала процесса, в этой модели она обязательна и играет ключевую роль. В других нотациях, например, EPC, указывать характерные времена участков диаграммы желательно, но не обязательно. Часто на моделях VSM указываются проблемные точки цепочки, например, недостаточный уровень качества, сверхнормативная загрузка, потребность в визуальном контроле и пр.

С точки зрения систем оперативного управления, диаграммы VSM имеют свою роль и ценность, причём эта ценность меняется в процессе роста информационной зрелости.

На этапе начала внедрения VSM-диаграммы могут быть построены по состоянию «как есть» в режиме «ручного» анализа и сбора необходимых данных, необходимые методики хорошо описаны в литературе. Эти модели определяют базовый набор показателей, мониторинг которых необходимо обеспечить в рамках внедряемых средств управления.

По мере развития MES-контура показатели диаграммы выводятся на объективный уровень контроля, карты VSM актуализируются, появляется реальная возможность формировать на их основе мероприятия по улучшению.

После вывода карт VSM на высокий уровень актуальности и объективности, MES становится инструментом анализа эффективности мероприятий по повышению эффективности процессов, анализируя:

- временные характеристики производственных циклов;
- буферные и складские запасы;
- времена, потраченные на производство, переналадку и пр.;
- времена межоперационных перемещений;
- состояние оборудования;
- процент несоответствий.

Интеграция показателей контроля MES и карт VSM позволяет обеспечить оперативный расчёт текущего уровня потерь, оценивая скорость достижения заданных стратегией текущего цикла значения показателей эффективности.

Чтобы цепочка VAD – VSM – MES работала, процессы разработки карт VSM и внедрения MES должны идти в тесной связке, постоянно сверяя набор показателей контроля и направленность корректирующих мероприятий с оперативными и стратегическими целями и задачами развития.

Операционное вытягивание

Выстраивая цепочку производственных бизнес-процессов и накладывая на них систему оперативного управления, следует помнить, что есть риск того, что модель управления окажется неустойчивой, и одни и те же типовые процессы будут протекать по разным сценариям. Такие ситуации снижают эффект от модели управления, и риск возникновения такой ситуации необходимо учитывать при проектировании системы управления.

В функциональном блоке бизнес-процессов система управления решает две ключевые задачи:

- берёт на себя (автоматизирует) рутинные детерминированные операции;
- оптимизирует деятельность в рамках заданного критерия.

С первой задачей всё понятно, со второй – гораздо сложнее. Оптимизация в модели локального управления строится по внутренней деятельности, ограничения по входам/выходам процесса в части синхронизации часто оказываются неучтёнными. Если не накладывать дополнительных ограничений, такая ситуация приведёт к «разбалансу» операционной деятельности.

Поясним на примере. В технологической цепочке два этапа: участок изготовления деталей и сборочный участок, причём циклы производства детали и сборки отличаются на порядок. Для участка изготовления в модели локальной оптимизации выгодно сделать сразу всю партию, но для участка сборки это испортит показатели (по буферным запасам, например).

Теоретическим решением является построение модели деятельности от целевых корпоративных показателей в рамках кооперационной модели, но в реальности до стадии «сквозной» синхронизации нужно дойти. Как минимум, на начальном этапе процессы настраиваются исключительно в модели локальной деятельности.

Минимальными инструментами стабилизации производственной бизнес-цепочки являются:

- производственная доктрина, задающая обязательные нормы и правила работы;
- прозрачность средств локального управления и алгоритмов планирования;
- разумное предварительное согласование деятельности по входам/выходам.

Слово «разумное» в последнем пункте – компромисс между «всё» и «ничего». Единственное, чего нужно избегать, так это согласования в режиме постоянных производственных совещаний и безликих субъективных понятий «приоритета». Напротив, это должна быть процедура, основанная на объективных данных и правилах, насколько это возможно.

Цепочка отдельных процессов, части которой синхронизируются друг с другом в таком режиме, не будет устойчивой: каждый процесс имеет несколько входов/выходов и по мере согласования одних компромиссных показателей будут портиться другие, это будет требовать их нового пересмотра и т.д.

Чтобы такого не происходило, в цепочке должен быть выделен один (реже, для длинных цепочек, два или три) ведущих процесса, которые оптимизируются внутри себя по локальным показателям, а смежные процессы подстраиваются под него. Назовём такой процесс «точкой операционного вытягивания».

Чтобы выбрать эту точку, операционные цепочки должны быть проанализированы с позиции наличия определяющих факторов лидерства:

- компетенция персонала;
- стандартизация документооборота;
- наличие инструментов оперативного управления;
- исторически сложившиеся уровни влияния.

Анализ этих данных покажет точку с максимальной упорядоченностью внутренних процессов, или точку с максимальной компетенцией, или точку с максимальной степенью влияния, или какую-то другую точку, которая реально управляет или ограничивает процесс в целом. Они анализируются и одна из них декларативно принимается за «точку вытягивания». Без подобного анализа реальная ситуация такова, что де-факто точка вытягивания присутствует, но постоянно переходит от одной бизнес-структуры к другой, снижая упорядоченность процессов практически до уровня хаоса.

Для производственного участка точка вытягивания – дирижёр всей деятельности, именно она (точнее, связанный с ней процесс) выставляет требования на все предшествующие процессы, «вытягивающее» управление: кто, к какому времени и что должен сделать. И управляет последующими процессами в цепочке, выдавая текущие задания, работа по «выталкивающему» принципу.

Это может быть точка планирования, запуска, диспетчеризации, склада готовой продукции и т.п. Всё зависит от используемой модели управления, схемы производства, компетентности конкретных специалистов и развития систем оперативного управления (рис. 3.7).

Точка операционного вытягивания редко бывает постоянной (кроме случаев, когда она определена доктриной), чаще она плавающая. На каждом уровне операционной иерархии постоянно идёт развитие MBI – MBO – MBV: сначала жёсткие инструкции и контроль их соблюдения, потом работа на целевые показатели, потом работа на корпоративные процессы.

Соответственно, будет мигрировать и точка вытягивания: сначала это будет формирование и выдача заданий, потом диспетчеризация, затем планирование, например. Но это не просто формальная передача лидерства, это результат изменений в структуре, процессах, корпоративной политике, модели мотивации и пр.

Перенос точки вытягивания – продуманный и целенаправленный процесс. На каждом цикле анализа текущего состояния необходимо заново выявлять точку (точки) вытягивания

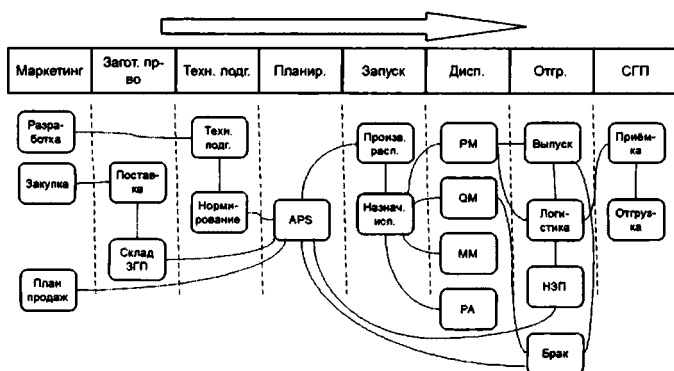


Рис. 3.7. Пример схемы выбора точки операционного вытягивания

«как есть»: может так случиться, что по факту точка реального вытягивания не совпадает с плановой. Далее, на основе анализа фактической ситуации и корпоративной стратегии развития, определяется точка вытягивания для целевой модели и на переходный период (среднесрочный план).

MES-система для процесса, обеспечивающего вытягивание, является основной поддерживающей системой. Поэтому при разработке функциональной спецификации необходимо обратить особое внимание на интеграционные и кооперационные связи, на полноту и достаточность данных для работы системы MES как системы поддержки принятия решений.

Моделирование деятельности

В случае, если в планах работ по развитию предусмотрена разработка не только моделей бизнес-процессов, но и реализация возможности построения на их основе имитационной модели деятельности (в том числе производственной), такие модели могут стать хорошим подспорьем при разработке систем оперативного управления, а иногда и их составной частью.

Крайне важно, чтобы задачи и принципы моделирования совпадали с моделью развития предприятия. В этом случае модели будут полезны для улучшения качества систем оперативного управления, возможны несколько сценариев использования:

- оценка систем управления с точки зрения информационных входов/выходов;
- оценка устойчивости систем управления, задачи имитации отказа части функциональности;
- выявление узких мест и недостаточной производительности систем;
- использование имитационных моделей в качестве аналитических модулей;
- построение сценарных альтернатив для принятия решений.

Не все модели одинаково полезны. 3D-модели, например, хотя и называются часто «цифровыми двойниками», зачастую не

являются даже функциональными двойниками реального завода, что куда более существенно. Такие модели могут оказаться полезными при решении специализированных задач, но не для задач ежедневного оперативного управления.

Функциональное моделирование, в том числе имитационное, может выполняться на всех уровнях управления, от стратегического до технологического, на каждом из уровней предпочтение отдаётся своим методам и подходам, каждый уровень имеет свои требования к точности моделей и исходных данных (табл. 3.1).

Для задач оперативного управления наиболее важными являются модели оперативного и технологического уровня, которые, по своей сути, такие же событийно-ориентированные, как и системы управления. Для этих уровней очень высоки требования к точности модели, что обычно делает их разработку затратным и длительным процессом.

Ресурсы на моделирование необходимо оценивать в разрезе полного жизненного цикла модели. При первичной оценке хорошо работает эмпирическое правило 40:20:40 – соотношение трудозатрат на описание проблемы и предварительный анализ, построение самой модели и последующую верификацию, ва-

Таблица 3.1 Уровни имитационного моделирования

Уровень	Методы моделирования	Треб. точность	Направленность
Стратегический	Агентное моделирование	40%	Базовые зависимости
Тактический	Системно-динамическое моделирование	60%	Оценка рисков
Оперативный	Событийное и термодинамическое моделирование	80%	Операционная эффективность
Технологический	Физическое моделирование	95%	Технологическая эффективность

лидацию и уточнение. Затраты на будущее сопровождение и плановый срок использования зависят от поставленной задачи, чтобы в контексте этой задачи в процессе развития модели адекватно отражали текущее состояние.

Затраты можно оптимизировать, рассматривая задачи бизнес-моделирования и имитационного моделирования в комплексе и выстроив их таким образом, чтобы они в совокупности обеспечивали синтез системы управления предприятием для контура MES. Задача сложная, требующая высокой квалификации системного архитектора, но в случае успеха цикл изменений по V-модели будет проходить существенно быстрее за счёт оптимизации стадии функционального проектирования.

Иногда системы имитационного моделирования, если выстроены правильно, становятся инструментом, обеспечивающим долгосрочное конкурентное преимущество. Особенно сильно это проявляется в металлургии и на предприятиях технологического типа. Основой таких моделей оперативной деятельности часто становится информация, накопленная в корпоративной базе знаний, анализ закономерностей и зависимостей данных MES.

Имитационные модели предприятия бывают нескольких базовых типов:

- технологические модели;
- тактические модели деятельности;
- тренажёрные комплексы.

Технологические модели наиболее распространены на предприятиях технологических отраслей. На рынке представлен целый ряд решений от поставщиков компонентов АСУТП. Например, платформа SIMIT компании SIEMENS, предназначенная для создания продуктов в связке «АСУТП – модель ТП», UniSim компании Honeywell, SimCentral от AVEVA и др. Все подобные системы имеют свою специфику и работают на уровне физических принципов контролируемых процессов.

Для систем оперативного управления такие комплексы дают возможность расширять число параметров мониторинга расчёт-

ными данными, моделировать динамику развития событий и т.п. для обеспечения дополнительного превентивного контроля.

Тактические оперативные модели обычно используют событийные алгоритмы. Это могут быть модели теории массового обслуживания, сети Петри, различные языки имитационного моделирования, например, GPSS/H – General Purpose Simulating System, система моделирования широкого применения.

Наиболее эффективны такие системы в ярко выраженных перекладных производствах с жёсткими требованиями к прослеживаемости или сложными сценариями контроля качества продукции. Например, в металлургии.

Пример такой системы моделирования сортопрокатного цеха, разработанной А. Петриковским, показан на рис. 3.8. Получая в качестве входных данных структуру производства, перечень тегов АСУТП, данные паспортов плавки входящих слывов, требования к структуре паспорта продукции и пр., система анализирует расхождения, синтезирует модель управления цехом и обеспечивает возможность сценарного визуального моделирования деятельности с имитацией различных сбоев и отказов в системе управления: отказ датчика, ошибка счётчика, появление немаркированной заготовки и пр.

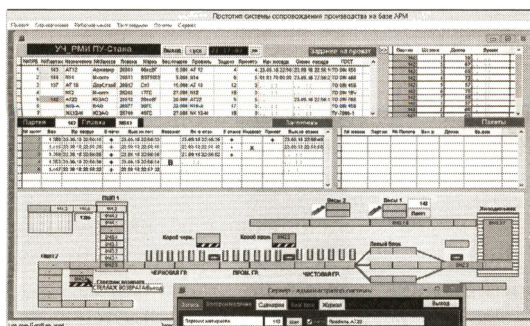


Рис. 3.8 Пример системы моделирования металлургического производства А. Петриковского

Такие упрощённые системы в подобных случаях оказываются чрезвычайно полезны, так как при невысокой стоимости разработки и актуализации они позволяют быстро проанализировать последствия тех или иных отказов, сформировать перечень изменений в данных и процессах при изменении структуры оборудования, требований по контролю качества, структуры входных и выходных документов.

Модель производства должна помогать в построении системы управления, а не «жить своей жизнью» и не быть источником ошибок. «Вы не знаете то, чего вы не знаете», как говорил классик, и это правильно. Но если есть хорошая имитационная модель, то есть возможность узнать чуть больше. И сделать MES-систему ещё немного полезнее.

3.2 Функциональная структура MES

Вторым этапом после формирования требований к MES в разрезе корпоративных процессов и стратегии идёт функциональное проектирование. В этой главе рассмотрим стандартные шаблоны, описывающие структуру задач, решаемых системами оперативного управления.

При функциональном проектировании MES-контура предприятия важно не ограничиваться формальным решением текущих задач управления. Предназначении MES – стать драйвером развития, а не просто учётным инструментом. Для этого нужно учесть лишь несколько простых правил.

Во-первых, модель должна давать объективный и независимый взгляд на ситуацию, помогать «ставить диагноз» и принимать корректирующие меры. А не только формально управлять и контролировать: перенос «ручной» модели управления к компьютерную среду не даст реального эффекта.

Во-вторых, функциональная модель в контексте организации производства должна формализовать и включать в себя все

проверенные лучшие практики, как внутрикорпоративные, так и отраслевые. И то, что обычно называют опытом и интуицией.

В-третьих, хоть MES-системы и работают на уровне цеха, но вся их функциональность сфокусирована на достижение операционных и верхнеуровневых показателей. Ключевое правило: MES – инструмент достижения не локальной, а глобальной эффективности. Эффективность начинается в цеху, но она не должна там заканчиваться.

Модель MESA-11

Первая попытка стандартизации функций MES-систем и их спецификация была опубликована ассоциацией MESA International (www.mesa.org) в 1997 году в модели MESA-11, где предлагалась условная функциональная модель цеховых систем оперативного управления. Как наиболее цитируемая, она долгое время считалась «классической».

Разработка данной модели велась в рамках попытки стандартизировать функциональность и терминологию, так как системы класса MES только зарождались и общепринятых подходов ещё не было выработано. Часто эту модель ошибочно трактуют как состав модулей, но это не совсем корректно, это именно функциональная модель.

Модель MESA-11 включает следующий набор функций [MESA WP6] (на рис. 3.9 приведена схема в оригинальном виде):

1. RAS – Resource Allocation and Status, контроль состояния и распределение ресурсов, включает управление ресурсами – оборудованием, материалами, персоналом, документами;
2. ODS – Operations/Detail Sequencing/Scheduling, оперативное детальное планирование, упорядочение производственных заданий, основанное на очередности;
3. DPU – Dispatching Production Units, диспетчеризация производства, управление потоком единиц продукции в виде заданий, заказов, серий, партий, заказ-нарядов;

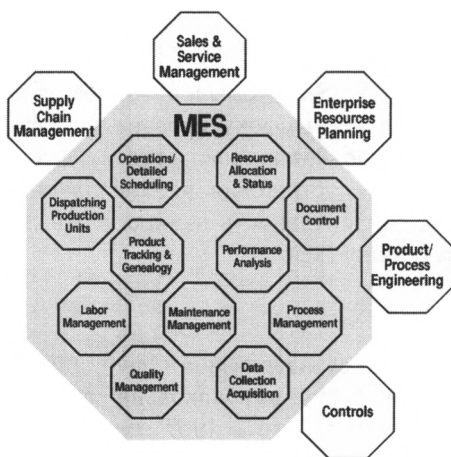


Рис. 3.9 Модель MESA-11 [MESA WP6]

4. DOC – Document Control, управление документами, контроль документов, сопровождающих выпускаемое изделие;
5. DCA – Data Collection/Acquisition, сбор и хранение данных, процесс получения, накопления и передачи технологических и управляющих данных;
6. LM – Labor Management, управление персоналом, получение информации о персонале и управление им;
7. QM – Quality Management, управление качеством, анализ в реальном времени показателей качества;
8. PM – Process Management, управление производственными процессами;
9. MM – Maintenance Management, управление техническим обслуживанием и ремонтом, мониторинг и управление процессами ТОиР оборудования, инструмента, оснастки;
10. PTG – Product Tracking and Genealogy, отслеживание и генеалогия продукции, возможность получения информации о состоянии заказа и истории производства;

11. PA – Performance Analysis, анализ производительности, отчётность о фактических показателях производственных процессов.

Ценность модели заключалась в её своевременности: на рынок вышло множество разработчиков систем оперативного управления производством, и появление такой модели позволило нормализовать терминологию, функциональный охват, дало возможность пользователям и разработчикам лучше понимать друг друга. Пользователи проецировали свои потребности на модель, а разработчики старались покрыть потребности, группируя свои модули и компоненты тоже в структуру модели.

Несколько слов про модели ассоциации MESA. Таких моделей несколько (о них рассказ далее), но в связи с такой «множественностью» часто можно слышать рассуждения на тему того, какая функция исключена, какая переименована и т.п. Особенно много дискуссий про функцию планирования. Такие рассуждения некорректны, и вот по какой причине.

Модели MESA описывают функциональность систем MES на текущем витке развития систем производственного управления в мире. При этом сами системы становятся сложнее, идёт миграция точки управления вверх по управленческой иерархии, что нашло своё отражение и в данном случае.

Модель MESA-11 разрабатывалась в концепции, что системы более высокого уровня носят фрагментарный и больше учётный, нежели управленческий характер, этим и определяется состав функций. Фактически, это модель «самодостаточной» системы оперативного управления, которая решает задачи локальной оптимизации. Целевой задачей многих систем, называющихся «MES», в то время, действительно, были локальные задачи, например, обеспечение максимальной загрузки оборудования.

По мере развития вычислительной техники появилась возможность выполнять более сложные расчёты, и критерии оптимизации от локальных цеховых сместились вверх, на уровень производственной цепочки или завода. Это отразилось на соста-

ве функций, и в последующих моделях он был скорректирован. Функции же, которые формально сохранили своё название, изменились с точки зрения решаемых задач и используемых методов.

Планомерно развиваясь, предприятие проходит последовательно все стадии развития. На начальных этапах развития цеховые системы класса MES служат для наведения порядка в цеховых процессах и строятся, исходя из задач локальной эффективности. На этом этапе ориентация на модель MESA-11 является наиболее корректной, и её стоит брать за основу как референсную при функциональном проектировании.

Контекстная модель

Модель MESA-11, рассмотренная в предыдущем разделе, хоть и рассматривала MES обособленно от других систем предприятия, но не в силу их отсутствия, а в силу недостаточности в них управленческих функций. Но это ни коим образом не отменяло факт их существование и необходимость взаимодействия с ними.

В части кооперационного взаимодействия MES рассматривалась как обособленная цеховая система, но работающая в информационной связке с другими системами предприятия (рис. 3.10 в оригинальном виде MESA). В этой концепции MES-система является потребителем информации от других систем и источником данных для них, но точка принятия решений находится именно в структуре MES-контура. Интеграционная модель по кооперационной цепочке поставок рассматривалась как обмен данными соответствующих функциональных блоков MES-систем предприятий, участников кооперационной цепочки.

Включив в описание MES контекст организации, разработчики модели сделали попытку связать требования, метрики и показатели разных уровней: технологического, оперативного и тактического управления. Цех, как организационная единица, стал составной частью бизнес-цепочки со своими локальными

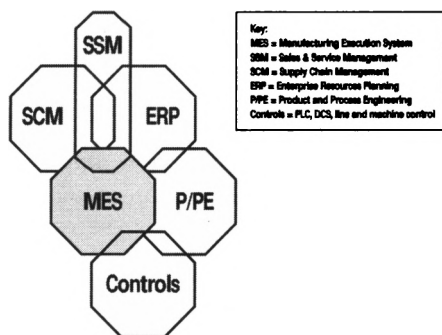


Рис. 3.10 Контекстная модель MES [MESA WP3]

критериями эффективности, которые выбирались уже с некоторой оглядкой на верхнеуровневые требования.

Такая трансформация дала возможность проанализировать структуру функций MES в контексте понятия операционной цепочки и на уровень рекомендаций были выведены функции, критичные для разных моделей организации производства. Той самой точки «операционного вытягивания», о которой говорилось раньше:

- РМ – для предприятий со сложными процессами и высокой изменчивостью;
- ММ – для предприятий с высокой степенью автоматизации;
- ЛМ – для предприятий с большим количеством ручных операций и высокими индивидуальными квалификационными требованиями;
- ДОС – для сложных сборочных производств;
- РГТ – для фармацевтики, автомобилестроения и других «регулируемых» отраслей;
- ОДС – для предприятий с выпуском широкой номенклатуры продукции на одной или нескольких производственных линиях.

После появления контекстной модели MES задача межсистемной интеграции была выведена на принципиально новый уровень и из вспомогательной стала одной из основных, появилось понятие системного и функционального ландшафта.

С позиций функционального проектирования, MES это вторая ступень развития, настройка функционального взаимодействия между системами и соответствующим бизнес-подразделениями. Сначала на уровне отдельных задач и запросов, потом на уровне единой модели данных, потом на уровне единых метрик и методов оптимизации процессов.

Модель с-MES

Поскольку по мере развития корпоративных систем и процессов меняется модель взаимодействия MES с другими системами и уровнями тактического и оперативного управления, соответственно меняется и функциональная модель MES.

На смену модели MESA-11 в 2004 году ассоциация MESA предложила новую модель, где от «замкнутого» представления о MES произошёл переход к модели, учитывающей как внутренние процессы предприятия, так и внешнюю среду в концепции CM – Collaborative Manufacturing, объединённого производства. Эта концепция (см. MESA WP9) предполагает, что все цепочки поставок, партнёрская кооперация и т.п. замкнуты в единую цепочку, и в рамках именно такого подхода оценивается роль систем класса MES.

Модель получила название Collaborative MES, с-MES, модель MES для объединённого производства (рис. 3.11). Модель с-MES отличается тем, что имеет большее число информационных входов и выходов и уже не может быть замкнута только на внутрицеховых процессах. Из формального набора часть функций была исключена, но это не означает их исключение из функциональности MES как таковой. Обновлённый состав является базовым в рамках построения CM-цепочки её поддержки со стороны с-MES, функциональность диктуется ключевыми задачами.

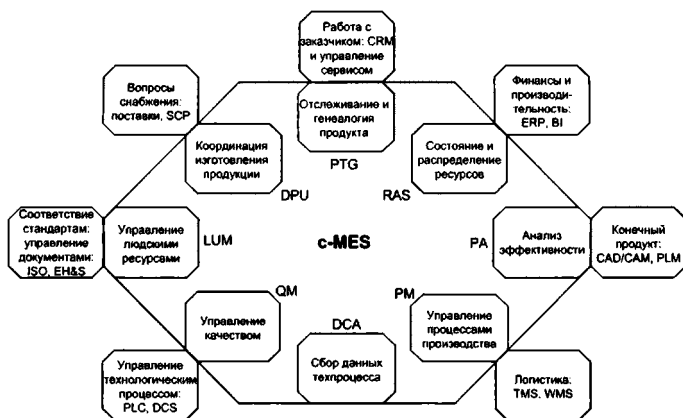


Рис. 3.11 Модель c-MES ассоциации MESA [MESA WP8]

В соответствии с определением ассоциации MESA модель описывает, как цеховые операции взаимодействуют с бизнес-операциями. В этой модели начинают учитываться такие факторы, как нарастающая конкуренция, аутсорсинг, оптимизация цепочек поставок, оптимизация активов.

Модель c-MES предполагает связь соответствующих функциональных модулей MES с корпоративными бизнес-функциями и системами, в частности:

- управлением поставками и системами SCP – Supply Chain Planning, системы планирования поставок;
- взаимодействием с заказчиками и системами класса CRM – Customer Relationship Management, системы управления заказчиками;
- финансовым менеджментом и системами ERP и BI – Business Intelligence;
- управлением жизненным циклом продукции и системами CAD/CAM и PLM;
- логистикой и системами WMS и TMS – Transportation Management System, системы управления доставкой;

- процессами технологического управления и системами PLC, DCS, SCADA;
- процессами соответствия требованиям – отраслевым нормам, стандартам и пр.

Направленность на стратегические цели и задачи стала явно выраженной, задачи MES в контексте конкретной компании определяются требованиями стратегического уровня управления (Business Drivers) к выпускаемой продукции. При этом, как отмечается, функциональная модель может формально оставаться стандартной, а вот её настройки могут и должны изменяться в очень широких пределах.

Функциональные возможности MES в модели с-MES работают на весь сквозной процесс создания и продажи продукции в кооперационных цепочках, что очень важно, например, для изготовления OEM-продукции. Кросс-процессная полезность при этом может быть самая различная, что следует иметь в виду при проектировании MES-уровня управления:

- разработка – данные по несоответствиям, технологичности изготовления и сборки;
- логистика – производство и поставка по принципу JIT – Just In Time, точно-в-срок;
- производство – соответствие нормам, сценарный контроль качества;
- продажи и маркетинг – точное время исполнения заказов.

Задачи планирования в такой организационной модели перемещаются на уровень выше и реализуются уже не локально на уровне цеховых процессов, а с учётом других процессов предприятия. Появился термин APS – Advanced Planning and Scheduling, «продвинутое» планирование и построение расписаний. Задача построения цеховых расписаний никуда не делась, но из управленческой эта функция стала поддерживающей: основное расписание задаётся APS-системой, задача цехового планирования – оптимизация в разрезе требований APS-плана.

При практическом построении системы управления выход на уровень архитектуры с-MES должен сопровождаться серьёзны-

ми изменениями как в организационной модели предприятия и модели бизнес-процессов, так и изменением в структуре компонентов MES, поскольку системные требования меняются очень сильно.

Для выхода на уровень с-MES требуется нормализация и упорядочивание цеховой деятельности, развитие общего уровня управления и взаимодействия (кооперации, коллаборации) между управленческими процессами. Модель с-MES не может рассматриваться как стартовая, даже в случае, если на предприятии формально работают APS и ERP системы. Выстроить необходимые межпроцессные связи без предварительной подготовки не получится.

Современная трактовка MESA

Современная трактовка модели MES ассоциации MESA International (www.mesa.org) появилась в 2008 году и связана с другим ключевым направлением деятельности ассоциации – программой разработки цикла руководящих документов серии «Стратегические инициативы», который включает:

- Asset Performance Management (APM) – Управление активами;
- Lean Manufacturing – Бережливое производство;
- Product Lifecycle Management (PLM) – Управление жизненным циклом;
- Quality and Regulatory Compliance – Качество и соответствие нормам;
- Real-time Enterprise – Предприятие реального времени;
- Manufacturing Performance Metrics – Метрики производственной эффективности;
- Return on Investment (ROI) – Возврат инвестиций.

Стратегические инициативы направлены на улучшение операционной деятельности и эффективности, получение максимальной пользы от имеющихся активов за счёт прозрачного и систематизированного потока данных с уровня операций, что является ключевым фактором успеха применения инициатив (с сайта ассоциации).

Современная модель, в отличие от предыдущих, связывает не программные продукты MES, ERP, CRM и т.п., а стратегические инициативы, бизнес-операции и производственные процессы (рис. 3.12). MES в этой трактовке рассматривается не просто как программный инструмент, а как элемент управления в связке Стратегия – Корпоративные процессы – Производственные операции.

Подчеркивая, что MES больше не рассматривается как локальное цеховое решение, а является элементом стратегического развития компании, ассоциация одновременно с выходом модели изменила своё название на Manufacturing Enterprise Solutions Association – Ассоциация специалистов по производственным корпоративным системам, сохранив аббревиатуру MESA. По аналогии и термин MES иногда расшифровывается как Manufacturing Enterprise Solutions – производственная корпоративная система. Но, чтобы не вносить путаницу, мы будем придерживаться изначальной терминологии.

Связь со стратегическими инициативами выводит MES в число корпоративных инструментов долгосрочного развития и

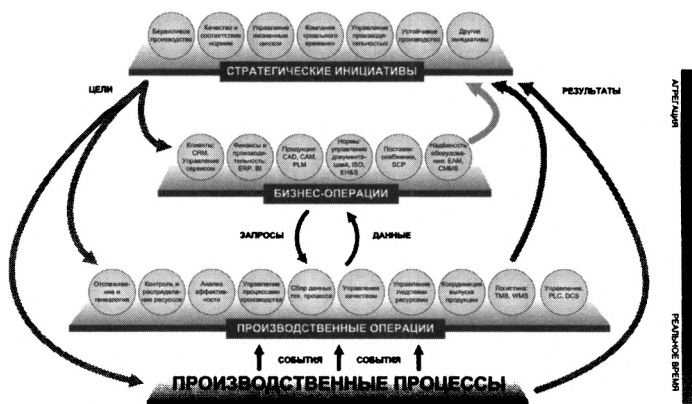


Рис. 3.12 Современная трактовка MES в рамках модели MESA

обеспечения лидерства, неотрывно связывая системы оперативного управления со всеми мероприятиями по улучшению и развитию, проводимых в производственной компании на всех уровнях управления.

Путь развития моделей MESA очень хорошо отражает целевую схему развития систем оперативного управления производством на предприятии: от отдельно стоящей системы и функциональной обособленности производства (MESA-11) к модели объединённого производства (с-MES), далее – к модели стратегического развития на базе возможностей средств управления и мониторинга на уровне производственных операций.

Не случайно в главе про постановку задач для MES в качестве основы была использована именно модель MES ассоциации MESA в современной трактовке, модель MES как элемента стратегического развития (см. рис. 2.8 на стр. 104).

Модель MOM

Рассмотренные ранее модели MESA описывали MES с точки зрения функций и системной архитектуры, бизнес-процессов. Ассоциация ISA – International Society of Automation (www.isa.org), международное сообщество специалистов по производственной автоматизации – предложило описание контекстной функциональности MES с точки зрения информационной архитектуры.

Этому вопросу посвящён один из стандартов ассоциации ANSI/ISA-95 «Enterprise-Control System Integration», охватывающий вопросы интеграции производственных информационных систем и информационно-системной архитектуры предприятия. Задачи управления рассматриваются в разрезе функций, организационной структуры и уровней информационной иерархии:

- уровень 4 – стратегическое и тактическое управление;
- уровень 3 – управление операциями;
- уровень 2, 1, 0 – системы технологического управления.

К операционному уровню управления в стандарте относятся несколько задач:

- управление активам;
- управление производством;
- контроль качеством;
- управление запасами.

Для задач оперативного управления производством в стандарте вводится термин MOM – Manufacturing Operations Management, управление производственными операциями. Управление производством рассматривается в контексте задачи управления операциями, при этом сама модель управления унифицирована и стандартна для всех задач операционного управления (рис. 3.13).

Процессы управления каждым блоком включают восемь связанных между собой функциональных разрезов:

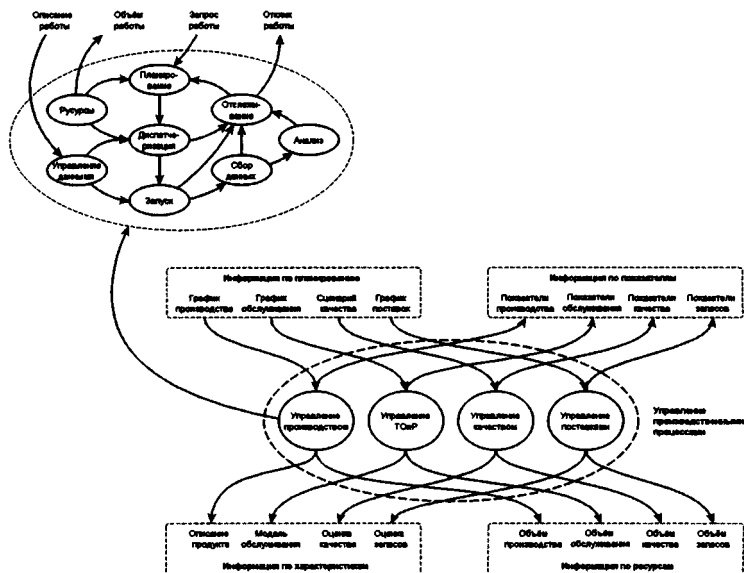


Рис. 3.13 Функциональная модель MOM стандарта ISA-95

- управление ресурсами;
- оперативное планирование;
- отслеживание;
- диспетчеризация;
- управление документацией;
- управление запуском;
- сбор данных;
- анализ.

Для связи уровней автоматизации и корпоративной структуры стандарт использует модель системной архитектуры организации, называемую PERA – Purdue Enterprise Reference Architectures, разработанную в 1990-х годах Т. Вильямсом и университетом Пердью во Франции (www.pera.net). Эта модель выделяет несколько уровней иерархии: корпорация, завод, цех, линия, рабочее место (рис. 3.14) и определяет функциональную связь систем различных уровней и организационной структуры.

В рамках модели стандарт определяет функциональную модель MES с трёх точек зрения:

- функциональной модели;
- уровня расположения в системно-технической инфраструктуре;



Рис. 3.14 Структура организации в модели PERA

- места в части организационного охвата.

Модель MOM пересекается с функциональными моделями ассоциации MESA, дополняя их, определяя внутренние связи и добавляя функцию анализа для обеспечения обратной связи и развития. В практических приложениях ресурсные категории делятся по субкатегориям: персонал, оборудование, материалы, процессные сегменты.

Стандарт ISA-95 посвящён, на самом деле, не MES, а вопросам интеграции корпоративных систем управления, где системы оперативного управления и MES занимают ключевую позицию. Это отражает и современную тенденцию развития MES как кооперационного инструмента: переход от локальных задач к задачам объединённого производства, усиления роли межсистемной интеграции и выход её на первый план: именно интеграционная схема становится драйвером развития.

Модель MOM универсальна и часто используется как референсная. При проектировании контура производственного управления её можно с самого начала рассматривать как целевую: даже если и не все сразу, то некоторые рекомендации, в частности, организационная модель, структура данных и пр. могут быть заложены в систему уже с первых шагов. Стандарт ANSI/ISA-95 является международным стандартом и ориентация на него обеспечит вектор развития, направленный на стандартизацию, что положительно скажется впоследствии при дальнейшем развитии системы управления.

Стандарт ISA-95 является методическим, он не даёт чётких указаний «как именно делать», что иногда становится сложностью для его практического применения. В этом контексте стоит обратить внимание на попытки формализации положений стандарта для целей практического применения в рамках специфики различных типов производства. Например, рекомендации ассоциации NAMUR (www.namur.net) и др.

Изучение практики применения стандарта позволяет понять специфику MES-систем в контексте модели MOM для разных типов производства. Например, для предприятий технологического типа MES выступает как система мониторинга оборо-

дования и прямого управления заводом, в то время как для дискретного производства это система оперативного управления псевдо-реального времени, обеспечивающая обратную связь и через неё – управление цехом и заводом.

На сегодняшний день стандарт ISA-95 является одним из ключевых в вопросах построения, внедрения и развития MES-систем и по ходу дальнейшего изложения будем ещё не раз к нему возвращаться.

3.3 Исполнительные задачи MES

Рассмотренные функциональные модели MES иногда рассматривают как набор задач, решаемых системой, и пытаются к ним привязаться при проектировании MES-ландшафта предприятия. Однако это не совсем корректно: функциональная модель системы отражает лишь направление движения к цели, а конкретные подходы к достижению цели определяются задачами системы, что не всегда одно и то же. Назовём такую модель MES с точки зрения решаемых задач «исполнительной».

Функциональные и исполнительные модели MES во многом пересекаются, но они не изоморфны. В исполнительной модели у каждой задачи есть выраженная управленческая суть, в то время как в функциональной модели функция имеет более общий характер. Наличие управленческой сути влечёт за собой наличие стратегических правил, которые необходимо понимать при построении MES-контура управления. Плюс к этому, кроме основных в исполнительной модели есть задачи вспомогательные, сервисные. Например, ведение НСИ.

Вспомогательные задачи исполнительной модели обычно формулируются в рабочем порядке на этапе разработки технической спецификации как производная от функциональной модели с учётом информационного ландшафта и разделения задач между системами ERP, MES и др.

Основные задачи имеют как локальный характер, так и свою роль в стратегическом развитии. MES – лишь инструмент, ко-

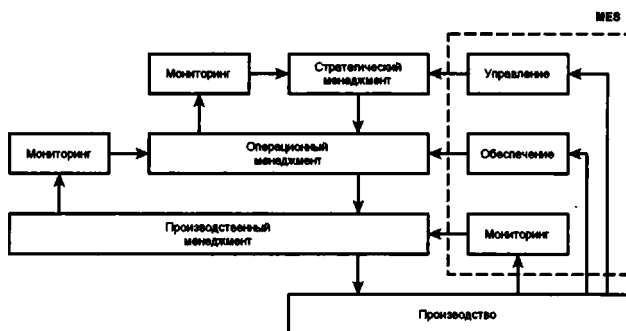


Рис. 3.15 Исполнительная модель MES

торый призван решать конкретные задачи, эту «конкретику» в контексте общего процесса управления нужно понимать. Таких задач, на самом деле, немного, но они важные (рис. 3.15).

Поскольку именно производственный участок является местом, где формируется основная ценность продукта, именно его показатели оказывают ключевое влияние на все процессы предприятия. Принимая во внимание наличие, как минимум, трёх уровней управления (менеджмента), в исполнительных задачах MES разумно выделять три отдельные управленческие задачи, соответствующие конкретной обратной связи. Назовём их «мониторинг», «обеспечение» и «управление».

Сбор объективных данных

Любое управление возможно только по объективным данным, которые необходимо собрать, обработать и доставить по назначению. Для этого существуют процессы и процедуры сбора данных. Данных с упором на двух факторах:

- объективность – актуальные и отражающие реальное состояние дел;
- необходимость – реально востребованные в процессах принятия решений.

Без этого любая система будет абстрагирована от процессов управления.

Вопрос управленческой эффективности данных – один из ключевых, с ним связаны и эффективность, и риски процесса. К нему нужно относиться серьёзно с самого начала проектирования системы управления. Как минимум, чтобы избежать риска неправильного ожидаемого эффекта.

На рис. 3.16 представлена качественная зависимость управленческой эффективности данных в зависимости от их качества, объёма, потока информации. Рассмотрим несколько возможных ситуаций и ключевые закономерности.

Данные по своему качеству могут быть:

- объективные (предполагается, что достоверные и достаточные);
- субъективные, формируемые человеком;
- частично недостоверные (или отсутствующие).

Это достаточно типичные схемы и как правило на предприятии доминирует одна из них. Каждая из схем имеет свой характер развития событий по мере увеличения потока собираемых

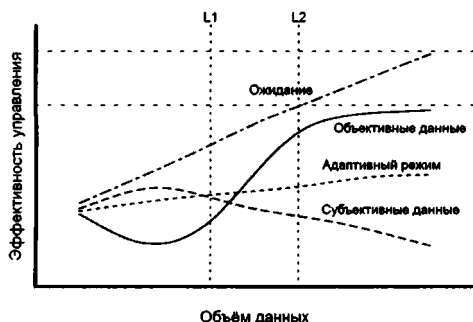


Рис. 3.16 Особенности управления по объективности данных

данных. Рассмотрим их в предположении, что предприятие не новое, а существующее, но внедряющее схему управления по показателям. Зависимости тут намного сложнее, чем может показаться на первый взгляд.

Начнём с модели работы по субъективным данным. Это соответствует попытке наладить контроль через многочисленные журналы учёта: прихода/ухода, машинного времени, закрытия заказ-нарядов и т.п. На первом этапе опыт лица принимающего решения вместе с опасением наказания за недостоверные данные даёт небольшой положительный эффект, который однако быстро пропадает: журналы начинают использовать для решения собственных задач и повышения локальной псевдо-эффективности по выставленным КПЭ.

Как результат, реальная процессная эффективность падает. Но поскольку контроль показателей эффективности процесса управления тоже организован через аналогичные журналы учёта, в масштабах предприятия этого не замечают, по КПЭ всё хорошо, а финансовые потери решаются экстенсивными методами. Например, через ограничение закупок или сокращение служб ТОиР.

Другая типичная ситуация, когда все вроде бы понимают, что журналы учёта ничего не дают, но сохраняют их исключительно «как средство повышения дисциплины» и выявления виновных. Реально управление идёт по схеме ручного управления и на личных связях. В этом случае может даже наблюдаться небольшой рост производственной эффективности, но он будет практически незаметным и определяться исключительно персональной квалификацией конкретного линейного менеджера.

Аналогичный характер зависимости будет в случае, когда поток данных содержит мешанину из достоверных и недостоверных данных. Например, когда перемешаны ручной субъективный сбор отчётности и объективный мониторинг. В такой схеме квалифицированный менеджер сможет, опираясь на свой опыт и интуицию, выделить полезную составляющую потока данных, и эффективность повысится. А может и ошибиться, тогда она понизится, что более вероятно.

Ещё более вероятен сценарий, когда линейный менеджер будет принимать решения ссылаясь на данные, пусть даже неверные: это проще и снимает с него всю ответственность. Что происходит в реальности в такой модели никого не интересует. «Думающий» (хороший) специалист, на котором в реальности держится процесс, в случае инцидента всегда окажется виноватым. Формалист же в такой модели будет источником постоянных проблем, но без явных нарушений.

Вариант полностью или очень сильно недостоверных данных понятен: сильный провал в начале процесса, потом возврат к начальному уровню, так как поток данных будет просто игнорироваться, будто его нет вообще.

Поднять реальную эффективность можно только построив работу на основе объективных данных и выстроив процесс сбора этих данных. Но тут есть свои особенности.

В режим работы по объективным данным предприятие переходит из состояния сценария субъективности или частичной недостоверности. Это значит, что с появлением объективных данных многие шаблоны взаимодействия и схемы принятия решений окажутся нерабочими. Для наведения порядка и выработки новых организационных моделей принятия решений нужно время, когда неизбежно будет провал по реальной эффективности процесса.

Роковая ошибка в этот момент – попытаться по «временной схеме» вести старый и новый учёт параллельно в надежде, что они сойдутся. Этого никогда не произойдёт по очень простой причине: в старой модели все научились оптимизировать свои показатели, и никто отказываться от этого не будет. Ввод новой схемы сбора данных будет постоянно переноситься, потом про это забудут, и всё останется по-старому.

Правильное решение – заранее быть готовым к тому, что будет провал по производственным показателям, запланировать в бюджете на это средства, а сроки подобрать так, чтобы они пришлись, например, на сезонный спад уровня производства.

Ожидание незамедлительного и уверенного эффекта от появления системы сбора данных становится серьезной психологической проблемой для многих руководителей (см. кривую ожидания на рис. 3.16). Как правило, допускаются две стратегические ошибки: переоценка ожидаемого уровня эффекта и отсутствие готовности к периоду рецессии. Как результат – неготовность к решительным управленческим мерам, недостижение заявленных целевых показателей, фактический провал проекта.

Набор и состав собираемых данных определяется поставленными целями и задачами. Избыток данных такое же зло, как и недостаток: невостребованные в реальном управленческом процессе данные деградируют, теряют актуальность, их случайное вовлечение в процессы принятия решений будет давать негативный эффект. Небольшой недостаток данных в долгосрочной перспективе предпочтительнее их избытка, как бы парадоксально это не звучало. Как минимум, за счёт возникающего минимального потока коммуникаций между специалистами и подразделениями.

Типы данных для сбора можно условно разделить на несколько групп:

- технологические (состояние оборудования, например);
- организационные (начало/конец смены, задания и т.п.);
- контрольные (брак, простой и пр.);
- контроля качества (сценарные замеры и пр.);
- регламентные, определяемые обязательными стандартами.

Виды и структуры данных могут быть разные, но общие принципы и проблемы данных одинаковы:

- временные циклы сбора не сбалансированы с задачами;
- пробелы в данных;
- отсутствие механизмов анализа достоверности и контроля целостности;
- дублирование информации в разных системах;
- прочее.

Кроме этого, стоит принять во внимание и источники неэффективности:

- «промежуточные» журналы;
- ручной операторский ввод;
- «отложенная» отчётность и предварительная обработка данных;
- альтернативные варианты сбора;
- возможные исключения из общих правил;
- прочее.

Подпись – не гарантия достоверности, в проекте внедрения MES-систем бумажные документы должны быть сведены к минимуму, а правила должны быть едиными для всех на предприятии.

С организационной точки зрения существует простое правило: сбор данных необходимо строить от общих показателей к детальным, а не наоборот. Сначала – контроль состояния рабочих мест и исполнения наряд-заказов, а уже потом – мониторинг ЧПУ и пр.

С технической точки зрения методов сбора много и выбирать их нужно осознано. Например, для сбора данных по состоянию оборудования есть множество возможностей:

- отраслевые протоколы;
- токовые датчики по шине питания;
- опрос системы управления станка;
- считывание информации с принтерного порта станка;
- специфичные, например, снятие электрических сигналов с индикаторных ламп и т.п.

Выбирая методы сбора надо исходить из реальной целесообразности применения того или иного подхода, не стараться свести всё к «универсальной» схеме.

- Для организационных показателей типичный метод сбора – производственные терминалы, но и терминалы бывают разные: от мобильных устройств до напольных киосков. Выбор конкретного исполнения и поставщика должен быть обусловлен реальными техническими требованиями, объективными факторами и финансовым расчётом.

Система сбора данных (ССД) – программно-аппаратный комплекс, он имеет свой жизненный цикл и свою стоимость владения. По сравнению с системами бизнес-управления, о которых говорилось ранее, стоимость владения и развития ССД имеет ряд особенностей.

В составе ССД, если рассматривать как элемент системы управления, следует выделять три ключевых блока:

- базовая программно-аппаратная часть;
- блок аналитической обработки;
- система резервирования.

При оценке стоимости владения важно учитывать, что развитие ССД влечёт вложения не только в аппаратную часть комплекса, но и в аналитические модули обработки данных, разработку алгоритмов и другие подобные задачи, о которых часто забывают. Начиная с некоторого момента эти расходы становятся преобладающими.

Процесс развития ССД, как правило, идёт параллельно с развитием методов управления, разработкой имитационных моделей процессов, статистических методов оценки качества и прочих подобных мероприятий, поэтому важно учитывать эти процессы в комплексе.

С ростом числа собираемых показателей растёт зависимость от них процесса управления предприятием, что влечёт за собой повышение требований к надёжности данных. В результате по мере развития меняется структура стоимости комплекса (рис. 3.17). Если на начальном этапе развития все расходы приходились на базовый аппаратно-программный комплекс, то по мере развития растут расходы на системы резервирования, аналитические системы, консалтинг по разработке метрик и показателей.

Если условно разделить системы сбора данных на поколения, то с каждым новым поколением эффект растёт, но в существенно меньшей степени, в процентном выражении примерно в 2 раза меньше по сравнению с предыдущим.

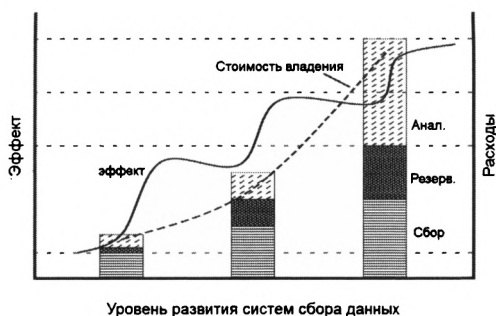


Рис. 3.17 Стоимость владения системой сбора данных

При этом опыт показывает, что каждое новое поколение системы сбора обходится примерно в 10 раз дороже предыдущего, особенно учитывая возрастающую сложность алгоритмов обработки. Меняются технологии, стандарты, методики. Растёт сложность систем мониторинга, их нужно сопровождать, обновлять и пр. Появляются новые задачи и проблемы, например, обеспечение информационной безопасности. При этом реальные функции систем часто изменяются незначительно.

У базовой программно-аппаратной части в рамках одного поколения с увеличением числа показателей рост стоимости обычно не линейный, а со стремлением к пределу, так как существующий инструментарий имеет резервы, которые постепенно задействуются.

Рекомендация при наличии технической возможности сохранять старые системы, чтобы иметь возможность валидации данных по резервным каналам сбора. Например, если контроль состояния оборудования на первом этапе был сделан токовым датчиком, после настройки на втором этапе интеграции с блоком управления станка, существующую систему желательно сохранить как резервный канал сбора, включив этот показатель в алгоритмы расчёта и анализа.

Мониторинг и визуализация производства

В приложении к задачам управления производством термин «мониторинг», наверное, – одна из самых больших жертв маркетинговых манипуляций, за которыми истинный смысл полностью потерян. Продавцы систем сужают смысл термина исключительно до сбора данных о параметрах работы оборудования, аварийных сигналах и пр., забывая при этом, что основная задача мониторинга – контроль производственного процесса в целом. Это всё равно, что понятие «состояние здоровья» подменять значениями пульса, давления и пр.

По своему определению мониторинг (англ. monitoring) – постоянное наблюдение за каким-либо процессом или объектом для выявления соответствия его характеристик поставленным целям. Производство – предписанный детерминированный процесс, за которым нужно наблюдать, чтобы всё шло точно так, как предписано.

Обратите особое внимание: система мониторинга в производстве – это не программно-аппаратный комплекс, это процесс, программно-аппаратная часть его – лишь инструмент. Например, система сбора технологических данных, рассмотренная выше.

Часто смешивают понятия «мониторинг» и «диспетчеризация», что не совсем корректно. Это близкие, но разные понятия: мониторинг – контроль на соответствие регламенту, а диспетчеризация – контроль состояния с целью балансировки работы участков и подразделений в масштабе технологической цепочки.

Аналогично, не стоит смешивать мониторинг и формирование текущей отчётности. Отчётность служит для формирования балансовых показателей – по материалам, ресурсам, финансам и пр. Мониторинг – оценка ситуации на производстве в реальном времени, элемент системы управления.

Основная задача процесса мониторинга – анализ ситуации, в идеале, предиктивный, обеспечивающий две ключевые функции (рис. 3.18):

- выдача указаний в рамках текущего процесса;
- выдача уведомлений о процессных сбоях и необходимости корректировки производственного процесса.

Процесс мониторинга служит источником оперативной обратной связи для своевременного принятия необходимых корректирующих воздействий. Очевидно, что без налаженного процесса принятия таких корректирующих решений, смысл в мониторинге теряется. Кроме этого, что-то контролировать можно только имея описанную модель «как надо», иначе теряется суть самого процесса.

В производстве мониторинг осуществляется в нескольких разрезах:

- технологические процессы (соответствие);
- производственный цикл (состояние рабочих мест, временные показатели и т.п.);
- состояние запасов (НЗП, полуфабрикаты и пр.);
- показатели рентабельности и тренды (превышение допустимого уровня брака и т.п.);
- соответствие требованиям отраслевых регуляторов (фармацевтика, авиастроение и т.п.).

У каждого вида мониторинга тип обратной связи, естественно, свой.



Рис. 3.18 Модель мониторинга производства

Выходом процесса мониторинга являются «направленные» сигналы оповещений и уведомлений и средства для экспертного анализа ситуации – инструменты визуализации и системы коллективного доступа к информации. Часто эти инструменты частично объединены, работает модель уведомлений через визуализацию и средства коллективного доступа.

Считается, что термин «визуализация информации» ввёл в обиход Робертсон с коллегами в 1989 году, сейчас это целая научная дисциплина. Визуализация является мостом, связывающим зрительную систему человека и компьютер. В мониторинге производства именно визуализация играет ключевую роль, выполняя сразу несколько задач:

- функциональную – быстрый доступ к информации;
- организационную – быстрый доступ к отклонениям;
- психологическую – дисциплинирующий фактор, формирование командного духа.

Визуальное восприятие – основное для человека, что косвенно подтверждается тем, как широко визуальные средства нашли применение в методиках бережливого производства и кайдзен. Есть даже термин «визуальный менеджмент», который предполагает управление процессами именно путём визуального представления информации, быстрой её оценки и определения отклонений, а также быстрой ответной реакцией. Хорошей моделью визуализации считается такая, которая обеспечивает возможность принятия решений в течение трёх минут, так называемый «3-минутный менеджмент».

Чтобы построить эффективную систему визуализации для обеспечения задач мониторинга, необходимо понимать суть воздействия и знать основные правила, иначе ожидаемого управленческого эффекта не будет.

По типу системы визуализации бывают коллективного и узкопрофильного типа, а по их направленности можно выделить:

- визуализация текущего состояния процесса;
- визуализация отклонений (табло «внимание!»);

- визуализация целевых и текущих показателей (достижение целей);
- информационные табло;
- указание на выполнение конкретных действий.

Системы визуализации являются основным рабочим инструментом всех линейных и топ-менеджеров предприятия, поэтому стандартными местами размещения экранов систем визуализации являются:

- рабочие места специалистов, часто в режиме второго монитора;
- комнаты мастеров и операторные, в режиме отдельного монитора или табло коллективного отображения;
- цеховые помещения;
- кабинеты руководителей предприятия.

Система и экраны визуализации – не презентации, они предназначены для работы, и при их построении важно ориентироваться на общие принципы работы головного мозга и особенностей восприятия информации.

Главный принцип эффективности системы визуализации – верная оценка ситуации с первого взгляда (вспомните про 3-минутный менеджмент).

Чтобы этого добиться, нужно помнить, что у человека несколько видов памяти, при быстром взгляде на картинку срабатывает иконическая. Это восприятие происходит без сознательного контроля, имеет большую ёмкость, но и высокую скорость угасания во времени (менее 1 с). В иконической памяти происходит непреднамеренная обработка входящей информации, часть из которой потом передаётся в рабочую память, где уже происходит осмысливание. Это наиболее эффективный метод принятия решений, в котором опыт и разум работают в симбиозе.

Чтобы эта модель сработала, система должна опираться на правильно сформированные визуальные образы, корректно выбранные и расположенные. Принципы, обнаруженные психоло-

гами, утверждают, что наше восприятие всегда стремится к целостности образа, в частности:

- простота – тенденция воспринимать ситуацию самым простым образом;
- близость – объекты, расположенные рядом друг с другом, воспринимаются как группа;
- схожесть – объекты, которые выглядят одинаково, воспринимаются как группа;
- непрерывность – упорядоченно расположенные объекты воспринимаются как группа.

Разработка экранов визуализации – отдельная серьёзная задача, от которой зависит скорость и качество принятия решений. Важно учитывать всё: расстояние до экрана, освещение, направленность (на каких специалистов рассчитан экран) и т.п. (табл. 3.2). Логический порядок и цветовые решения должны быть стандартизированы в масштабах предприятия, а визуальный шум на экранах сведён к минимуму.

Появление на предприятии системы мониторинга происходит одновременно с перераспределением обязанностей и схемы работы цеха. Так, например, мастер цеха становится супервай-

Таблица 3.2 Структура систем визуализации

Уровень	Информация	Адресат	Особенности
АСУТП	Состояние технологического процесса	Оператор	Максимально полная информация
Производственный процесс	Состояние рабочих мест, метрики	Цеховой персонал	Достаточный минимум информации
Уведомления	Потребность вмешательства	ОТК, логистика, технические службы	Броскость, однозначность
Отклонения	Нарушения в метриках	Линейные руководители	Информация для принятия решений

зером, лицом, отвечающим за обеспечение соблюдения ключевых показателей производственного процесса и предпринимающим все усилия, чтобы отклонения были минимальными.

Профессионально настроенная модель мониторинга является серьёзным инструментом развития и, с точки зрения наведения порядка на производственном участке, в некоторых случаях даже может стать реальной альтернативой планированию.

Частью процесса мониторинга является автоматическая эскалация отклонений вверх по иерархии, что обеспечивает и лучшую трудовую дисциплину и более эффективное принятие решения. Хорошей практикой является введение понятия «директорский мониторинг», когда эскалация может выйти на уровень высшего руководства, а в кабинетах генерального директора и директора по производству будут установлены экраны визуализации. С этого обычно стоит начинать проект.

При построении системы мониторинга, чтобы она работала как инструмент стратегического развития, важно не превратить её, как это часто случается, в инструмент наказания за отклонения. Любое отклонение от процесса – вина не рабочего, кто это сделал, а системы менеджмента, которая это допустила. И роль системы мониторинга – помочь выстроить такую систему управления, которая бы не допускала отклонений.

Обеспечение качества

В начале главы при описании исполнительной модели MES-системы, после контроля выделен блок «Обеспечение». Именно обеспечение, а не управление и т.п. Поясним, почему это так.

Смысл производственного процесса – выпустить изделие (партию) в заданный срок с заданной себестоимостью и с заданным уровнем потребительских характеристик. При этом, обратите внимание, все три показателя – плановые, определяемые стратегическими документами компании. Если эти показатели не определены, то цели у процесса управления нет, управление невозможно.

Задача обеспечения качества распадается на три крупных блока:

- затраты на обеспечение качества, куда входят как затраты на обучение персонала, поддержание идеального состояния оборудования, разработка технологий и т.п.;
- затраты на контроль качества: ОТК, инспекции, входной контроль, аудит процессов и т.п.;
- потери от плохого качества: брак, переработка, возвраты, потеря клиентов, гарантийные ремонты и т.п.

Чтобы обеспечить требуемые показатели качества в рамках выбранной корпоративной стратегии, привести потери в рамки установленных лимитов, и при этом от выделенных средств на превентивные и контрольные мероприятия получить наибольший эффект, необходимо:

- выдерживать показатели по доступности ресурсов, снабжению, логистике и пр., иными словами – обеспечивать качество управленческих процессов;
- не допускать простоев, брака выше допустимого, переработки и пр. потерь – обеспечивать качество производственных процессов;
- обеспечивать соблюдение технологии, соответствие выпускаемой продукции необходимым требованиям (не требованиям клиента, а внутренним) – обеспечивать качество продукции.

Все эти показатели должны быть измеримые, просчитанные и зафиксированные в формате целей. Весь процесс управления в этом случае можно свести к обеспечению их соблюдения (или достижения), а управленческой задачей MES будет обеспечение этого процесса. Это определяет конкретный состав функций MES и используемых методов.

Начнём с обеспечения качества выпускаемой продукции, как типичной функции MES. Изделие в конечном счёте создаётся на производственных участках, и качество, при условии качественных материалов, определяется правильной организацией процессов на производстве.

Есть два основных правила, игнорирование которых делает процесс обеспечения качества невозможным.

Во-первых, не следует считать, что качество – это зона ответственности ОТК. Совсем наоборот, ОТК к качеству не имеет никакого отношения. Качество продукции определяется множеством факторов, удельные веса которых зависят от конкретного изделия и требований рынка. Это и качество технологических процессов, и качество материала, и квалификация персонала (рис. 3.19).

Во-вторых, качество обеспечивается не на уровне отдельных операций, а на уровне управленческих процессов. В 80% случаев виноватым в отклонении является не рабочий, допустивший несоответствие (брак, например), а руководитель, который выстроил процесс таким образом, что это отклонение оказалось возможным.

Суть «обеспечения» заключается именно в том, чтобы через обратную связь и корректирующие воздействия выстроить организационные процессы так, чтобы они, а не добрая воля рабочих обеспечивали бы соответствие заданным показателям процессов.



Рис. 3.19 Условные составляющие качества продукции

Обеспечение качества в MES-системах включает (стандартно) следующие блоки:

- контроль параметров производства;
- контроль параметров изделия;
- контроль квалификации персонала.

Понятие качества с показателями и свои отклонения есть у всех процессов:

- технологический процесс – брак, дефекты, отклонения и т.п.;
- производственный процесс – незапланированные простои, отклонения от графика и т.п.;
- процесса технологической подготовки – возможность возникновения дефектов, необоснованная сложность процессов и т.п.;
- процессы разработки – нестандартные процессы, компоненты и т.п.

За всеми этими несоответствиями кроется, как правило, не ошибка конкретного специалиста, а допустившая это система, отсутствие обратной связи с производством, работа по локальным КПЭ и пр.

Базовые направления контроля для обеспечения качества деятельности зависят от особенностей производства. Для разных моделей (на заказ или на склад), типов (серийное, мелко-серийное, ОКР), организационных систем (гражданское, военное) они разные (пример в табл. 3.3). В рамках проекта развития процессы обеспечения качества необходимо выстраивать под реальные нужды предприятия в целом и конкретного подразделения в частности. Вариант «скопировать» модель конкурента не даст нужного эффекта.

В разрезе рассмотрения MES как инструмента стратегического развития, рассмотрим несколько типичных задач, решаемых в MES-системах. Перечень задач, естественно, этим ограничивается, он намного шире.

Пример 1. Выполнение производственного задания точно в срок. Это критерий качества организации процесса. У любо-

Таблица 3.3 Примеры приоритетности контроля для разных типов производства

Тип производства	Ключевой критерий	Ракурсы
MTS	Себестоимость	Брак, простои, технология
MTO	Сроки	Разработка, логистика, ресурсы
ATO	Качество	Персонал

го отклонения времени выполнения задания есть последствия: всегда раньше срока – недооценка реальной мощности, недогрузка производства. Систематические опоздания – сдвиг по всей последующей цепочке или завышенные технологические окна. Сильные колебания сроков относительно плана – разладка процесса.

У каждого отклонения, в свою очередь, есть причины, которые их вызвали: нет материала, аварийный простой оборудования и пр. Анализ причин и последствий – задача, в том числе, и MES. На основе этих данных должны анализироваться и корректироваться управленческие процессы, а отклонения – искореняться. Оценка эффективности этих мероприятий тоже должна вестись по данным MES-системы.

Пример 2. Оценка персонала. MES-система в этой задаче решает и обеспечивающие, и контрольные задачи: с одной стороны, обеспечивает контроль выполнения заданий только специалистами определённой квалификации, с другой – выполняет мониторинг персонала по показателям качества, простоя, трудовой дисциплины. Эти показатели используются другими процессами для планирования профессионального роста, расчёта премиальной части оплаты труда и пр. Анализ того, как подобные мероприятия сказываются на качестве продукции, позволяет добиться, чтобы каждый сотрудник приносил максимум пользы для процесса по объективным показателям.

Пример 3. Влияние материала. Типичные задачи MES – контроль материала по партиям, поставщикам, регистрация фактического расхода, статистики по выявленным дефектам в разре-

зе партий и пр. являются неоценимым источником информации для пересмотра соответствующих бизнес-процессов: модели работы с поставщиками, структуры и задач служб входного контроля, внесения изменений в конструкцию изделия и пр.

Цель процесса обеспечения качества – шаг за шагом сформировать стабильные процессы, в которых «правильный» материал, «правильное» оборудование и технологии, «правильный» персонал, «правильная» логистика, всё вкуче, гарантировали бы выпуск продукции с заданными показателями стоимости, качества и сроков отгрузки. Результатом будет достижение стратегических целей и победа на рынке.

Все процессы сразу охватить контролем невозможно, нужно видеть стратегическую задачу и приоритизировать текущие, выстраивая целевую систему шаг за шагом. Есть исследования, которые с математической точностью показывают, что в случае ограниченности ресурсов (типичное ограничение) последовательное решение задач улучшения в области качества приводит к нужному результату, в то время как попытка всё сделать одновременно – к не достижению ни одной из целей из-за перегрузки ресурсов и обязательного возникающего дисбаланса в локальных целях. «За двумя зайцами гнаться – ни одного не поймать» – как раз этот случай.

Есть контроль качества как обязательная регламентная процедура, с ней всё просто: надо – значит, надо. Стратегическая роль тут совсем простая – риск потери рынка.

Выпуск некачественной продукции – удовольствие дорогое, поэтому только постоянное обеспечение качества как выстроенный и постоянно развивающийся процесс определяет если не все, то почти все управляющие воздействия на производстве. Пренебрежение и формальное отношение к этой задаче в стратегическом плане – гарантированный провал на рынке. MES в этом развитии играет фундаментальную роль и тренера, и арбитра.

Планирование

Одной из задач процесса оперативного управления всегда является выстраивание очередности запуска исполнения заказов на производство. В этом процессе следует различать несколько понятий, путаница в которых сильно вредит процессу управления:

- запуск – выдача указания на начало исполнения задания на производство;
- построение производственного расписания – формирование ожидаемой на текущий момент краткосрочной последовательности заданий на выполнение;
- оперативное и среднесрочное производственное планирование – формирование точно определённой последовательности и временных слотов для выполнения заданий.

Модель управления производственным циклом может быть выстроена по-разному в зависимости от уровня развития предприятия, его информационной зрелости и поставленных задач в рамках URS. Местом, где формируются указания на запуск, в любом сценарии является MES-система.

Базовая модель – управление запуском: на основе выданного задания на производство определяется степень готовности, наличие материала, инструмента, назначается рабочий центр для исполнения задания. MES-система в такой модели играет роль системы поддержки принятия решений о возможности выполнения задания, анализирующей текущее состояние производственного участка, оборудования, наличие материала, инструмента, персонала. Выдача указания на запуск исполнения задания, не обеспеченного ресурсами, недопустима.

Данный критерий – запуск только гарантированно выполнимых заданий – является минимальной стартовой позицией для выстраивания работы цеха. Горизонт назначения заданий, как правило, – текущая смена. Только после реализации функциональности запуска только через интерфейс MES-системы и только по объективным данным готовности, можно дальше расширять функционал управления, например, назначать плановые

времена начала и окончания задания в рамках выбранного горизонта управления.

Дорожная карта развития функций управления потоком заданий зависит от стратегических целей, типа производства, специфики взаимодействия с заказчиками и во многом определяется структурой и стабильностью главного плана производства MPS – Main Production Schedule систем ERP/MRP. Для предприятий с гарантированным долгосрочным планом продаж и производства рекомендуются стратегии работы по централизованно рассчитанным планам, в противном случае – через оперативные план-графики, определяемые точками вытягивания и производственной стратегией.

В первом случае упор делается на построение управляющей системы, в которой деятельность производственных участков регламентирована обязательными для исполнения планами, цеховые системы оптимизируют работу в рамках допустимых отклонений. Во втором сценарии работа основана на системе поддержки принятия решений, когда по факту высвобождения ресурсов анализируется текущее состояние и принимается решение по запуску из назначенной очереди.

Принципиальная разница в подходах в том, что для управленческого планирования требуется не только точная и достоверная информация о ресурсах, процессах, возможных альтернативах, но и качественно выстроенная вертикаль задач планирования: от продаж до отгрузки.

Каждый уровень планирования оперирует своими показателями агрегации, алгоритмами, ограничениями и упрощениями (рис. 3.20). Система планирования выстраивается так, что план каждого следующего уровня уточняет план верхнего, оптимизируя процессы на своём, локальном для него уровне, при этом строго соблюдая ограничения, накладываемые планами верхних уровней. Все планы итерационные, они должны быть реалистичными и сбалансированными, для чего должен быть налажен поток информации «обратной связи».

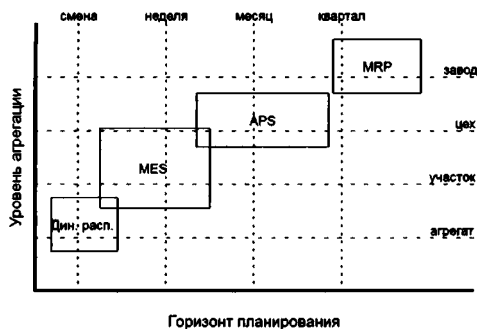


Рис. 3.20 Ориентировочные виды планирования в производстве

Сформировать идеальный план «до станка» на длительный срок невозможно физически: очень много неопределённостей, с одной стороны, и нереализуемость с точки зрения вычислительной сложности – с другой. Выстроить систему планирования в такой постановке задачи можно лишь ценой очень серьёзных затрат и лишь приближённую к желаемому оптимуму.

Для практической реализации такой модели планирования требуется не только серьёзное профессионально программное обеспечение класса APS и серверное оборудование, но и тщательная проработка критериев оптимизации, их весовых вкладов, регламента разработки альтернативных планов и принятия решений о выборе рабочего варианта, то есть очень серьёзная предварительная методическая работа.

Работа по долгосрочным планам возможна только тогда, когда взяты под контроль все возмущающие факторы, иначе возникает необходимость закладывать большие технологические окна и общая эффективность, ради которой всё делается, не достигается. Эти факторы определяются особенностями производства и большой организационной работой: на предприятии должны быть выстроены процессы работы без брака, минимизирован допустимый уровень отклонений и т.д.

Целесообразность выбора стратегии долгосрочного планирования должна быть тщательным образом проанализирована, взвешены все «за» и «против». Показатели должны быть просчитаны и зафиксированы в производственной стратегии с обязательной формализацией требований ко всем связанным процессам. Являясь, по своей сути, выталкивающей моделью, данная схема оптимальна далеко не во всех случаях, и некорректно её априори рассматривать как целевую.

Наиболее универсальной является тактика выстраивания очередности запуска на основе пула назначенной системой ERP заданий с указанием предельной даты выпуска на основе упрощённых методик построения динамических производственных расписаний. Такой процесс часто называют «графикованием».

В отличие от планирования, когда сразу формируется заданная последовательность работ исходя из ожидаемого состояния ресурсов, которая неизменна в горизонте планирования, построение динамических расписаний «обуславливается всей совокупностью событий, происходящих в производственном подразделении за некоторый плановый период» (Ю.Е. Мауэрглауз).

Условимся по терминологии, что существуют два подхода к организации работ – планирование и построение расписаний и, соответственно, два руководящих документа:

- «план», в котором на определённый горизонт назначается последовательность заданий с точным временем начала и конца исполнения;
- «расписание», где указывается очерёдность запуска заданий без точных привязок по времени.

Динамические алгоритмы построения расписаний для большинства моделей дискретного производства обеспечивают достаточную по рациональности последовательность запуска по критериям, которые могут «настраиваться» на этапе построения расписания. По своей сути, это чистые MES-алгоритмы, обеспечивающие поддержку принятия решений, в отличие от управляющих алгоритмов систем более высокого класса.

В такой схеме на эффективность работает принцип: чем ниже по управленческой иерархии, тем проще процессы с точки зрения вычислительной сложности и тем больше возможность применения связки «СППР – человек» в качестве системы управления. Не забывайте, что и человек – эффективная в определённых условиях система управления.

Алгоритмы построения динамических расписаний проще, чем алгоритмы APS, оперируют с минимальным набором данных и, не являясь директивными, допускают принятие решений на основе нечётких и переменных данных. Но ответственность за принятие решений в такой схеме лежит на лице, принимающем решение (ЛПР), что определяет высокие квалификационные требования к таким специалистам.

Алгоритмы оперативного графикования допускают достаточно гибкий набор входных и контролируемых параметров, что позволяет оперативно анализировать варианты расписаний по косвенным критериям: размера передаточной партии, остатков материала и ДСЕ на складах и т.п. Благодаря этому возможна работа по динамическим расписаниям в модели локальной цеховой оптимизации при асинхронном режиме учёта и контроля.

Косвенным преимуществом управления по модели расписаний является возможность их «внесистемного» анализа и расчёта, например, в электронных таблицах. Алгоритмы построения таких расписаний описаны в литературе, на русском языке см., например, книги Мауэргауза Ю.Е. Такие алгоритмы могут быть быстро и без больших затрат освоены и «встроены» в действующие управленческие процессы.

Построение цеховых динамических расписаний относится к категории инструментов локальной оптимизации, поэтому применять их надо с долей осторожности, стараясь делать фокус больше на устранении внутренних потерь, чем на удовлетворении формальных KPI по выработке, производительности и т.п., чтобы не возник эффект потери глобальной эффективности из-за борьбы за локальную. Как и от любой системы поддержки принятия решений, не следует ожидать от них чуда: их эффек-

тивность во многом определяется качеством данных и квалификацией специалистов, которые с ними работают.

Для предприятий, работающих по моделям МТО (производство на заказ) или АТО (сборка на заказ), наличие MES является ключевым фактором успеха при оптимизации проектных расписаний на основе управления буферами. Эффект от такой модели организации тем больше, чем точнее налажен мониторинг состояния проекта и оперативнее рассчитываются показатели. «Чистое» время изготовления/сборки в таких моделях обычно составляет несколько дней/смен, ошибка в 2–3 дня при посменной отчётности с постобработкой сводит на нет все преимущества методики.

В цепочке межцеховой кооперации требование выполнения «точно-в-срок» перетекает от каждой отдельной операции к проекту в целом, сложность контроля и мониторинга сильно увеличивается, поэтому оперативный расчёт текущего состояния буферов, перерасчёт критического пути, оценка критичности процесса, оценка трендов и т.п. возможны только при наличии правильно выстроенного оперативного мониторинга в MES. Только фактические показатели, зарегистрированные в MES, являются источником принятия решений о корректировке показателей и процессов планирования и запуска.

Анализ показателей

Непреклонный закон автоматизации оперативного управления производством: MES без модуля анализа и оценки показателей работы цеха абсолютно бесполезна.

MES-система решает главную проблему управления: не можете измерять – не можете управлять. Модули и компоненты по оперативному и аналитическому анализу состояния производственного участка должны входить в структуру комплекса с самого начала внедрения и постоянно развиваться.

Все показатели можно разделить на несколько групп:

- оперативные показатели текущего состояния активов (ресурсов);

- ключевые показатели принятия управленческих решений;
- расчётные показатели состояния и эффективности активных процессов;
- аналитические периодические отчёты об использовании ресурсов и показателях процессов;
- аналитические и статистические отчёты и показатели по участку в целом.

Каждая группа показателей нацелена на решение определённых задач и требует своих инструментов и модулей MES-системы, зачастую не только программных, но и аппаратных.

Визуализация показателей текущего состояния производственных процессов нацелена на задачи оперативного визуального мониторинга и возможности быстрого принятия корректирующих воздействий. Параметрами для мониторинга являются показатели, необходимые для быстрого анализа ситуации, зависящие от контекста. На примере задачи оценки общего состояния будет достаточно такого минимального набора:

- состояние рабочих мест и оборудования: работа, простой, авария;
- наличие отклонений от плановых и заранее назначенных показателей;
- требование привлечения к процессу внешнего специалиста (специалист ОТК, наладчик и др.).

Такой набор даёт исчерпывающее понимание ситуации на рабочем месте с точки зрения вопроса «всё ли нормально», не рассеивая внимание на лишние показатели, расчёты и пр. Такие визуализаторы состояния реализуются, как правило, в формате цеховых табло отображения информации, при проектировании которых базовыми критериями являются следующие:

- внимание привлекают только рабочие места с отклонениями от нормального процесса;
- отсутствие (сведение к абсолютному минимуму) фактографической алфавитно-цифровой информации, фокус на ярких графических примитивах;
- информация должна быть видна и различима со всех точек цеха (участка).

Цеховые табло визуализации не только выполняют функции оперативного мониторинга и оповещения, но и являются инструментом повышения рабочей дисциплины, методом объективного контроля и самоконтроля работы персонала.

Для специалистов, в чьи обязанности входит оперативное управление цеховыми процессами, например, для мастеров цеха, набор показателей расширяется трендами и динамическими индикаторами прогресса выполнения заданий.

В отличие от индикаторов показателей текущего состояния, сфокусированных на отклонениях и неотложных действиях, управленческое табло ориентировано на предиктивное оповещение о наступающих событиях, требующих внимания. Например, в случае наличия в НСИ информации о времени подготовительных операций система мониторинга MES-системы оповещает лицо, ответственное за оперативное управление, о наступлении события заранее, с учётом этого времени, желательно в двух градациях – «внимание», «исполнение».

Отклонением при этом считается уже не факт задержки начала исполнения задания в назначенное время (это само собой), а что подготовка не была начата вовремя, что даёт дополнительный запас времени на корректирующие действия.

Для операционного менеджмента MES обеспечивает расчёт фактических оперативных показателей, определённых в стратегии как ключевые (например, тонны-часы в металлургии). Общее правило: показатель должен быть определён в стратегии, по нему должны быть установлены допустимые границы и сценарии реакции на отклонения. Тогда MES на уровне анализа трендов обеспечивает предиктивный мониторинг возможной разладки процесса.

Аналитический блок фокусируется, в основном, не на производственных показателях, а на показателях управленческих процессов. Любые локальные КПЭ должны рассматриваться как метрики бизнес-процессов, а не как текущее состояние, отклонения или нарушения.

Так, например, один из наиболее полезных показателей, OEE – Overall Equipment Efficiency, эффективность использования оборудования, часто трактуется как локальный, относящийся к конкретной единице оборудования, смене или суткам. Но на самом деле, его роль гораздо шире: он полностью определяется качеством выстроенных управленческих бизнес-процессов, недопущением брака, аварийных простоев и пр.

Показатели анализа должны соответствовать уровню порядка и зрелости предприятия. Например, показатель OEE включает в себя мультипликативно производительность, качество и доступность. Без настроенных управленческих процессов обеспечения всех показателей по отдельности, значение обобщённого показателя бессмысленно.

К аналитическому мониторингу надо подходить последовательно: разбиение процесса на части, наведение порядка, фиксация порядка как нормы работы, внедрение локальных процессов постоянного улучшения. Только после этого можно упрощать мониторинг и использовать меньший набор кумулятивных показателей, как инструмент оценки эффективности проведённых мероприятий.

Наиболее критичной является модель структуры показателей при запуске процессов планирования производства. На каждой ступени развития этого процесса нужны разные показатели: длительность всех стадий производственного цикла (наладка, циклы, технологические остановки и т.п.), их фактический разброс, матрицы переходов и пр. Как следствие, MES-системы на разных стадиях зрелости процессов планирования будут направлены на разные группы показателей:

- подготовительная – контроль работы только по заданиям, соответствия количества заданию, статистика по общему времени выполнения и браку, регистрация начала и окончания выполнения задания;
- предварительная – контроль укрупнённых временных показателей процесса: начало/конец переналадки, изготовления, фиксация простоев в режиме реального времени,

наложение циклов по данным АСУТП оборудования и т.д.;

- настроечная – контроль колебаний времён этапов общего цикла производства, цель – анализ эффективности мероприятий по их нормализации;
- эксплуатационная – контроль отклонения фактических показателей от плановых.

На каждом этапе показатели MES поддерживают организационные мероприятия соответствующего этапа: дисциплина на подготовительном, анализ состояния «как есть» – на предварительном, процессы нормализации и локальной оптимизации – на настроечном, эффективность – на эксплуатационном.

Показатели, измеряемые и рассчитываемые в MES-системах, всегда оперативные, в контексте других процессов. При выборе набора показателей важно проводить стандартный аудит: действительно ли мы измеряем независимую характеристику выбранного процесса? Не является ли эта характеристика сложно-зависимой от других составляющих? Любой показатель должен участвовать в процессах принятия решений и в мониторинге «состояния постоянного улучшения», но сложно-зависимые показатели такой возможности не дают и приводят к принятию неправильных решений.

3.4 Системный ландшафт MES

MES, будучи инструментом поддержки текущей деятельности, должен, как и любой инструмент, соответствовать поставленным задачам, иметь необходимую надёжность, производительность и пр. А поскольку это информационный ресурс, должен быть создан определённый системный ландшафт, в котором будет работать система и от которого очень много зависит.

Как и любая техническая система, MES имеет свои правила построения, интеграции и сопровождения. Правильно выстроенная функционально, но некорректно реализованная с технической точки зрения система не сможет обеспечить должной

управленческой эффективности, а именно ради неё и строится весь контур оперативного управления.

В общем случае, MES-контур предприятия – набор достаточно большого числа различных элементов и компонентов, которые вместе должны решать поставленные перед ними функциональные задачи. Как не бывает человека, который «знает и умеет всё», так не бывает и такой системы, которая покрывала бы все потребности и задачи предприятия. Говорить о «MES-системе предприятия» не совсем корректно, это набор связанных систем, некий MES-ландшафт.

По мере вовлечения в процессы стратегического и оперативного управления, MES-контур становится всё более и более критичным для бизнеса. Практика показывает, что на предприятиях-лидерах рынка, выстроивших свою систему управления на базе контура операционного менеджмента, остановка системы управления приводит к остановке производства примерно через три часа. Это риск, который надо принять и минимизировать до разумного уровня.

Функциональный ландшафт

Начнём с функциональной модели MES как основы построения системного ландшафта. Термин «функциональный» многогранен, что часто приводит к путанице в понятиях. Ранее обсуждалась функциональная спецификация и функциональная модель системы управления с точки зрения бизнес-процессов. Сейчас же имеется в виду функциональная модель MES как информационной системы. Эти модели, вообще говоря, не соотносятся «один к одному».

Например, в процессной функциональной спецификации поставлена задача реализовать контроль качества продукции на соответствие стандартам заказчика по шаблону проверок. Это функция от бизнес-потребности. В составе информационных систем есть свои функциональные блоки: например, управление персоналом, работа ОТК и т.п. Это уже функции в рамках логики работы информационно-управляющей системы (ИУС), её функциональная модель.

Все ИУС предприятия работают в контексте других систем, у каждой есть своя функциональная модель, все вместе они образуют функциональный ландшафт, который и нужно рассматривать как единое целое.

Функциональный ландшафт должен обеспечивать устойчивую работу, полноту покрытия бизнес-потребностей, отражать принятые принципы принятия управления и решать актуальные задачи. MES-контур в этом ландшафте должен закрывать свой набор задач.

В части общих принципов работы функциональный ландшафт MES должен обеспечивать поддержку текущей деятельности производственного подразделения. Формально схему такой поддержки можно представить в виде трёх крупных блоков (рис. 3.21):

- поддержка рутинной текущей деятельности – шаблонная работа по показателям;
- поддержка принятия решений в случае отклонений или в случаях, где это предусмотрено процессом управления;
- углублённый анализ для задач стратегического управления.

Организация систем оперативного управления, повторимся, напоминает принципы работы нашего мозга. Аналогом блока

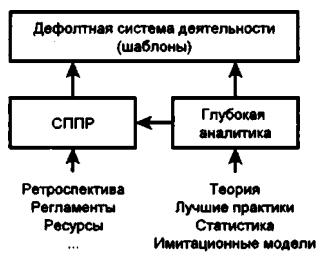


Рис. 3.21 Структура организации управления

поддержки текущей деятельности можно считать дефолтную систему мозга (ещё её называют системой пассивного режима работы), которая отвечает за те действия, к которым мы «привыкли». Ключевым в модели работы этой зоны является то, что такие действия совершаются автоматически, без глубокого анализа и обдумывания.

Система поддержки принятия решений – это левое полушарие. Оно отвечает за коммуникации, базовый анализ ситуации, простые расчёты. Оно очень активно, так как заведует коммуникативной функцией, поэтому оказывает наибольшее влияние на повседневную деятельность, это влияние может быть и положительным, и отрицательным.

Система глубокого анализа – правое полушарие. Оно отвечает за правильную ориентацию в пространстве и жизни, постоянно что-то анализирует, рассматривает проблемы в целом, а не фрагментами. У него нет прямого выхода на речевые центры, поэтому о результатах его работы мы узнаём только в том случае, если левое полушарие приняло во внимание переданные результаты анализа. Что происходит, увы, далеко не всегда, этому надо учиться.

Функциональный ландшафт определяет правила игры для всех информационно-аналитических ресурсов предприятия так, чтобы все три блока системы управления работали в единой связке, помогая друг другу и обеспечивая целенаправленное движение вперёд к стратегическим целям. Иначе ситуация будет из разряда «лебедь, рак и щука», и сколько средств в такую систему ни вкладывай, ощутимого результата не будет.

На уровне функциональных блоков система управления современного предприятия чрезвычайно сложна и гетерогенна. На рис. 3.22 показана примерная структура компонентов современной производственной ИУС. Не будем вдаваться в расшифровку аббревиатур: они стандартны, но при этом абсолютно условны, и теоретические споры на тему «где это делать» обычно совершенно бессмысленны. Набор функциональности диктуется задачами производственного процесса и их отнесение к той или

иной аббревиатуре – лишь условность в части перехода от ФС к ТС.

Все системы функционального ландшафта находятся в едином информационном пространстве, оперируют с одной и той же информацией, которая регламентно распространяется между системами по событийным активаторам. Основа архитектуры правильного функционального ландшафта лежит в продуманной межфункциональной кооперации (не интеграции, это само собой, а именно кооперации), это должно быть сотрудничество, основанное на принципах общей полезности.

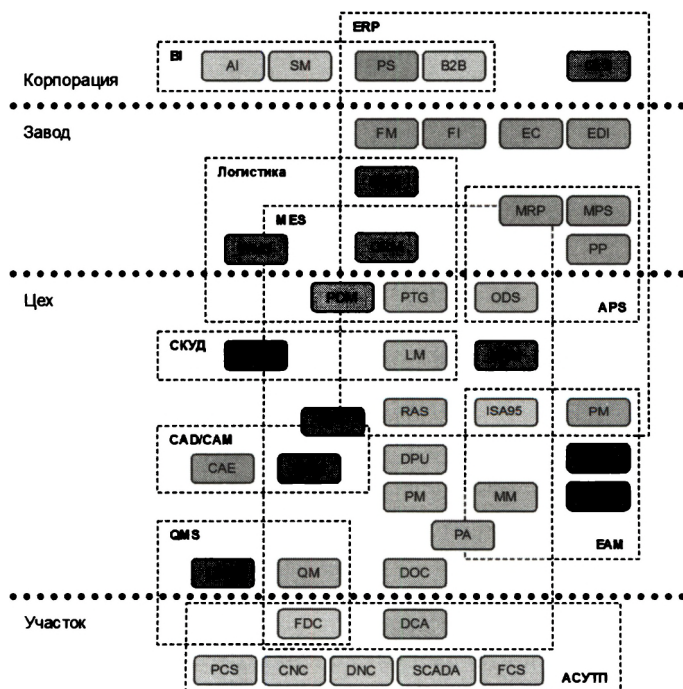


Рис. 3.22 Функциональный ландшафт системы управления предприятия

При проектировании систем и процессов управления не стоит жёстко ограничивать функциональную модель. Однотипные задачи могут решаться в рамках различных процессов и в разных функциональных модулях различных систем, между ними очень много пересечений. На начальном этапе построения MES жёсткая привязка может дать хорошие результаты, но если от неё вовремя не отойти, то она неизбежно станет проблемой и узким местом системы управления.

Условными являются не только функциональные аббревиатуры (но от них нельзя отказываться, без них начнётся хаос в терминах, моделях и методах), но и границы раздела между классами систем (MES и ERP, например). Попытка строить такие системы по отдельности, каждую в своей функциональной модели без единого ландшафта, приведёт к скорой разбалансировке всей системы: в разных системах возникнут блоки фактически с одной и той же функцией, но различные по архитектуре, модели данных, алгоритмам.

При отсутствии единой модели управления и единого ландшафта возникают альтернативные пути принятия решений, дублирование данных, разночтения в учёте. Это тот самый случай, когда необдуманное дублирование вредно: отправляясь в море, берут или один компас, или три. В рамках единого функционального ландшафта такие коллизии будут хорошо видны. Но вышесказанное ни в коем случае не значит, что дублирования функциональности нет, она обязана присутствовать, но осознанная.

Простым отказом от одного из «дублирующих» блоков проблема обычно не решается, всегда требуется выбрать правильную кооперативную модель, нормализовать функциональные требования и перераспределить задачи.

Для определения роли MES в таких ситуациях есть простое правило: если для MES-уровня стратегия подразумевает неглубокое погружение в специфические возможности функции, то разумно немного доработать «смежный» модуль другой системы. Если же эти возможности рассматриваются в стратегии как ключевые факторы достижения целей, то надо выходить на

«полновесное» решение, выводя при необходимости в MES и часть функциональности из «смежного» блока. Зеркально это работает и для других систем: по мере их развития функциональность MES может как расширяться, так и сжиматься.

Поясним на примере процедуры выдачи сменно-суточных заданий и заказ-нарядов на работы. Если это нужно просто, чтобы эти самые заказ-наряды «были» для связки производства с клиентскими заказами, то вполне хватит и минимальной таблички в ERP. Если задача стоит шире и нужен полноценный контроль по персоналу, динамическая разбивка заданий, контроль переносов по срокам и сменам и пр., нужно внедрять MES-инструментарий. А что именно нужно, определяется исключительно стратегией и поставленными задачами и целями.

Типичной является практика расширения типового функционального состава и переноса в MES «нестандартной» функциональности. Например, задача контроля прихода/ухода сотрудников на некоторых предприятиях выведена на уровень MES, а временем прихода на работу считается время регистрации начала первого задания в смену.

Вернёмся к рис. 3.22. Обратите внимание, что в ландшафте блок MES занимает почти всю центральную часть схемы. Это не случайно: в вопросах управления MES – связующее звено между уровнями управления, звено с многочисленными горизонтальными и вертикальными пересечениями и связями с другими системами. Настройка правильного функционального «перекрытия» для MES сложнее и критичнее, чем для других классов ИУС.

Функциональная модель MES в функциональном ландшафте ИУС производственного управления предприятием – это ещё не элемент технической реализации, техническая реализация возникает на следующем шаге, на этапе формирования ТС – технической спецификации.

Компонентный ландшафт

MES-инструментарий промышленного предприятия всегда сборный, модульный по структуре набор элементов. Модули эти

могут быть как в составе программных комплексов, так и набором локальных компонентов, возникающих в процессе последовательного заполнения пробелов в автоматизации процессов и информационных потоках. Такую модель часто пренебрежительно называют «лоскутная автоматизация», но на начальных этапах и как метод прототипирования она очень эффективна.

Для MES-контура управления компонентность необходимо рассматривать в двух разрезах:

- функциональные компонентные блоки в модели общей системы управления предприятием, компонентный ландшафт;
- исполнительные модули в составе MES-системы, модульный ландшафт.

Компонентный ландшафт (рис. 3.23) определяет набор действующих программных систем и модулей с перечнем документов, передаваемых между ними. Такой ландшафт является частью концептуального дизайна и строится исходя из анализа существующих ресурсов, их возможностей и ограничений. Компонентный ландшафт должен соответствовать текущей структуре производственных бизнес-процессов предприятия и отражать функциональный ландшафт.

Компонентный ландшафт является одновременно регламентным документом по основным информационным потокам: каждый документальный стык должен быть зафиксирован в формате регламента, где фиксируется содержательная структура до-

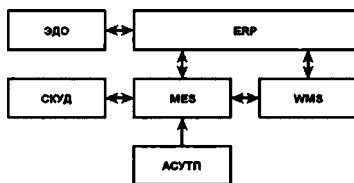


Рис. 3.23 Пример схемы компонентного ландшафта

кумента, временные и событийные параметры правил передачи. Это функциональная интеграция, не путать с техническим интеграционным ландшафтом.

Как и всё, что касается систем оперативного управления, компонентный ландшафт регулярно пересматривается. При каждом аудите он тщательно прорабатывается (или разрабатывается заново) исходя из текущего состояния систем, задач, накопленного опыта, документируется и фиксируется в регламентных документах текущей фазы развития систем управления в нескольких разрезах:

- актуальный, по факту достигнутый ландшафт;
- целевой, на момент окончания фазы;
- переходной ландшафт на этапах внедрения и ввода в эксплуатацию.

Актуальный ландшафт сравнивается с целевым по задачам текущей фазы, и по отклонениям корректируются подходы, методы, принципы его построения. Просто достижение состояния целевого ландшафта само по себе не является целью и не может служить критерием успеха. Целевое видение – лишь предпосылка, которая строится исходя из текущего анализа и стратегической оценки ситуации.

Изучение расхождений между тем, как планировалось, и тем, как по получилось по факту, служит ценной информацией для корректировки прогнозных моделей. При условии, что система управления предприятием соответствует текущим задачам и процессам, именно компонентный ландшафт является наиболее показательным критерием правильной стратегии в области развития ИТ-ресурсов и квалификации системного архитектора.

Рассмотрим набор элементов системы оперативного управления. Для простоты будем называть весь комплекс просто «MES». «Составную» природу MES необходимо рассматривать с двух направлений, которые нужно разделять:

- структура программно-аппаратной среды;
- структура компонентных модулей бизнес-логики.

«Программно-аппаратная модульность» пересекается с вопросами инфраструктурного ландшафта, но имеет более локальный характер. Об инфраструктурном ландшафте разговор впереди, сначала рассмотрим MES как отдельную систему.

С точки зрения программно-аппаратной среды, MES-система является стандартной ИУС псевдореального времени, работающей в сложной интеграционной среде и состоящей из набора стандартных компонентов (рис. 3.24):

- база данных (хранилище) реального времени регистрации событий;
- архивная СУБД агрегированных данных;
- подсистема пользовательского интерфейса и визуализации;
- подсистема формирования оперативной и аналитической отчётности;
- адаптеры и сервисы информационного обмена;
- подсистема управления доступом, администрирования и журналирования;
- прикладные модули и подсистемы.



Рис. 3.24 Программная структура MES

В разрезе программно-аппаратной модели функциональность MES представляет собой лишь набор прикладных модулей и подсистем, который может сильно меняться со временем. Перечисленный же выше набор стандартных компонентных блоков обязателен и стабилен. Такое разделение рекомендуется использовать в проектных документах и технической спецификации.

Инструменты взаимодействия с пользователем определяются спецификой производства, моделью учёта и компоновкой рабочего пространства. В типовых решениях выделяется несколько основных типов (список может дополняться и изменяться по мере необходимости):

- полнофункциональный клиент;
- облегчённая специализированная версия, как правило, на основе «тонкого клиента»;
- производственный клиент (терминал) операторов и цехового персонала;
- оперативный АРМ руководителя, как правило, на базе мобильных устройств;
- переносной (мобильный) клиент сервисного персонала;
- клиент коллективного доступа к информации (табло).

Все пользователи системы MES в обязательном порядке персонифицированы уникальным машиночитаемым кодом, для идентификации рекомендуется использовать штрих-кодовые идентификаторы или RFID метки (карты).

Настраиваемый набор прикладных модулей и подсистем – характерная черта всех современных рыночных решений. Модульный состав современных MES (см. пример на рис. 3.25) обычно достаточно хорошо проработан под конкретные модели производства и позволяет гибко конфигурировать систему под требования процессов. Как и в других вопросах, избыточность функциональности недопустима – в составе комплекса должны присутствовать только те модули и компоненты, которые включены в процесс принятия решений и управления и соответствуют URS и ФС.



Рис. 3.25 Пример модульного состава MES

Набор прикладных задач и интерфейсов MES всегда предметно ориентирован, модули группируются в рабочие блоки в соответствии с организационной структурой и должностными обязанностями специалистов. Основа принятия наилучшего решения и эффективной работы – вся необходимая информация на экране, ничего лишнего. Недостаток информации приводит к принятию неправильных решений, избыток – рассеивает внимание, снижает эффективность работы специалиста.

Недостаточное внимание к вопросам выделения рабочих блоков и экономия на интерфейсах приводят к тому, что в силу удобства или необходимости возникает параллельный учёт в электронных таблицах, MES становится вторичной системой. С точки зрения менеджмента это может быть даже заметно, поскольку скорость достижения целевых показателей снижается, но выявить причину в этом случае оказывается очень сложно. Проще и дешевле этого риска избегать и тщательно продумывать функциональную компоновку рабочих мест специалистов.

Структура рабочих блоков, в свою очередь, является важным косвенным критерием эффективности сложившейся организационной структуры и распределения обязанностей: если для работы специалисту по факту нужно много данных из про-

цессов, не имеющих к его непосредственной бизнес-функции прямого отношения, это является сигналом, что есть проблемы с настройкой процессов и выбором точки управления.

Распределение обязанностей между специалистами и, соответственно, модель рабочих блоков выбирается из критерия оптимальности работы лица, принимающего решение: 6–8 ключевых показателей анализа при отсутствии системы поддержки принятия в составе MES решений и 20–30 – при её наличии. Выход в любую сторону из этих границ снижает качество принимаемых управленческих решений.

Модульный состав MES не может быть единым для всех, он различается для различных производственных участков, даже если базовое решение стандартизовано и типизировано на уровне завода.

Программно-аппаратный ландшафт

Рассматривая MES как стратегический ресурс развития и выстраивая систему управления на его основе, к качеству ИУС и программно-аппаратному окружению начинают предъявляться повышенные требования, которые нуждаются в тщательной проработке. В стратегическом аспекте это окружение, которое часто называют инфраструктурным ландшафтом или системно-технической инфраструктурой (СТИ), должно строиться с заведомым пониманием «зачем», управленческих целей и задач.

СТИ является аппаратным окружением MES, пользователи воспринимают этот комплекс как единое целое, и от него, в числе прочего, зависит и доверие к MES-системе, и эффективность управленческого процесса.

MES по типу ИУС – информационно-управляющий комплекс высокой критичности для бизнеса. Любая критичная ИУС должна соответствовать определённым критериям, можно выделить несколько ключевых:

1. функциональная безотказность – свойство ИУС сохранять работоспособное состояние в течение заданного времени;

2. функциональная доступность – свойство ИУС, заключающееся в том, что субъекты, имеющие права доступа, могут реализовывать их беспрепятственно;
3. функциональная стабильность – способность ИУС выполнять свои функции в условиях умеренных внешних и внутренних дестабилизирующих факторов;
4. функциональная устойчивость – способность сохранения или восстановления данных и функций при форс-мажорных воздействиях.

По мере развития MES как инструмента управления требования по всем пунктам перечисленного выше списка постоянно повышаются, и лишь правильный выбор стратегии развития позволит обеспечить соответствие системы управления текущим задачам. Если на начальном этапе развития простой системы в несколько дней никак серьёзно не повлияет на работу предприятия, то на этапе, когда система становится управляющей, производство остановится.

Добиться 100% показателей по всем пунктам задача невыполнимая даже теоретически. Необходимые разумные границы должны быть заданы исходя из планов стратегического развития. Далеко не всё может быть обеспечено лишь аппаратно. На начальном этапе развития, например, наиболее серьёзными являются критерии 1 и 2, что связано с настройкой софта, оборудования и организацией доступа.

Начиная с момента, когда MES становится активно используемой системой поддержки принятия решений, критичными становятся дестабилизирующие факторы всех типов, критерии 2 и 3. Они могут быть как внутренними (аппаратные сбои и т.п.), так и внешними – ошибки в поступающих по кооперационным схемам данных и т.п.

Часть из этих вопросов относится, скорее, к вопросам безопасности (аварийные отказы, например), об этом дальше. Те события и возмущающие факторы, которые де-факто возникают более или менее регулярно, нужно учитывать как исключения, требующие соответствующей обработки, при проектировании MES-инфраструктуры.

Любой дестабилизирующий фактор – это риск и к нему нужно относиться как к риску:

- принять факт, что риски существуют;
- выбрать линию поведения: принять на себя, передать, уменьшить, пр.;
- установить правила поведения при его возникновении, провести риск-анализ при необходимости;
- устранить по возможности предпосылки для реализации.

Всё это возможно только в хорошо структурированной системно-технической среде. MES-контур характеризуется высокой динамичностью смены компонентов, сильно зависит от информационных стыков с другими системами и устройствами. Хорошей практикой является ориентация на рекомендации стандарта ISA-95.

Согласно сложившейся практике, выделяется шесть основных уровней систем управления, отвечающих за разные функциональные задачи и работающие в разных характерных временных разрешениях, уровни от 4 и ниже соответствуют уровням стандарта ISA-95 (рис. 3.26):

- уровень 5 – системы бизнес-аналитики и стратегического планирования, системы BI;
- уровень 4 – системы верхнеуровневого планирования ресурсов и управления активами, системы ERP;
- уровень 3 – системы оперативного управления, в том числе MES-системы;
- уровень 2 – управление технологическими процессами, АСУТП, SCADA;
- уровень 1 – системы управления оборудованием, ПЛК;
- уровень 0 – уровень исполнительных систем физического управления оборудованием.

Каждый из уровней образует свой сегмент локальной вычислительной сети (ЛВС) предприятия, связанных между собой шлюзами для регламентированных информационных потоков. Каждый из сегментов строится по своим принципам и стандартам, обслуживается и сопровождается по своим регламентам и

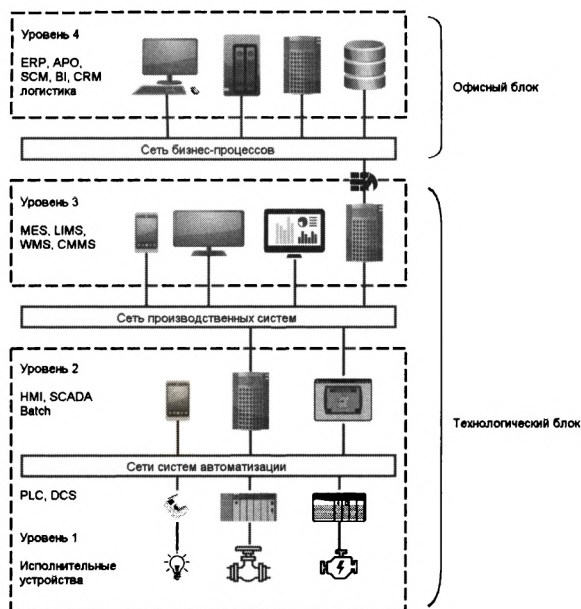


Рис. 3.26 Уровни системы управления

нормативам, имеет свои требования по резервированию и надёжности, определяемые требованиями к системе управления.

Структура ЛВС предприятия должна быть сегментирована, желательно физически, на несколько уровней, минимум на три:

- технологическую ЛВС, куда подключаются датчики, контроллеры, терминалы, системы технологического управления и т.п. (уровни 0–2);
- ЛВС систем оперативного управления, в которой работают системы MES-инфраструктуры (уровень 3);
- ЛВС уровня бизнес-операций, в которой работают ИТР и специалисты бизнес-подразделений (уровни 4–5).

Технологии построения ЛВС всех уровней выбираются исходя из целевых значений функциональных критериев комплекса

в целом. ЛВС уровня MES и бизнес-операций не имеют ограничений по моделям построения и применению беспроводных технологий, но для технологических сетей рекомендуется использовать кабельные линии и промышленное оборудование. Все сегменты сети должны иметь достаточное резервирование для обеспечения стабильной работы в рамках заданных функциональных характеристик.

Аппаратно комплекс MES представляет собой физический выделенный серверный комплекс высокой степени надёжности и резервирования, установленный в закрытом от постороннего доступа помещении, имеющий подключение, возможно через аппаратные межсетевые экраны, к офисной и технологической ЛВС предприятия.

В случае сложных современных инфраструктурных решений MES-ландшафт может быть распределённым, когда различные компоненты физически расположены в разных сегментах корпоративного ландшафта. При построении таких схем нужно учитывать надёжность каналов связи и то, что часть инфраструктуры выпадает из зоны оперативного контроля. По этой причине серверную группировку MES нужно проектировать по принципу максимально возможной близости к пользователю.

Так, например, для крупных структур разделение может быть такое (рис. 3.27): дефолтная система управления (MES-DS), как система, которая должна обладать максимальной доступностью, размещается на серверах в цеху или на производственной площадке, блок СППР (MES-DSS) размещается в корпоративном ЦОД для обеспечения максимальной связки с другими ИУС предприятия, системы глубокой аналитики (MES-A) могут быть вынесены, например, в облачные сервисы, поскольку требуют больших вычислительных ресурсов и имеют неравномерную загрузку.

Для серверов систем оперативного управления должны быть разработаны отдельные регламенты и правила эксплуатации, сами комплексы строятся по правилу «ничего лишнего». На серверах MES работает только минимально необходимый набор сервисов, не допускается установка на него не относящихся к

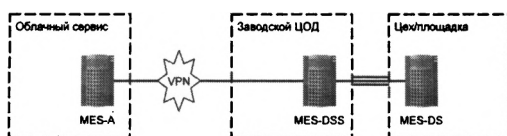


Рис. 3.27 Пример распределённой структуры серверной группировки MES

MES компонентов и служб, которые могут понизить приоритет основного приложения. Система максимально консервативна и ограничена по доступу, автоматические обновления, антивирусы и т.п. типичные задачи запрещены.

По способу централизации систем различных подразделений, MES может быть:

- корпоративным решением, единый сервер на всю группу заводов и производственных площадок;
- децентрализованной, с несколькими серверами;
- удалённой, когда услуга покупается как сервис (SaS – Software as Service), а сама система располагается у провайдера или в облачных центрах.

Тенденции к размещению систем класса MES в облачных сервисах стоит рассматривать осторожно, поскольку сложность и стоимость владения всем комплексом, вопреки уверениям продавцов, в такой модели сильно возрастают. Усложняются обмен данных с оборудованием, интеграция с ERP-уровнем и т.д. Сложно прогнозировать показатели доступности и безотказности. На сегодняшний день выражена тенденция децентрализации критичных сервисов и функциональности, «пограничное» размещение их во внутренней ИТ-инфраструктуре на границе с внешней, модель «edge computing».

Интеграционный ландшафт

Все MES-компоненты работают в постоянном режиме информационного обмена в рамках горизонтальных и вертикаль-

ных интеграционных связей. Рассматривая MES как стратегический ресурс, важно правильно выстроить архитектуру интеграционного ландшафта и выбрать адекватные задачам модели и методы интеграции. Задача интеграции полностью техническая и должна рассматриваться в рамках формирования технической спецификации.

Основным документом, описывающим интеграционный ландшафт, является схема информационного взаимодействия, которая, вкупе с регламентами, определяет целостную картину информационного обмена во временном и техническом разрезах.

Интеграция в задачах построения MES-систем бывает нескольких типов:

- визуальная, то есть доступ к внешней информации в рамках MES;
- функциональная, то есть возможность выполнения действий из MES внутри ERP;
- информационная, то есть единая модель справочников.

Схема интеграционного взаимодействия определяет интеграционные интерфейсы передачи данных между системами на уровне системных интерфейсов и описания данных. В этом документе фиксируется первичность идентификаторов, правила добавления, удаления и корректировки записей, техническая спецификация на способы обмена и пр.

Для решения задач построения единого информационного пространства выработан ряд стандартных подходов и практик, на которые необходимо ориентироваться. Процессы интеграции делятся на несколько уровней, каждый из которых имеет свой набор стандартов и технологий, свои правила применимости (рис. 3.28):

- бизнес-документы;
- протоколы обмена;
- транспортные протоколы.

Интеграционные мероприятия необходимо рассматривать с нескольких точек зрения:

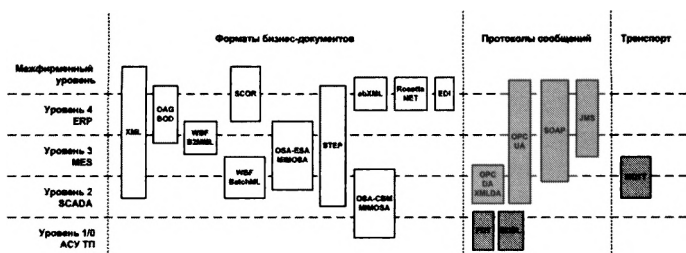


Рис. 3.28 Стандарты интеграции по уровням

- технической – методы и стандарты интеграции;
- регламентной – обеспечение регламентами в модели функционального ландшафта;
- актуальности – соответствия набора данных текущим целям и задачам.

Сложный компонентный состав систем ведёт к росту сложности интеграционных средств, что существенно повышает стоимость владения системой. При периодическом рефакторинге систем управления и интеграционный ландшафт должен пересматриваться и модернизироваться.

Интеграционный межсистемный слой часто называют промежуточным, или *Middleware*. Иногда можно встретить термин «бережливый промежуточный слой» (*Lean Middleware*), когда идёт борьба с лишними элементами интеграционных схем и оптимизация необходимых, ведь потери, как финансовые, так и управленческие, возникают и на этом уровне.

Подходы к интеграционным интерфейсам можно разделить на несколько групп:

- интеграция на уровне обмена документами;
- интеграция через унификацию моделей данных и синхронизацию непосредственно в СУБД отдельных приложений;
- интеграция на уровне нормативно-справочной информации (НСИ);

- интеграция через обмен сообщениями;
- работа через сервисные шины (ESB – Enterprise Service Bus).

Тенденцией является развитие обменных форматов документов на базе xml-структур. Ориентируясь на них, необходимо стараться следовать стандартным схемам, которых достаточно много, и рекомендациям по их расширению недостающими данными, так как почти все стандартные схемы содержат правила, как добавлять дополнительные, «пользовательские» поля данных.

Обменные схемы на уровне баз данных (СУБД) стоит строить с учётом рекомендаций построения модели данных или даже стандартных схем, типа CIM (Common Information Model) в электроэнергетике.

Межсистемная нормализация нормативно-справочной информации (НСИ) или, как часто её называют, мастер-данных от MD – Master Data, должна в обязательном порядке не только присутствовать в схеме взаимодействия, но и быть продумана, и задокументирована. Сложность синхронизации нередко связана с тем, что любой объект имеет несколько представлений, эти представления различны для разных систем в силу специфики задач, но они должны быть связаны. Например, справочник оборудования в MES, CMS и ERP может быть свой, но они должны быть синхронизированы для корректной обработки событий, действий, аналитики, учёта затрат.

Задачи интеграции возникают на всех уровнях системной иерархии, и на каждом уровне разработаны свои методы и правила построения интеграционных схем (рис. 3.29). Так, на «полевом» уровне это сетевые протоколы, на уровне АСУТП – технологии OPC и т.п., на уровне MES – xml и пр. Построение интеграционной схемы на единой сервисной шине или на любой другой одной технологии невозможно, она не будет обладать достаточной гибкостью и быстро станет «узким местом» процесса управления.

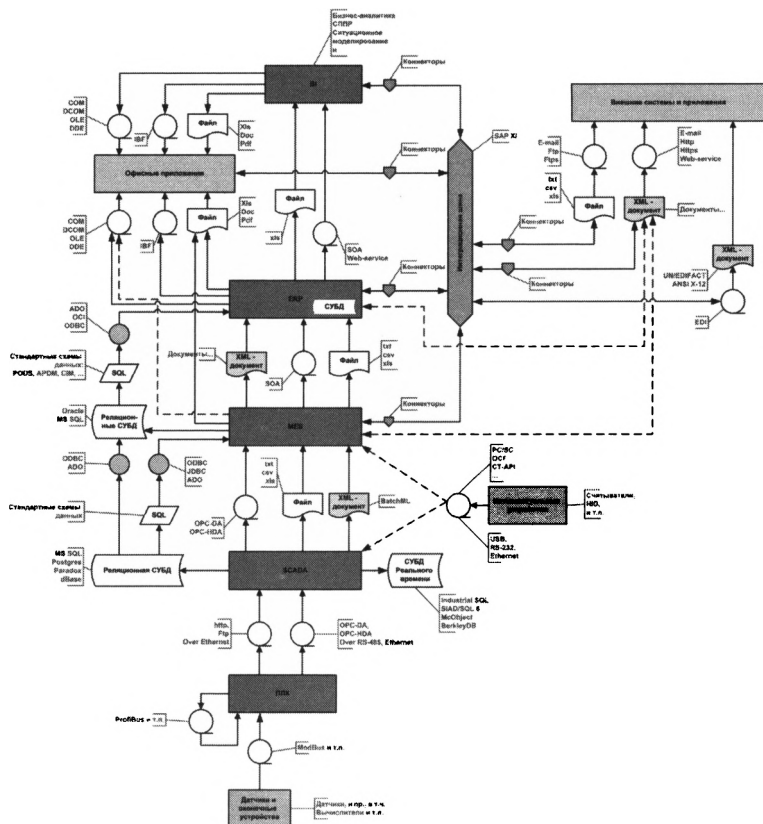


Рис. 3.29 Уровни интеграционного взаимодействия

Современные рыночные MES-системы специализированных разработчиков поддерживают на уровне системы все методы информационного обмена:

- работу с протоколами Modbus/Profibus, OPC;
- поддержку отраслевых протоколов, например, серии EUROMAP и пр.;
- стандартизованные обменные файлы xml, например, B2MML, PackML и др.;

- «нативные» интерфейсы взаимодействия со стандартными ERP-системами;
- набор открытых интеграционных коннекторов;
- другие инструменты и методы.

Отдельным блоком задач стоит настройка взаимодействия с внешними по отношению к предприятию системами в составе кооперационной цепочки, технологии EDI – Electronic Data Interchange, электронного обмена данными. В EDI наибольшее распространение получили стандарты ANSI X-12 и UN/EDIFACT (система обмена информацией SWIFT, как пример), Web EDI для работы в среде интернет через защищённые протоколы и пр.

На практике активно используются рекомендации локальных стандартов, например, спецификация CommerceML (www.commerceml.ru), проприетарные протоколы, например, IDOC компании SAP и др.

Стандарты, охватывающие вопросы интеграции уровня MES-систем с другими ИУС предприятия, разрабатываются и развиваются постоянно. В разное время популярными были технологии OAGiS, MIMOSA, STEP и т.п. В настоящее время ярко выражена тенденция развития в сторону стандартов блока ISA-88/ISA-95 (www.isa.org). Но в любом случае интеграция – лишь техническая задача, пусть не всегда простая, но гораздо менее сложная и критичная, чем правильный выбор целей и функциональная интеграция.

Стандарты серии ISA-95/ISA-88

Построение современной MES-системы невозможно без налаженных каналов информационного обмена между системами, структурированной функциональной модели и грамотной организации хранения данных. На основе многолетнего опыта работы ассоциация ISA (www.isa.org) разработала стандарт ISA-95, создавая его под слоганом: обмен технической и коммерческой информацией должен быть свободным, и если у кого-то есть вопрос «как?», стандарт ISA-95 даёт ответ.

Стандарт ANSI/ISA-95 / IEC 62264 / ГОСТ Р МЭК 62264 «Enterprise-control system integration» – «Интеграция систем управления предприятием» состоит из нескольких частей и постоянно развивается. На момент выхода книги вышли части 1–5, часть 6 находится в разработке:

- часть 1: Модели и терминология;
- часть 2: Атрибуты объектной модели;
- часть 3: Операционные модели управления производством;
- часть 4: Объектные модели и атрибуты для операций управления производством;
- часть 5: Операции «бизнес – производство» (B2M);
- часть 6: Операции «производство – производство».

Стандарт ISA-95 ориентирован на производственные предприятия и описывает стандартные модели описания и функциональные процессные модели, не предъявляя никаких требований к конкретной реализации структуры СУБД. Кроме решения задачи интеграции MES, ERP и других информационных систем, используемых в управлении производством, ISA-95 может использоваться и для других задач:

- создания информационной модели производства;
- построения производственной НСИ;
- интеграции производственных информационных систем (например, MES и LIMS);
- разработки моделей предприятия «как есть» и «как должно быть»;
- проектирования производственных информационных систем и интеграционных ландшафтов.

В стандарте определяется рекомендованная иерархическая модель предприятия модель производственного предприятия университета Пердью PERA (см. ранее), дополненная физической моделью другого стандарта – ISA-88, которую можно использовать как классификатор, указывающий на компанию, завод, производственный участок или цех.

Кроме этого, в стандарте определяется набор связанных между собой информационных моделей, используемых для хранения данных и при обмене между системами. Определены следующие модели (рис. 3.30):

- модель производственных мощностей (Production Capability Model);
- модель персонала (Personnel Model);
- модель оборудования (Equipment Model);
- модель материалов (Material Model);
- модель сегментов процесса (Process Segment Model);
- модель определения продукции (Product Definition Model);
- модель производственного расписания (Production Schedule Model);
- модель производительности (Production Performance Model).

Все модели – типовые, и описывают принципы описания сущностей, их внутренних и внешних связей. Пример модели

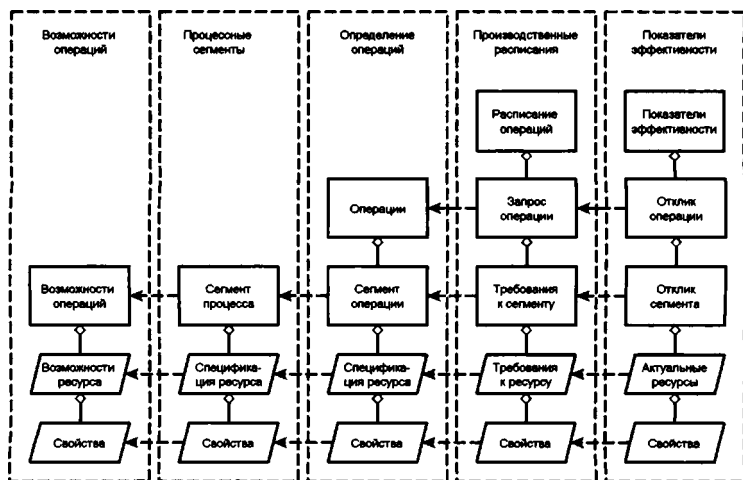


Рис. 3.30 Информационные модели стандарта ISA-95

описания оборудования приведён на рис. 3.31. Стандарт ISA-95 нацелен на использование в самых разных отраслях, вследствие чего информационные модели, модель оборудования, например, сделаны универсальными. Они не содержат описания конкретных свойств, вместо этого в модели содержатся средства, позволяющие включить в описание конкретного любые нужные характеристики.

Для обмена информацией между системами, поддерживающими модели данных стандарта ISA-95, специалистами WBF – World Batch Forum, ассоциация специалистов в области рецептурного производства (www.wbf.org) и ассоциации MESA International разработан набор XML-схем, получивший название B2MML – Business to Manufacturing Markup Language, структурированный язык информационного обмена производственный – бизнес уровень. Спецификация B2MML является открытой и позволяет добавить поддержку B2MML в любую информационную систему.

Для рецептурного производства предназначен стандарт ISA-88, созданный на базе опыта разработки и применения стандарта NAMUR N33, который определил единые модели, терминологию, структуру данных и язык описания процессов для

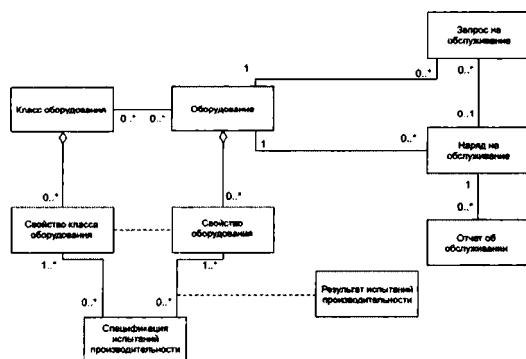


Рис. 3.31 Модель оборудования стандарта ISA-95

рецептурного производства. Стандарт ISA-88 определяет базовые понятия периодического процесса (Batch Process), партии (Batch) и рецептуры (Recipe), кроме этого предлагает стандартизованные модели для управления периодическим производством.

Стандарт ISA-95 разработан позже стандарта ISA-88, в связи с чем является более обобщённым, но учитывающим и специфику рецептурного производства в том числе (рис. 3.32). Совместное применение стандартов даёт пример практического интеграционного подхода: основное внимание в ISA-95 уделено взаимодействию систем управления и корпоративных информационных систем, поэтому передаются только данные, нужные системам верхнего уровня для планирования и контроля производственного процесса. ISA-88 описывает данные, необходимые для совместной работы систем управления, а также для детального планирования работы.

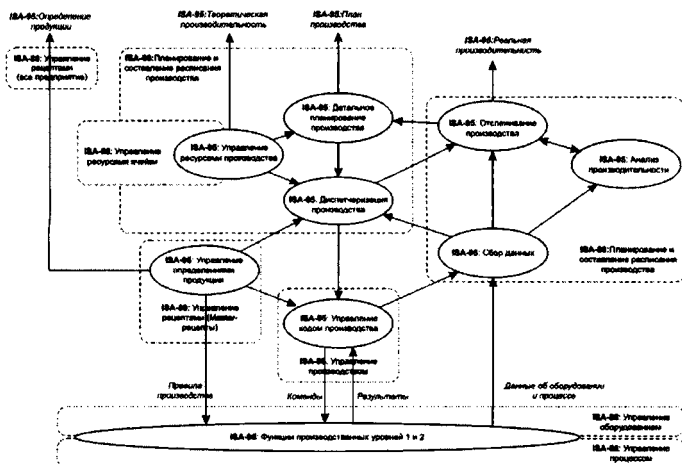


Рис. 3.32 Взаимное наложение охвата функций стандартов ISA-88 и ISA-95

Для прикладных задач стандарт ISA-88 может быть с небольшими вариациями использован для производственных предприятий непрерывного типа, эту версию стандарта иногда называют NS88 – Non-Stop S88.

Информационная безопасность

Системы оперативного управления вообще, и MES в частности, – технологически сложные и функционально критичные объекты, оперирующие с большими объёмами информации. В целевой модели управления предприятием процессы замкнуты на информацию и алгоритмы, в том числе информацию и алгоритмы MES-системы. Как и любой важный объект, он требует необходимой защиты, в данном случае – информационной.

Следует различать понятия «информационная безопасность» (ИБ) и «защита информации». Понятие информационная безопасность более широкое. Это не ограничительная стратегия, как в случае защиты информации, у термина ИБ есть две основные ипостаси, что важно осознавать, применяя его к системам класса MES:

- ИБ данных, то есть защита информации и алгоритмов её обработки;
- ИБ предприятия, то есть защита процессов деятельности предприятия.

Эти два ракурса в некоторой степени противоречивы и в случае MES-систем, как систем поддержки операционной деятельности, задача обеспечения ИБ предприятия является ведущей и основной. В контексте MES-систем термин ИБ обозначает не набор технических мер защиты и ограничительных и запретительных мероприятий, а определяет такой порядок эксплуатации программно-аппаратного комплекса MES, который обеспечит целостность и доступность данных и инструментов, достаточную для достижения стратегических целей, при этом обеспечивая достаточный уровень конфиденциальности.

ГОСТ Р 53114-2008 «Защита информации. Обеспечение информационной безопасности в организации. Основные термины и определения» определяет термин ИБ организации в следу-

ющем контексте: ИБ организации – это состояние защищенности интересов организации в условиях угроз в информационной сфере, которая достигается обеспечением совокупности свойств информационной безопасности – конфиденциальностью, целостностью, доступностью информационных активов и инфраструктуры организации. Приоритетность свойств информационной безопасности определяется значимостью информационных активов для интересов (целей) организации.

С позиций ИБ, как защиты информации и алгоритмов её обработки, наиболее удачным, в приложении к задачам MES, является определение, данное акад. В.Б. Бетелиным: ИБ – защищённость информации и поддерживающей инфраструктуры от случайных или преднамеренных воздействий естественного или искусственного характера, способных нанести ущерб владельцам или пользователям информации и поддерживающей инфраструктуры.

Защита информации, в зависимости от специфики работы предприятия, может включать в себя защиту внутренних разработок и «ноу-хау», защиту важных данных от потери и искажения, утечку информации и т.п. Технические средства и организационные методы тут достаточно стандартные – технические, программные, криптографические и пр. и подробно описаны в литературе.

С точки зрения защиты процессов управления, ИБ предприятия является частью концепции или доктрины экономической безопасности предприятия, которая охватывает как защищённость от внешних и внутренних экономических угроз, так и обеспечение максимально эффективного использования внутренних ресурсов, что определяется как раз моделью системы операционного управления.

Каждый из уровней характеризуется своими правилами построения, эксплуатации и обслуживания систем уровня (табл. 3.4). Единые регламенты и правила для всех уровней недопустимы. Приоритетность задач информационной безопасности в таблице показана в терминах стандарта IEC 62443: С – Confidentiality, защищённость, I – Integrity, целостность, А –

Availability, доступность. Общим принципом является то, что с повышением уровня систем управления выходит на первое место защищённость, на нижних уровнях ключевым является доступность.

Можно выделить три основных принципа обеспечения ИБ:

- административный – корпоративные процедуры и стандарты;
- логический – защита и контроль на уровне ПО;
- физический – контроль рабочих мест и оборудования.

Для систем класса MES доступность является ключевым принципом, что может вызвать конфликт с требованиями конфиденциальности. Ограничительные и запретительные меры в вопросах доступности необходимых для работы данных снижают качество принимаемых решений из-за недостатка информации. В критичных случаях необходимо перераспределять обязанности, пересматривать алгоритмы анализа, использовать административные методы, но наличие необходимой для принятия решений информации должно быть обеспечено в рабочем режиме, а не в режиме «исключений».

Таблица 3.4 Особенности обслуживания систем на разных уровнях системной иерархии

Уровень	Состав	Внедрение	Сопровождение	Срок	ИБ
5, 4	ERP, MRP, HR, BI	проектное управление, капстройку	SLA, запросы на изменение	10–15 лет	CIA
3	MES, WMS, LIMS, CMS	ОКР	динамическое развитие, URS, FS	2–3 года	IAC
2, 1	АСУТП, SCADA, PLC, DNC	с оборудованием, КР, реконструкция	техническое обслуживание, мониторинг, поверки	15–20 лет	AIC

Разрабатывая модель ИБ MES-систем в инфраструктурном ландшафте важно помнить, что этот уровень имеет свою специфику:

- как промежуточный между системами технологического управления и бизнес-деятельностью предприятия, он подключен к обоим контурам ЛВС, причём эти стыки должны быть должным образом оформлены и защищены;
- сервера систем класса MES должны быть физически защищены от несанкционированного доступа, прямой доступ к ним извне должен быть строго ограничен;
- резервирование оборудования процессов оперативного управления должно выполняться не только на уровне серверов, но и на уровне сетевого оборудования, инфраструктуры.

Несколько базовых рекомендаций для разработки доктрины информационной безопасности предприятия в стратегическом ракурсе:

- серверная и сетевая архитектура – наличие резервных каналов связи, серверов горячего и холодного резерва, регламентов;
- хранение данных – разделение по степени критичности, оперативных и тактических, отдельные регламенты хранения и защиты;
- целостность данных – регламенты информационного обмена, анализ ошибок шины данных, синхронизация временных меток;
- управление пользователями – унифицированные методы авторизации, СКУД, ролевые модели.

Рассматривая систему ИБ как метод обеспечения функциональной устойчивости ИУС, необходимо проводить анализ потенциальных рисков и форс-мажорных ситуаций, чтобы заранее определять порядок действий для сохранения или восстановления данных и функций системы. В частности, на уровне стандартов и регламентов для возможных ситуаций должно быть учтено:

- возможные нарушения критичных видов деятельности;
- источник бюджетирования и обеспечения ресурсами восстановительных работ;
- необходимое обучение персонала;
- методы временного поддержания организацией своих критических видов деятельности;
- методы регистрации существенной информации для последующего анализа;
- процесс восстановления нормального хода деятельности.

Согласно ГОСТ Р ИСО/МЭК 27001-2006, инцидент информационной безопасности – это любое непредвиденное или нежелательное событие, которое может нарушить деятельность или информационную безопасность предприятия. К ним относятся:

- утрата услуг, оборудования или устройств;
- системные сбои или перегрузки;
- ошибки пользователей;
- несоблюдение политики или рекомендаций по ИБ;
- нарушение физических мер защиты;
- неконтролируемые изменения систем;
- сбои программного обеспечения и отказы технических средств;
- нарушение правил доступа.

Методы обеспечения ИБ предприятия должны постоянно пересматриваться и актуализироваться по мере развития ИТ-активов и изменений в моделях управления. Структура рисков существенно варьируется во времени и анализ этой зависимости должен проводиться на каждом витке пересмотра URS и модернизации системы управления.

Для примера на рис. 3.33 показана динамика двух классов инцидентов: некорректная работа пользователей (внутренние угрозы) и отказы оборудования. На начальном этапе внедрения возникает эффект противостояния, неприятия перемен и методов контроля, что приводит к преднамеренной некорректной работе в ИУС и попытках дискредитации системы. На этом

этапе риски отказа минимальны, поскольку фактически системы не участвуют в процессах управления.

По мере развития комплекса систем управления, проведения организационных мероприятий, кадровых перестановок и т.п. начинается работа в системе в плановом режиме, перемены принимаются коллективом и менеджерами, число внутренних угроз снижается. Одновременно растёт влияние риска отказа или сбоя системы, так как система становится реальным инструментом управления. Такие перемены модель ИБ предприятия должна анализировать и учитывать.

Для обеспечения качества регламентных документов по ИБ, необходимо их прорабатывать с методической точки зрения, в частности, зафиксировать в них требования в разрезе рекомендаций ГОСТ Р 50922-2006 «Защита информации. Основные термины и определения»:

- замысел защиты информации – основная идея, раскрывающая состав, содержание, взаимосвязь и последовательность осуществления технических и организационных мероприятий, необходимых для достижения цели защиты информации;

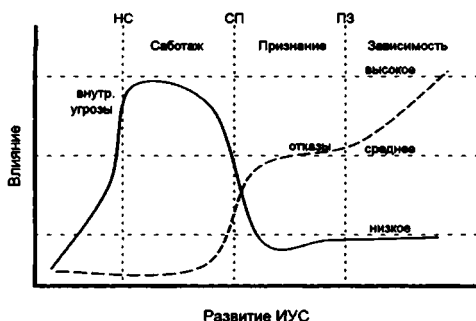


Рис. 3.33 Динамика развития рисков информационной безопасности предприятия

- цель защиты информации – намеченный результат защиты информации, например, предотвращение ущерба обладателю информации;
- система защиты информации – совокупность органов и (или) исполнителей, используемой ими техники защиты информации, а также объектов защиты информации, организованная и функционирующая по правилам и нормам, установленным соответствующими документами в области защиты информации;
- политика безопасности – совокупность документированных правил, процедур, практических приёмов или руководящих принципов;
- измеримые критерии безопасности информации – критерии защищённости информации, при которых обеспечены конфиденциальность, доступность и целостность.

В структуре MES-контура неизбежно присутствуют программные комплексы, модули, алгоритмы собственной разработки. Иногда вся система может представлять собой такой блок. Частью задач ИБ является защита этих активов от специфических рисков, например, от увольнения ключевых разработчиков, устаревания технологий и т.п.

Доктрина ИБ в обязательном порядке должна описывать правила работы с такими активами. Методы обеспечения в этом случае должны гарантировать необходимую поддержку и защиту одновременно:

- мотивационная стратегия группы разработки и компетенции как элемент стратегии ИБ;
- независимый аудит активов на предмет наличия ноу-хау блоков и рисков владения;
- ведение, хранение и аудит проектной документации;
- оформление патентов на полезные модели;
- своевременная регистрация ПО.

Именно активы собственной разработки являются тем, что делает предприятие уникальным, не похожим на конкурентов и обеспечивает выигрыш в конкурентной рыночной борьбе. Это стратегический ресурс экономической безопасности, который

является одновременно информационным активом и который должен поддерживаться политикой в области ИБ, как ключевой элемент.

3.5 Эффективность и MES

Чтобы понять, в чём же всё-таки проявляется эффект MES в оперативном и стратегическом разрезе, рассмотрим вопрос, как системы класса MES могут влиять на эффективность. Но термин «эффективность» без чёткого определения измеримого критерия этой самой эффективности абсолютно бессмыслен, как и цель «повышение эффективности».

Построение MES-блока управления – это, как минимум, финансовые расходы, которые должны компенсироваться за счёт достигаемых эффектов и новых методов управления, и наличие MES должно быть оправдано, в том числе экономически.

По определению термина MES ассоциации MESA [MESA WP6], MES – источник информации, которая позволяет оптимизировать производственные процессы на всём протяжении цепочки от первого запуска до готового изделия. Исходя из этого определения, критерием полезности наличия MES-системы является наличие процедур оптимизации процессов на основе данных и возможностей MES-контура. При этом оптимизация на всех этапах предполагает наличие соответствующего критерия оптимизации.

Оперативное управление и MES – не просто компьютерная программа. Это, прежде всего, набор процессов, алгоритмов и инструментов управления. И говоря про эффективность, нужно выделять различные ракурсы, например:

- эффективность процессов;
- эффективность системы оперативного управления;
- эффективность средств мониторинга и контроля;
- эффективность поддержки принятия решений;
- показатели эффективности по КПЭ;

- другие ракурсы.

У каждого из ракурсов есть свои подходы, критерии и методы расчёта показателей. Свести всё к единому «универсальному» показателю, например, к формальному ROI – Return Of Investments, возврат инвестиций, в общем случае, невозможно.

Ещё одна сторона эффективности, которую нужно учитывать при оценке эффекта от MES, это то, насколько «долгоиграющий» достигнутый результат. Не стоит забывать, что есть и случайные эффекты, как случайно закатившийся шар в бильярде. Это приятный бонус, но ориентироваться нужно на стратегический эффект: локально получилось сделать лучше – зафиксировали в процессах – сделали нормой – выстроили стратегию с учётом результата.

Должен возникнуть синергетический эффект: прорывные локальные улучшения, которые сродни интенсивной терапии, и медленные системные изменения, которые сродни гомеопатии, дополняют друг друга и обеспечивают долгосрочный эффект. На рис. 3.34 показан характерный вид такого синергизма: быстро достигается локальный эффект улучшения (точка ЛУ), потом за счёт долгой кропотливой работы по перестройке процессов возникает системный эффект улучшений (СУ), что вместе приводит к росту общей эффективности предприятия.

По анализу отчётов о внедрении MES часто видно, что какой-то эффект есть, но он, если вдуматься, локальный, не зафиксированный новыми, переосмысленными процессами. Говорить о стратегическом аспекте тут вряд ли возможно, такой эффект исчезнет так же быстро, как появился.

Рассмотрим различные ракурсы понятия эффективности в контексте MES.

Локальная эффективность

Начнём с рассмотрения эффектов, достигаемых на цеховом уровне, – «локальных» эффектов.

Оценить эти эффекты проще всего сравнивая измеримые показатели до и после внедрения. Это самая стандартная трак-

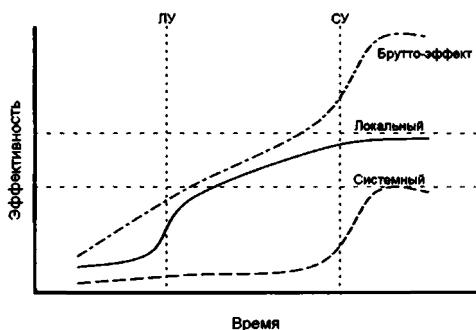


Рис. 3.34 Локальные и системные эффекты

товка полезности MES-систем, которая обычно анализируется в следующих разрезах (иногда в процентах):

- уменьшение времени цикла;
- снижение времени ввода первичных данных;
- снижение уровня НЗП;
- снижение бумажного документооборота;
- снижение времени запуска;
- снижение числа брака и несоответствий;
- т.д., т.п.

Выполняя оценку локальной полезности MES нужно обращать внимание на имеющиеся риски неправильной оценки, особенно принимая во внимание, что внедрение MES всегда идёт параллельно с организационными изменениями, внедрением методик бережливого производства, техническим перевооружением и т.п.:

- ошибка в оценке: вместо реального эффекта имеет место сравнение двух показателей, рассчитанных разными методами;
- ошибка в масштабе: эффекты носят местный характер, оценены субъективно, их важность преувеличена;

- ошибка в причине: эффект есть, но был достигнут не благодаря появлению MES.

Список можно продолжить, но основные риски такие.

Оценивать эффект можно только тогда, когда есть поставленные цели. Само по себе уменьшение времени цикла – это, конечно, результат, но зачем, действительно ли он нужен? Если ресурсы потрачены, но результат никому не нужен – это потери, а не достижение, эффект нужно считать отрицательным.

Полезно для оценки эффекта от внедрения сделать табличку, похожую на табл. 3.5, где свести достигнутые результаты. Причём поэтапно: сначала на качественном уровне, потом добавить количественные показатели, потом связку с URS, потом целевые показатели и связи с метриками и КПЭ.

Таблица 3.5 Примеры локальных эффектов от MES

Этап	Без MES	С MES	Показатель
Выдача заданий	Ручной заказ-наряд	Через терминал	Время запуска
Выбор оснастки	Вручную с контролем по журналам наработки	Назначается по алгоритму	Качество
Переналадка	Ручной ввод программы	Автоматическая загрузка с автоподстройкой	Время запуска
Исполнение	Отчёт в конце смены или задания по факту	Контроль в режиме реального времени	Себестоимость
Контроль	Журналы контроля качества	Сценарный контроль качества	Качество
Интеграция	Ручной ввод в ERP	Автоматическая передача данных	Ошибки данных
История	Через бумажные журналы учёта	По базе данных	Трудоёмкость анализа

Сделать это необходимо сначала для выделенного пилотного участка, после чего на основе анализа полученных эффектов сформировать дорожную карту дальнейшего внедрения с приоритизацией задач и мероприятиями контроля по каждой фазе развития.

Рассмотренные выше примеры характеризовали процессные метрики. Можно оценить локальную эффективность производственного участка и по обобщённым показателям.

Выбирая такие показатели, важно ограничиваться нефинансовыми показателями, характеризующими именно производственный процесс, без влияния снабжения, маркетинга, логистики. Стандартными показателями оценки, по мировой практике, являются:

- процент выполнения заказов точно-в-срок (JIT);
- процент полезного использования входящих материалов;
- процент полезного использования оборудования OEE.

Эти показатели могут быть численно оценены уже на предварительном этапе подготовки к внедрению MES, далее промерены и зафиксированы, и по динамике этих показателей можно косвенно оценить эффективность системы управления и насколько данные показатели соответствуют лидерам рынка (рис. 3.35).

Говоря в целом, можно выделить два основных источника потерь, с которыми MES борется эффективно на локальном уровне и обеспечивает положительный эффект:

- снижение времени на рутинные операции, в том числе на ввод данных;
- недопущение типичных проблемных ситуаций.

Эффективность использования этих методов полностью лежит на системе менеджмента. MES, являясь лишь инструментом, сама по себе не обеспечивает никакого эффекта, это чистые потери. Эффект возникает от правильного выбора использования этого инструмента.

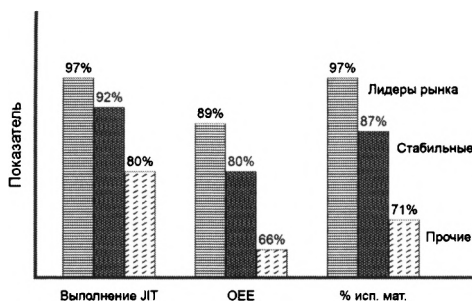


Рис. 3.35 Пример набора критериев оценки эффективности производственного подразделения

Локальная эффективность – прежде всего метод наведения порядка в цеховых процессах, но точно не основная цель внедрения MES. Как минимум, по двум причинам.

Во-первых, если нужно просто «сейчас», локально, увеличить выпуск продукции, то экстенсивные или дисциплинарные методы дешевле и работают быстрее. Эффект от MES появляется только после отработки всей цепи обратной связи, пересмотра процессов, методов управления.

Во-вторых, локальная эффективность всегда идёт в разрез с глобальной. Цеху выгодно производить большие партии однотипных изделий, а всей производственной цепочке нужно, чтобы цех производил разные и понемногу. Локальная эффективность всегда должна быть во благо и дополнять, а не конфликтовать с требованиями вышележащей процессной цепочки.

Операционная эффективность

Операционная эффективность (ОЭ), точнее, эффективность операционной деятельности – основной показатель работы производственного подразделения. Показатель ОЭ рассматривается в разрезе пяти составляющих операционной стратегии:

- качество;
- скорость;
- надёжность;
- гибкость;
- стоимость.

Интегральный критерий будет представлять собой взвешенный набор из этих разрезов, зависящий от миссии и производственной доктрины предприятия.

Так, для предприятия, которое лидирует на рынке за счёт оптимального соотношения цена/качество, основу критерия будет составлять стоимость и производительность. Предприятие же, занимающееся позаказным контрактным производством, будет ориентироваться на гибкость и т.д.

Для каждого предприятия корпоративная стратегия определяет свой целевой набор показателей по компонентам операционной эффективности, которую удобно представлять в виде радиальной диаграммы (рис. 3.36). Целевые показатели формируются индивидуально при разработке стратегии компании, две компании с близким видом деятельности будут иметь разные веса показателей, определяемые миссией, целевым рынком и стратегическим преимуществом.

Каждый из критериев должен быть объективно измерен, достигнут за счёт настройки процессов и обеспечен надёжными

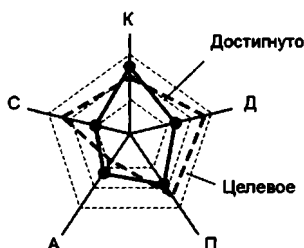


Рис. 3.36 Оценка достижения целевых показателей в разрезе операционных метрик

инструментами поддержки. Поскольку ценность формируется именно на уровне производственных операций, MES-системы в этом анализе и управлении играют ключевую роль (табл. 3.6).

Показатели операционной эффективности для реальных предприятий рассматриваются, как правило, в разрезе продуктовых линеек. Как и в случае других показателей, показатель операционной эффективности не фиксирован раз и навсегда, а постоянно изменяется и зависит от множества факторов, причём сильное влияние имеет стадия рыночного проникновения продукта: вход на рынок, растущий рынок, сформированный рынок, спадающий рынок.

Кроме рыночной градации, показатели операционной эффективности должны рассматриваться в ракурсах потребителей, конкурентов, преимуществ и недостатков и др. В реальном анализе этот критерий сложный и многомерный, поэтому для практического анализа важно правильно выбрать фокусную группу показателей и на первом этапе сфокусироваться на их достижении, постепенно расширяя и модифицируя их состав.

Таблица 3.6 Связь показателей операционной эффективности с функциями MES

Критерий	Операционные ресурсы	Функции MES
Качество	Нет ошибок в процессах, внутренняя надёжность, отсутствие организационных сбоев	QM, DCA, DOC
Скорость	Сокращение времени цикла, JIT, минимизация временных потерь	ODS, PM
Надёжность	Минимум неопределённости, надёжность операций, внутренняя стабильность	RAS, MM, PTG
Гибкость	Быстрый отклик на внешние и внутренние факторы	DPU
Стоимость	Снижение себестоимости, экономия материалов и ресурсов	LM, PM, PA

Заданный стратегический баланс между критериями эффективности и их граничные значения определяют теоретическую «границу эффективности» деятельности, которую нельзя преодолеть внутренними резервами. Чтобы выйти на новый, повышенный граничный уровень, необходимо проанализировать влияние соотношений между параметрами и их возможные значения на достижимую эффективность.

Это уже абсолютно новый уровень аналитической обработки данных и возможностей оптимизации. Чем выше лежит критерий оптимизации, тем большую роль играют точность, своевременность и актуальность данных. Именно поэтому для достижения высоких значений показателей эффективности системы оперативного управления класса MES играют основополагающую роль и именно они определяют теоретически предельно достижимый уровень. В рамках процесса реального повышения операционной эффективности развитие MES-контура предприятия неизбежно.

Целевой моделью развития операционной эффективности является уровень операционной безупречности, ОЕ – Operational Excellence. Это значит, что компания реализует свои стратегические задумки методично и последовательно, опережая конкурентов и имея:

- меньшие операционные риски;
- меньшие операционные расходы;
- более высокую доходность.

Операционная безупречность – это не методология, а скорее, философия управления компанией, опирающаяся не только на внутренние, но и на внешние по отношению к предприятию показатели, рыночные и пр. маркеры. Достижение такого уровня – долгосрочный стратегический план поступательного развития. Добиться такого состояния без формализации и объективного анализа показателей операционной эффективности невозможно.

Объективный расчёт операционной эффективности строится на двух дополняющих друг друга базисах: регламентная работа

по правилам и объективный сбор и анализ метрик и показателей. Без этой основы невозможно добиться стабильности процессов, а без эффективно работающей MES-системы – выстроить стабильную систему оперативного управления и контроля производства.

Стратегическая эффективность

Книга посвящена MES как методу достижения стратегического преимущества, поэтому естественно рассматривать стратегический эффект как основной, ради которого всё и делается.

В современном мире без систем объективного формального управления не обойтись: постоянно растёт рынок услуг, социальные контакты исчезают, ответственность, которая является прямым следствием схемы коммуникаций по принципу «ты мне – я тебе», становится невостребованной. Работа всё больше идёт не на совесть, а за деньги, чтобы потом на них купить нужные блага и услуги. И только правильно выстроенные процессы и их постоянное развитие обеспечивают постоянный рост предприятия.

В 1990–2000-х годах MES-системы рассматривались больше как локальные, цеховые, от них ожидался и соответствующий локальный эффект. И, как результат, обычная стоимость таких систем была на уровне нескольких тысяч евро. Но стоимость товара всегда определяется эластичностью рынка и тем, сколько готов заплатить покупатель. Для систем оперативного управления их совокупная приемлемая стоимость, если оценивать очень грубо, – размер операционного эффекта за 1–2 года.

Локальный эффект может дать прирост общей производительности не более 5–10%, в то время как продуманные программы развития нацелены на 30–50% роста. Это ожидаемый стратегический эффект, и MES в этих процессах играет ключевую роль. Как результат, стоимость профессиональных рыночных систем ведущих разработчиков составляет десятки и сотни тысяч евро. Существенно вырос в цене и профессиональный консалтинг по оперативному управлению: клиенты видят

стратегическую роль MES и оперативного управления и готовы платить из этих соображений.

Это «финансовый» аргумент, почему нельзя начинать процесс перемен с таких систем: к ним нужно приходить планомерно, иначе разрыв между стоимостью и реальным эффектом принесёт только убытки и вместо роста может погубить предприятие. Использовать такие системы в полную силу на начальном этапе всё равно не получится.

Стратегический эффект MES – анализ эффективности MES как части корпоративной стратегии. Современная роль MES – не столько поддержка оперативных процессов, сколько поддержка достижения целевых стратегических целей и показателей. И именно этот критерий должен быть поставлен в основу оценки эффективности использования MES.

Статистика показывает, что лидерами на рынке являются компании, нацеленные на стратегический эффект. Он самый сильный, но психологически самый сложный:

- долгий срок ожидания результата без гарантий достижения;
- локальное снижение показателей на начальных этапах развития;
- часто ожидаемый эффект по срокам превышает сроки контрактов топ-менеджеров (около 5 лет).

Для топ-менеджеров ориентация на стратегический горизонт – это реальные и существенные риски: ответственность за инвестиции, невнятность критериев успеха, работа в ущерб краткосрочным интересам и пр. И грань между «старался, не получилось» и целенаправленной имитацией деятельности и удовлетворением собственных интересов настолько тонкая, что ни одна экспертиза её объективно не проведёт. Как результат – реального интереса к такому развитию нет, есть только декларативные заявления и лозунги.

Тем не менее рассмотрим основные принципы оценки стратегического эффекта от внедрения MES.

Оценивать стратегический эффект нужно в перспективном ракурсе. Оценка по степени достижения локальных целей, в общем случае, не относится к стратегическому эффекту, это метрика текущего состояния. Оценку эффекта нужно делать в разрезе совокупности показателей локального, операционного и ожидаемого стратегического результата. На рис. 3.37 показана примерная тенденция по локальным метрикам и показателям, КПЭ бизнес-процессов и анализу трендов. Сплошная линия – это фактически достигнутый уровень, пунктиром показаны ожидания.

Локальный, операционный и стратегический эффект оперируют разными категориями:

- локальный – метриками;
- операционный – достигнутой величиной производственной эффективности («K1»);
- стратегический – достигнутой величиной развития, углом наклона показателя эффективности («K2»), величиной первой производной.

Достижение стратегической эффективности характеризуется изменениями в потоках данных в результате настройки бизнес-процессов, в частности:

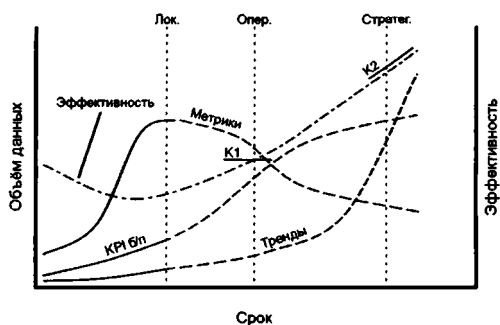


Рис. 3.37 Оценка ожидаемого эффекта MES

- число локальных метрик падает, так как процессы корректируются так, чтобы они не допускали возможности отклонений;
- число показателей деятельности по бизнес-процессам выходит на достаточный и необходимый для управления уровень;
- растёт доля показателей в формате трендов, так как эффективность – это показатель динамики развития.

При этом активно используется система алармов, сигнализирующая об отклонении от целевых значений. Достижение стратегической эффективности системы управления без планирования таких изменений в модели работы MES-системы – слабо реалистичный сценарий развития событий.

Стратегические показатели всегда интегральные, но в зависимости от заданных целей, задач, структуры товарной цепочки, показатели должны быть сегментированы на локальные, корпоративные и внешние, и в таком же разрезе необходимо проводить оценку эффективности достижения целей.

Некорректно оценивать «эффективность MES-системы». Эффективность бывает только у процесса, поэтому корректной постановкой является, например:

- оценка эффективности архитектуры и модели применения MES-системы: все ли указания доставляются на производственный уровень, все ли необходимые данные поднимаются «наверх»;
- готовность системы MES к введению новых методов и моделей управления, например, в эволюции MBI – MBO – MBV;
- оценка корректности внедрения MES-системы, все ли важные элементы URS были учтены и реализованы.

Список ориентировочный, на практике он несколько больше, но не более 5–7 пунктов. По результатам такой оценки предпринимаются корректирующие действия, чтобы на следующем витке (витках) развития эффективность этих процессов повышалась.

Эффективность внедрения и применения MES определяется во многом не программно-аппаратной частью комплекса, а организационными мероприятиями, правильно выстроенными (перестроенными) бизнес-процессами, правильной мотивацией. Оценивая эффективность применения MES, полезно накапливать положительный и отрицательный опыт того, как модели мотивации, структурные изменения и т.п. отразились на качестве управления и полноте данных.

Не стоит стараться подражать конкурентам и копировать их критерии эффективности. Если на уровне локальных показателей такой опыт часто бывает полезен, то на уровне стратегических – однозначно вреден, поскольку стратегические показатели – индивидуальное конкурентное преимущество и способ победы на рынке. Знать их нужно, но копировать – нет.

На эффективность MES оказывает серьёзное влияние правильная фокусировка в разрезе модели производства (табл. 3.35). Ориентация на актуальную модель определяет контекст и содержание производственной информации, участвующей в процессах управления. Эффективность определяется правильным её выбором.

MES-системы в современной трактовке – метод обеспечения стратегической эффективности предприятия через 5–7 лет, поэтому, выстраивая планы развития, важно прогнозировать стратегический эффект, следить за динамикой его достижения и оперативно проводить корректирующие мероприятия. У любой системы управления есть своя инертность, которую надо принимать во внимание. Чем инертность меньше, тем короче сроки ожидания стратегических результатов, структура показателей при этом будет тоже меняться.

Чтобы стратегический эффект был достигнут, нужно понимать, что идеального решения и подхода не существует. Подходы к MES должны быть сродни природной эволюции: сначала выбирается экспертно несколько начальных конфигураций (вариантов), по оценке эффективности достижения локальных целей они оцениваются, выбираются самые приспособленные. Потом они как-то скрещиваются (использование накопленного

Модель производства	Процессы	Модификации	НСИ	Планирование	Модель КПЭ
MTS, производство на склад	Разработаны заранее	Минимум	Стабильная	Долгосрочное	Стандартизованная, предопределённая
MTO, производство на заказ	Стандартизованы в разрезе модификаций	Высокая вариативность	Частая синхронизация	Объёмное с фиксированными интервалами	План-фактный анализ по показателям
ETO, разработка на заказ	Слабо структурированы, работа по КТД	По спецификации	Формируется по факту	Циклическое, с учётом доработок в процессе производства	Анализ фактических результатов

Таблица 3.7 Информационный контекст для разных моделей производства

опыта), появляются мутации (например, какие-то ноу-хау, алгоритмы), снова варианты анализируются на эффективность и т.д.

Для обеспечения стратегической эффективности от MES требуется стать средством контроля того, что достигнутые положительные эффекты зафиксированы в новых процессах и они стабильны. Миграция показателей мониторинга идёт от локальных к процессным, больше в формате трендов, локальные сводятся на уровень алармов, отслеживающих недопустимые отклонения. А тренды, поскольку являются производной величиной, могут быть достоверно оценены только при наличии объективных данных. Любые разрывы в данных и субъективность сильно искажают реальность.

Самый большой риск для стратегического развития – отсутствие настоящей стратегии. Стратегический эффект – величина ожидаемая, прогнозная, её достижение надо контролировать, но без наличия стабильной стратегии развития это нереально и абсолютно бессмысленно. На практике работа без стратегии, но с задекларированным «лозунговым» стратегическим эффектом превращается в источник манипуляций и обоснования локальных пожеланий отдельных подразделений через такие лозунги. Про опасность такого развития событий уже много раз говорилось.

Теория заговора?

Из маленькой ошибки всегда можно сделать чудовищно большую, если на ошибке настаивать, обосновывать и «доводить до конца».

В.И. Ленин

4.1 Мерфи, Паркинсон и другие	265	Миф второй, «это дорого»	284
4.2 Стадный инстинкт	269	Миф третий, «мы	
4.3 Опыт и интуиция	273	уникальны»	285
4.4 Игры в аналогии	278	Миф пятый, «сначала ERP»	286
Внеплановые задания	279	Миф четвёртый,	
Планирование и загрузка	281	«планирование прежде	
Дефицит мощностей	282	всего»	287
4.5 Начать нельзя откладывать	283	Миф шестой, «у нас нет	
Миф первый, «нам ещё		проблем»	288
рано»	284		

Эта глава дискуссионная, она направлена на то, чтобы всё-таки достичь желаемого результата, а не уподобляться персонажам книги П. Вацлавика «Как стать несчастным без посторонней помощи».

Для того чтобы превратить MES в стратегический инструмент развития, вроде бы есть всё: реальная потребность, понятная методика, современный и функциональный инструментарий. Не хватает только потока «историй успеха», которые исходили бы не из рекламных буклетов вендоров и системных интеграторов. На практике, увы, MES, если и появляется, то как локальный инструмент с непонятными целями внедрения, задачами и отдачей от этого самого «внедрения».

Анализ таких историй показывает, что уже на этапе старта проекта цели и задачи формулировались настолько общие или были настолько далеки от реальных потребностей, что ожидать чего-то действительно полезного было бы странно. Чудес в жизни, увы, не бывает. Когда в начале пути выбирается ошибочный подход, совершается ошибка, то, как бы методично эту ошибку не пытались «довести до конца», развития и пользы для предприятия не будет.

Корневая причина одна: к MES относятся как к системе ЧПУ станка – что-то местечковое, локальное и нужное исключительно начальнику цеха и рабочим. Оба постулата в корне ошибочны. И система глобальная, и нужна она, прежде всего, операционному менеджменту, СОО, а вот начальник цеха как прекрасно работал, так и работает, и будет и дальше работать без неё.

Этих причин на самом предприятии, которое пытается внедрить MES, не замечают в принципе, считая, что все неудачи из-за того, что «им не тот продукт продали, обманули», «им это не подходит», «рабочие у них неправильные» и т.д., и т.п. Прямо теория заговора какая-то, хотя никакого заговора-то и нет.

А вот что точно есть – это непонимание реальности, отсутствие целей и стратегий, слабая подготовка. И слепая вера в то,

что можно всё сделать без напряжения: подсмотрев у кого-то, купив что-то, назначив ответственного, подписав приказ и т.п. Вот об этом стоит поговорить, такие заблуждения куда опаснее, чем незнание, что такое SDLC или OEE.

Далее по пунктам: о чем помнить, о чём подумать и чего опасаться. Но уже не справочно, а в формате рассуждений обо всём и, может быть, ни о чём.

4.1 Мерфи, Паркинсон и другие

Рассмотри процесс внедрения новых технологий, MES и всего, что с ними рядом, но из серии «как часто бывает, но как не надо». И посмотрим, не было ли это уже где-то описано классиками? Все совпадения с реальностью, как понимаете, совсем не случайны, даже, наоборот.

Начало проекта редко бывает реально обоснованным. Часто это результат посещения какой-нибудь выставки и общения с разговорчивыми продавцами. Или кто-то где-то что-то увидел и «захотел такую же». Или указание «сверху». Или просто озарение, что «что-то надо делать». Исключения, увы, крайне редки. В результате кто-то из руководителей подписывает приказ «для повышения качества управленческих процессов внедрить MES-систему». Дальше, чтобы никто не постарался уточнить, «что, зачем и как», назначается руководитель проекта и ему поручается исполнить этот самый приказ и отчитаться.

Если убрать лозунги про «снижение издержек» и «повышение производительности», то поставленная задача обычно сводится к формулировке «иди туда, не знаю куда, принеси то, не знаю что». А ведь есть известное «правило точности», которое работает безупречно: «Работая над решением задачи, всегда полезно знать ответ».

Первым этапом идёт попытка разобраться, зачем и кому это надо, делается это путём опросов, совещаний, встреч. Но есть же Следствие Джонсона «Никто не знает, что происходит в

действительности в пределах организации». И есть Принцип полноты картины, который гласит, что «Учёные настолько ушли с головой каждый в своё, что не видят ни одного явления в целом, включая собственные исследования». И верно это, увы, не только для учёных.

В результате появляется масса фантазий на тему локальной оптимизации, так как руководители высокого ранга редко снисходят до операционных процессов. Стандартная позиция обычно проста: «пусть работают, не получится – найдём виноватого, получится – будет моя заслуга». В общем, точно по одному из правил мерфологии: «Всякий вопрос имеет две стороны. Чтобы добиться успеха, надо поддерживать обе».

В результате появляется некий технический документ, который пытается объединить и удовлетворить, а по факту – просто декларировать все локальные пожелания. Всё, что в этот документ совсем уже откровенно не вписывается, пропускается и игнорируется. Точно по Закону Майерса: «Если факты не подтверждают теорию, от них надо избавиться». Да и менять ничего нельзя: это в компетенции руководителей более высокого ранга, а они занимают осторожную выжидательную позицию, «не разрушить бы то, что есть».

Все пожелания, как правило, однообразные. Или «бумажный отчётник сделать в компьютере», или сделать так, чтобы была большая кнопка «сделать, что я хочу». Принцип IBM «Машина должна работать, человек – думать» забыта, все мечтают, чтобы за них именно думали. А если не получится, тогда используем дороговую технику как печатающую машинку!

Далее проект формально стартует. Что делается в начале? Правильно, выбираем систему, которую будем покупать и заполняем НСИ.

Как на практике выбирается система? Обычно так: «чем сложнее и круче – тем лучше». Чтобы дорого и престижно. Вне зависимости от того, что реально необходимо. Чётко работает принцип Шоу: «Создайте систему, которой сможет пользоваться дурак, и только дурак захочет ею пользоваться». Поэтому

выбираем сложное, запутанное решение, но с красивыми презентациями. По единственному критерию: «я выбрал лучшее решение на рынке», за такое точно не накажут.

Далее заполняем НСИ. Как это сделать? Назначить ответственного и поручить ему заполнить таблички. Но третий постулат Трумэна гласит: «Если назначен специальный человек для контроля за чистотой исходной информации, то найдется изобретательный идиот, который придумает способ, чтобы неправильная информация прошла через этот контроль». А поскольку сбор идёт отдельно от всего остального и «наполнение НСИ» – отдельный самостоятельный этап, то никто этого даже не заметит.

Начинается «внедрение». Тут-то и вылезает на свет, что части и модули, задачи и цели – всё в полной неразберихе, одно с другим никак не связано. Охват контроля зон управления с внедрением любой, даже самой маленькой MES, неизбежно расширяется, также неизбежно срабатывает и третий закон Паркинсона: «Расширение означает усложнение, а усложнение – разложение». Возникает конфликт интересов, масса споров, в основном на тему «кто виноват». Каждый тянет одеяло на себя, активизируются противники перемен, которым хорошо живётся без лишнего контроля.

Как решается спорная ситуация? Совещанием! Совещания по проекту растут как снежный ком, все заняты, все в процессе, все молодцы. Но вспомним закон Хендриксона: «Если проблема требует множества совещаний, они в конечном счёте станут важнее самой проблемы». Так и происходит. Все совещания заканчиваются резолюцией «Провести ещё одно совещание». Понятие «Повестка совещания» никто не только не знает, но и не понимает, о чём речь. А в личных KPI появляется пункт «Участие в совещаниях по проекту».

Но есть поставленные сроки, есть подрядчик, который уже истратил все выделенные финансовые ресурсы и горит желанием срочно сдать проект. Снова звучит грозный приказ: «Завершить проект в срок до такого-то числа и отчитаться». Кто будет возражать? Никто. Приказ исполняется.

Если по первоначальной задумке система ещё хоть как-то отвечала запросам и требованиям функциональных подразделений, то постепенно, в процессе прихода к «компромиссу», она становится всем неинтересной. У всех срабатывает шаблон: «толку от этого не будет, работать всё равно как раньше, я вам всё подпишу, только не трогайте меня больше». Может быть, кроме одного подразделения, кто смог отстоять все свои запросы. Принцип Питера: «В любой иерархической системе каждый служащий стремится достичь своего уровня некомпетентности» работает и для систем – пытаюсь безыдейно развиваться в сложной организационной среде, система становится ... бесполезной.

Лишний раз подтверждается и закон Джухэни: «Компромисс всегда обходится дороже, чем любая из альтернатив». Увы, компромисс – всегда проигрышная стратегия, чему, кстати, учит Теория Ограничений.

Фаза завершена, документы подписаны, система передана в промышленную эксплуатацию. Дальше вопрос: эксплуатировать-то такое нельзя, что делать? Правильно: формируем запрос на доработку и всё повторяется точь-в-точь, но по второму кругу. И время находится, не зря же закон Мескимена напоминает нам, что «Всегда не хватает времени, чтобы выполнить работу как надо, но на то, чтобы ее переделать, время находится». Проектировать систему надо сразу идейно, других вариантов нет.

Реально ничего не работает, по крайней мере, ни один показатель из такой MES никогда, никем и нигде не используется, хоть их много собирается и даже формируется уйма различных отчётов. Правда по-прежнему вся в локальных электронных таблицах.

Самое интересное в наблюдении за такими проектами то, как потом их результатами гордятся руководители ИТ-подразделений, как красиво они потом рассказывают о результатах внедрений, о том, сколько установлено терминалов и какие крупные системы внедрены. Только вот рассказ на этом обрывается, привязать их к операционной деятельности предприятия не получается. По вполне понятным причинам.

А поведение топ-менеджеров (помните, был участник процесса, который подписывал приказы) в таких случаях точно описывается законом Кларка о радикальных идеях, три стадии ответной реакции:

1. Это ерунда, невозможно, и не отнимайте у меня время!
2. Может быть и так, но, право, не стоит за это браться...
3. Я же всегда говорил, что это отличная идея!

Кого-то, скорее всего, обязательно наградят.

Напоминает что-нибудь из увиденного или услышанного? Все совпадения, как уже было отмечено, совершенно не случайные. При чём тут теория заговора? Всё заранее предопределено, за что боролись – то и получили.

4.2 Стадный инстинкт

Человек, по определению, существо социальное и тяга быть «как все» в нём обычно неискоренима. Стадный инстинкт изначально заложен в нас природой. Внимание, вопрос: «Кто обычно в стаде вожак»?

Посмотрим на известную картинку оценки в разрезе «компетентность – самомотивация» (рис. 4.1). В таком разрезе вопрос, кто будет поставлен во главе процесса перемен (а это суть внедрения MES), зависит от внешней среды.

Если представить гипотетическую «кастовую» социальную организацию, где достижимый уровень лидерства определяется исключительно принадлежностью к определённой касте, то такой руководитель на нижележащие уровни управления будет подбирать людей из квадранта «МК», он будет заинтересован в результате и не будет опасаться рисков, что его «подвинут». Каста, в данном контексте, это не обязательно брахманы, кшатрии, вайшьевы и шудры. Это могут быть, например, нормы возрастного ценза, как в Японии.

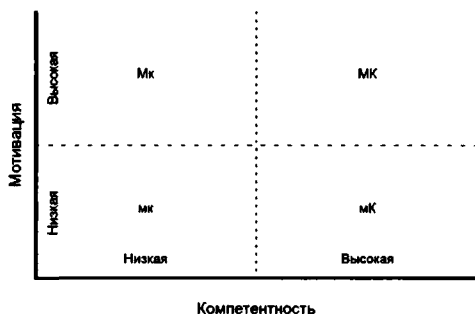


Рис. 4.1 Модель компетентности специалиста

В типичной же иерархической организационной схеме предпочтение обычно отдаётся тем, кто лучше себя позиционирует. При этом не факт, что этот человек будет компетентным. Тут всё просто: время ограничено, его нужно разделить на работу, развитие, самопиар. Первое обычно от сотрудника мало зависит, а вот второе и третье – его путь развития. Заметить хорошего, но «незаметного» специалиста куда сложнее, чем «самопиарщика», который всегда на виду, говорит много умных слов.

Это вариант «Мк», который и выходит на лидирующие роли, такое развитие событий по статистике составляет 80, если не 95 процентов. В редких случаях (обычно в исследовательских организациях) такой руководитель формирует себе работоспособную группу из специалистов категории «мК», но только если он сам неформально принадлежит к касте «неприкасаемых».

Более распространён сценарий, когда такой «руководитель», получив проект, направляет усилия не на его правильное выстраивание, поскольку это:

- сложно;
- требует опыта и знаний;
- вызывает конфликты;

- накладывает ответственность,

а вместо этого, пользуясь всеобщим стадным инстинктом, устраивает работу так, чтобы себя максимально обезопасить:

- формальноекрытие лучшими практиками;
- размазывание ответственности;
- избегание любыми методами измеримых целей и задач;
- в неудачах всегда виноват кто-то другой.

Человек – существо социальное, такое «мудрое» поведение всегда хорошо принимается стаей, именно такие особи обычно и становятся образцами «житейской мудрости». Но что в результате получается?

Формирование требований к системе идёт по принципу «чтобы все были довольны», каждый должен увидеть свои привычные процессы, каждому нужно показать, что ничего для него не изменится. В результате получаем синдром частной школы: детей хвалят, ставят только отличные оценки – родители довольны успехами детей – родители с радостью платят за учёбу. А через несколько лет, вдруг, оказывается, что по реальному уровню развития ребёнок сильно отстаёт от сверстников. Но это же будет «потом», а бонусы надо получить «сейчас».

Документы, кстати, делаются по шаблонам и примерам, найденных в интернете. Если что – никто не виноват, за образец же взяли ТЗ от уважаемой компании. «Копи-паст» как метод ускорения проекта.

Выбор исполнителя или поставщика решения идёт по безрисковым сценариям, чтобы всегда можно было с огорчением произнести: «ну как же, я же всё сделал(а) правильно, но вот так получилось...» Стандартные сценарии хорошо описаны в книге Р.А. Бирбраера и И.Г. Альтшулера «Основы инженерного консалтинга»:

- функциональный – ищется самое мощное и функционально богатое оборудование и/или программное обеспечение, имеющееся на рынке, «лучшее решение» (мол, знай наших!);

- подражательный – приобретается то, что выбрали и закупили основные конкуренты (что мы, хуже, что ли?);
- экономичный – приобретается то, что сочли самым дешёвым;
- срочный – приобретается то, что есть «готового», главное – всё сделать в максимально сжатые сроки;
- романтический – ищется самый отзывчивый поставщик, готовый бесплатно провести учебный семинар, поставить систему без предоплаты или передать программное обеспечение «на тестирование»;
- консервативный – приобретается то, что знакомо людям, ответственным за приобретение, например, по текущей или прежней работе;
- упрощенный – выбирается программное обеспечение, максимально простое в эксплуатации, не требующие высокой квалификации эксплуатационного и обслуживающего персонала.

Никто не помнит (даже не слышал) ни про URS, ни про потребности. Главное – чтобы было у кого спросить, на кого сослаться, с кем посоветоваться. Но многочисленные исследования доказали, что как только в задаче появляется «совет эксперта», мозг перестаёт думать и начинает искать внутреннее обоснование, почему совет нужно срочно принять. Для человека это более энергоэффективно, нежели чем думать.

Внедрение тоже протекает по сходному сценарию. Проектом руководит специалист категории «Мк», но «М» ценят только вышестоящие руководители, которые не знают его по работе (известное правило, что красивая презентация – ловушка для слабокомпетентного менеджера), а все, кому работать с системой, знают его как «к», поэтому и относятся к его деятельности соответствующе. Приоритетность процессов внедрения – на самом последнем месте, серьёзного отношения нет.

Коллектив – всегда стая, у него работает инстинкт самосохранения, сильная боязнь перемен. Сломать это может только лидер, которому верят, за которым пойдут. Но в этой стае этого

«лидера» всерьёз не воспринимают, ему не верят, профессионалом не считают.

Пиара у таких проектов не бывает, лидеры категории «Мк» этого боятся – это же риск. Они всё делают тихо, за закрытыми дверями, все проекты документов – страшный секрет, финальные версии – ограниченного доступа, независимый аудит – страшное табу. Аргументируют это обычно так: «всё равно никто ничего не понимает, только я знаю, потом заставим».

В результате оказывается, что формально всё сделано, бюджет освоен, программный комплекс «внедрён». А умный «Мк» заранее проставил КПЭ по проекту из двух показателей: освоение бюджета и соблюдение сроков. Проект объявляется успешным, управляющий комитет получает премии, про остальных сотрудников предприятия никто не вспоминает. Обратная связь – запретная тема. «Не нравится что-то? – Не умеешь работать!» Разговор окончен.

Все аналогии и совпадения с реальной жизнью и предыдущим разделом, естественно, не случайны.

4.3 Опыт и интуиция

Многие руководители откровенно считают, что на уровне производственных подразделений никакая автоматизация не нужна, что нужно лишь найти «правильных» ключевых специалистов и их опыт и интуиция помогут хорошо организовать производство. Давайте порассуждаем, что же такое «опыт и интуиция».

Мышление человека устроено так, что сначала формируются причинно-следственные связи, шаблоны, стереотипы, потом для каждой ситуации находится аналогия и этот шаблон используется для принятия решений. При этом в мозгу работают две половины: левая старается задачу максимально упростить, правая – тщательно её обдумать, проанализировать. Но за речь-

то отвечает левая половина, поэтому результат работы правой может быть просто проигнорирован.

Отсюда можно дать и обывательское определение понятиям опыта и интуиции: первое определяет сложность и множественность сформировавшихся «шаблонов» в мозгу, второе – умение левой половины прислушиваться к правой.

Опыт приобретается и накапливается очень долго и сложно. Для того, чтобы он появился, нужно серьёзно учиться, читать качественную специальную литературу, решать проблемы «своим» путём, уметь работать, ориентируясь не на инструкции, а на понимание, «зачем» это делается. А правильным критерием опытного управленца является положительная оценка его решений через определённый срок, когда становится понятным стратегический эффект.

Это модель постоянного небольшого информационного голода, которая поддерживает «спортивную форму». С появлением лёгких путей получения подсказок, обилия информационных источников, пусть не очень компетентных, зато ярких и красочных, происходит информационное ожирение, мозг в таком состоянии работает не на решение проблемы, а на поиск подсказки. А поскольку произведение количества информации на её качество величина постоянная, подсказка может оказаться, и чаще всего и оказывается далеко не самым правильным решением.

Да и понятие «опытного специалиста» в последнее время сильно изменилось: сегодня опытным считается человек, нашедший компромиссное решение, которое в данный момент времени приняли все задействованные стороны. Таким управленцам не интересен стратегический эффект, их личные КПЭ, которые они сами себе поставили, завязаны на сиюминутных. Достигнув несколько раз «успеха», они, как правило, идут на повышение или меняют место работы.

И даже это не всё. Мозг в процессе восприятия информации старается минимизировать свои энергозатраты, так устроена Природа. Как результат – при выборе альтернативы меж-

ду краткой и детальной формой всегда выбор будет в пользу краткой. И в процессе профессионального (само)развития, когда нет требований по сдаче экзаменов и постоянного дефицита времени, выбор будет всегда в пользу краткой формы. Глубина познания вопроса в таком случае оказывается небольшой и, что куда важнее, мозг не развивает свои компетенции по глубокому анализу проблем.

Реальный «опыт» приходит тогда, когда у человека глубокие фундаментальные познания объединяются с практикой решения реальных задач и ответственностью за стратегический, долгосрочный результат. Этот процесс постоянный: надо и постоянно развивать познания, и каждый раз принимать всё более эффективные решения. Это необходимое условие того, что возглавляемое таким руководителем предприятие будет развиваться.

Таких, по-настоящему профессиональных руководителей единицы, а вот «эффективных» и «компромиссных» управленцев, хорошо подстраивающихся под текущую ситуацию, более чем достаточно. Поскольку такие люди часто имеют «историю успеха», им бездумно верят (помните, что мозг минимизирует энергозатраты и если есть повод просто принять шаблон и не думать, то выбирает именно такую стратегию) и они становятся главными идеологами подхода управления «на основе опыта», а не на основе объективных показателей корпоративных процессов, которые, по их мнению, «только мешают».

Пытаясь выстроить процесс внедрения MES не от анализа потребностей, URS и т.д., а рассчитывая только на «опыт» своего линейного менеджера, топ-менеджмент должен понимать, что процесс внедрения MES пойдёт по «компромиссному» пути, стадный инстинкт победит, и все законы Мерфи, Паркинсона и других классиков жанра сработают с полной отдачей. Но, увы, они этого не понимают, стремление сделать «как проще» побеждает. Снова локальная оптимизация, которая губит глобальную.

Часто, говоря про опыт, припоминают и интуицию. Напомним, что она определяется тем, насколько левая, коммуникаци-

онная половина мозга работает в тандеме с правой, аналитической.

Общая тенденция тут хорошо известна и много обсуждается в специальной литературе: способность к глубокому аналитическому мышлению падает, растёт клиповое восприятие, когда привлекательность выходит вперёд содержательности. Интуиция в такой модели начинает работать по понятной модели: на ум приходит рекламный баннер (презентация), поэтому «интуитивное» решение – купить и не тратить силы на обдумывание. Нейро-маркетинг работает безукоризненно и лучше нас знает, как сформировать нужный шаблон в нашем мозгу.

Поэтому совсем неудивительно, что многие современные руководители ИТ-служб промышленных структур не стремятся вникнуть в суть вопроса, тем более, не задумываются над вопросом «зачем?», а просто дословно исполняют выданное указание вышестоящего руководства, как опытные управленцы. Учитывая, что глубоких познаний нет, но доставляет удовольствие клиповое восприятие, модель принятия решения, в частности и при выборе MES, предсказуема – пригласить к себе и выслушать поставщиков решений и «выбрать лучшее», то есть то, что им подскажет их левая половина мозга.

Управление на основе опыта и интуиции – это не фантастика, это реальность, но, увы, прошлого. Тогда модель управления была основана на максимально простых управленческих процессах, личных компетенциях, с трудом добываемой информацией и знаниях. Инструментом поддержки принятия решений были исключительно учебники и ориентация на стратегический результат.

В наше время такая модель уже не работает, всё поменялось, работает другая, которую и надо развивать. Для начала нужно принять, что всё изменилось: управленческие процессы стали невероятно сложными, организационные структуры – тоже, реальный опыт у молодых специалистов отсутствует, наша интуиция работает в угоду маркетингу.

В таком контексте основной и единственно возможной моделью управления становится управление по объективным критериям, по анализу показателей управленческих процессов, по существующим шаблонам улучшения и развития, постоянной оценке их эффективности в реальном масштабе времени. Во главе со стратегическими целями.

Поддержка принятия решений в такой модели критически необходима, т.к. огромное число роящихся в мозгу упрощённых шаблонов не оставляют шансов на обдуманый взвешенный подход, энергетический барьер между «оправдать себя и принять шаблон» и «обдумать всё тщательно» стал слишком высок и непреодолим для большинства «специалистов». И аргумент, что «думать некогда, надо быстро» – всего лишь уловка нашего мозга, чтобы не напрягаться.

Нравится это или нет, но инструментом поддержки принятия решений становится компьютер, от этого уже никуда не деться. И надо сделать так, чтобы управленческие решения принимались с помощью данных и трендов MES-системы по продуманным сценариям поведения. Без этого оставаться в лидерах просто невозможно.

Иногда можно слышать, что «опыт и интуиция – зло», но это фраза, вырванная из контекста. Раньше инструментом управления, точкой принятия решений был человек, хороший специалист отличался от плохого опытом и интуицией. Сегодня – управляет компьютер и как бы мы не пытались делать вид, что это не так, человек эволюционирует и такие способности, увы, теряет. Без активного использования компьютерной техники, автоматизации, систем корпоративного управления всех уровней и MES в том числе, успевать за лидерами рынка сегодня уже невозможно.

Что характерно, если сравнить удельные производственные показатели предприятий начала XX века – без компьютеров и автоматизации, но с вездесущими управляющими с горящими глазами, и сегодняшние – со всей их автоматизацией, компьютерами, сетями и с запершимися по кабинетам, защищёнными системами контроля доступа и несколькими секретарями ру-

ководителями, они практически не отличаются. Удивительно? Нисколько, на самом деле. Одно приобретаем, другое – теряем.

4.4 Игры в аналогии

Факт, что в системе что-то идёт «не так», практически невозможно заметить «изнутри» этой самой системы. Все «разбалансы» идут медленно, к ним успевают привыкнуть и считают нормой. Каждый элемент системы «видит» лишь несколько ближайших соседей и, сравнивая себя с ними, успокаивается: «как все – значит, норма». Даже сама мысль, что в принципе что-то может быть «не так», отвергается на корню как крамольная: «всё же работает, продукция производится, зарплату платим вовремя». А «неудобные» факты, например, что раньше заказчики в очередь выстраивались, а теперь только спецусловиями заманишь, мозг оппортунистически игнорирует.

Но заметить, точнее, заставить мозг заметить, что проблемы всё-таки есть, можно. Например, играя постоянно с самим с собой в «анalogии». Наша дефолтная система мозга постоянно что-то обдумывает, играет, приучите её к этой новой игре.

При обсуждении системы управления пример аналогии с самолётом уже приводили. Но этот пример очень специфичен, рассмотрим более простой. Всегда есть знакомые, типичные, ежедневные ситуации, которые сильно раздражают. Но в каждой такой ситуации можно найти мораль и пользу, стараясь провести аналогии с тем, что происходит на производстве.

Все мы водители, постоянно ездим по дорогам, видим, что там происходит, негодуем и возмущаемся. А можно немного подумать и использовать это во благо, как стимул слома стереотипов при принятии управленческих решений. Для примера рассмотрим только несколько таких «игровых» ситуаций, дальше каждый легко придумает себе новые. И не только в процессах вождения, но и в быту, в коммуникации, в поведении и пр.

Внеплановые задания

Почему при одинаковых условиях (оборудовании, материалах, технологиях, квалификации специалистов) среднестатистическое предприятие в Европе, например, работает эффективнее? Давайте сравним организацию дорожного трафика и наложим её на модель производственных процессов. И постараемся понять, почему важен порядок в целом, а не в отдельных его аспектах.

Производственная ситуация: в поток исполняемых заданий нужно «встроить» внеплановое задание. В отделе техподготовки оказывается, что есть другое, «более срочное» задание, «по личному указанию руководства». Долго оформляем лимитно-заборные карты, так как складу нужно время, чтобы подтвердить наличие материала, а задание срочное, поэтому все остальные запросы к складу ожидают очереди. Задание передаётся в цех, и, поскольку срочное, сразу назначается на первый же «свободный» рабочий центр, очередь текущих заданий ожидает. Но исполнение заказа не начинается, ждут инструмент, оснастку. График поплыл, аврал, срочное производственное сошествие.

Аналогия, дорожная ситуация. Движении по дороге, выезд на магистраль по эстакаде. Действия водителя: включить поворотник, посмотреть в зеркало, притормозить, пропуская движущийся по обочине автомобиль, ещё притормозить, вынудив едущих сзади водителей тоже притормозить, медленно съехать на полосу торможения, объезжая ямки, с ограничением скорости проехать по эстакаде, перед выездом на магистраль остановиться, посмотреть, нет ли машин, движущихся по обочине, медленно выехать на полосу разгона, разогнаться, как получится, заметив первое же место, встроиться в поток на пониженной, относительно потока, скорости, заставив едущие по магистрали машины притормозить. Поздравить себя, что всё удалось.

Бывало такое, правда? Думаем, ищем аналогии.

Аналогичная ситуация «у них», действия: включить поворотник, съехать на полосу торможения, выехать по эстакаде на

полосу разгона, дополнительно разогнаться до скорости потока, посмотреть в зеркало, включить поворотник, убедиться в безопасности манёвра, встроиться в поток.

Замечаем разницу: у нас аналогичный манёвр занял больше времени, водитель затратил больше усилий, зато это была маленькая, но победа. У «них» же нет места подвигу, но есть рядовой манёвр, который прошёл без создания помехи.

В чём разница «у них» и «у нас»? Дороги одинаковые, водители одинаковые, ПДД одинаковые. Организация процесса и культура вождения. Штрафы – вторично. Что позволило достичь такого результата? Совокупность факторов:

- водители не только сами соблюдают ПДД, но даже мысли не допускают, что их кто-то может не соблюдать;
- полоса торможения присутствует, правильной длины, формы, в отличном состоянии;
- нет странных знаков ограничения скорости до 40 км/ч на эстакадах;
- полоса разгона присутствует, правильной длины, формы, в отличном состоянии;
- водители приучены к вежливости, позволяют влиться в поток, если это не мешает едущему сзади автомобилю и автомобиль на полосе разгона разогнался до скорости потока.

Чёткие аналогии и в организации производства. Что нужно, чтобы модельная ситуация выглядела по-другому? Порядок и ещё раз порядок:

- все внеплановые работы должны подчиняться единому регламенту, без исключений;
- складской учёт должен быть актуальным с учётом резерва под запланированные задания;
- необеспеченное ресурсами и материалами задание не регистрируется;
- в цеху технологические окна в заданиях учитывают нормативный процент внеплановых заданий;
- задание назначается на рабочий центр, график которого позволяет это сделать.

А ведь реальная ситуация куда более непредсказуема, причём по совершенно невозможным «у них» причинам: на полосе разгона или торможения может оказаться припаркованный автомобиль или даже автомобиль ДПС, хотя это и запрещено ПДД. Перед радаром впереди идущий автомобиль может резко затормозить, так как водитель, отвечая на SMS, не понимает, какое в данном месте ограничение скорости. И т.д., и т.п. Аналогии на производстве найдёте легко, правда? Чем меньше непредсказуемости и больше предсказуемости, тем более эффективно работает предприятие, это базовая истина.

Планирование и загрузка

Или ещё животрепещущий пример: сколько не внедряем современных систем планирования, но средний объём выпуска не меняется. И предприятие большое, и оборудование постоянно покупается и обновляется, а реальной отдачи нет. Мистика? Нет.

Что такое производственное планирование в аналогии дорожного трафика? Есть длинная многополосная магистраль, на которую по сигналу некой системы (планирования) выпускаются машины, а логика системы (планирования) старается максимизировать результирующий трафик.

Что такое движение по магистрали в теории и по правилам ПДД: машины плотно едут в максимально правом ряду, выезжая для обгона впереди идущего с меньшей скоростью транспортного средства и возвращаясь в свой ряд. В реальности же всё не совсем так: выезжая на пустую двухполосную магистраль, водители сразу же перестраиваются в крайний левый ряд. «Быстрые» машины пытаются разогнать медленные, обгон справа или даже по обочине – практически норма жизни, спецтранспорту приходится в буквальном смысле пробиваться через машины.

Анализируем правильную модель движения. Левый ряд в такой модели всегда свободен для обгона. Пропускная способность близка к проектной, проблем с проездом спецтранспорта нет, тихоходные транспортные средства не создают проблем.

80% заполнение правого ряда с машинами, движущимися на 90% разрешённой скорости и 20% заполнение левого ряда, машины движутся на 110% от разрешённой скорости, спецтранспорт проезжает на максимальной скорости.

А в реальной модели? При таком поведении водителей как ни запускать машины системой планирования, через какое-то время обе полосы будут заполнены в шахматном порядке машинами, среднее заполнение будет максимум 30–40%, скорости всех рядов примерно одинаковы, 70–80% от максимальной. Спецтранспорт движется со скоростью чуть больше средней скорости потока.

Аналогия с планированием производства очень точная: все пытаются решать проблемы увеличения выпуска, управляя через системы планирования очередностью запуска, не выстраивая процессы, так как это сложно, а систему можно просто купить. Какой бы интеллектуальной такая система не была, она, по факту, живёт своей жизнью и в своём виртуальном мире, и никакие её вычисления не смогут ничего кардинально изменить. «Исторически сложившиеся» процессы выстроят всё по своему обыкновению.

Дефицит мощностей

Такие истории легко продолжить. Например, на одной 3-полосной магистрали с реальной загрузкой не более 60% даже в часы пик были постоянные проблемы с той самой «шахматкой». Что делать? Правильно, расширить дорогу. Сделали 4 полосы. Шахматка растянулась на все 4 полосы, средняя скорость не сильно выросла.

Любители быстрой езды стали «летать» по диагонали дальше, стало катастрофически расти число ДТП. Так оставлять это было нельзя, срочно предприняли меры: снизили разрешённую скорость на 20 км/ч. Все отчитались о проведённых мероприятиях.

В результате: потрачена уйма средств, содержание дороги стало обходиться на 33% дороже, число машин, которые по ней

проезжали, не изменилась, а средняя скорость движения снизилась примерно на 10 км/ч. И ведь все решения правильные, логичные, правда? Неправда!

Причём тут производство? Когда вечно не выполняются задания в срок, что обычно делается? Приобретается ещё один станок или «для надёжности» увеличивают технологические окна. Становится хуже и все удивляются, а всё абсолютно логично. При реальной загрузке парка на 50% попытка его увеличить только ухудшит ситуацию, понимаете, почему? Термин «петля времени» ни о чём не говорит?

Смысл аналогий понятен, дальше можно развивать до бесконечности. И объяснить потом «что и как» будет гораздо проще – в своём глазу и бревна не заметят, а вот через аналогию могут и задуматься. Не зря же когда-то басни были так популярны.

4.5 Начать нельзя откладывать

Наведение операционного порядка – маленькая революция, смена уклада жизни, новые процессы, непредсказуемость. Как и при любых крупных переменах. А внедрять MES гомеопатически нельзя, слишком долго, пациент может не дотянуть. Перемен человек всегда боялся и боится, мозг устроен так, что если шаблона подходящего нет, мы испытываем страх. И вообще, много говорилось, что человеку свойственно стараться ничего не делать, а при возникновении любой мысли об этом – искать себе оправдания, почему ничего не надо делать.

Внедрение MES – не исключение, себя надо заставить, через себя надо перешагнуть. И мешают нам не недруги и конкуренты, а мешает собственная боязнь, которая маскируется под совершенно объективные причины. Эти «объективные» причины часто невняты в голове, поэтому нужно их идентифицировать, вслух проговорить и аргументированно убедить себя, что это лишь отговорка. Как у Ле Гуин: «Кто узнает это имя, обретёт власть». Так что же нас убеждает ничего не делать, какую мифологию придумал наш мозг?

Миф первый, «нам ещё рано»

Самый частый ответ на вопрос, почему ничего не делается в части MES, звучит так: «Нам ещё рано, мы ещё не готовы». Причём от предприятий с многолетней историей.

Победить такой аргумент сложно, но можно. Как и любая детская боязнь, этот страх побеждается любопытством. Подумайте, разве не интересно узнать, на самом ли деле цех 23 работает с полной выкладкой или ощущение, что его начальник что-то недоговаривает, не обманывает? Цель должна быть простой, наивной, но – захватывающей. Тогда сработает. Для тех, кому по душе логический разбор, нужно обратить внимание на то, что:

1. Внедрение MES – поэтапный процесс, поэтому его можно начинать всегда.
2. Внедрение MES – процесс, требующий времени и его желательно начинать заранее.
3. К внедрению MES никак специально готовиться не нужно, нужно лишь желание развиваться.
4. Сейчас не «рано», зато завтра может быть уже «поздно».

Миф второй, «это дорого»

С этим мифом всё просто: во-первых, это интуиция подводит, во-вторых, что такое «дорого»? Конечно, если подходить не вдумчиво, а стараться купить самую крутую систему на рынке (помните, «знай наших!»), причём сразу все модули, заказать полное внедрение с заполнением НСИ, чтобы самим ничего не делать, да ещё и с эксклюзивной поддержкой – да, ценник будет негуманный. В таком сценарии самое разумное – послушаться гласа сомнения и ничего не делать.

Но если нужно не «круто», а для пользы дела, то это совсем другой сценарий. Сначала стратегия, потом – требования, потом понимание того, что нужно сейчас, что завтра, а что послезавтра. Стоимость определяется не готовностью продавца выставить счёт и его возможностями по проектной команде, а готовностью предприятия принять его услуги и встроить их

результаты в свои рабочие процессы. А это – совсем другая цифра, сильно меньшая, если, конечно, себя не переоценивать.

В целом, есть такая грубая оценка, что стоимость MES в цеху разумна и обоснована, когда она укладывается в 4–5% от объёма выпуска, тогда брутто-эффект будет положительным.

Миф третий, «мы уникальны»

Как часто можно слышать: «Наше предприятие уникально, слишком много нюансов в процессах». Это миф чистой воды.

Первое, что нужно сделать – формализовать «уникальность». Возьмите лист бумаги и напишите всё, что считаете уникальным в плане процессов, учёта, продукции и т.п. Потом последовательно вычеркните:

- рекламные лозунги;
- процессы и требования, которые не поддаются логическому осмыслению, всё равно они претерпят трансформацию;
- процессы и требования, не относящиеся к внутренним;
- формализуемые требования, например, отраслевых стандартов.

Оставшийся список будет очень коротким, а после некоторых раздумий станет пустым.

Уникальность – удел действительно избранных, где есть уникальные технологии или материалы. Но даже там всё можно формализовать. А как сейчас справляется предприятие с этой «уникальностью»? Если действительно есть что-то уникальное, требующего повышенного внимания, то это лишь значит, что MES-система будет вдвойне полезна, учитывать нюансы – её характерная черта:

1. Обеспечить контроль разделения заказов и сложные схемы партионного учёта.
2. Учесть наличие спецдопусков, разрешений и т.п.
3. Обеспечить прослеживаемость производства, генеалогию изделий, сериализацию по стандартам.
4. Обеспечить гарантированный контроль качества по заданным сценариям, в том числе адаптивным.

5. И т.д., и т.п., ещё много всего.

Миф пятый, «сначала ERP»

В полной форме плачь выглядит так: «Какой нам MES, мы ещё проект по ERP не закончим никак». И снова – систему не ту выбрали, подрядчики неграмотные и т.д., и т.п. Но всё гораздо проще.

Реальных причин проблемы «вечного» проекта по ERP и, как следствие, возникающей на этой почве фобии, несколько:

- ERP внедряется неправильно, без методологии и подготовки;
- в реальности внедряется учётный финансово/бухгалтерский модуль, который пытаются наделить функциями ERP и MES, что влечёт большой объём доработки и проблем;
- ERP пытаются внедрять без учёта производства, с оторванным от реальности модулем ввода производственной отчётности.

ERP/MES – всегда одна связка. Добиться эффективности предприятия без объективного контроля цехового уровня невозможно, равно как и свести реальный финансовый баланс без данных фактического выпуска и потребления материалов. А это всё – MES. Но главный корпоративный учёт – финансовый, а он ведётся на уровне систем ERP, данные там всегда будут первичны.

Рассмотрение этих двух уровней по-отдельности – удвоение трудозатрат на учёт в ERP и приговор для MES: локальная система без увязки с финансами обречена. Кому нужна правда в MES, если отчётность уже сдана по другим правилам?

Страшно не то, что «проект ERP никак не закончим», а то, что когда-то он был начат без стратегии и без учёта MES-уровня контроля и управления.

Миф четвёртый, «планирование прежде всего»

Как чаще всего начинается разговор консультанта по MES? Примерно так:

- Мы хотим внедрить MES, – говорит Предприятие.
- Зачем? – спрашивает Консультант.
- Нам нужно планирование! – отвечает Предприятие.
- А зачем вам нужно планирование? – пытается уточнить Консультант.

– Ну как же, оно обязательно всем нужно! – удивляется такому уточнению Предприятие, а после этого неожиданно заявляет: – Но у нас, честно говоря, техпроцессы не описаны, но это же не страшно, да?

И дальше в том же ключе, с полной уверенностью, что «MES» и «планирование» – эквивалентные понятия и что именно «планирование» спасёт предприятие от накопившихся проблем.

Это даже не миф, это заблуждение от узкофокусного взгляда на проблему. Изучите, сколько возможностей учётных, функциональных, управленческих даёт MES, и миф развеется сам собой.

Решает накопившиеся проблемы не «планирование», а искоренение накопившихся проблем. Кропотливая и методичная работа.

Планирование – вершина контроля и полностью контролируемого производства. Если даже стратегически решено двигаться в этом направлении, то это точно не та задача, с которой надо начинать. Даже до предвестников планирования – управления запуском, построение динамических расписаний и других подобных инструментов надо дорасти.

Надо бояться не слова «планирование», а страшной ошибки – начать проект с внедрения модуля планирования.

Миф шестой, «у нас нет проблем»

Этот миф самый страшный, уверенность, что «на предприятии всё хорошо, работаем с максимальной отдачей», не оставляет шансов что-то поменять.

В принципе, всё правильно: если всё устраивает, то зачем что-то делать? Проблем две:

1. Кто и как измерил, что на предприятии всё хорошо и что отдача максимальная?
2. Комок мелких проблем, растущий тихонько сегодня, станет заметной проблемой через какое-то время и накроет лавиной.

Без MES на любом предприятии все рапорты о том, что «всё хорошо», «все работают 24 часа в сутки», «делается всё, что можно», «нормы обоснованы», «расход материала реальный», и т.д., и т.п. – лишь заявление «на веру» ответственных за участки сотрудников. И в этом сила мифа: на отчёте стоит подпись, и как можно не верить человеку, который проработал на заводе столько лет и всегда был передовиком производства?

Популярную некогда песенку «Всё хорошо, прекрасная Маркиза» помните? У них тоже было всё очень хорошо, пока не всплыло несколько «но».

Бороться с этим сложно. В ситуации, когда стоит выбор поверить своему «многолетнему коллеге, который не заинтересован обманывать» и консультанту, который «бьётся за контракт», редко побеждает разум. Интуиция говорит, что консультант – жулик, правая часть мозга возражает, что вроде бы репутация у него отличная, но левая половина её не слушает.

В WP Aberdeen Group приведён хороший среднестатистический пример, как выглядит отчётность в «ручной» модели учёта на доверии и при объективном контроле (рис. 4.2). Такая картина наблюдается на всех без исключения проектах внедрения MES на начальных этапах «наведения порядка». Осознание этого становится причиной бойкота проекта со стороны руководителей производственных площадок и ставит руководителя

перед фактом, не совпадающим с его мировоззрением, который мозг отказывается принимать.

На этой стадии замирает, иногда навсегда, очень большой процент проектов. Но ничего неожиданного, если подумать, в этой картинке нет.

Что представляет собой типичная модель производства, которое развивалось «как получается»? Вечный аврал, постоянные срочные задания, всё строится на «приоритетах» и т.п. В переводе на простой язык: 3 недели ждём материал, за неделю – план любой ценой. Кто в такой модели «передовик»? Кто этот самый план выдаёт. А как это сделать в такой реалии? Просто:

- делаем «задел на всякий случай», не понадобится – поймут, простят, победителей не судят;
- придумать себе нормы такие, чтобы если нужно сделать два плана – легко это сделать.

Как результат, в нормальном режиме цех работает в половину силы, в конце месяца – в полную. А так как план – главное, то спросить, «как сделано 200% теоретического выпуска в день» кто посмеет? В этом вина не того, кто занимается приписками и скрывает изготовление полуфабрикатов, а системы, которая не просто позволяет, а заставляет так делать. И то, что «передовик», по факту, – расхититель и обманщик – не его вина, его таким сделала система.

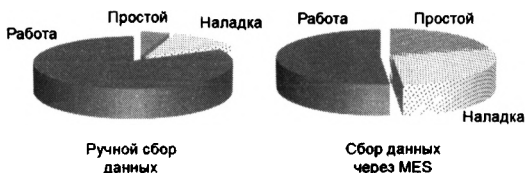


Рис. 4.2 Данные учёта эксплуатации оборудования в ручном и автоматизированном вариантах контроля

С мифом бороться можно лишь одним способом: принять, что он есть, продумать тактику поведения с выявляемыми расхождениями. И в любом случае, какими бы чудовищными они не оказались, амнистия по ним должна быть 100%, это всё равно были потерянные ресурсы, просто раньше о них не знали и не замечали. Зачем, ведь всё же «хорошо»!

Много и других мифов и отговорок, например: «старое оборудование, ничего не получится», или «не примут этого рабочее», или «не развалить бы налаженный процесс» и пр. По аналогии: гнать от себя, формализовать, искать противоречия.

Нельзя начать процесс перемен раньше, чем в фразе «начать нельзя откладывать» правильно поставить запятую.

Послесловие

Держава всякая сильна,
Когда устроены в ней все премудро части:
Оружием – врагам она грозна,
А паруса – гражданские в ней власти.

И.А. Крылов, басня «Пушки и Паруса»

Это, конечно, далеко не всё, что нужно знать о MES, но все основные зависимости и ракурсы MES как модели управления и как функционального инструмента, показаны. В книге сознательно не приводятся примеры «историй успеха», кейсов успешных проектов и т.п. Это будет во втором издании, если первое будет принято читателями. В нём появятся и кейсы, и ещё один большой раздел «MES: конструктивный ракурс», где будет и дорожная карта перемен, и связь MES с другими инициативами, и понятие «вытягивания» в развитии MES, и многое другое. Пока же решено этот раздел не включать, оставить на будущее.

Чтобы добиться успеха нужно быть честным с самим собой и знать теорию. Иными словами, как было сказано в известном фильме – «видеть цель и верить в себя». В любом процессе самое важное – его суть, философия. Эммануил Кант, наверное, самый выдающийся философ, выделил три самых главных вопроса:

1. Что я могу знать?
2. Что я должен делать?
3. На что я могу надеяться?

По аналогии с его анализом в «Критике чистого разума», в книге показана важность данных и информации, правильного построения процесса перемен, правильной постановки целей и задач. Кант это называл «область нашего практического дей-

ствия и той части этих действий, которые относятся к должному, а также область будущего, которое может произтечь из наших должных (или не должных) действий, а следовательно, определяет то, на что мы можем, а на что не можем надеяться».

Как отмечалось во Введении, книгу стоит перечитать 2–3 раза, каждый раз «достраивая» внутреннюю картину того, что такое современная система оперативного управления производством. Понимание приходит порционно, небольшими пластами. И суть построения систем класса MES – развитие маленькими шагами, зная и видя конечную цель. Развиваемся локально, упираемся в предел локальной эффективности, меняем что-то вокруг, снова развиваемся и т.д.

MES – это не просто программный продукт и ИТ-ресурс, как часто его трактуют. MES – это модель управления через оперативные метрики и показатели. Есть правило 6П для производства: продукт не может быть произведён с максимальной экономической эффективностью, до тех пор, пока Правильные ресурсы не будут доступны в Правильном объёме, в Правильном месте, с Правильным качеством и с Правильной стоимостью в расчёте на всю бизнес-цепочку. В оригинальном варианте это правило 6R Rule of manufacturing: «A product will not be created in the most economically efficient manner unless the right resources are available at the right quantity at the right place at the right time with the right quality and with the right cost throughout the entire business process».

Добиться этого помогает не программный продукт или оборудование, а налаженные процессы, где система оперативного управления даёт возможность принимать обоснованные решения и не допускает сюрпризов, когда клиентский заказ вызывает радость, а не стресс.

Да, сейчас бум цифровизации, много слов о «цифровом всём», но много и спекуляций и маркетинговых лозунгов. Всеобщая цифровизация и информатизация породила даже новую должность CDO – Chief Digital Officer, директор по цифровизации. По статистике около 20% компаний-лидеров рынка ввели у себя такую должность. Но эффективность определяет не на-

Таблица 4.1 Уровни цифровизации

Стадия	Система	Уровень оптимизации
1	АСУТП	Установка
2	MES	Цех
3	c-MES	Предприятие в целом
3	MES / SCM	Отрасль, кооперационные цепочки поставок
4	Индустрия 4.0	Рынок в целом

личие должности, а умение выстроить процессы управления – начав с инструкций, прийти к ценностям и цифре.

Возможности предприятия по «цифровизации» определяются стабильностью и налаженностью бизнес-процессов, любой софт – лишь помощник. Уровень порядка, в котором работают те или иные решения, определяется культурой предприятия (см. табл. 4.1). В управленческой иерархии «установка – рынок» минимальный уровень, где де-факто работает «ручное управление» определяет и инструмент, который имеет смысл применять. Если в цеху всё держится на мастере, то никакая c-MES не нужна, реального толку от неё не будет. Развитие – всегда перестройка процессов и принципов управления.

Автор искренне надеется, что книга поможет многим предприятиям сделать обдуманый шаг вперёд в развитии, пусть небольшой, но в правильном направлении. Черепаха, которая знает, куда идёт, дойдёт до цели быстрее, чем заяц, прыгающий случайно в разные стороны, не зная ответа на вопрос «зачем» он туда прыгает. А главное, эта черепаха потратит куда меньше энергии. В долгосрочном плане лидируют на рынке те, кто знает, куда идти, зачем и как. И MES после эпохи работы по инструкциям – правильный первый шаг вперёд.

Краткий глоссарий

- ABB – Activity Based Budgeting, бюджетирование на основе деятельности
- ABC – Activity Based Costing, ценообразование на основе деятельности
- ABM – Activity Based Management, управление на основе деятельности
- APS – Advanced Planning and Scheduling, «продвинутое» планирование и построение расписаний
- ATO – Assemble To Order, сборка на заказ
- BI – Business Intelligence, системы бизнес-аналитики
- BSC – Balanced Scorecard, система сбалансированных показателей
- CMMS – Computerized Maintenance Management System, система управления ТОиР
- DSS – Decision Support System, система поддержки принятия решений
- EDI – Electronic Data Interchange, электронный обмен данными
- EMI – Enterprise Manufacturing Intelligence, интеллектуальная корпоративная производственная система
- ISA – International Society of Automation, международное сообщество специалистов по производственной автоматизации
- JIT – Just-in-Time, исполнение точно-в-срок
- KSF – Key Success Factor, ключевой фактор успеха
- MBI – Management By Instruction, управление по инструкциям
- MBO – Management By Objectives, управление по целям
- MBV – Management By Value, управление по ценности
- MD – Master Data, нормативно-справочная информация
- MTO – Manufacturing To Order, производство на заказ
- MTS – Manufacturing To Storage, производство на склад
- LIMS – Laboratory Information Management System, лабораторная система управления
- MES – Manufacturing Execution System, система оперативного управления производством
- MIS – Manufacturing Information System, производственная информационная система
- MOM – Manufacturing Operations Management, управление производственными операциями
- MPS – Main Production Schedule, главный план производства
- MRP – Manufacturing Resource Planning, система планирования производственных ресурсов
- OEE – Overall Equipment Efficiency, показатель эффективности оборудования
- OMS – Operations Management System, система управления операциями
- ROI – Return Of Investments, возврат инвестиций
- TMS – Transportation Management System, системы управления доставкой

- TQM – Total Quality Management, комплексное управление качеством
URS – User Requirements Specification, спецификация потребностей пользователей
VSM – Value Stream Map, карта потока ценности
WMS – Warehouse Management System, система управления складом
АСУ – автоматизированная система управления
АСУТП – автоматизированная система управления технологическими процессами
ДСЕ – детали и сборочные единицы
ИАС – информационно-аналитическая система
ИБ – информационная безопасность
ИТ – информационные технологии
ИУС – информационно-управляющая система
КПД – ключевой показатель деятельности
КПС – ключевой показатель состояния
КПУ – ключевой показатель успеха
КПЭ – ключевой показатель эффективности
ЛВС – локальная вычислительная сеть
ЛПР – лицо, принимающее решение
НЗП – незавершённое производство
НИИ – научно-исследовательский институт
НИОКР – научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки
НОТ – научная организация труда
НСИ – нормативно-справочная информация
НЯ – нежелательное явление
ОКР – опытно-конструкторская разработка
ОТК – отдел технического контроля
ПЛ – производственная логистика
ПЛК – программируемый логический контроллер
РП – руководитель проекта
СКУД – система контроля и управления доступом
СППР – система поддержки принятия решений
ССД – система сбора данных
ССП – система сбалансированных показателей
СТИ – системно-техническая инфраструктура
СТО – стандарт организации
СУБД – системы управления базами данных
ТМЦ – товарно-материальные ценности
ТОиР – техническое обслуживание и ремонт (оборудования)
ТЗ – техническое задание
ТС – техническая спецификация
ФС – функциональная спецификация
ЦОД – центр обработки данных
ЧПУ – числовое программное управление
ЭДО – электронный документооборот

И.С. Решетников. MES: стратегическая инициатива /
Решетников И.С., М.: НГСС – 2019, 298 стр. с ил., табл.

Подписано в печать 02.12.2019 г., формат 84×108/32, гарнитура Таймс, печать офсетная, тираж 1000 экз.

Отпечатано с готовых файлов заказчика в АО «Первая Образцовая типография», филиал «Дом печати – ВЯТКА», 610033, г. Киров, ул. Московская, 122. Заказ № ВЗК-06918-19.

© И.С. Решетников, 2019

ISBN: 978-5-9906448-2-3