

В.А. Хамицкий, ОАО «Завод систем программного управления», г. Санкт-Петербург

MES-система. Что делать?

Мы рекомендуем Вам дождаться хорошего врача, заплатить нянечкам. Но Вы можете всего этого и не делать, если результат Вас не интересует.
М. Жванецкий

Введение

Современное развитие науки, техники и технологий позволяет производить высокоэффективное оборудование для разнообразных отраслей промышленности. В свою очередь, это позволяет предприятиям, использующим данное оборудование, поднимать производительность производства, повышать качество и конкурентоспособность продукции. Вместе с тем применение дорогого и высокопроизводительного оборудования обязывает руководство предприятий использовать его с максимальной загрузкой. А это зачастую достаточно сложная задача.

Многофакторность данной задачи объясняется тем, что на её решение влияют как организационные проблемы управления производством, так и технические проблемы управления. К основным факторам, влияющим на эффективное решение названной задачи можно отнести:

- долгосрочное и оперативное планирование;
- подтверждение запуска продукции в производство;
- отслеживание продукции в производстве;
- контроль технологических режимов;
- оптимизация складов и работы грузовых кранов или других технических средств перемещений грузов;
- работа с транспортом;
- процессы отгрузки товарной продукции;
- снабжение;
- сбыт;
- ведение планово-предупредительных ремонтов оборудования;
- учёт и контроль потребления энергоресурсов и другие факторы.

Оптимальное и эффективное решение перечисленных задач, а также учёт особенностей конкретного производства оказывает существенное

влияние на качество реализуемых решений.

Назначение MES-системы

Автоматизированная система управления производством и поставками продукции (АСУ ППП – отечественное определение) или MES-система (Manufacturing Execution System или Manufacturing Enterprise Solutions – зарубежное определение) – это информационная система, применяемая для автоматизации производственной деятельности предприятия, включая автоматизацию основных производственных функций предприятия: управления производством, управления качеством, управления кадрами, управления ремонтами, управления документооборотом.

Под управлением MES-системы реализуются такие важные процессы, как планирование, оптимизация, контроль и документирование производственных процессов от начала формирования заказа до выпуска готовой продукции в режиме реального времени [1].

В зависимости от места внедрения MES-система должна быть полностью адаптирована к стране и её нормам и правилам. Должна отвечать специфике данного предприятия, гибко реагировать на изменения в законодательстве страны.

Для обеспечения свойственных системе управления производством функций MES-система должна иметь встроенную автоматизированную систему управления документами, которая обеспечивает интеграцию с общим информационным пространством предприятия. Эта функция должна поддерживать процедуры электронного, смешанного и бумажного документооборота, контроль исполнения, автоматизацию подготовки, регистрации и обмена документами как внутри предприятия, так и с внешними корреспондентами, а также эффективные механизмы по-

иска документов. Должен обеспечиваться обмен структурированными и неструктурированными документами между всеми подсистемами. Для всей корреспонденции должен обеспечиваться статус официальных документов предприятия.

MES-система должна иметь общую систему администрирования, единое информационное обеспечение. Должна быть исключена многократность ввода одной и той же информации для различных задач.

По архитектуре построения MES-система – это иерархическая многоуровневая многопользовательская клиент-серверная система.

Реализация свойственных MES-системе функций (ассоциация MESA определила 11 основных функций MES, которые, являясь базовыми, могут использоваться или не использоваться в зависимости от специфики конкретного производства), осуществляется в режиме реального времени.

Реализация данных функций позволяет наиболее рационально управлять производственными процессами, прежде всего с учётом требований в части поштучного сопровождения изготавливаемой продукции и гибкого краткосрочного сквозного планирования в режиме реального времени.

К сожалению, на сегодняшнем этапе развития информационных систем производственный блок зачастую рассматривается как «чёрный ящик». Имеющаяся в распоряжении предприятия ERP-система решает задачи административно-хозяйственного и финансового управления. Обеспечивает производство сырьём, материалами, комплектующими, выдаёт производственный план, информирует подразделения по снабжению и сбыту о наличии (дефиците) сырья, материалов и готовой продукции на складах. Информация же о самом производстве отсутствует. Таким об-

MES-система. Что делать?

разом, получение оперативных данных, принятие адекватных решений затруднено или вообще невозможно до момента свершения конкретных фактов и извещения о них управляющему персоналу.

Отсутствие MES-системы или её некорректная связь с ERP-системой приводит к потере информации, крайне важной для принятия оперативных решений.

Можно привести достаточно известные всем примеры о срывах производственных графиков по целому ряду, на взгляд производителей, важных причин. Это и срывы ППР из-за отсутствия необходимых запчастей, и отклонения от заданных режимов технологических процессов (по вине и без вины операторов), и некорректное назначение исходного сырья и материалов на изготовление конкретной продукции, и многое другое.

Все перечисленные примеры характерны для любого производства и будут существовать на нём до тех пор, пока руководство предприятия не примет решение о внедрении MES-системы. Это позволит избежать не только перечисленных выше проблем, но и целого ряда других, свойственных любому производству.

MES-система ориентирована на решение следующих задач управления производством.

Во-первых, – задачу сбора фактических данных с линий, агрегатов и другого технологического оборудования в режиме реального времени по всей цепочке производства продукции (от последовательности и разрешения на запуск в производство конкретной единицы продукции до завершения её производства и размещения на складе готовой продукции).

Во вторых, – задачу контроля получаемых в режиме реального времени данных за установленными технологическими параметрами и важными событиями.

В третьих, – задачу выработки в режиме реального времени управляющих и корректирующих воздействий на технологическое оборудование, а также извещение персонала о необходимости принятия необходимых решений.

Перечисленные задачи используются для решения стратегических задач управления производством: управлением сроками поставок готовой продукции, качеством производимой продукции, оптимизацией производственных затрат, а значит, и с конкурентными качествами произведенной продукции на рынке.

Решение первой задачи обеспечивает:

- получение фактической информации о запланированных производственных показателях – качества продукции, производительности, себестоимости;
- исключение влияния человеческого фактора при выполнении рутинных операций, задач учёта и контроля.

Решение второй задачи обеспечивает:

- контроль параметров выполнения технологических операций;
- слежение за каждой единицей производимой продукции;
- контроль и слежение за перемещениями сырья, материалов и готовой продукции на складах.

Решение третьей задачи обеспечивает:

- оперативное перепланирование производства с учётом сложившейся ситуации;
- оптимизацию выполнения производственных заданий с учётом установленных критериев;

- выработку необходимых технологических инструкций для оборудования с целью изменения режимов обработки и достижения поставленных целей;
- выработку информационных сообщений оператору для принятия оперативных решений.

Все перечисленные задачи решают вопросы оперативности, достоверности и адекватности управления производством. Следовательно, их решение наиболее актуально для повышения эффективности производства.

Место MES-системы в комплексной информационной системе (КИС) управления предприятием

Рассмотрим классическую информационно-управляющую структуру предприятия (рис.1).

Кроме отражённых на рис.1 информационных систем, используемых на предприятии, существуют и другие. Но в рамках настоящей статьи эти системы подробно рассматриваться не будут, так как не оказывают существенного влияния на построение MES-системы.

Рассмотрим более подробно три уровня управления корпоративной информационной системы (КИС). Каждая из систем ERP, MES, АСУТП предназначена для выполнения свойственных только ей функций.

Система ERP (система 4-го уровня по зарубежной терминологии) – это система автоматизированного управления административно-финансовой и административно-хозяйственной деятельностью предприятия. Её основное назначение – стратегические задачи управления предприятием в целом. Ряд ERP-систем имеют собственный производственный модуль. Однако компании, занимающиеся ERP-системами, формируют альянсы с поставщиками MES-систем.

MES-система (система 3-го уровня по зарубежной терминологии) – это система управления производством продукции. Её основное назначение – оперативное планирование/перепланирование, оптимизация производственных графиков, оперативное управление процессом производства, управление сроками поставок, управление качеством. И всё это выполняется в режиме реального времени.

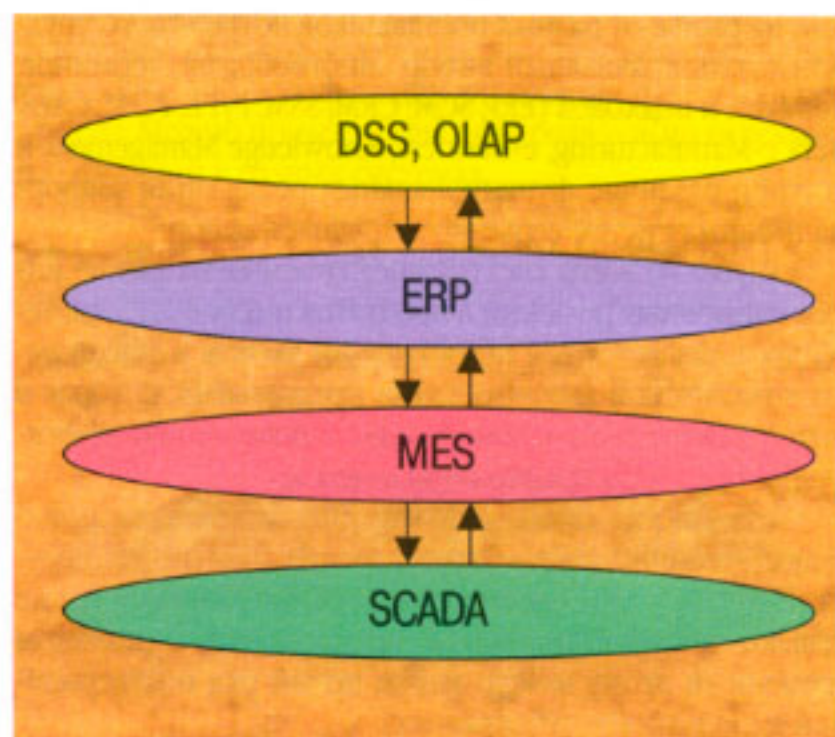


Рис.1 Информационно-управляющая структура предприятия

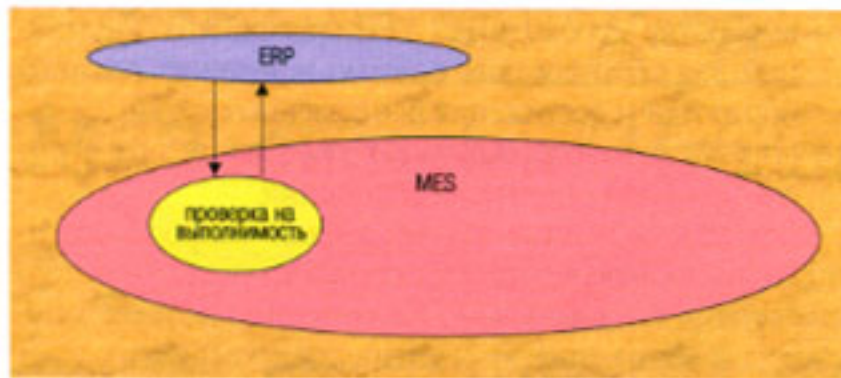


Рис. 2 Взаимодействие систем ERP и MES на уровне проверки выполнимости заказа

Имея оперативные данные, MES-системы активно взаимодействуют с ERP-системой. Следовательно, MES-система – то недостающее звено в КИС предприятия, которое позволяет эффективно связывать ERP-системы с АСУТП.

АСУТП (система 2-го уровня по зарубежной терминологии) – это автоматизированная система управления технологическими процессами. Её основное назначение – координация АСУТП 1-го уровня (АСУТП локальных станков, линий, агрегатов). Этот уровень в настоящее время эффективно реализуется рядом стандартных SCADA-систем.

Среди множества проблем, возникающих при создании на промышленных предприятиях автоматизированных систем управления предприятием (АСУП), волнуют неудачи с внедрением ERP-систем. Они обусловлены явным креном при внедрении АСУП в сторону автоматизации и информатизации бизнес-процессов и откладыванием на потом (или игнорированием) автоматизации основных, производственных процессов и задач управления ресурсами производственного уровня [2].

Необходимо отметить, что создание эффективных КИС без решения проблем оперативного управления производством невозможно. И основная помеха здесь – несоответствие темпов, методов и средств реальному состоянию и уровню готовности промышленных предприятий. Похоже, что динамика развития современных информационных технологий оказалась не по зубам консервативному производственному рынку [2].

С появлением целого ряда разнообразных систем для автоматизации различных задач, множества предложений на рынке от разных поставщиков потребителю трудно сделать правильный выбор. Многообразие терминов, понятий и подходов (ERP, SCM, CRM, SSM, P/PE, PDM, CALS, B2B, e-Manufacturing, e-Business, Knowledge Management и другие), различие функциональных реализаций информационных систем серьезно затрудняет выбор.

Однако из всего спектра предлагаемых на рынке информационных решений и продуктов именно MES-система представляется тем недостающим звеном в общей цепи комплексной автоматизации предприятия, которая в интеграции с ERP-системой ведёт к повышению эффективности работы предприятия в целом.

Хотя многие производители ERP-систем заявляют о существовании в составе поставляемых ими систем модуля «Производство», следует отметить, что ERP-системы не решают полноценно задачи производства в реальном времени (и этому можно найти целый ряд подтверждений в имеющихся публикациях).

Просто ERP- и MES-системы решают разные по иерархии задачи, но при этом их интеграция, взаимный обмен

информацией, принципиально повышает управляемость предприятия, его конкурентоспособность и другие, жизненно важные показатели.

Для корректной реализации информационной системы предприятия необходимо в первую очередь определить, что из задач решается средствами ERP-системы, а что – средствами MES-системы. Правильное решение этой задачи – и есть первый шаг на пути построения эффективной КИС.

Вместе с тем руководителям предприятий надо помнить, что оперативность управления производством, его технологической подготовкой, задачами диспетчирования, контроля качества, планирования и перепланирования – это залог конкурентоспособности предприятия, снижения себестоимости продукции и повышение её качества. Что зачастую упускается из виду, забывая, что прибавочная стоимость рождается именно в производственных зонах предприятия.

Нельзя забывать, что имея хорошо проработанные подсистемы сопровождения технологических процессов, можно ещё до начала производства оценить производственные затраты на выполнение заказа и сроки производства. Имея работающие в MES-системе АСКУЭ или АСУЭ, можно заранее определить стоимость энергоресурсов для выполнения того или иного заказа. То есть при наличии перечисленных данных можно оценивать целесообразность производства той или иной продукции, последовательность и приоритетность производственных заказов.

Получая фактические данные с линий, агрегатов, любого другого технологического оборудования, можно не только контролировать качество производимой продукции, но и оперативно влиять на неё.

Таким образом, учитывая перечисленные аргументы в пользу MES-систем, можно и нужно ещё раз отметить важность задач, решаемых MES-системой, их значение для построения действительно комплексной информационной системы управления предприятием. Именно такая, корректно реализованная информационная система позволит действительно повысить оперативность предприятия, качество, эффективность, конкурентоспособность.

Основные связи ERP-системы и MES-системы

Для организации эффективной работы ERP-системы и MES-системы необходимо корректно реализовать их информационное взаимодействие и решить задачу разделения функций между системами.

Попробуем рассмотреть подробнее наиболее важные вопросы взаимодействия ERP- и MES-систем в рамках предприятия (рис.2).

Необходимо отметить, что одна из наиболее значимых задач, решаемых с помощью MES-системы, – это оперативное планирование и перепланирование, оптимизация производственных графиков по системе выбранных и утверждённых критериев.

Целесообразнее всего, как уже сделано в ряде известных систем, обеспечивать взаимодействие следующим образом. Система ERP на основе информации, полученной от MES-системы (в части процентного соотношения или набора процентных соотношений различной продукции в месячном плане производства), посылает каждый заказ или весь портфель заказов в MES-систему для

проверки его выполнимости. MES-система моделирует производственный процесс и сообщает ERP-системе результаты.

Таким образом подразделение, ответственное за сбыт, может получать для себя наиболее приемлемые варианты производства.

К следующему важному вопросу взаимодействия ERP-системы и MES-системы, можно отнести задачу взаимодействия на уровне складов (рис.3).

Для эффективного взаимодействия ERP-системы с MES-системой необходимо реализовать обмен информацией по содержимому имеющихся на предприятии складов. Это и входные склады (сырьё, материалы, комплектующие), и все промежуточные склады, и склады готовой продукции.

Учитывая, что MES-система имеет в своем составе подсистемы управления грузовыми кранами, управляет оптимизацией их перемещений, и выполняет ещё целый ряд других важных функций, организация этого взаимодействия накладывает серьёзный отпечаток на работу КИС в целом.

Проблемы решения оперативных производственных задач являются следствием того, что ERP-системы не работают с оперативными данными, поступающими в режиме реального времени с производственного уровня. MES-система в данном случае помогает руководству предприятия моделировать самые разнообразные производственные ситуации, достигать понимания протекающих производственных процессов, а также в определённой мере прогнозировать эти процессы. Именно на основе получаемых из MES-системы данных собственник сможет сопоставить реальное положение дел на предприятии с бизнес-планом развития производства и стратегическими целями.

Одной из важнейших функций эффективного управления предприятием является функция фильтрации информации, с помощью которой на основании больших объёмов данных, поступающих из MES-системы, формируются финансовые показатели деятельности предприятия и отображаются изменения в его кэш-фло. Благодаря этому, можно оптимизировать бизнес-процессы, прогнозировать ситуации и события, важные для предприятия [3].

Основные связи MES-системы и АСУТП

В связи с тем, что контур управления MES-АСУТП является самым интенсивным по плотности информационного обмена, самым жёстким по времени реакции на возникающие события, его корректная реализация принципиально важна при разработке архитектуры системы. Структура информационных связей между MES-системой и АСУТП приведена на рис.4.

Оперативная и эффективная работа MES-системы бесспорно обеспечивается использованием информационных связей с существующими на производстве АСУ ТП. Такие связи, например, могут быть следующими:

- со стороны MES в АСУТП поступают пооперационные задания с указанием идентификаторов изготавливаемой продукции, её характеристик (при необходимости), режимов обработки (при необходимости) и других параметров;
- со стороны АСУТП в MES поступают протоколы выполнения технологических операций для последую-

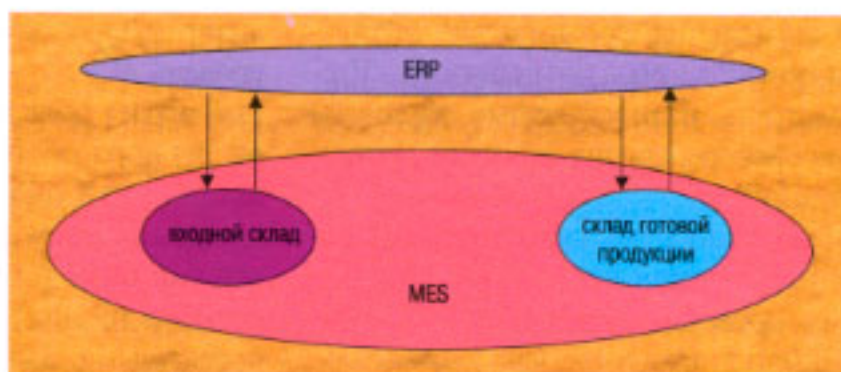


Рис. 3 Взаимодействие систем ERP и MES на уровне складов

щего архивирования и обработки подсистемой управления качеством и другая информация.

Взаимодействие MES с другими системами

Несмотря на то, что MES-система – это связующее звено между ориентированными на хозяйственные операции ERP-системами и системами АСУТП, существуют ещё и связи с другими информационными системами предприятия.

Это, например, системы планирования цепочки поставок (CSM), системы управления сбытом и обслуживанием (SSM), системы проектирования производственных процессов и продукции (P/PE) и др.

Необходимо отметить четыре важных вопроса, касающихся взаимосвязей с другими системами. Во-первых, у ряда поставщиков ERP-систем подобные подсистемы существуют и могут поставляться в составе ERP. Во-вторых, на этапе разработки КИС по-прежнему необходимо проектировать такие взаимосвязи, независимо от того, будут ли это подсистемы поставляемой ERP или же другие. В третьих, при разработке КИС может выявиться, что выбранные системы не соответствуют специфике производства. И, в-четвёртых, организация таких связей на этапе проектирования КИС может существенно перераспределить некоторые функции между системами (например, в соответствии со спецификой производства).

Хотелось бы отметить, что, например, CSM-системы эффективно реализуются поставщиками ERP-систем, в то время как внутри предприятий эти функции лучше всего реализуются непосредственно MES-системой.

Известно, что и в системе SCM, и в MES-системе предусмотрено календарное планирование; кроме того в системах ERP и MES есть функции управления трудовыми ресурсами. Можно привести ещё ряд примеров по перекрытию функций в разных системах.

Главное то, что на этапе проектирования КИС необходимо как можно глубже проанализировать структуру предприятия, его специфику, особенности производства

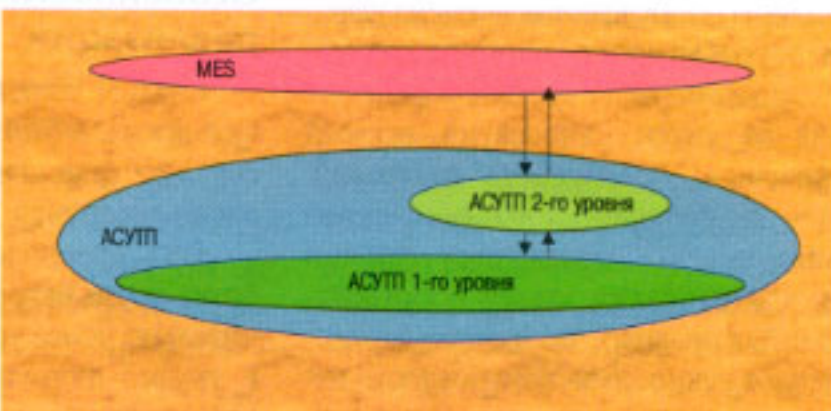


Рис. 4 Структура информационных связей MES-АСУТП

и управления, организацию бизнес-процессов, его потребности. Рассмотрим разнообразные варианты перераспределения функций автоматизации.

Большинство существующих автоматизированных систем управления предприятием класса ERP предлагаются заказчику как универсальные, то есть с возможностью развёртывания на любом предприятии и обещанием, что после адаптации система будет учитывать все нюансы данного предприятия. Однако уровень сложности крупных предприятий не позволяет подобрать единое решение, которое могло бы обеспечить работу как внутренних процессов предприятия, так и его внешних связей. Несмотря на дорогостоящую и весьма длительную адаптацию универсальных систем управления предприятием их функционирование приносит только косвенные выгоды: наведение порядка, уменьшение времени на поиск документов и т.п. Это, разумеется, важно само по себе, но не позволяет рассматривать данные затраты как самокупаемые инвестиции [3].

Особенности интенсивности информационных потоков в системе

Известно, что на разных уровнях КИС плотность информационных потоков существенно отличается. Это объясняется только тем, что каждый из уровней КИС ориентирован на решение своего специфического класса задач.

Например, уровень АСУТП имеет самую высокую плотность информационных потоков, так как управляет в режиме реального времени технологическим оборудованием, для которого характерны высокое быстродействие и скорость реакции. В связи с тем, что у современного технологического оборудования времена обработки событий и реакции на них могут укладываться в диапазон от десятков до сотен наносекунд, первый уровень АСУТП (уровень контроллеров технологического оборудования) обычно оснащается самими производителями такого оборудования. Как правило, это или уже зарекомендовавшие себя контроллеры известных фирм, или специально разработанные для этих целей специа-

лизированные контроллеры. Второй уровень АСУТП – это уровень, который играет роль координатора контроллерного оборудования, расположенного на 1-ом уровне АСУТП. Здесь плотность информационных потоков уже ниже (обработка событий и реакций на них) и измеряется микросекундами. Задачи этого уровня с успехом решаются в настоящее время на базе SCADA-систем. Здесь же формируется информационная база исходных данных для MES-системы.

Уровень MES-системы использует данные, получаемые с АСУТП 2-го уровня. Кроме того, здесь используются данные и от других уровней и служб. Таким образом, это оперативно-производственный уровень, который нацелен на оперативное решение задач слежения за продукцией, качеством продукции, задач оперативного планирования/перепланирования, учёта и контроля производительности, учёта энергоресурсов, оценки производственной себестоимости и других задач.

На этом уровне интенсивность информационных потоков ещё ниже, чем на АСУТП 2-уровня. Этот уровень используется специалистами производственных зон, которые в наибольшей степени владеют производственной ситуацией. Кроме того этот уровень может использоваться подразделениями по сбыту для оценки выполнимости заказов в установленные сроки. А также специалистами подразделений снабжения – для контроля и оценки оперативного состояния складов.

Уровень ERP-системы использует данные от MES-системы и максимально освобождается для решения стратегических задач управления предприятием, поддержку бизнес-процессов. На этом уровне интенсивность информационных потоков ещё меньше, чем в MES-системе [4].

Особенности в подходах к реализации

Следует отметить, что в настоящее время, в отличие от ERP-систем, ещё нет формализованной методологии внедрения MES-систем.

Есть предположение, что разработка такой методологии – дело значительно более трудоёмкое, сложное и трудно формализуемое. Если для ERP-систем характерна функциональная универсальность, то MES-

системы каждого отдельного предприятия уникальны. Поскольку у каждого предприятия свои технологические процессы, технологические особенности, технологические ограничения, технологическое оборудование, организационная структура.

При детальном рассмотрении КИС предприятия ясно, что совместное использование ERP-системы, MES-системы и АСУТП – это насущная необходимость и наиболее эффективное решение для предприятия.

Следует отметить, что до настоящего времени финансовые управляющие практически не участвовали в принятии решений относительно добавления функций MES к имеющимся у них системам планирования ресурсов. Отчасти это происходило потому, что производство считается областью, относительно неизвестной финансовому отделу. Но как только эффективность производства и итоговую экономию стало легче продемонстрировать, финансовые управляющие оказались в центре внимания участников рынка производственного программного обеспечения. Госпожа Штайдингер из компании Camstar говорит, что теперь она пытается осуществлять продажи непосредственно финансовым отделам, утверждая, что «с точки зрения финансового управляющего, экономия может быть весьма значительной», – особенно когда при этом можно «показать» повышение эффективности ERP-системы [5].

Кроме того, если финансовые управляющие примут большее участие в производственной деятельности компании, считает Bill Swanton, вице-президент AMR Research (считается, что именно эта фирма изобрела термин «MES»), они могут столкнуться с некоторыми неожиданностями. Прежде всего им придётся узнать, каким образом производственные затраты связаны с «реальным временем» и как они укладываются в общую картину корпорации. Если принадлежащее компании программное обеспечение ERP пытается оценивать материальные запасы, предполагая, что, например, «основная часть себестоимости продукции приходится на прямые затраты по оплате труда, ваша модель расчёта себестоимости будет искажённой и недостоверной». По мнению Bill Swanton, многие из ис-

MES-система. Что делать?

пользуемых финансовыми руководителями моделей расчёта себестоимости не учитывают истинные причины появления затрат на производственном уровне [5].

Однако многие руководители, по самым разным причинам, почему-то не всегда видят или не хотят видеть такое комплексное решение. Думается, что современные способы получения информации ускорят процессы информирования руководства и шаг за шагом «лёд тронется».

Что же мешает повышению конкурентоспособности предприятия? Попробуем ответить на этот вопрос. В первую очередь, это задержки выполнения заказов. Во вторую – проблемы оперативного перепланирования в возникающих ситуациях. В третью – возврат продукции, а также производство продукции низкого качества. В четвертую – большие сроки анализа причин брака и отклонений от установленных параметров.

MES-система поможет вам в этом. Она обеспечит сбор данных о событиях с высокой скоростью и точностью, именно в моменты возникновения этих событий. Следовательно, имея более оперативную и точную информацию, вы сможете принимать более точные и обоснованные решения.

Основные подходы к проектированию MES-системы

Работы по проектированию MES-системы – один из важнейших этапов создания и внедрения системы управления производством. Качество этих работ, их соответствие существующим на предприятии процессам, глубина проработки в полной мере определяют все основные качества создаваемой системы. Насколько качественно будут выполнены эти работы, настолько успешными будут процессы внедрения и эксплуатации. Поэтому на этом этапе нельзя пренебрегать любыми, казалось бы, мелочами, которые в дальнейшем могут существенно повлиять на работу всей системы.

Рассмотрим теперь, какие исходные данные необходимы для проектирования MES-системы.

Во-первых, это результаты технического обследования предприятия. Это данные, которые отражают существующий уровень производства, его

технологические процессы с их спецификой и ограничениями; технологическую подготовку производства; существующие процессы планирования и процессы обеспечения исходным сырьём и материалами; существующие на производстве технические системы с их взаимосвязями, формы документов с порядком их сопровождения и другая информация.

Во-вторых, это техническое задание на проектирование MES-системы. Данный документ устанавливает все требования к проектируемой MES-системе, её составу, функциям, взаимодействию как внутри системы, так и с внешними подсистемами.

И, в-третьих, это концепция построения MES-системы. Это документ, который концептуально раскрывает пути реализации MES-системы, её архитектуру, основные алгоритмы работы, структурные взаимосвязи как внутри системы, так и с внешними подсистемами.

Все перечисленные документы необходимы для достижения основной цели проектирования, которая заключается в следующем:

- разработка общесистемных решений;
- разработка перечня АРМ;
- разработка перечня необходимых подсистем;
- разработка перечня функций автоматизации и требований к ним;
- разработка требований к основным экранным формам.

В результате выполнения проектных работ по системе, персонал заказчика при активном его участии сможет уже на этом этапе понять всю специфику работ по MES-системе, высказать те пожелания, которые целесообразно учесть при реализации. Всё это поможет сторонам глубже понять все существующие производственные процессы и в дальнейшем положительно скажется на этапе внедрения MES-системы.

Разработка формализованного описания объекта управления

Для эффективной реализации MES-системы после проведения детального предпроектного обследования объекта автоматизации (существующего производства) на базе полученных данных разрабатывается

формализованное описание объекта управления. Такое формализованное описание должно детально отражать следующую информацию об объекте:

- укрупнённое описание технологического оборудования (линий);
- технологическую структуру производства (последовательность выполнения технологических операций);
- описание операций на каждом технологическом участке (от входного склада, до склада готовой продукции);
- структуру управления производством (организация с учётом технологической структуры – объединение некоторых технологических участков в один производственный).

Качество и глубина проработки формализованного описания объекта имеют существенное влияние на реализацию всей MES-системы. По существу, это документ, в котором отражаются и все процессы существующей технологии, и процессы формирования плана производства, и технологическая подготовка производства, и подготовка производства в части обеспечения исходным сырьём и материалами, и оперативное управление, и принципы планирования.

Необходимо отметить тот факт, что при разработке формализованного описания объекта управления могут быть выявлены существенные пути повышения эффективности производства, обнаружены «узкие» места или существующие неэффективные решения.

Принципы планирования в MES-системе

Основной приоритетный принцип планирования – это обеспечение ритмичной отгрузки готовой продукции. Помесячное прогнозное планирование осуществляется на основе графика поступления исходного сырья и материалов. Оперативное суточное планирование – на основе наличия сырья и материалов на складе и ожидаемого их поступления.

Оперативное планирование производства осуществляется с учётом наличия свободных площадей на выходных складских площадках и с учётом их возможного высвобождения при отгрузке готовой продукции. При отсутствии свободных площадей запуск в производство останавлива-



Рис. 5 Укрупнённая схема бизнес-процесса прохождения заказа

ется (как вариант, если отгрузка «на колеса» невозможна).

Прежде всего планируются к запуску позиции плана производства, из-за которых отгрузка задерживается. Для этого возможны процедуры переназначения поступивших сырья и материалов под приоритетные позиции. Основной документ оперативного планирования запуска в производства – график производства. При оперативном планировании учитывается текущее состояние технологического оборудования.

На основании имеющейся информации формируются производственные задания на каждый (при необходимости) технологический участок (агрегат).

Например, производственное задание на технический контроль состоит из задания на пооперационный

контроль по технологической линии (например, на приёмку геометрических параметров продукции и контроль результатов испытаний по свойствам и т.п.). Для принятой и назначенной к отгрузке продукции контролёр ОТК распечатывает сертификат качества и передаёт его в службу экспедиции.

Например, производственное задание на отгрузку формируется, исходя из готовности продукции к отгрузке, в том числе с учётом прогноза и графика поступления транспорта.

Все перечисленные действия и события тем или иным образом влияют на процесс планирования производства продукции и направлены на достижение следующих результатов.

1. Гарантия соблюдения сроков поставок заказчику (исходя из сро-

ков выполнения отдельных производственных операций).

2. Координация и синхронизация отдельных операций в части:

- поток материала/промежуточные склады;
- транспортировка между агрегатами и складами.

3. Общезаводской контроль качества:

- определение предписаний по производству и качеству;
- общезаводской сбор фактических данных;
- сравнение план-факт, аттестация/браковка материала;
- обратное отслеживание/история материала;
- использование производственных мощностей.

4. Гарантия заданного заказчиком качества продукции.

5. Сокращение потерь материала, снижение себестоимости, повышение производительности.

При рассмотрении укрупнённой схемы бизнес-процесса прохождения заказа (рис. 5) важно отметить, что процессы планирования производства и оптимизации графиков производства оказывают существенное влияние на бизнес-процесс в целом [6].

Для эффективной реализации процесса планирования, а также учёта специфики производства необходимо, чтобы:

- продукция описывалась характеристиками продукта, а не дискретным идентификационным номером;
- процесс планирования поддерживал совмещение подходящих заказов на определённом этапе технологического маршрута;
- процесс планирования учитывал технологические ограничения и ограничения логистики на каждом отдельном агрегате;
- процесс управления производством поддерживал изменение плана по отдельному материалу в зависимости от фактического производства;
- поддерживалось слежение за отдельным материалом с созданием исчерпывающей истории материала и производства;
- стандарты, технологии и предписания по качеству были представлены специальными структурами данных.

Рассмотрим для начала более подробно укрупнённый контур пла-



Рис. 6 Контур планирования

MES-система. Что делать?

нирования MES-системы, представленный на рис. 6. Его основное назначение – повышение производительности, снижение затрат, повышение качества сервиса для заказчика.

Полученный заказ поступает в MES-систему. С учётом технологических правил, технологических процессов, технологических ограничений, перевалок и ТОиР, стандартов по производству и качеству проверяется возможность выполнения заказа в срок.

На первом шаге проверки создаётся виртуальный производственный заказ. Далее происходит назначение исходного сырья и материалов на изготовление продукции, если они есть на складе, или оценивается срок их приобретения, если необходимого запаса на складе нет. На следующем шаге происходит планирование мощностей предприятия для выполнения данного заказа, виртуальное включение в существующий план производства и оценка баланса загрузки.

Если полученное решение находится на грани допустимого, то, пользуясь тем, что описанный процесс итерационный и позволяет оптимизировать результат, можно выполнить несколько итераций планирования с целью получения оптимального (допустимого) варианта.

В итоге принимается решение о принятии заказа или мотивированном отказе в изготовлении.

Теперь рассмотрим более подробно ту часть процесса планирования в MES-системе, которая относится к проверке заказа на выполнимость. Алгоритм процесса планирования производства и качества представлен на рис.7.

Из системы ERP в подсистему планирования производства и качества MES-системы поступают заказы на изготовление продукции. Блок верификации заказа с учётом существующих ограничений на приём заказов и с учётом информации о фактическом состоянии производства (блок оперативного контроля производства и качества) создаёт виртуальный заказ (или отказывает в создании) и передаёт его в модуль создания производственного заказа.

Модуль создания производственного заказа «привязывает» к данному заказу один из существующих типовых или индивидуальных технологических процессов, с учётом техноло-

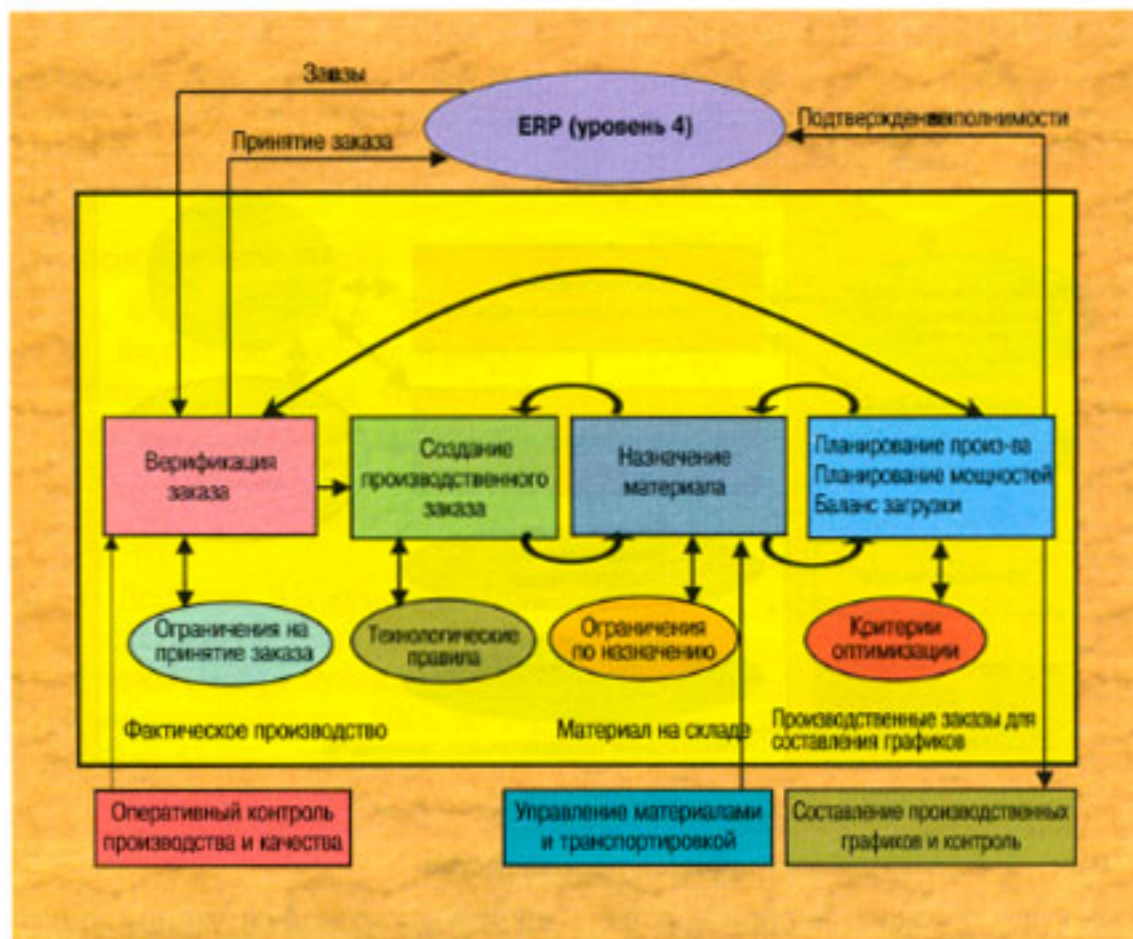


Рис.7 Структура процесса планирования производства и качества

гических правил, и передаёт информацию в модуль назначения материала.

Модуль назначения материала производит назначение материала на выполнение данного производственного заказа с учётом ограничений по назначению и информации о фактическом состоянии склада (блок управления материалами и транспортировкой). Если материал на складе отсутствует, то производится оценка сроков поступления материала.

Если с учётом существующих правил по назначению материала и выбранных технологических правил заказ выполнить невозможно, то пользователь может выбрать другой технологический процесс, близкий к требуемому (возврат в модуль создания производственного заказа).

После выполнения назначения материала информация поступает в модуль планирования производства и мощностей. Здесь с учётом утверждённых критериев оптимизации и

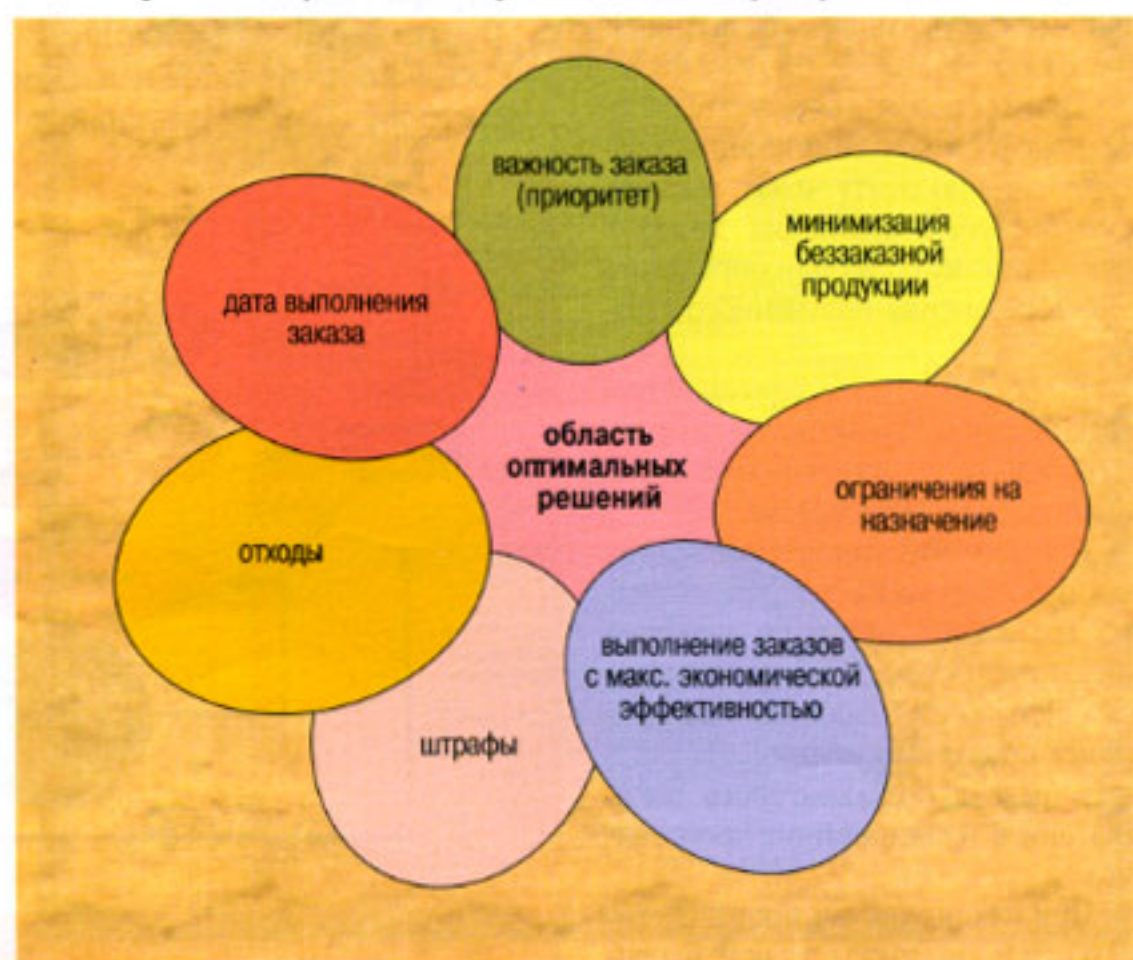


Рис. 8 Роза критериев оптимизации в планировании производства

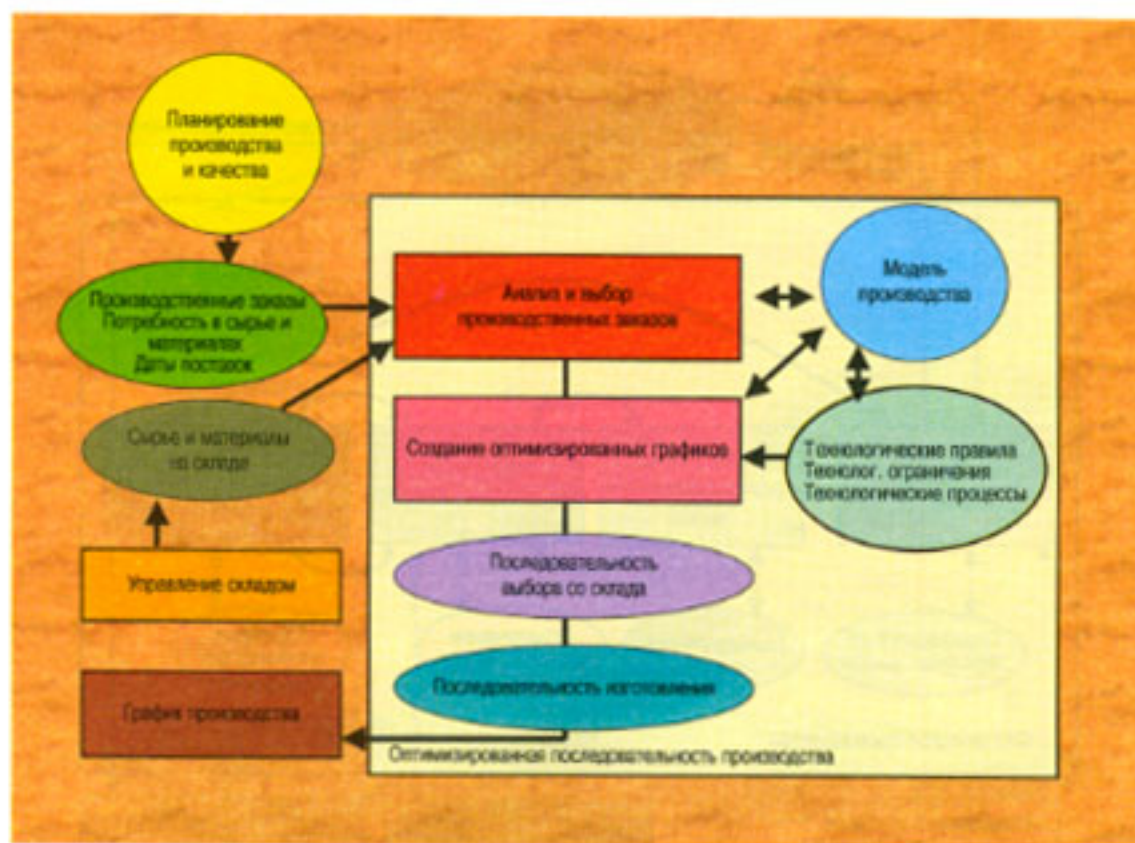


Рис. 9 Оптимизация графиков производства

уже существующих в производстве реальных заказов (блок составления производственных графиков и контроль) происходит финальный этап планирования – составление графика производства.

Это процесс многофакторный и итерационный. Итерации, с одной стороны, могут производиться с возвратом в модуль ограничения по назначению, с другой стороны, – со сменой критериев оптимизации. Кроме того полученный отрицательный результат может вести к возврату в начало всего процесса – в модуль верификации заказа с целью смены или анализа ограничений на принятие заказа.

Таким образом, в результате работы подсистемы планирования подразделения по сбыту может оценить возможность выполнения заказа к необходимому сроку или определить срок выполнения полученного заказа.

Выше упоминался термин «утвержденные критерии оптимизации». Раскроем более подробно его использование в MES-системе.

Понятно, что выполнение производственного заказа на разных этапах его жизни (принятие, исполнение) может осуществляться с использованием самых разнообразных критериев по его выполнению. На рис.8 представлена роза критериев оптимизации в планировании производства.

При планировании производства того или иного заказа, а также перепланировании, с учётом сложившейся

производственной ситуации (по разным причинам), желательно иметь механизм, позволяющий оптимизировать выполнение заказа.

Основными критериями оптимизации являются:

- важность заказа (приоритет);
- дата выполнения заказа;
- получаемые отходы;
- минимизация беззаказной продукции;
- ограничения на назначения;
- выполнение заказов с максимальной экономической эффективностью;
- штрафы.

Понятно, что область оптимальных решений лежит на том или ином пересечении областей решений по

этим критериям.

Система планирования и оптимизации производства, при наличии модели производства, позволяет использовать оптимизационный алгоритм. Суть этого алгоритма заключается в присвоении весовых коэффициентов каждому из критериев и расчёте наилучших (из области возможных) результатов.

Рассмотрим теперь оптимизацию графиков производства (рис.9).

Информация из подсистемы планирования производства и качества с учётом имеющихся производственных заказов, информации о потребностях в сырье и материалах и дат их поставки, а также информации о фактическом наличии имеющегося на складе сырья и материалов поступает в блок анализа и выбора производственных заказов.

Далее на модели производства с учётом имеющихся технологических правил, технологических ограничений, технологических процессов создаются оптимальные графики производства, формируется последовательность выбора со склада необходимых сырья и материалов и формируется последовательность изготовления, которая утверждается как график производства.

Исходными данными для процесса планирования являются также имеющиеся на предприятии производственные мощности (рис.10). Понятно, что предприятие может произвести продукции не больше, чем позволяют имеющиеся мощности. Для эффективного их использования

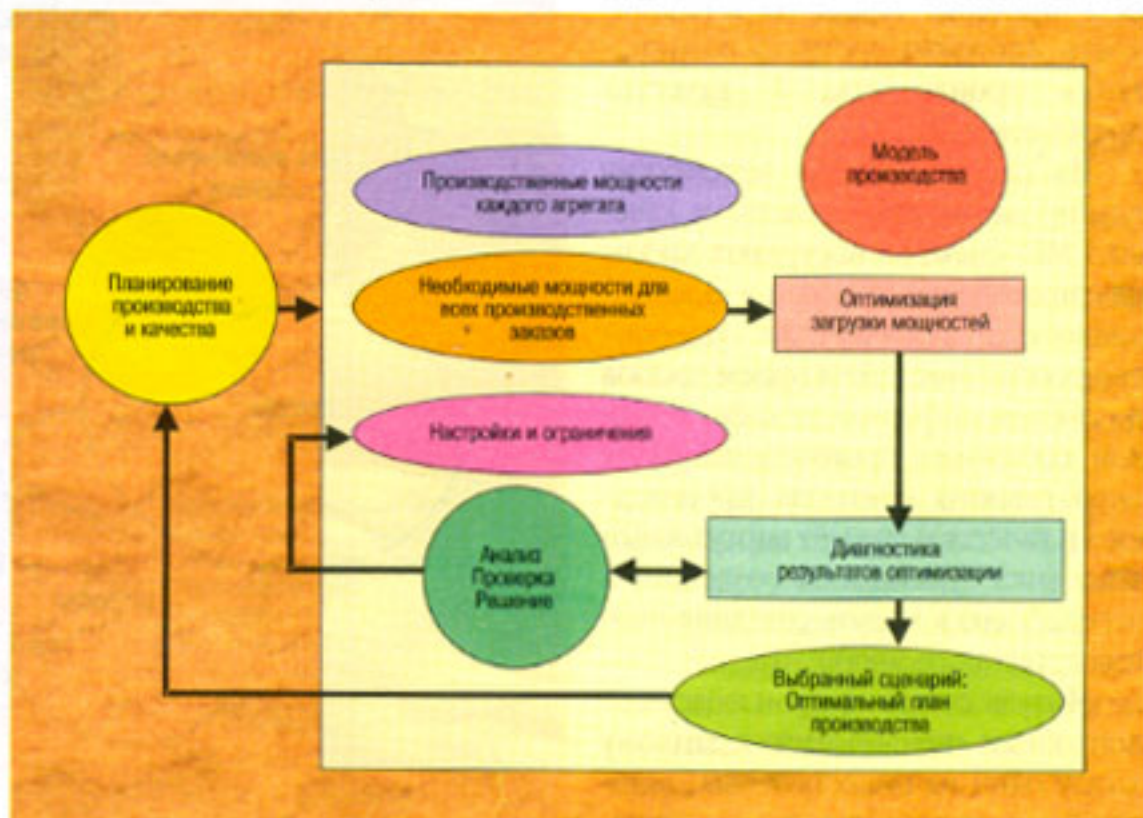


Рис. 10 Оптимизация загрузки мощностей

MES-система. Что делать?

применяется функция оптимизации загрузки мощностей.

Исходной информацией для этой функции является информация подсистемы планирования производства и качества. Кроме того, имея данные о производственных мощностях каждого агрегата, вычисляя необходимые мощности для выполнения всех производственных заказов, можно на модели производства итерационным путём выполнить оптимизацию загрузки мощностей. В связи с тем, что данный процесс является итерационным, после получения конкретных решений можно проводить их анализ и проверку и при необходимости повторять процесс оптимизации по получению приемлемого плана производства.

Универсальность решений MES-системы

Как уже упоминалось выше, ориентация на конкретную отрасль промышленности, в которой предполагается использовать MES-систему, накладывает серьёзный отпечаток на её реализацию.

Можно, например, привести пример реализации MES-системы для металлургии. Так, в MES-системе «Стан-5000» (ОАО «Северсталь») используются такие АРМы, как АРМ инженера по подготовке производства, АРМ инженера-технолога, АРМ сортировщика адьюстажа, АРМ мастера адьюстажа, АРМ контролёра ОТК, АРМ мастера ОТК, АРМ руководителя производственного отдела, АРМ руководителя технологического отдела, АРМ диспетчера производственного отдела, АРМ по грузовым операциям, АРМ мастера участка нагревательных печей, АРМ участка УЗК, АРМ начальника смены, АРМ руководителя (начальника цеха), АРМ руководителя (зам. начальника по производству), АРМ системного инженера.

Несмотря на то, что данная MES-система является проблемно-ориентированной и используется для производства толстого металлического листа, её нельзя полностью, без изменений перенести, например, для использования в производстве тонкого металлического листа, не говоря о других типах производств.

Конечно, существует какое-то множество типового функционала, который типичен для любых производств. Однако только правильная формализация объекта управления,

интеграция типового функционала с нетиповым позволит наиболее корректно решить поставленную задачу эффективного управления производством.

Список литературы

1. Р.И. Фурунжиев, В.А. Хамицкий, А.С. Якубов. «Концепция и информационные основы управления производственными системами». Проблемы создания информационных технологий. – Мн.: 2003. Вып. 10.
2. В.Н. Леньшин, В.В. Куминов. «Производственные исполнительные системы (MES) – путь к эффективному предприятию». МКА. № 1-2. 2002. С. 53-59.
3. А. Вайнберг, В. Берёзка, А. Роэрль,

С. Шмидл, В. Леньшин, В. Куминов. «Прозрачное эффективное предприятие реального времени». МКА. № 4. 2002.

4. А. Нестерова. «MES-системы – системы управления производством. Воспользуйтесь явными преимуществами». МКА. № 1-2. 2002. С. 77-81.
5. Мишель Селарье, Рой Харрис. «Извлечение дополнительной прибыли из производства». МКА. № 1-2. 2002. С. 60-62.
6. Фурунжиев, В.А. Хамицкий, А.С. Якубов. «Математические модели производственных систем». Проблемы создания информационных технологий. – Мн.: 2003. Вып. 10.

E-mail: xx@nwgsm.ru

**Выставочное Агентство
«Еврофорум»**

**приглашает принять участие
в специализированной выставке**

**ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.
СВЯЗЬ. БЕЗОПАСНОСТЬ.
СОВРЕМЕННЫЙ ОФИС**

18–20 февраля 2004 г.

г. Петрозаводск

Тематика:

- ◆ Компьютеры и оргтехника
- ◆ Профессиональное программное обеспечение
- ◆ Интернет и интернет-технологии
- ◆ Технологии и средства связи
- ◆ Телекоммуникационное оборудование
- ◆ Системы охраны и безопасности
- ◆ Средства мультимедиа, компьютерные игры
- ◆ Офисная мебель. Предметы интерьера
- ◆ Специализированная литература

В рамках выставки будут проводиться семинары, круглые столы, презентации

**Заявки принимаются по адресу
Выставочное агентство «Еврофорум»**

185000, Карелия,
г. Петрозаводск, ул. Анохина, 45
Тел/факс: (814-2) 76-83-00, 76-87-96
E-mail: euroforum@karelia.ru
Http://euroforum.karelia.ru

