

статья
подготовлена

■ **И. С. Решетников,**
к.т.н., MES-центр (Россия),
г. Москва, e-mail:
i.reshetnikov@mescenter.ru
Тел.: +7 916 6711974

Автоматизация производственных процессов

Так, например, в дискретном производстве все понимали, что ЧПУ на станках нужно и бухгалтерская система необходима, а вот потребность в автоматизации на уровне цеха понималась и принималась слабо. Этот уровень не был формализован, и очень большую роль играл мастер цеха. Такое состояние дел всех устраивало: цех работал по условным нормам, начальники цехов научились в условиях этих норм выжимать максимум зарплаты для рабочих, руководство предпочитало в проблемы цеха не влезать и радовалось тому, что все как-то, но работает и план выполняется.

В непрерывном производстве также уровень систем управления производственным процессом (АСУПП) был неполным: SCADA-системы нижнего уровня управляли технологическими установками и оборудованием, далее был уровень «внесистемного управления», и уже после информация вручную заносилась в системы ERP уровня и т.д.

Но за последние 10 лет с переходом к суровым рыночным условиям пришло полное понимание того, что даже самый современный станок с самой современной системой ЧПУ нуждается еще и в системе, которая бы назначала ему нужные задания, следила за их выполнением и не давала станку простаивать. Системы класса АСУПП стали активно развиваться, технологическая подготовка производства перестала быть формальной, на цеховом уровне появились специализированные системы. Эффективность в использовании оборудования и понимание реальной, а не условной мощности производства стали жизненно необходимыми.

Автоматизация производства – процесс, которому долгое время в нашей стране совершенно незаслуженно уделялось недостаточное внимание. Типичной была ситуация, когда на предприятиях «верхний» уровень или уровень ERP-систем жил своей жизнью, а уровень управления ТП – своей. А связи между ними не было.

НЕМНОГО ИСТОРИИ, ТЕОРИИ И ТЕРМИНОЛОГИИ

Задачи построения систем автоматизации производственного уровня требовали решения давно, и системы данного класса далеко не сразу появились в том виде, в котором их сегодня представляют нам вендоры и консультанты. Эволюция систем производственного управления имела свою историю. Не будем привязываться к конкретным годам или десятилетиям – это не важно, важно понимать, что, как и человек, система производственного управления не может сразу родиться большой, умной и взрослой (если, конечно, это не клон), а должна пройти несколько последовательных стадий.

На рисунке 1 представлен эволюционный путь развития АСУПП. Начиная с ответа на простой вопрос: «Что происходит у меня на производстве?», последовательно доходим до управления цехом через собранные данные. Современные системы класса MES (Manufacturing Execution Systems) ведущих мировых производителей на это вполне способны. Из системы

информационной АСУПП стала сначала системой поддержки принятия решений, а потом и полноценной информационно-управляющей системой производства (ИУСП). Классы систем MIS (Manufacturing Information System), EMI (Enterprise Manufacturing Intelligence), MOM (Manufacturing Operations Management) – это все системы класса АСУПП. Вместе с АСУПП эволюционируют и процессы управления производственной деятельностью предприятия.

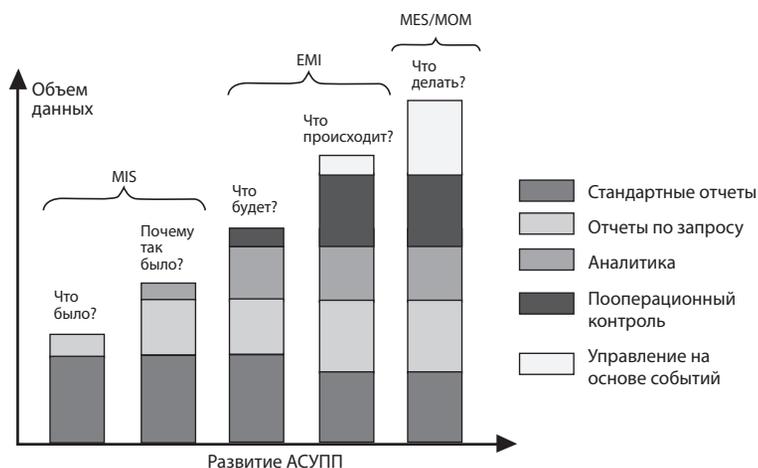


Рисунок 1.

Но это в теории. На практике бессмысленно ожидать, что можно установить на сервере современную MES, и тут же задача управления цехом будет решена. Нет. Сначала предприятию нужно научиться собирать, анализировать и использовать технологические данные, перестроить свою работу, собрать и внести в систему недостающую информацию, и только после этого можно будет говорить о реальном управлении производством в цеху посредством MES.

Ошибочно было бы думать, что системы класса MES применимы исключительно на производствах дискретного типа, к которым относятся металлообработка, механообработка, производство изделий из пластика и т.п. На любых предприятиях, где есть вход/выход продукции и используется технологическое (производственное) оборудование, можно выделить производственный процесс и подобрать информационную систему, которая бы этот процесс охватывала. Системы класса MES активно применяются на предприятиях различных отраслей промышленности, причем, не только на крупных, но и на малых, и средних.

Для каждого из этих типов предприятий могут существовать свои системы управления производственным процессом. Часто они называются

не MES, а как-нибудь по-своему, например, DMS (Distribution Management System) для систем, автоматизирующих эксплуатацию распределительных и транспортных сетей. Но все равно, по своей сути, это АСУПП.

Часто можно встретить дискуссии на тему «АСУПП это или АСУПП», как правило, в непрерывном производстве. Там понятия «реальное время» управления технологическими и производственными процессами не различаются так сильно, как в других типах производства, поэтому и граница между системами, управляющими технологическими и производственными процессами, размыта.

МОДЕЛЬ АСУПП

На самом деле, не так важно, как названа система, реализующая задачи управления производством. Важно, чтобы этот уровень не был забыт. Далее условно под уровнем MES будут иметься в виду просто информационные системы, ориентированные на управление производственным процессом в целом или его составляющими.

Данные системы не существуют сами по себе, а работают в тесном взаимодействии с другими информационными системами предприятия. При этом некоторые задачи решаются сразу в нескольких системах. Так, например, задача планирования – это задача и MES и системы класса SCM (Supply Chain Management – управление цепочками поставок); управления персоналом – MES, SSM (Sales and Service Management – управление продажами и сервисом) и модуля HR (управление персоналом) ERP-системы и т.д. (рисунок 2). Однако роль различных систем в задаче управления производством различна, и все эти системы не заменяют или конфликтуют, а дополняют друг друга.

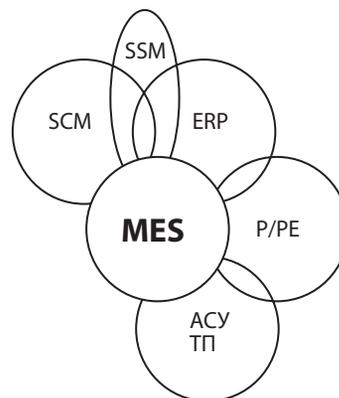


Рисунок 2. MES в контексте информационных систем предприятия.

В соответствии с известной функциональной моделью ассоциации MESA в системах класса MES реализуются следующие функции.

RAS (Resource Allocation and Status) – контроль состояния и распределение ресурсов. Управление ресурсами: технологическим оборудованием, материалами, персоналом, обучением персонала, а также другими объектами, такими как документ, которые должны быть в наличии для начала производственной деятельности. Обеспечивает детальную историю ресурсов и гарантирует, что оборудование соответствующим образом подготовлено для работы.

ODS (Operations/Detail Scheduling) – оперативное/детальное планирование. Обеспечивает упорядочение производственных заданий, основанное на очередности, атрибутах, характеристиках и рецептах, связанных со спецификой изделий таких как: форма, цвет, последовательность операций и др. и технологией производства. Цель – составить производственное расписание с минимальными перенастройками оборудования и параллельной работой производственных мощностей для уменьшения времени получения готового продукта и времени простоя.

DPU (Dispatching Production Units) – диспетчеризация производства. Управляет потоком единиц продукции в виде заданий, заказов, серий, партий и заказ-нарядов. Диспетчерская информация представляется в той последовательности, в которой работа должна быть выполнена, и изменяется в реальном времени по мере возникновения событий. Это дает возможность изменения заданного календарного плана на уровне производственных цехов для дискретного производства или на уровне материальных балансов для непрерывного.

DOC (Document Control) – управление документами. Контролирует содержание и прохождение документов, которые должны сопровождать выпускаемое изделие, включая инструкции и нормативы работ, способы выполнения, чертежи, процедуры стандартных операций, программы обработки деталей, записи партий продукции, сообщения о технических изменениях, передачу информации от смены к смене, а также обеспечивает возможность вести плановую и отчетную цеховую документацию. Также включает инструкции по безопасности, контроль защиты окружающей среды, государственные и необходимые международные стандарты, хранит историю прохождения и изменения документов.

DCA (Data Collection/Acquisition) – сбор и хранение данных. Взаимодействие информационных подсистем в целях получения, накопления и передачи технологических и управляющих данных, циркулирующих в производственной среде предприятия. Функция обеспечивает интерфейс для получения данных и параметров технологических операций, которые используются в формах и документах, прикрепляемых к единице продукции. Данные могут быть получены с цехового уровня как вручную, так и автоматически от оборудования в требуемом масштабе времени.

LM (Labor Management) – управление персоналом. Обеспечивает получение информации о состоянии персонала и управление им в требуемом масштабе времени. Включает отчетность по присутствию и рабочему времени, отслеживание сертификации, возможность отслеживания непроизводственной деятельности, такой как подготовка материалов или инструментальные работы, в качестве основы для учета затрат по видам деятельности (activity based costing, ABC). Возможно взаимодействие с функцией распределения ресурсов для формирования оптимальных заданий.

QM (Quality Management) – управление качеством. Обеспечивает анализ измеряемых показателей в реальном времени, полученных от производства, для гарантированно правильного управления качеством продукции и определения проблем, требующих вмешательства обслуживающего персонала. Данная функция формирует рекомендации по устранению проблем, определяет причины брака путем анализа взаимосвязи симптомов, действий персонала и результатов этих действий. Может также отслеживать выполнение процедур статистического управления процессом и статистического управления качеством продукции (SPC/SQC), а также управлять выполнением лабораторных исследований параметров продукции. Для этого в состав MES добавляются лабораторные информационно-управляющие системы (LIMS).

PM (Process Management) – управление производственными процессами. Отслеживает производственный процесс и либо корректирует автоматически, либо обеспечивает поддержку принятия решений оператором для выполнения корректирующих действий и усовершенствования производственной деятельности. Эта деятельность может быть внутриоперационной, направленной исключительно на отслеживаемые и управляемые машины и оборудование, и межоперационной, отслеживающей ход процесса от одной операции к другой. Она может включать

управление тревогами для обеспечения гарантированного уведомления персонала об изменениях в процессе, выходящих за приемлемые пределы устойчивости. Она обеспечивает взаимодействие между интеллектуальным оборудованием и MES, возможное благодаря функции сбора и хранения данных.

MM (Maintenance Management) – управление техобслуживанием и ремонтом. Отслеживает и управляет обслуживанием оборудования и инструментом, обеспечивает их работоспособность. Обеспечивает планирование периодического и предупредительного ремонтов, ремонтов по состоянию. Накапливает и хранит историю произошедших событий (отказы, уменьшение производительности и др.) для использования в диагностировании возникших и предупреждения возможных проблем.

PTG (Product Tracking and Genealogy) – отслеживание и генеалогия продукции. Обеспечивает возможность получения информации о состоянии и местоположении заказа в каждый момент времени. Информация о состоянии может включать данные о том, кто выполняет задачу, компонентах, материалах и их поставщиках, номере лота, серийном номере, текущих условиях производства, а также любые тревоги, данные о повторной обработке и другие события, относящиеся к продукту. Функция отслеживания в реальном времени создает также архивную запись. Эта запись обеспечивает прослеживаемость компонентов и их использование в каждом конечном продукте.

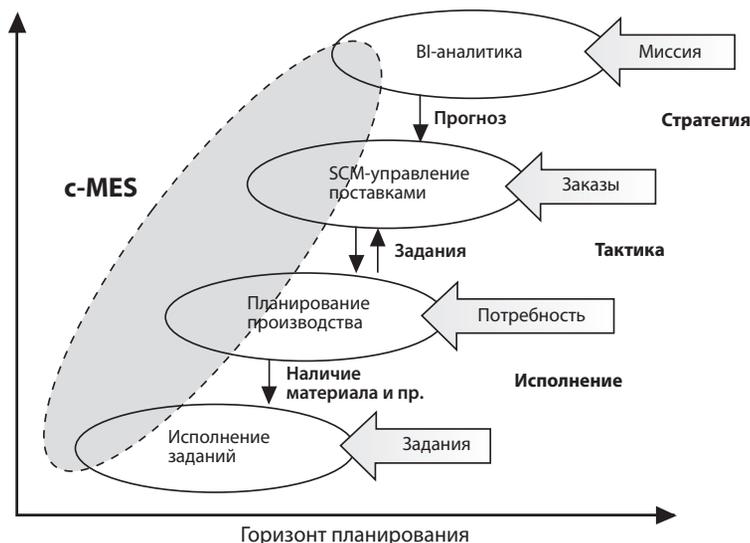


Рисунок 3.

PA (Performance Analysis) – анализ производительности. Обеспечивает формирование отчетов о фактических результатах производственной деятельности, сравнение их с историческими данными и ожидаемым коммерческим результатом. Результаты производственной деятельности включают такие показатели, как коэффициент использования ресурсов, доступность ресурсов, время цикла для единицы продукции, соответствие плану и соответствие стандартам функционирования. Может включать статистический контроль качества процессов и продукции (SPC/SQC). Систематизирует информацию, полученную от разных функций, измеряющих производственные параметры. Эти результаты могут быть подготовлены в форме отчета или представлены в реальном времени в виде текущей оценки эксплуатационных показателей.

В 2004 г. ассоциация MES представила специалистам немного модифицированную модель Collaborative Manufacturing Execution System (с-MES). Ее разработка была вызвана тем фактом, что при управлении производством и цепочками поставок надежный обмен информацией между несколькими системами необходим гораздо чаще, чем обмен между несколькими уровнями одной системы. До этого в MES основное внимание уделялось обеспечению информацией пользователей из числа оперативного персонала, таких как диспетчеры, операторы или менеджеры. с-MES же дает возможность получить полную картину происходящего, необходимую для принятия решений. В частности, при управлении цепочками поставок и принятии решений с-MES предоставляет в другие ИУС информацию о возможностях производства («что»), производительности («сколько»), расписании («когда») и качестве («доступный уровень»), что обеспечивает возможность планирования на всех уровнях детализации (рисунок 3).

Говоря о планировании, отметим, что для машиностроительных предприятий принципы планирования производства отличаются от непрерывных производств.

АРХИТЕКТУРА ПОСТРОЕНИЯ АСУПП

Рассмотрим основные концептуальные подходы и стандарты, используемые при создании большинства современных систем класса MES.

В системе управления имеется несколько уровней представления данных или информационных моделей. Наиболее рациональным можно считать модель, условно представленную на рисунке 4.

Если в системе уровень единой информационной модели производства отсутствует и нет единой технологической НСИ (нормативно-справочной информации), то построение полноценной системы управления практически невозможно – интеграция станет слишком узким местом.



Рисунок 4. Иерархия информационных моделей.

Для стандартизации уровня построения информационной модели производства известно несколько различных подходов, но на сегодняшний день наиболее востребованным в плане практического применения является стандарт ISA-95 «Интеграция систем управления предприятием и технологическим процессом» (Enterprise-Control System Integration).

Особенностью этого стандарта является то, что он не описывает конкретные протоколы или реализации, а задает концептуальные направления инжиниринга, не ограничивая разработчиков в выборе удобных для них инструментальных средств. Стандарт состоит из нескольких частей, включая терминологию, описание стандартных моделей данных оборудования, структуры производства, производственных ячеек, действий персонала и т.д., схемы для организации межуровневого взаимодействия. Концептуально стандарт является развитием на более высокий уровень другого стандарта ассоциации ISA – стандарта ISA-88, который посвящен модели организации производства для рецептурных производств.

Отметим, что стандарт ISA-95 ориентирован больше на цеховой уровень и больше подходит для описания обрабатывающих, нежели сборочных и машиностроительных производств. Именно по этой причине часто слышна критика, что ISA-95 не подходит для машиностроения. Для последних важно обеспечить глобальное взаимодействие всех подразделения предприятия, поэтому для таких производств основой является концепция MRP-II.

Ещё раз отметим только, что стандарт ISA-95 ориентирован как на поддержку архитектурного проектирования MES-систем, так и на построение технологической НСИ предприятия, причём, не только для задач управления производством, но и для других задач, связанных с эксплуатацией технологического оборудования. А также для целого ряда прикладных задач.

Поскольку комплексные системы управления становятся все сложнее и часто появляются специализированные системы, реализующие лишь одну или несколько функций, кроме вопроса интеграции на уровне модели производства, возникает задача обеспечения интеграции на межсистемном уровне. При решении этой задачи существует целый набор возможных подходов, которые можно комбинировать в зависимости от ситуации. (аббревиатуры даём без расшифровок, т.к. они стандартные и при необходимости их можно легко найти):

- стратегии интеграции: точка-точка, SOA, хабы, ESB, ...
- стандарты интеграции: CORBA, UDDI, Web-сервисы, ODBC (OLEDB, ...), XML, ...
- средства интеграции: API, SDK, различного рода «enablers» и пр.
- модели интеграции: SOAP, WSDL, очереди и брокеры, COM/DCOM, ...

Трендом на сегодняшний день, хотя и больше в теоретической литературе, является переход от концепции EAI (Enterprise Application Integration), в которой упор делается на обмен данными между приложениями с их перекодированием и преобразованием, к сервис-ориентированной архитектуре или SOA (Service-oriented Architecture). Если совсем кратко, то каждое приложение является для других неким сервисом, который на сформированный стандартный запрос возвращает стандартизованный ответ.

Существует множество разновидностей данного подхода, в частности, можно выделить веб-сервисы (наверное, наиболее часто встречающаяся реализация) Enterprise SOA, Event Driven SOA и др. В качестве примеров полезности SOA-ориентированных сред приводятся интеграции уровня SCM+CRM или лёгкий доступ к данным территориально распределённых производственных площадок, но считать SOA стандартом де-факто в системах класса АСУПП пока преждевременно.

АСУПП И БЕРЕЖЛИВОЕ ПРОИЗВОДСТВО

Говоря о системах класса АСУПП, нельзя не упомянуть о концепциях бережливого производства и инициатив класса «6 сигма». Эти

инициативы работают на том же уровне операционной иерархии, что и ME. При этом инициативы бережливого производства (lean) направлены (в производственном процессе) на сокращение нежелательных простоев, а «6 сигма» – на обеспечение качества во время производственного цикла.

Ни первое, ни второе невозможно без наличия достоверной и актуальной информации и вычисленных КПЭ и КПП (ключевые показатели эффективности и процесса). Чтобы обеспечить цепочку типа DMAIC (define – measure – analyze – improve – control), на которой в большой степени построены все инструменты бережливого производства, на производстве должна действовать достаточно сильно развитая информационная система управления производственными процессами.

Конечно, можно внедрять и не связанные с наличием нужной информации и инструментов управления инструменты lean, «5S», например, но эффективность будет потеряна. Достоверные измеримые метрики на цеховом уровне невозможны без MES, а без этих метрик очень сложно или даже невозможно выделить непродуктивные простои оборудования.

ВНЕДРЕНИЕ АСУПП

Решив внедрять систему класса MES (а подойти к этому решению не всегда просто), необходимо, прежде всего, иметь не деньги, а ответ на вопрос, зачем это нужно и что именно требуется получить от готовой системы. Только имея четкое понимание цели внедрения, можно правильно выбрать решение и инженеринговую компанию, которая будет реализовывать проект.

Типичной является ситуация, когда при проектировании системы цели, задачи и концепция ее использования ставятся слишком общо и не всеми участниками проекта трактуются одинаково. Проект в таком случае будет идти с трудом и может оказаться невостребованным.

В принципе, если ИТ-директор предприятия имеет опыт внедрения систем управления производственными процессами, то проблем возникнуть не должно. Проблемы возникнут, если управление проектом пойдет по стандартной схеме «проекта»: РМбюк, управляющий комитет, тонны проектной и прочей документации и пр. Внедрение MES – это не капитальное строительство, это всегда ОКР. Требования к системе в процессе реализации проекта могут поменяться кардинально, реализация должна быть гибкой и поэтапной. Поэтому и управление проектами внедрения MES-систем должно быть построено с учетом этих особенностей.

Выбирая решение для MES-уровня, не стоит гнаться за известными брендами. Особенностью MES-уровня является то, что если нижестоящий и вышестоящий уровни информационной иерархии приведены в состояние, когда они обеспечивают необходимый обмен данными с MES-уровнем, то даже замена одной MES-системы на другую не будет чем-то сверхъестественным.

К выбору системы стоит отнестись максимально серьезно, ошибка на этом этапе чревата не столько зря потраченными финансовыми средствами, сколько потерей доверия персонала к автоматизации. А от этого очень сильно зависит процесс включения установленной и настроенной MES в производственную деятельность предприятия.

При этом не стоит забывать, что MES внедряется не для красоты, а для повышения экономических показателей производства и, как конечная цель, всего предприятия в целом. Это всего лишь один из инструментов обеспечения экономической эффективности предприятия.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Вместо заключения рассмотрим несколько мифов, которые часто можно слышать в момент, когда начинается обсуждение, стоит ли внедрять специализированную производственную информационную систему.

Миф первый: «Моя ERP-система самая современная, она сможет всё».

Миф второй: «Это сможет сделать SCADA-система, надо только немного её развить».

Миф третий: «MES – коробочное решение, купил, поставил, и всё заработало».

Миф четвёртый: «MES – это жутко дорого».

Не стоит себя обманывать. Требования по эффективности, скорости реакции на изменение конъюнктуры рынка, качеству и технологичности продукции растут с каждым днём, пропорционально растёт и сложность систем управления. Управление производством давно перестало быть процессом, слабо влияющим на общие показатели предприятия, и уж тем более процессом, который может управляться человеком без поддержки специализированной информационной системы.

АСУПП сегодня – неотъемлемый инструмент любого современного производства, и откладывание внедрения «ещё на пару лет» не даст вам ничего, кроме дополнительного отставания на эти самые пару лет от конкурентов.

статья
подготовлена

■ **А. Козлецов,**
руководитель сектора
автоматизации производ-
ственных процессов
ООО «Компания «ТЕРСИС»,
г. Москва
e-mail: a.kozletsov@tersys.ru

Контроль и мониторинг производства с использованием MES-систем

Какие же задачи мониторинга и контроля позволяют решать современные MES-системы? Вот некоторые из них:

- визуализация состояния производства и хода производственного процесса в реальном времени с использованием мнемосхем;
- автоматический подсчёт количеств выпущенных изделий, как годных, так и бракованных;
- автоматический подсчёт наработки, как производственного оборудования (станков, производственных линий, обрабатывающих центров и т.д.), так и инструментов. Данные о наработке, в первую очередь, используются при планировании технического обслуживания;
- контроль значения важнейших технологических значений и состояния оборудования, а также формирование аварийных сообщений в случае их выхода за допустимые пределы.

Рассмотрим решение этих задач более подробно.

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

Большинство современных MES-систем предоставляют возможность автоматического сбора данных о производстве. Так, MES PHARIS, на примере которой будут демонстрироваться функции контроля и мониторинга производства в данной статье, позволяет организовать сбор данных с оборудования с использованием протоколов EUROMAP 63 и MODBUS, технологий OPC и ODBC, а также многих других технологий и

Возможность контролировать состояние производства в реальном времени – одна из самых привлекательных возможностей систем автоматизации управления производством.

подходов. Те данные, автоматический сбор которых невозможен (например, данные о причинах простоя, наподобие отсутствия материалов или заказов, или данные о работе сотрудников на сборочных постах), могут вводиться в систему с использованием специальных производственных терминалов.

Тем самым, достигается ситуация, когда в каждый момент времени система владеет полной информацией о происходящем на производстве. Сбор данных является основой для большинства других задач, решаемых MES-системами, однако, в первую очередь, они могут быть использованы для того, чтобы обеспечить любому сотруднику, имеющему доступ к системе, возможность быть в курсе положения дел на производстве. Для этого в состав MES-систем и добавляются средства визуализации производства.

Как правило, в качестве основного инструмента визуализации используется мнемосхема производства. На ней приводится схематичное изображение производственного цеха или участка, а рядом с каждым рабочим местом демонстрируются сведения об операторах, выполняемых производственных операциях, планируемом и фактическом количестве выпущенных изделий, текущей доле брака и другие сведения, важные

при управлении конкретным производством. Пользователями мнемосхем в идеальном случае являются все сотрудники, занятые в производстве. Просто некоторые из них, в первую очередь, руководители и специалисты, видят мнемосхему на экране монитора на своём рабочем месте, а другие – на большом экране, расположенном на производстве (рисунок 1).



а)



б)

Рисунок 1. Мнемосхема производства:

- а) на рабочем месте пользователя системы;
б) непосредственно на производстве.

Что даёт использование мнемосхем? Прежде всего, на мнемосхеме можно быстро и просто увидеть, в каком состоянии находится та или иная машина, где выполняется конкретный производственный заказ, много ли оборудования простаивает, причём, для этого не нужно звонить или спускаться в цех и отрывать людей от работы – вся нужная информация есть на экране. Мнемосхемы полезны также и сотрудникам предприятия, непосредственно работающим на производстве: операторам, наладчикам, транспортировщикам. Например, на мнемосхеме может быть показано сообщение о скором завершении производства на одном из рабочих мест. Транспортировщик, увидевший это сообщение, сразу сможет отправиться за готовыми изделиями, не ожидая, пока его начнут искать. То же самое сможет сделать и наладчик – сообщение о скором завершении производства может быть сформировано заранее, так что он сможет найти все необходимые для выполнения следующей производственной операции

инструменты и оснастку прямо к моменту окончания выполнения текущей. Тем самым, можно значительно снизить время, требуемое на выполнение переналадки оборудования.

Наконец, доступность мнемосхемы вносит в производство некоторый элемент соревнования. Ведь теперь оператор знает не только о своей производительности, но и о том, насколько быстро и эффективно работают его коллеги, как в собственном цеху, так и в соседних цехах. Большинство людей постараются, по крайней мере, не отставать от других, а возможно, и захотят всех опередить. Как было замечено, в результате производительность предприятия вырастает, как минимум, на один-два процента.

ПОДСЧЁТ ВЫПУЩЕННОЙ ПРОДУКЦИИ И НАРАБОТКИ ОБОРУДОВАНИЯ

Данные, собранные с оборудования, могут использоваться также и для организации учёта выпущенной продукции. Автоматический подсчёт количества выпущенных изделий позволяет операторам не тратить время на заполнение бумажных форм, а мастеров смен или других ответственных за учёт продукции лиц освобождает от необходимости собирать эти формы в конце рабочей смены и вносить данные в систему учёта верхнего уровня (например, в ERP-систему). Естественно, что при такой организации учёта повышается и достоверность данных, так как ошибки ввода и умышленные искажения данных уходят в историю.

Подсчёт выпущенной продукции может производиться по-разному. Если для обмена данными с оборудованием используется прямое подключение к системе управления то, как правило, можно напрямую получать значения счётчика изделий, реализованного в системах управления большинства современных станков. Если же такой счётчик отсутствует или для сбора данных о работе оборудования используются значения, напрямую получаемые с датчиков системы управления, то для организации подсчёта нужно определить условия, по которым можно будет однозначно судить о завершении выпуска очередного изделия. В качестве примера таких условий можно привести размыкание пресс-формы или отход рабочего инструмента в исходное («домашнее») положение.

Данные о количестве выпущенных изделий могут использоваться, как в самой MES-системе, так и в системах верхнего уровня, взаимодействующими с MES. В такие системы данные о

выработке попадают в реальном времени, поэтому их пользователям больше не приходится звонить на производство или ждать окончания смены для того, чтобы понять, в каком состоянии находится производственный заказ, которым очень интересуется клиент. Мониторинг производственных заказов можно выполнять и средствами MES. Пример этого приведён на рисунке 2.

Более сложна задача определения количества бракованных изделий. В настоящее время доступны устройства автоматического контроля качества изделий, проверяющие вес, форму, цвет и другие параметры продукции. Если подобные устройства используются на предприятии, то результаты их работы могут передаваться в MES так же, как передаются данные о работе оборудования.

Однако в большинстве своём такие системы довольно дороги, поэтому в большинстве случаев приходится по-прежнему довольствоваться данными, вводимыми операторами или контролёрами качества. Но и в этом случае применение MES позволяет повысить достоверность данных. Во-первых, система позволит вводить информацию о браке только сотрудникам, имеющим соответствующие права. Во-вторых, после ввода данных о браке будет записано, кто и когда эти данные ввёл, что, несомненно, заставит дважды подумать перед вводом заведомо ложной информации. И, наконец, наличие объективных данных о количестве выпущенных изделий крайне затруднит сокрытие фактов брака.

Информация о количестве циклов выпуска продукции, выполненных производственной машиной, используется не только для подсчёта количества выпущенных изделий, но и для подсчёта наработки оборудования. Результаты подсчёта незаменимы при планировании технического обслуживания в соответствии с наработкой машины. В таком случае, после достижения максимального количества циклов будет автоматически сформирована заявка на техническое обслуживание, а машина станет недоступной для производства – будет невозможно указать её, как производственный ресурс, при планировании производства, назначить на неё выполнение какой-либо производственной операции, выбрать машину при подключении к системе в качестве оператора и т.д. Условия формирования заявки на техническое обслуживание задаются при конфигурировании системы. Пример такого условия приведён на рисунке 3 – в этом случае заявка будет сформирована после выполнения десяти тысяч циклов.

Номер заказа	Код	Описание изделия	Заказчик	Номер количества заказа	Рабочий центр	Дата начала	Планируемая дата завершения	Запланированная дата завершения	Состояние	Выполнено комплектных изделий	Выполнено изделий с несоответствиями	Выполнено изделий	Планируемое количество
2013-08-16-ORDER031	но-радиатор-2	радиатор				16.8.2013		21.8.2013	Контролируется	0	0	0	200
2013-08-17-ORDER031	но-радиатор-2	радиатор				17.8.2013		31.8.2013	Контролируется	0	0	0	1000
2013-08-20-ORDER032	но-радиатор-2	радиатор				21.8.2013		31.8.2013	Контролируется	0	0	0	10
2013-11-08-01	ИЗ-краск-1	краск				8.11.2013		8.11.2013	Контролируется	0	0	0	1
212-ORDER	ИЗ-щит15-16	щитыла				6.2.2013		28.2.2013	Контролируется	383	22	405	2000
250ORDER	ИЗ-щит15-16	щитыла				2.3.2013		7.2.2013	Контролируется	38	0	38	10000
300ORDER	ИЗ-щит15-16	щитыла				2.3.2013		28.2.2013	Контролируется	0	0	0	10000
ORDER	но-радиатор-2	радиатор				4.3.2013		22.3.2013	Контролируется	667	8	675	250
ORDER_1033-02	но-радиатор-2	радиатор				23.3.2013		29.3.2013	Контролируется	1180	20	1200	500
ORDER_2013-08-22-03	но-радиатор-2	радиатор				22.2.2013		31.8.2013	Контролируется	0	0	0	100
ORDER_2013	ИЗ-краск-1	краск				28.3.2013		7.4.2013	Контролируется	0	0	0	1000

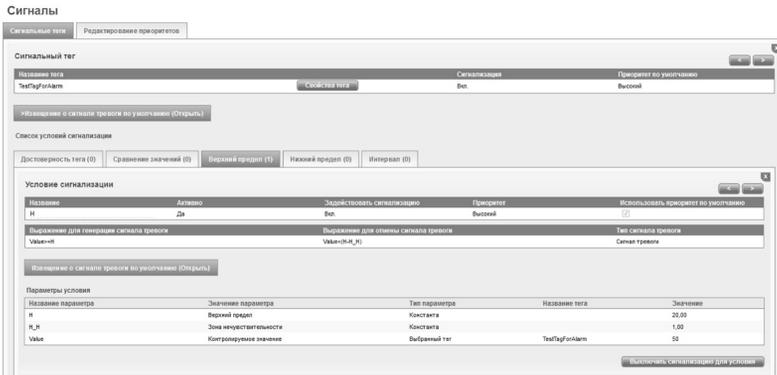
Рисунок 2. Мониторинг выполнения производственных заказов.

Описание события	Тип события	Состояние	Восстановление
ИЗ-щит15-16	Радиаторный	Радиаторный	Восстановление

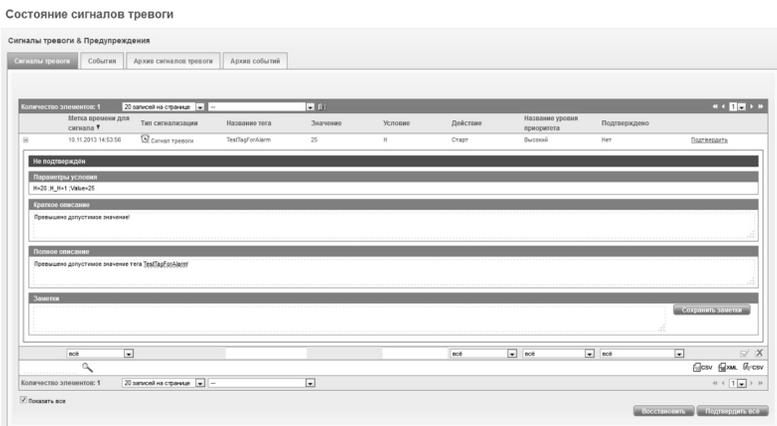
Рисунок 3. Описание условий формирования заявки на техническое обслуживание.

СИГНАЛИЗАЦИЯ

Ещё одним мощным средством повышения эффективности работы производства, снижения доли браков и времени простоя является сигнализация о нарушении нормального хода технологического процесса. Далеко не всегда можно рассчитывать, что сообщение, показанное на мнемосхеме, будет немедленно замечено ответственным сотрудником, а ведь многие события требуют незамедлительной или, по крайней мере, очень быстрой реакции. Поэтому модуль управления сигнализацией в современных MES-системах позволяет отправлять сообщения не только пользователям системы, но и использовать для информирования электронную почту и SMS-сообщения.



а)



б)

Рисунок 4. Управление сигнализацией: а) настройка сигнализации; б) просмотр подробной информации о сработавшем условии сигнализации.

При конфигурировании системы управления сигнализацией необходимо выполнить следующие шаги:

- определить перечень контролируемых параметров и задать допустимые границы для каждого из них. В качестве контролируемых параметров могут выступать как технологические параметры или параметры оборудования (давление перед фильтром, величина силы тока двигателя шпинделя и т.д.), так и параметры производственного процесса (доля брака, среднее время цикла и т.д.);
- определить перечень пользователей системы, которым будет отправлено сообщение о выходе значения параметра за допустимые пределы;
- определить способ отправки сообщения каждому пользователю (внутреннее сообщение системы, электронное письмо или SMS-сообщение);

• определить схему эскалации сообщения, то есть указать, кому будет передано сообщение в случае, если реакции на него в течение заданного времени не последует.

Пример задания условий для формирования сообщения приведён на рисунке 4а. В этом примере сообщение будет сгенерировано, как только значение тега превысит 20. В этом случае пользователю будет отправлено сообщение, указанное при конфигурировании. Для подробной информации о причинах отправки сообщения и соответствующем событии используется специальный экран контроля состояния сигнализации (рисунок 4б). Естественно, сигнализация может быть продублирована и на мнемосхеме.

Может возникнуть вопрос о целесообразности реализации сигнализации на уровне MES – ведь большинство современных систем управления позволяют сигнализировать о нарушении в работе оборудования. Однако создание и проверка собственных условий сигнализации именно в MES-системе полезны по нескольким причинам. Во-первых, аварийные сообщения локальных систем управления остаются доступными только их непосредственным пользователям, в то время как сообщения, формируемые в MES, становятся доступными пользователям на всём предприятии. Следовательно, узнать о них смогут не только операторы, но и наладчики (для оперативного реагирования на неполадки оборудования) или руководители (для организации работ по устранению неполадок). Во-вторых, в отличие от систем управления, в MES можно формировать условия сигнализации не только на основе технологических значений или параметров работы оборудования, но и с использованием параметров производственного процесса. Например, можно настроить систему сигнализации таким образом, чтобы сообщения отправлялись при простое важного оборудования или так называемых «бутылочных горлышек». И, наконец, MES позволяют отправлять сообщения не только внутри системы, но и с помощью электронной почты или SMS.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рассмотренные функции составляют лишь часть функций современной MES-системы. Однако даже они способны значительно повысить эффективность управления производством за счёт упрощения доступа к данным, повышения их достоверности, устранения рутинных операций обработки данных и повышения скорости реакции на нарушение хода процесса.

Развитие системы организационного управления для сложных дискретных производств

Как можно обеспечить повышение эффективности работы без привлечения значительных инвестиций в оборудование, найм персонала, закупку технологий и т.д.? Ключевая составляющая общей системы производства – система организационного управления. В данной статье мы рассмотрим проблемы и возможные методы повышения эффективности управления предприятием с дискретным типом производства за счет внедрения автоматизированной системы «Галактика АММ».

Предприятия с дискретным типом производства разрабатывают, проектируют и изготавливают продукцию «под заказ». При этом может происходить выпуск, как опытных единичных образцов, так и изготовление серийной продукции. Как правило, опытное производство занимает те же ресурсы, что и серийное, без разделения мощностей. Соответственно, возникает необходимость синхронного управления заказами на серийную продукцию и заказами на производство единичных образцов с одновременным управлением технологической, инструментальной подготовкой производства, материальным обеспечением и выпуском изделий. Проект освоения может содержать от десятков до сотен тысяч работ, а номенклатура предметов производства и средств технологического оснащения появляется непосредственно в ходе его реализации, в связи с чем работы не могут быть спланированы в начале проекта.

Еще одна немаловажная характеристика предприятия состоит в том, что значительная доля

Современное промышленное производственное предприятие – это предприятие со сложными процессами, призванными обеспечить преобразование сырья, материалов, полуфабрикатов и других предметов производства в готовую продукцию, удовлетворяющую потребностям клиентов.



задач осуществляется в рамках межзаводской кооперации, поэтому возникает необходимость в синхронном с основным производством планировании цепи поставки работ, выполняемых по аутсорсингу.



При таком большом количестве задач, безусловно, возникают трудности, связанные с управляемостью проекта. В первую очередь, это длительные сроки и огромная трудоемкость актуализации и синхронизации графиков освоения (строительства) изделий с номенклатурными планами производства и снабжения, графиками выпуска КД, ТД, планами инструментального производства, с выпуском технологической документации и так далее.

Для запуска конкретных партий в конкретный срок в план реализации и в товарный план производства включаются изделия, как правило, без гарантии обеспечения материальными, производственными ресурсами. Конечно, планирование осуществляется, но обычно оно только финансовое. Гарантии того, что в конкретный момент времени конкретные позиции материалов будут доступны для запуска в производство, по-прежнему нет.

Следующая проблема – управление планированием и отчетностью производственных цехов. Участки работают по дискретно-формируемому плану. Обычно это месячные, квартальные, годовые планы по выпуску изделий, номенклатуры предметов производства, оснастки, инструмента и т.д. Цеха регулярно закрывают сдачу товара, но, как правило, на сборочном производстве постоянно отсутствует необходимая номенклатура. Аналогично осуществляется попериодное (год, квартал, месяц) планирование снабжения. При этом на складах накапливаются многомесячные запасы материала, а нужного нет. Все это приводит к частым переносам и срывам срока выпуска изделий.

Существует несколько причин возникновения вышеуказанных проблем, но основных следует выделить четыре.

Первая причина – методология так называемого попериодного управления. Данную методологию применяют все производственные предприятия постсоветской эпохи. Речь идет о разделении на некие периоды или дискретности планирования, и в рамках каждого такого периода происходит накопление и вброс в производство заказов или работ, принятых решений и их фиксация до следующего периода.

Раз в месяц формируются номенклатурные планы цехов, и главное для цеха – в конце месяца отчитаться в сдаче товарной продукции. Соответственно, есть показатели выполнения цехами своих работ: объем выпуска товарной продукции и объем выпуска обязательной номенклатуры. Для такой системы попериодного планирования неважно, когда производственные цеха выпустили свою продукцию, в первый или последний день месяца.

Или худший вариант: когда цеха просто отчитываются количеством «товарных часов» (например, выпущено продукции на 10 тысяч нормо-часов). Такое попериодное планирование отрицательно влияет на эффективность производства.

То же самое с принятием решений по извещениям об изменениях, когда они в течение определенного периода времени накапливаются, а потом разово «вбрасываются» в производство. При очередном цикле планирования это приводит к образованию излишних запасов и неликвидов в узлах цепи поставок или к задержкам в принятии управленческих решений. Как правило, приходится ждать следующей точки планирования (например, конец месяца) и планировать производство дополнительной партии деталей для того, чтобы восполнить потерю брака, а механизма реагирования внутри этих циклов планирования нет. И если сроки реализации заказа требуют ускорения, то начинается ручное управление, вопреки существующей системе.

Вторая причина – автоматизация производственных процессов. Главный вопрос заказчика: система автоматизации внедрена, почему нет эффективности? Предприятие не стало производить и продавать больше продукции, не снизилась длительность производства, общее число и время совещаний по дефициту осталось на прежнем уровне и т.д.

Заметим, что речь идет даже не как ранее о «лоскутной автоматизации», когда для

автоматизации финансовых, учетных, договорных и прочих задач использовались разные системы, в т.ч. «самописные», а о комплексных проектах, когда внедряется одна ERP-система, интегрируемая с PDM-системой, которая, в свою очередь, интегрирована с САПР-системами. Все дело в другом.

Во-первых, не была правильно выстроена цепочка «цели предприятия» – «задачи автоматизации». К сожалению, чаще всего она вообще не бывает выстроена, потому что заказчики и потребители системы покупают её функции, а не достижение своих целей. То есть оценивают выбираемые системы по тому, наличием каких функций они обладают. Но всем известно, что рынок информационных технологий сейчас развит и практически любая система обладает (или поставщики заявляют, что обладает) почти всеми нужными функциями. Во-вторых, предприятия, как правило, не оценивают собственный уровень организационной готовности к изменениям. То есть они не хотят менять свои управленческие модели и последовательно проводить преобразование организационных структур, а лишь ждут внешних эффектов автоматизации в виде быстро формируемых, красиво и аккуратно оформленных планов, графиков, отчетов. К сожалению, такого рода эффекты сразу перестают быть востребованы, как только речь заходит о реальном повышении эффективности деятельности.

Третья причина – противопоставление целей и задач управления проектами реализации заказов на производственных предприятиях (реализация точно в срок при заданных технических параметрах изделий, определенном уровне качества изделий и в рамках определенного объема финансирования) целям и задачам каждого отдельно взятого подразделения (обеспечение максимальной локальной эффективности). Это выражается в стремлении каждого подразделения к накоплению определенного объема работ, их «пакетной обработке» и передаче «обработанного пакета задач» дальше по производственной цепи.

Например, выпускаемые детали объединяют в экономически выгодные партии в производстве, чтобы сократить время и трудоемкость на наладку оборудования. Любой мастер скажет: «Для чего мне делать в одну смену 5 разных номенклатурных позиций на 1 заказ? Лучше я обработаю на станке сначала одну номенклатурную позицию сразу на 10 заказов вперед, потом на следующий день партию другой номенклатуры на 10 заказов». При этом

он достигает своей максимальной локальной эффективности, коэффициент загрузки оборудования приближается к единице. Но, с точки зрения скорости реализации каждого конкретно взятого заказа, производство начинает отставать, и производственный мастер создает очереди в производстве.

Служба снабжения, осуществляющая закупку инструмента, требует от технологической службы одну ведомость на все изделия сразу для разового размещения заказа на инструмент. Аналогично происходит накопление конструктивных извещений об изменениях технологами для их одновременной обработки. Руководитель технологического отдела задаст вопрос: «Зачем вы мне каждый день приносите извещения и дергаете меня, не даете спланировать работу, распределить задания по исполнителям? Вы лучше принесите все сразу, мы их обработаем и разово проведем все необходимые изменения в технологии». И таких примеров бесчисленное множество.

То есть каждое подразделение хочет достичь максимальной эффективности, но, к сожалению, в совокупности они не приводят к повышению эффективности всего предприятия в целом.

Все это усугубляется отсутствием необходимого инструментария автоматизации управления. Реально всегда применяются либо две системы (управление проектами и управления производством), либо два модуля одной системы, которые оперируют разными понятиями (понятия «проект-этап-задача» для проектного управления и понятия «изделие-номенклатура-





операция» для управления производством). Соответственно, при таком подходе к автоматизации управленческих функций разрыв между управлением проектами и управлением деятельностью производственных подразделений не сокращается, а, наоборот, только закрепляется.

Четвертая причина – в начале внедрения автоматизированной системы (или в начале проекта повышения эффективности управленческих процессов) заказчики не концентрируют усилия на решении ключевых задач, из-за которых данные проекты и были инициированы. Как правило, предприятия планируют автоматизировать только такие функции, как: расчет плана, выдача суточных заданий, отчет о выполнении плана закупок и т.д., при этом забывая, что данные задачи вообще-то уже решены (пусть и без применения средств автоматизации). Но главное, что забываются задачи, для решения которых и была необходима автоматизированная система, например, сокращение времени, проходящего от выпуска извещений об изменении до принятия решения по ранее запущенной номенклатуре (до запуска новой номенклатуры в производство). Такие задачи, к сожалению, не являются ни целями, ни задачами проекта и, соответственно, не решаются вообще.

Для примера приведу несколько ключевых задач, на которые всегда необходимо обращать внимание при организации проекта внедрения информационных систем управления производственными процессами.

Управление реализацией заказа, как единым проектом, с производственными и непроизводственными работами и синхронным планированием цепи поставок.

Реализация только этой задачи освобождает огромный управленческий ресурс, который был занят формированием и синхронизацией планов производства, поставок, работ инженерных подразделений, графиков освоения, а также решает проблему формирования увязанной по приоритетам, срокам, используемым ресурсам последовательности работ всех служб предприятия в рамках реализации заказа на разработку, освоение и выпуск изделия.

Задача управления вариантами расчета планов для анализа возможности производства по реализации портфеля заказов. Недостаточно просто рассчитать планы, нужен инструмент, который позволял бы анализировать возможности реализации заказа через механизм сравнения между собой различных планов. Решение данной задачи позволит в режиме реального времени выявить:

- насколько больше нужно закупить конкретных наименований материалов в конкретный период времени, если в работу принимается дополнительный заказ;
- на какой срок сдвинется выпуск изделия, если изменятся приоритеты в заказах;
- какие производственные мощности можно дополнительно загрузить и не появятся ли узкие места, если увеличатся продажи, и т.д..

Управление изменениями для радикального сокращения сроков реакции и создания предпосылок для отказа от полперидного планирования.

Здесь идет речь об управлении любыми изменениями: конструкции, технологии, изменения, связанные с приоритетами и сроками заказов, со срывом поставок, браком в производстве и т. д. Предприятию нужно при поддержке средств автоматизации наладить процесс реагирования в режиме реального времени на любые события, которые влияют на выполнение заказов в целом.

Для примера рассмотрим цепь событий и решений, которые возникают на предприятии при правильной автоматизации, например, процесса управления браком. Иницирующим событием является фиксация ОТК (представителем заказчика) отклонения в производстве на какой-либо партии деталей. Обычно на крупных машиностроительных предприятиях после этого партия либо останавливается на

неопределенный срок до принятия решения, либо начинается управление «в ручном режиме», которое приводит к тому, что за счет «проталкивания» одного решения тормозится принятие многих других, что приводит еще большему, замедлению. Как же должен быть реализован процесс управления браком?

Служба ОТК фиксирует отклонение, далее в информационной системе через настроенные алгоритмы реакции на событие генерируется задание ответственному технологу на принятие решения по отклонению. При этом партия деталей «блокируется», то есть ее невозможно передать дальше, а система накапливает и в любой момент времени предоставляет информацию о числе и характеристиках «зabloкированных» партий. Технологу в системе вводит отметку о принятом решении.

Если, в итоге, разбирательств по данному инциденту выявляется, что это не брак, а отклонение, то тогда он вводит номер служебной записки на согласование отклонения и партия «разблокируется». Или же технологу фиксирует, что это исправимый брак, тогда система генерирует следующее задание диспетчеру на формирование наряда по исправлению брака.

Либо при наличии в системе определенных настроек алгоритмов реакции автоматически формируется наряд на исправление брака, который выполняется, как все прочие наряды на выполнение работ в производстве.

Если брак неисправимый, в системе возникают два события: диспетчер получает задание на формирование заказа на запуск предметов производства для восполнения брака (или система в зависимости от настроек может сама сформировать дополнительный заказ), а текущая партия помечается, как забракованная, в результате чего она может быть перемещена только в изолятор брака. Также может возникнуть следующее задание на принятие решения относительно брака: либо избавиться от продукции, как от неликвида, либо её переделать. И главное, без чего автоматизированная система не заработает, – это выход на систему мотивации. Для нашего примера с браком момент, когда ОТК фиксирует брак, в зависимости от номенклатуры, типа брака, типа отклонения, формируется не только само задание, но и нормативный срок его выполнения.

По итогам месяца можно оценить работу технологической службы, выявить, в скольких случаях технологи при принятии решения уложились в эти регламентные нормативные

сроки, а в скольких случаях не уложились, сколько случаев остались не закрытыми. Таким образом, создается не просто автоматизированная система, а система организационного управления, в рамках которой становится возможным измерить скорость принятия решений и влиять на нее.

Для повышения эффективности системы организационного управления производственными процессами необходимо не бороться с последствиями, как это пытаются делать подавляющее большинство предприятий, а устранять причины возникновения проблем.

Рассмотрим методы, с помощью которых это возможно реализовать.

1. Метод управления единичными заказами. В этом случае принятие решения производится не в рамках периода, а по каждому случаю, изменению, событию, причем, автоматизированная система должна предоставлять необходимую информационную поддержку. Всегда устанавливается персональная ответственность за принятие решения в отведенные сроки. Реализация такой модели – это фактически реализация модели цифровой цепочки поставок в производстве. Необходимый инструментарий для реализации данной управленческой модели предоставляет, например, система управления производственными процессами «Галактика АММ» (Advanced Manufacturing Management) – инновационная разработка корпорации «Галактика».

2. Чтобы автоматизация производственных процессов не стала дополнительным барьером на пути повышения эффективности, а наоборот, способствовала развитию предприятия в рамках решения производственных задач, целью проекта должна быть не автоматизация процессов, а цель (цели), непосредственно связанная с повышением эффективности производственных процессов, понятная производственному менеджменту. Например, увеличение числа выполненных в срок заказов, снижение дефицита сборочного производства, сокращение общего времени реализации заказа, снижение суммарного времени производственных совещаний и т.д.

3. Устранение противоречия между повышением эффективности проекта и повышением локальной эффективности. Это может быть сделано за счет изменения системы мотивации. От мотивации за выполнение как можно большего объема работ за период к мотивации – за быстрое выполнение самых приоритетных. Производственный цех,



например, следует мотивировать не за то, что он сделал большой объем товарной продукции, а за то, что по цеху не было ни одного отставания в рамках проекта или в рамках заказа. И в данном случае надо организовывать контроль исполнения планов не по объему и количеству номенклатуры, а по суммарному числу сутко-позиций отставания от обеспечения графика комплектации сборочного производства.

При этом необходима такая информационная система, которая умеет сводить понятия «проект-этап-работа» с понятиями «изделие-номенклатура-операция», то есть умеет корректно планировать и отображать факт выполнения производственных работ в рамках сквозного управления проектом реализации заказа клиента.

4. Формирование проектного решения до начала внедрения системы с концентрацией на автоматизацию ключевых задач.

Проектное решение – это документ, отражающий и закрепляющий итог обязательного выполнения следующих работ:

- формирование и утверждение целей создания системы организационного управления.

- формирование требований к системе организационного управления предприятием, в том числе:

- требования к принципам ведения заказов производству;
- требования к принципам организации проектного управления (ОКРы, НИОКРы и т.п.);
- требования к принципам организации логистического и складского учета, в разрезе складского и производственного учета (партии, серийные номера, заказы, проекты и т.п.);

- требования к принципам организации ведения логистической и производственной НСИ;

- требования к принципам организации и планированию производства и обеспечения (под заказ, проект, на склад и т.п.);

- требования к принципам управления поставками и межзаводской кооперацией;

- требования к принципам организации оперативного управления производством;

- требования к принципам управления изменениями (договорных обязательств, состава и технологии производства изделий, состояния производственных ресурсов, и т.п.) связанным с выполнением заказов;

- требования к принципам организации управления учетом и обслуживанием оборудования;

- требования к структуре и принципам контроля ключевых производственных показателей;

- требования к принципам организации системы мотивации персонала:

- формирование задач автоматизации, с акцентом на решение тех задач, которые непосредственно влияют на решение проблем предприятия.

- формирование задач интеграции с существующими информационными системами.

- определение методов достижения целей и решения задач.

- разбиение общего объема работ на законченные функциональные этапы с целевым состоянием системы организационного управления.

Разработанное проектное решение позволит предприятию сформулировать цели и задачи развития системы организационного управления производственными процессами, упорядочит проведение работ по созданию данной системы, обеспечит возможность качественной детальной проработки, создания и запуска в эксплуатацию отдельных функциональных составляющих системы в рамках общего проекта.

Настоятельно рекомендуется совмещать или даже предвзреть реализацию выбора автоматизированной системы и запуск проекта автоматизации вышеуказанными действиями. Это обеспечит решение ключевых задач, повысит скорость реакции на изменения, качество принятия решений и, в конечном итоге, приведет к повышению эффективности системы организационного управления и общей эффективности работы предприятия.*

Практический опыт создания единой электронной базы данных производственного предприятия

ПРЕДПОСЫЛКИ СТАТЬИ – ЧТО МОЖЕТ ЭЛЕКТРОННАЯ БАЗА ДАННЫХ?

Если проанализировать опыт внедрения последних проектов автоматизации предприятий, можно сделать вывод о том, что в настоящее время идет процесс создания производственных электронных баз, объединяющих в себе, с одной стороны, экономическую информацию, с другой – технологическую.

Специалистам-производственникам, а вернее, бухгалтерам и экономистам производственных предприятий, уже недостаточно автоматизировать расчет прибыли и убытка, ведение налогового учета. Все важнее становится получать оперативную информацию о положении дел из самого сердца предприятия – производственных цехов.

В качестве платформы таких электронных баз может выступать разработка фирмы «1С». Платформа 1С с успехом может хранить и обрабатывать данные, как о хозяйственных операциях и бухгалтерских проводках, так и информацию о технологических процессах. Благодаря развитым возможностям платформы можно создать базу данных, все возможности которой пока трудно представить.

Из очевидных и широко используемых – ввод и хранение первичных документов хозяйственной деятельности. В электронных документах содержится вся история предприятия. В отличие от бумажных, электронные документы

В настоящей статье рассматриваются предпосылки и преимущества создания единых электронных баз данных производственных предприятий, а также практический пример создания данной базы на платформе решения 1С в ходе проекта комплексной автоматизации.

предоставляют возможность не только распечатать, но и за несколько секунд выбрать необходимые данные за любой период, отсортировать их в нужном порядке, отфильтровать по любому параметру. Кроме этого, благодаря тому, что программа имеет план счетов, а каждый документ может формировать проводки, существует возможность легко и быстро сформировать баланс. Также легко формируются любые итоги и всевозможные отчеты по различным разрезам учета. В результате, хозяйственная история предприятия – как на ладони, а главной задачей становится организация оперативного ввода этих документов.

Иногда, к сожалению, оперативно введенная и программно-обработанная информация показывает убыток. Естественно, руководство предприятия испытывает справедливое недовольство и задается вопросом «Что же делать?!». Сам по себе бухгалтерский учет (бухучет) не может ответить ни на этот, ни на многие другие жизненно важные для предприятия вопросы. И здесь нужны другие подходы, например, анализ затрат, прежде всего, производственных.

Программа бухучета может хранить и суммы затрат, и места их возникновения, поскольку бухгалтерский учет – функция регламентированная и прописанная в законодательных актах. В то же время, учет производственных затрат – функция гораздо менее формализованная и более туманная, особенно с точки зрения собственника бизнеса. Бухгалтер может получить сальдо по 20 счету, а с помощью решения 1С сделает это быстро и правильно. Но вот объяснить, почему вместо одного вагона потратили два, да и этого не хватило, оно не сможет.

Что нужно для того, чтобы раскрыть тайну «черной дыры НЗП (незавершенного производства)»? Для детального анализа производственных затрат одного бухучета мало. Бухучет может ответить на два вопроса: во-первых, сколько, чего и по какой цене на склад поступило и, во-вторых, сколько, чего и на какую сумму на складе осталось. Между этими двумя вопросами как раз и возникает «черная дыра», в которой хорошо ориентируется только производитель, предполагает, из чего эта дыра должна состоять, технолог, а разводит руками – собственник.

Чтобы понять и учесть, сколько и чего потрачено на выпуск каждого изделия, а также сравнить с тем, что планировали потратить, необходимо объединить данные бухучета и технологические данные об изготовлении продукции. Такая возможность в производственных программах 1С есть.

Лирическое отступление

Оказывается, две стихии – экономика и технология – соприкасаются очень тесно. И дружно уживаются в одной программе, образуя новую сущность – электронную базу данных. Что такое базы данных (БД), хорошо известно многим. Практически каждый житель страны или даже планеты является элементом какой-нибудь базы. Например, база пользователей мобильных телефонов или база держателей акций «Газпрома», или базы данных ЖКХ. Несмотря на то, что БД – сущность виртуальная и ее нельзя потрогать, ее можно, во-первых, продать, а во-вторых, использовать и в других целях – для регулярного начисления платежей, контроля задолженности, всевозможного рода расчетов и анализов.

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЗАДАЧА И ПРИМЕР ЕЕ РЕШЕНИЯ

Вернемся к производственным предприятиям и к возможностям «техничко-экономической» базы данных. Несмотря на различия в структуре самих производственных предприятий, их электронные БД похожи. Прежде всего, как сказано выше, это обусловлено общими требованиями

к ведению регламентированного учета. Каким бы большим или маленьким не было предприятие, его баланс будет иметь одинаковое количество строк. Общие требования значительно упрощают процесс автоматизации экономической части. Фирма «1С» предложила удобный и широко используемый инструмент для этих целей – линейку программ «1С:Предприятие». После рутинной автоматизации бухгалтерского и налогового учета первый этап автоматизации можно считать успешно завершённым.

Далее, следуя вышеизложенной логике, необходимо автоматизировать учет производственных затрат на основе технологических данных. Рассмотрим более подробно, как был решен вопрос учета затрат на основе платформы 1С в конфигурации, разработанной компанией «Институт типовых решений – Производство» (ИТРП), партнером фирмы «1С», и внедренной на предприятии ЗАО «Метиз» (г. Тутаев).

Информация о предприятии

ЗАО «Метиз» изготавливает оригинальную и стандартную металлопродукцию, в том числе комплектующие и изделия для производства дизельных двигателей, а также метизную продукцию. Номенклатура выпускаемой продукции составляет несколько сотен наименований, а перечень исходных и комплектующих материалов достигает 100 тысяч.

СПЕЦИФИКАЦИИ

На рисунке 1 приведен пример спецификации, используемой на предприятии. Такая спецификация позволяет учитывать все плановые ресурсы изготовления продукции с учетом нескольких стадий. В терминах программы ИТРП стадия изготовления – это заход. Спецификация (или «маршрут») может содержать один или несколько заходов, каждый заход – одну или несколько технологических операций (ТО), каждая операция содержит список исходных комплектующих (на рисунке 1 комплектующие заданы на закладке «Входы»; из соображений конфиденциальности раскрыть информацию о составляющих не представляется возможным). Кроме того, ТО содержит информацию о норме времени, нужном оборотовании, требуемых специалистах и т.д.

Следует отметить, что технологическая операция с точки зрения методологии ведения производственного учета в программе ИТРП является основой нормативной системы любого

дискретного производства, что и нашло свое отражение в разработке спецификаций (маршрутов) для данной конфигурации.

Конструкторский и технологические отделы завода «Метиз», используя предложенную в программе ИТРП структуру информации, создали полную базу спецификаций на всю выпускаемую продукцию и полуфабрикаты. Причем, на некоторые виды продукции было создано сразу несколько вариантов спецификаций. Это позволяет отражать в учете разные технологии изготовления в зависимости от наличия комплектующих, свободных технологических ресурсов и других условий.

На создание базы спецификаций ушло несколько месяцев. Прделана огромная работа, которая продолжается и в настоящее время, так как необходимо учитывать изменения и в составе, и в технологиях.

Однако создание базы спецификаций – это только полдела. Спецификация содержит плановые данные. Эти данные можно отнести к разряду справочных и статичных. По факту, вместо металла одной марки, который указан в спецификации, может использоваться его аналог с похожими характеристиками. Или может измениться количество того же металла на большее или меньшее. А главное, в спецификации не отражается общее количество выпущенных в текущем периоде деталей и готовой продукции, а также суммарное количество использованных на выпуск комплектующих. То есть база спецификаций содержит только половину – оперативная информация о выпуске. Когда, сколько, чего, из чего выпущено и куда отправлено.

Как это бывает на практике

Впрочем, ситуация знакомая. Также ведется любая другая база: список элементов (пользователи мобильных телефонов, жители домов местного ЖКХ, список контрагентов-покупателей и контрагентов-поставщиков из нашей экономической базы и т.д.) плюс оперативная информация по каждому элементу (например, счета на оплату услуг, которые выставляются и оплачиваются с разной периодичностью). Именно такое сочетание и дает нужный эффект. По такому же принципу работает бухгалтерская программа 1С – сначала создаются всевозможные справочники (контрагенты, подразделения, номенклатура и т.д.), затем вводятся документы с оперативной информацией.

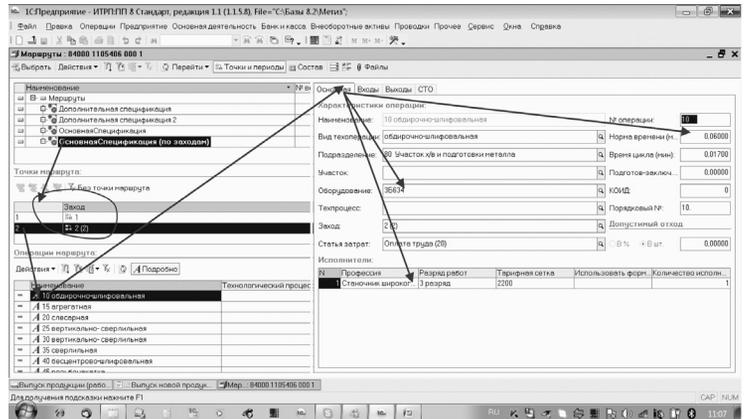


Рисунок 1. Пример спецификации.

ДОКУМЕНТ «ВЫПУСК»

Для оперативного учета факта выпуска и фактически использованных материалов в конфигурации ИТРП предусмотрен документ «Выпуск». Пример заполнения такого документа представлен на рисунке 2.

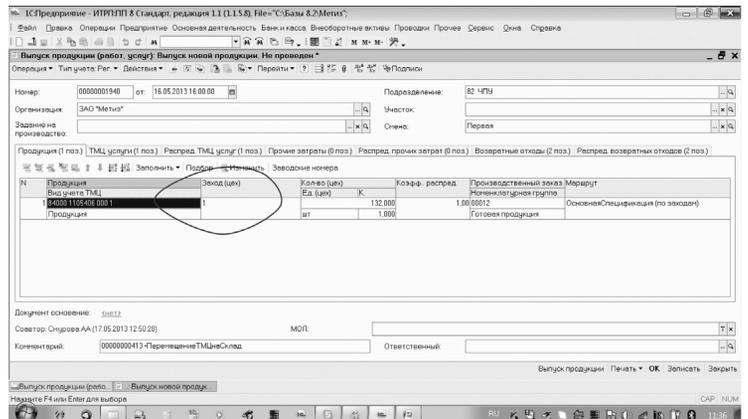


Рисунок 2. Пример заполнения документа «Выпуск».

Документ содержит, прежде всего, информацию о номенклатуре выпуска – какая именно продукция выпущена, когда, в каком количестве, по какой спецификации, производственному заказу и номенклатурной группе (закладка «Продукция»). Важная особенность – в документе указан также и заход (стадия изготовления) продукции. Это означает, что остатки продукции, как в производстве, так и на складе будут храниться в разрезе заходов (стадий изготовления). Соответственно, в любой момент времени руководство предприятия имеет возможность анализировать выполнение производственного плана как

№ 1С:Предприятие - ИТРМП В Стандарт, редакция 1.1 (1.15.8), File: "D:\База 8.2\Метиз_выпуск_06"

Файл Правка Таблица Операции Предприятие Основная деятельность Банк и касса Внеоборотные активы Проводки Прочие Сервис Ожог Отгрузка

Отчет План-факт анализ себестоимости

Действия - Серверизация Конструктор настроек... Настройка... ?

План-фактный анализ затрат на выпуск

Параметры: Начало периода: 01.01.2013 0:00:00
 Конечный периода: 31.01.2013 0:00:00
 Организация: ЗАО "Метиз"
 Тип учета: Бухгалтерский
 Отбор: Продукция Равно * 1111111 0200270 6 1"

Подразделение	Сумма	Количество	Плановое	Фактическое	Насовта
Продукция	Оборот	ПТ	количество	количество	отствие
Заход, продукция					
Затрата	Статья затрат				
Документ Выпуск					
99 Учетные хв и подготовки металла					
1111111 0200270 6 1					
1					
Стальной лом 5А	Возвратные отходы				
Выпуск продукции (работ, услуг)	00000000366 от 23.01.2013 16:00:00	-46,03	4 900,000		-5,98
Выпуск продукции (работ, услуг)	00000000368 от 28.01.2013 16:00:00	-47,91	5 100,000		-6,22
Выпуск продукции (работ, услуг)	00000000377 от 29.01.2013 16:00:00	-26,50	2 714,000		-3,31
35 Ф.7.65 из В	Основные материалы				
Выпуск продукции (работ, услуг)	00000000362 от 16.01.2013 16:00:00	1 690,000	26,94	26,95	0,00
Выпуск продукции (работ, услуг)	00000000366 от 23.01.2013 16:00:00	4 900,000	121,13	121,13	
Выпуск продукции (работ, услуг)	00000000368 от 28.01.2013 16:00:00	5 100,000	126,07	126,07	
Выпуск продукции (работ, услуг)	00000000377 от 29.01.2013 16:00:00	2 714,000	67,69	68,00	7,09
2					
1111111 0200270 6 1	Основные материалы				
Выпуск продукции (работ, услуг)	00000000262 от 24.01.2013 16:55:00	1 600,000		1 600,00	
Выпуск продукции (работ, услуг)	00000000366 от 23.01.2013 16:00:00	3 609,000		3 609,00	
Выпуск продукции (работ, услуг)	00000000368 от 28.01.2013 16:55:00	9 735,000		9 735,00	
Итого		-119,44	27 608,000	341,23	14 122,63 7,09

Выпуск продукции (Равно) * 1, Отгрузка Затраты на выпуск * 1, Отчет План-факт анализ с...

Рисунок 3. Пример план-фактного анализа в документе «Выпуск».

№ 1С:Предприятие - ИТРМП В Стандарт, редакция 1.1 (1.17.3), File: "D:\База 8.2\Метиз_Пример"

Файл Правка Таблица Операции Предприятие Основная деятельность Банк и касса Внеоборотные активы Проводки Прочие Сервис Ожог Отгрузка

Ведомость по ТМЦ в производстве (Период не установлен)

Тип учета: Бухгалтерский Действия - Серверизация Отбор Заголовок Настройка... ?

Период с: . по: . Организация: Метиз

Подразделение: Равно
 Производство заказа: Равно
 ТМЦ: Равно

Ведомость по ТМЦ в производстве

Период: Период не установлен
 Отбор: Вид учета ТМЦ - Продукция
 Показатели: Количество (в единицах производства)
 Группировка строк: Подразделение, ТМЦ
 Поля детальной записи: Период, Характеристика ТМЦ, Документ движения (Регистратор)

ТМЦ	Характеристика ТМЦ	Документ движения (Регистратор)	Начальный остаток	Приход	Расход	Конечный остаток
10.09.2012 13:00:00		Выпуск продукции (работ, услуг) ЖСО00000018 от 10.09.2012 13:00:00		100,000		100,000
10.09.2012 13:30:00		Месящевое перемещение ЖСО00000001 от 10.09.2012 13:30:00	100,000		100,000	
Уч.85 (даработки) 84000 1007170				200,000	101,000	99,000
10.09.2012 13:30:00		Месящевое перемещение ЖСО00000001 от 10.09.2012 13:30:00	100,000		100,000	
11.09.2012 0:00:00		Выпуск продукции (работ, услуг) ЖСО00000018 от 11.09.2012 0:00:00	100,000	100,000	1,000	199,000
11.09.2012 13:30:00		Месящевое перемещение ЖСО00000002 от 11.09.2012 13:30:00	199,000		100,000	99,000
Уч.85 84000 1007170				200,000	101,000	99,000
11.09.2012 13:30:00		Месящевое перемещение ЖСО00000002 от 11.09.2012 13:30:00	100,000		100,000	
12.09.2012 12:00:00		Выпуск продукции (работ, услуг) ЖСО00000020 от 12.09.2012 12:00:00	100,000	100,000	1,000	199,000
12.09.2012 13:30:00		Перевалка ТМЦ на склад ЖСО00000005 от 12.09.2012 13:30:00	199,000		100,000	99,000

Ведомость по ТМЦ в произв...

Рисунок 4. Отчет по ТМЦ в производстве.

готовой продукции, так и продукции на любой стадии изготовления, а также контролировать остатки выпущенной продукции по разным заказам.

Документ «Выпуск», кроме решения задачи учета выпущенной продукции на разных стадиях изготовления, играет еще одну важную роль – в нем учитываются прямые затраты на выпуск. На закладке «ТМЦ, услуги» отражаются исходные материалы, которые используются в данном выпуске. После проведения документа остатки товарно-материальных ценностей (ТМЦ) в производстве уменьшаются и материалы, указанные на данной закладке, становятся недоступными для других выпусков. Закладка заполняется автоматически по данным базы спецификаций. Изменения в составе исходных материалов могут быть внесены вручную. В дальнейшем все отклонения от плановой спецификации можно отследить с помощью специальных отчетов, например, по план-фактному анализу затрат (рисунок 3).

Кроме этого, по введенным данным можно получить отчет по остаткам и оборотам ТМЦ в производстве на любой момент времени (рисунок 4). «Черная дыра НЗП» становится прозрачной. Отчеты показывают, сколько, когда, каких материалов использовано, на что пошло, сколько осталось.

РАСЧЕТ СЕБЕСТОИМОСТИ

Организация оперативного учета выпущенной на предприятии ЗАО «Метиз» продукции и расхода используемых материалов позволила не только контролировать остатки, но и рассчитывать фактическую себестоимость выпущенной продукции с детализацией до выпущенной номенклатуры и статьи затрат. Это еще один важный итог проделанной на предприятии работы по автоматизации производственного учета.

На рисунке 5 приведен фрагмент отчета по себестоимости. Данные отчета позволяют проанализировать затраты на выпуск. Возможно, программа не дает ответ на вопрос «Что делать?» в случае отклонения фактической себестоимости от плановой, но «сигнал зажигает». На рисунке 6 приведен пример отчета по продажам, где видно, что по одной из производимых позиций в первом квартале получили убыток вместо прибыли. Вовремя принятые меры позволили к концу года скорректировать ситуацию.

ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ БАЗЫ ДАННЫХ

Учет хозяйственных операций, формирование налоговой базы, учет затрат, расчет и анализ себестоимости – вот неполный перечень возможностей производственной базы, созданной на одном конкретном предприятии к данному моменту времени. На следующих этапах внедрения – расчет плановых потребностей в материалах, оборотовании, трудовых ресурсах; запуск подсистемы диспетчеризации, в которой формируются задания на закупку, наряды-задания для исполнителей с расчетом сдельной оплаты труда, графики загрузки оборудования.

Похожие задачи можно решить с помощью других средств автоматизации. Дело не в том, какой программный продукт выбрать. Главное – понять общие принципы работы. Один из таких принципов – успешное создание производственной базы данных, объединяющей в себе экономическую и технологическую, справочную и оперативную информацию. Создание такой базы – дело кропотливое, но необходимое. И очень актуальное.

Еще раз отметим, что платформа 1С является (надеюсь, что приведенные выше примеры это доказывают) прекрасным средством для создания электронной производственной базы, а сама база – источником необходимой информации для анализа и управления производственной деятельностью.

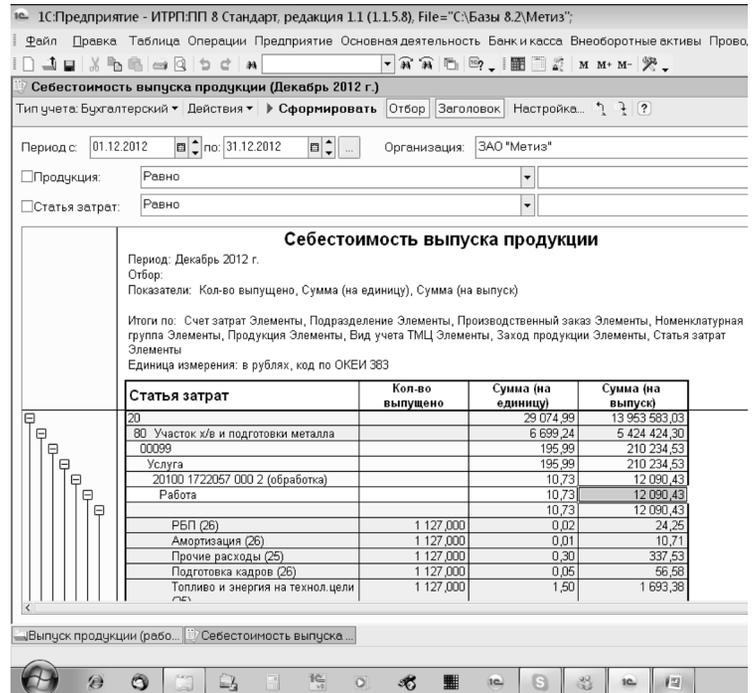


Рисунок 5. Пример расчета себестоимости.

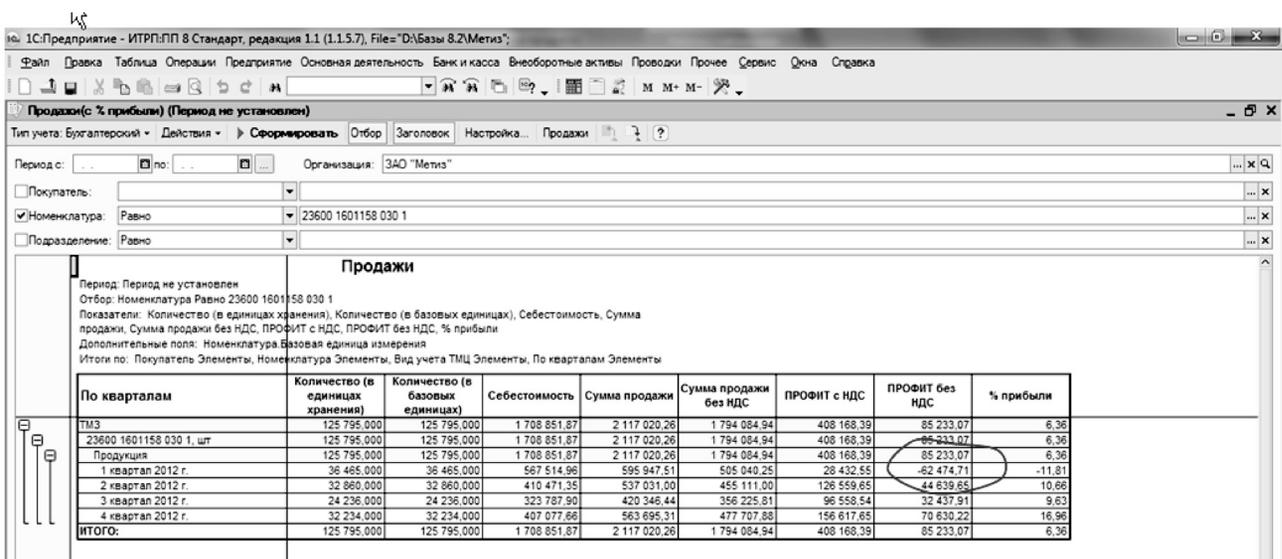


Рисунок 6. Пример отчета по продажам.

статья

■ Н. Дьячков,

подготовлена

руководитель направления
ООО «Информ-Консалтинг»,
г. Пермь

Управление машиностроительным производством: практика внедрения 1С

Хороший руководитель всегда озабочен повышением эффективности, конкурентоспособности своего предприятия. Чем могут быть полезны современные информационные системы для решения задач управления производством, достаточно хорошо известно: повышение производительности, экономия затрат, сокращение запасов, своевременное выполнение заказов, снижение уровня брака. Однако на практике большинство российских предприятий до сих пор управляют производством по старому, на основе исторически сложившейся неформальной системы управления. Нельзя сказать, что эта система недееспособна, иначе предприятие попросту остановилось бы и не смогло выпускать продукцию. Однако ее эффективность оставляет желать лучшего.



Возникает логичный вопрос – почему большинство предприятия не пользуются преимуществами автоматизации управления производством, тем более что на многих из них внедрены различные информационные системы ERP-класса, в функциональности которых присутствует модуль «Управление производством»?

Основной причиной такого состояния дел является высокая сложность и гораздо меньшая унифицируемость управления производством, по сравнению с традиционно автоматизируемыми бухгалтерским учётом, расчетом заработной платы, складским учетом.

В результате, предприятие стоит перед выбором: либо приобрести дорогую систему с широкими функциональными возможностями (например, SAP ERP), что само по себе не гарантирует результат, либо сэкономить и приобрести недорогую систему в надежде, что её функционала будет достаточно, а в случае чего «допишем её под себя». Учитывая, что бюджет ИТ на большинстве производственных предприятий, не относящихся к ресурсным отраслям экономики, зачастую формируется по остаточному принципу, традиционным является второй вариант, а классическим выбором – приобретение и внедрение «1С:Предприятие».

Если предприятие относительно небольшое и производство не слишком сложное, то второй вариант вполне может быть успешным. Однако если говорить о предприятиях машиностроения, производство которых характеризуется не

только высокой сложностью и масштабностью, но и постоянной вариабельностью выпускаемой продукции, то стандартный функционал управления производством «1С:Предприятие» в данном случае применить затруднительно.

Помимо непосредственно инструментария ERP-системы, существенное значение имеет и методология внедрения. В контуре управления производством задействованы все основные подразделения предприятия: службы сбыта и снабжения, конструктора, технологи, производственный отдел, диспетчера, нормировщики. От того, насколько продуманно будут спроектированы бизнес-процессы, насколько качественно будут реализованы настройки системы и подготовлена нормативно-справочная информация зависит успех проекта.

На практике многие проекты «разбились» об эти «краеугольные камни». Однако не стоит думать, что на платформе «1С:Предприятие» управление производством возможно только на небольших предприятиях. В качестве примера можно привести опыт машиностроительного предприятия, где наша компания осуществила комплексное внедрение «1С:Предприятие 8». Предприятие специализируется на выпуске горно-шахтной и горно-рудной техники, производство единичное и мелкосерийное, разделено на восемь цехов основного производства (литейный, кузнечный, заготовительные и сборочные, деревообрабатывающий), где занято более тысячи работающих.

После анализа стандартной функциональности планирования и оперативного управления производством «1С:Предприятие» было принято решение о необходимости её доработки. Основной объём доработок был связан с изменением алгоритма работы ППМ (планирования потребности в материалах), в основу которого был заложен механизм использования плановых заказов, формирующихся автоматически при каждом прогоне ППМ. Аналогичный механизм заложен в большинстве западных ERP-систем, реализующих стандарт MRPII для управления дискретным производством. Продолжительность проекта внедрения с учётом всех его фаз (моделирование бизнес-процессов «AS IS – как есть» и «TO BE – как будет», проектирование и настройка системы, тестирование системы и обучение пользователей, подготовка и запуск системы в продуктивную эксплуатацию) составила около полутора лет.



По итогам полутора лет эксплуатации была произведена оценка эффектов внедрения, которая зафиксировала значимые сдвиги в оборачиваемости незавершенного производства и производительности мощностей, что в целом многократно перекрывает затраты на внедрение системы.

	Ожидаемые изменения ¹	Фактические изменения
Потери от брака	-10-60%	-9,3%
Реализация продукции	0-20%	12,3%
Оборачиваемость незавершённого производства	20-30%	57,6%
Оборачиваемость производственных запасов	30-40%	1%
Производительность мощностей	10-20%	17,4%

Таблица 1. Оценка эффектов проекта

Конечно, автоматизация решает далеко не все проблемы, возникающие в реальном производстве, без человека никакая программа не заработает. Спланировать ход производства заранее во всех деталях и оптимально на практике обычно не удаётся. Основным эффектом от использования автоматизации в управлении производством заключается не в том, что информационная система принимает решение за человека, а в том, что она позволяет заблаговременно комплексно оценить и диагностировать приближающиеся проблемы, что позволяет руководству предприятия более осмысленно подойти к их решению.

¹ По данным исследований производителей систем класса MRPII-ERP

О методах составления оптимального производственного расписания

Статья посвящена техническим аспектам оптимального планирования производства. Рассматриваются условия, соблюдение которых необходимо для получения оптимального производственного расписания.



В англоязычной литературе процесс производственного планирования разделяется на два этапа: собственно планирование (planning) и составление расписания (scheduling). Такое разделение отражает суть процесса планирования – сначала мы определяем, что нужно сделать, а затем решаем, как сделать.

В MES-системах исходными данными для планирования является

список производственных операций с указанием для каждой из них ряда параметров, таких как: длительность операции, связь с другими операциями, необходимые для выполнения операции ресурсы. За ввод в систему указанных данных отвечают технологи (в этой статье процесс ввода исходных данных не рассматривается).

На основе информации об операциях и производственных ресурсов

выполняется распределение операций по производственным машинам и рабочим местам, то есть составляется производственное расписание.

При формировании производственного расписания учитываются следующие данные:

- количество операций;
- производственная мощность машины или рабочего места – в течение каждого промежутка времени на машине могут выполняться только операции, совместно требующие мощности, меньше или равной производственной мощности машины;
- тип и количество оборудования, необходимого для выполнения операции;
- зависимости между производственными операциями (например, «операция №1 не должна начинаться до завершения операции №2»).

При составлении производственного расписания операции, необходимые для выполнения имеющихся производственных заказов, распределяются по оборудованию таким образом, чтобы оптимизировать значение выбранного критерия (равномерность загрузки оборудования, минимальное время производства, минимальное время хранения на складе и т.д.).

После составления расписания каждой операции назначается время выполнения и оборудование (или рабочее место), на котором она будет выполняться. Зависимости между операциями и значения производственной мощности оборудования используются также и для того, чтобы получившийся график был реализуемым. Оптимальное планирование производства реализовано во многих MES-системах, в данной статье реализация оптимального планирования будет рассматриваться на примере MES-системы PHARIS, разработанной компанией UNIS, a.s.

Конечно, можно сказать, что для каждого производственного заказа или набора заказов можно составить несколько графиков выполнения. В своей системе мы выбираем тот график, который в наибольшей степени удовлетворяет имеющимся ограничениям. Задача, которая решается при этом, носит название задачи планирования проекта с ограниченными ресурсами (Resource constrained project scheduling problem, RCPSP) и рассматривается в рамках научной дисциплины «Исследование операций».

График с указанием времени выполнения операции является конечным результатом работы процедуры планирования. Однако в процессе оптимизации работать с временным графиком не очень удобно, так как при явном использовании времени можно получить большое количество заведомо непригодных графиков и, тем самым, сильно затруднить работу оптимизатора. Поэтому необходимо перейти от временного представления графика к абстрактному представлению графика в виде некоторого кода. При этом также необходимо иметь алгоритм, реализующий некоторую функцию $RA(K)$, позволяющую для конкретного кода (K) построить график с точным значением времени начала работы.

Отметим, что для определения качества решения задачи (то есть близости полученного расписания к оптимальному) могут использоваться самые разные критерии.

Пусть у нас есть два различных графика (A и B), и мы хотим определить, какой из них лучше. Естественно, что выбирать лучший график мы должны не из эстетических соображений, а руководствоваться какими-то объективными критериями. В качестве таких критериев могут выступать загрузка оборудования, использование материалов, время производства, своевременность выполнения обязательств перед клиентами и т.д.

Проще всего выбрать график, руководствуясь каким-то одним критерием, однако в реальном производстве так делать не стоит, так как далеко не всегда можно выбрать «важнейший» критерий, оптимизация которого позволила бы забыть обо всех остальных. Следовательно, мы приходим к необходимости решения задачи многокритериальной оптимизации.

Задача выбора критериев и построения целевой функции сама по себе достойна отдельной статьи, однако здесь мы касаться её не будем. Для упрощения изложения условимся использовать функцию $f(X)$, определяющую качество (рациональность) решения X . Условимся также, что решение A лучше решения B в том случае, если $f(A) < f(B)$. Если же решения одинаково хороши, то и значения функции для каждого из них должны быть одинаковыми (при равенстве значений функции мы всё же определим, что одно из решений чем-то лучше другого, это будет означать, что функция $f(X)$ была выбрана неправильно).

Таким образом, процесс поиска оптимального производственного расписания включает следующие этапы:

- кодирование возможных расписаний;
- формирование на основе кодированных расписаний графиков с учётом времени;
- оценка полученных графиков с помощью функции $F(X)$.

В результате последнего шага выбирается расписание O с наименьшим значением $F(O)$, то есть определяется код K , на основе которого может быть получено расписание O .

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО РАСПИСАНИЯ

Сразу стоит сказать, что множество допустимых решений поставленной задачи может быть очень велико, но, к счастью, конечно. Размер множества решений растёт с ростом размерности задачи, то есть с ростом числа операций в задаче.

Нашей целью является реализация алгоритма, позволяющего найти оптимальное (в смысле, указанном в прошлом разделе) решение задачи составления производственного расписания. При этом хотелось бы также получить ответ на вопрос, поставленный в заглавии статьи: всегда ли можно получить оптимальное решение этой задачи?

Теоретически, задача имеет решение всегда – нужно просто построить все возможные графики (а их может быть очень много), для каждого из них вычислить значение функции $f(X)$ и выбрать наилучший. Что ограничивает нас, так это время, которое мы готовы потратить в ожидании результата. Поэтому возможность получения оптимального решения ограничивается алгоритмической сложностью проблемы.

Во многих случаях нас вполне устроит решение, пусть и отличающееся от оптимального, но при этом достижимое за приемлемое время. Для того, чтобы лучше понять концепции оптимального решения задачи составления расписания и иметь возможность различать возможные решения, введём следующую классификацию:

- оптимальное решение – расписание X , для которого доказано, что не существует расписания Y , для которого $F(Y) < F(X)$;
- субоптимальное решение – оптимальное решение, найденное в течение ограниченного промежутка времени;
- технически достижимое оптимальное решение – расписание X , для которого не найдено расписаний Y таких, что $F(RA(X)) < F(RA(Y))$.

Конечно, технически достижимое решение может быть хуже



оптимального. Однако в процессе поиска решения мы должны иметь в виду два обстоятельства:

- из-за ограниченного времени мы почти никогда не сможем доказать, что найденное решение является оптимальным, мы можем лишь доказать, что является технически достижимым оптимальным решением;

- в большинстве случаев нас вполне устроит технически достижимое оптимальное решение.

Основные вопросы при поиске оптимального решения связаны с тем, сколько решений имеет данная задача, сколько из них можно считать оптимальными и сколько классов решений (по принципу близости к оптимальному) можно выделить. Чем сходны и отличны решения из смежных классов и что отличает оптимальное решение от субоптимального?

КОДИРОВАНИЕ РАСПИСАНИЯ И АЛГОРИТМ ПЛАНИРОВАНИЯ

Имея некоторый опыт, производственное расписание можно составить вручную, используя только карандаш и большой лист бумаги – достаточно распределить операции по времени и рабочим местам, не забыв при этом про ограничения, налагаемые связями между операциями. После получения первого варианта графика мы, скорее всего, захотим его «улучшить», для чего нам придётся перерисовать некоторые

операции, изменив время и место их выполнения. Наш опыт позволит нам «узнать» рациональный график производства, причём, чем больше у нас опыта, тем лучше будет итоговый график и тем быстрее мы его достигнем. Такой метод составления расписания назовём обобщённым методом.

При автоматизированном планировании производства поиск рациональных решений выполняется без участия человека, оператору даже не обязательно понимать принципы работы программы. Главное, что требуется от него, – подтвердить, что сгенерированное расписание отвечает поставленным требованиям и может быть использовано при управлении производством.

Программные средства планирования на основе искусственного интеллекта во многом моделируют процессы человеческого мышления и, значит, также используют обобщённые методы планирования. При реализации таких методов приходится сталкиваться со следующими проблемами принятия решений:

- Когда нужно закончить перемещение операций? Можно ли сказать, что найдено оптимальное решение в том случае, если мы больше не можем перемещать операции?

- Каждый новый график, скорее всего, будет допускать несколько вариантов «улучшения», то есть будет возможно довольно много вариантов

перестановки операций. Как выбрать конкретный вариант? Стоит ли пробовать их все?

- И самый главный вопрос – как получить первоначальный вариант графика? При каком начальном состоянии процесс поиска решения пойдёт быстрее всего?

Итак, важнейшей проблемой является определение начального распределения операций по оборудованию, с её решения и начинается поиск оптимального расписания. Процесс поиска оптимального расписания включает следующие шаги:

- определить способ кодирования взаимного расположения операции. Кодированное представление порядка операций в англоязычной литературе носит название *activity list* (AL), то есть «список действий»;

- выбрать наиболее простые правила планирования, гарантирующие, что каждое новое расположение операций является допустимым решением задачи составления производственного расписания. Другими словами, в результате выполнения процедуры планирования не должно получаться расписаний, противоречащих заданным ранее связям операций друг с другом. Выбор этих правил и определяет алгоритм планирования.

- сама оптимизация проводится, фактически, экспериментальным способом – создаётся множество кодированных списков действий (AL),

для каждого из которых формируется расписание X , после чего с помощью функции $F(X)$ расписание сравнивается с имеющимися вариантами.

Задача планирования относится к так называемым комбинаторным оптимизационным задачам. Причина тому – необходимость генерации всех возможных комбинаций операций для последующего сравнения. Можно сказать, что в процессе планирования мы должны проанализировать все возможные перестановки операций. Так, если у нас есть всего 100 операций, то число возможных перестановок составит $100!$ (! – символ факториала), то есть приблизительно $5,8 \cdot 10^{157}$ возможных вариантов AL.

Одна из главных задач, решаемых при выборе алгоритма, состоит в ограничении этого набора – для решения задачи в разумное время нам нужно каким-то образом ограничить набор всех возможных вариантов AL. Стоит отметить, что крайне маловероятна ситуация, когда 100 различным вариантам AL будет соответствовать 100 расписаний с различными оценками $f(X)$, число различных значений оценки обычно гораздо меньше числа вариантов AL. Поэтому в ходе планирования мы будем считать различными только расписания, которым соответствуют разные величины $f(X)$.

Введём понятие рейтинга качества h . Рейтинг определяется, как значение функции $f(X)$. Тогда $AL(h)$ – множество всех вариантов AL, которым соответствуют расписания X_i , для которых $f(X_i) = h$. Пусть для решаемой задачи достижимы рейтинги качества h_1, h_2, \dots, h_N , причём h_1 – лучший рейтинг. Тогда для генерации оптимального расписания нужно найти $AL(h_1)$.

Число наборов $AL(h)$ сильно влияет на сложность задачи, поэтому условимся, что у эффективности получаемых расписаний есть нижняя граница эффективности и она соответствует рейтингу h_N . В дальнейшем не будем принимать во внимание расписания с более низким рейтингом. Интересно, что при большом числе рабочих мест найти варианты $AL(h_1)$ гораздо проще,

чем $AL(h_N)$, то есть найти самые худшие расписания оказывается труднее, чем самые лучшие. Это обстоятельство тоже полезно учитывать при построении алгоритма оптимизации.

В процессе исследования случайных созданных вариантов AL обратили внимание на поведение функции плотности вероятности случайного события «случайно выбранный вариант AL будет иметь рейтинг h ». Довольно неожиданно обнаружили, что график плотности вероятности значительно отличается от гауссовской кривой и является несимметричным относительно среднего значения. График плотности вероятности очень быстро растёт слева от среднего значения (в области рейтингов, соответствующих расписаниям, близким к оптимальному) и полого снижается справа от него (в области рейтингов, соответствующих расписаниям, далёким от оптимального). Следовательно, при случайной генерации вариантов значительно проще получить вариант с плохим рейтингом, чем с хорошим. Об этом следует помнить при разработке алгоритмов планирования.



ГЕНЕТИЧЕСКИЕ АЛГОРИТМЫ В ЗАДАЧЕ ОПТИМИЗАЦИИ РАСПИСАНИЙ

В предыдущих разделах показано, что в основе процедур оптимизации лежит генерация последовательностей операций AL и оценка их рейтинга. Учитывая размер набора всех возможных AL, никого не должно удивлять, что при решении они генерируются случайным образом.

Как научные публикации, так и опыт реального планирования говорит о том, что довольно близкие к оптимальным расписания могут быть получены уже после генерации нескольких сотен AL (см. эксперимент, описанный в предыдущем разделе). Впрочем, число «случайных» AL, генерированных до обнаружения близкого к оптимальному расписанию, сильно зависит от вида и характера производства. Нас интересуют только решения с рейтингом выше среднего. Как говорилось ранее, мы можем найти технически достижимое оптимальное решение, однако не можем быть уверены, что именно оно наиболее близко к общему оптимальному решению.

Генетические алгоритмы (GA) – традиционное средство решения задач оптимизации, размер которых затрудняет использование детерминированных алгоритмов и при решении которых мы готовы мириться с наличием «случайных» этапов. При работе с генетическими алгоритмами используются следующие понятия:

- популяция – набор расписаний, закодированных в виде AL. Среди популяции можно найти наилучший набор AL. На каждой итерации алгоритма генерируется новая популяция. Первая популяция генерируется случайно;

- эволюция поколений популяции – изменение популяции в процессе работы алгоритма. Некоторые варианты AL исключаются, некоторые – перегруппируются с другими. При выполнении одной итерации алгоритма популяция заменяется на популяцию следующего поколения. Для каждого поколения мы

можем определить наилучший набор AL и, следовательно, найти субоптимальное решение;

- скрещивание – создание нового варианта (потомка) на основе характеристик двух имеющихся вариантов (родителей). Скорее всего, значение $f(X)$ для расписания, созданного на основе потомка, будет отличаться от оценок расписаний, соответствующих родителям. При скрещивании стараются сделать так, чтобы потомок имел лучшую оценку, чем родители. Интересно, что вероятность такого события тем меньше, чем более высокий рейтинг имеют варианты-родители. Выбор вариантов для скрещивания – одна из основных тем исследований в этой области;

- мутация – случайное или целенаправленное изменение варианта AL, изменяющее его оценку. При использовании одних скрещиваний процедура оптимизации, скорее всего, достаточно быстрой сойдётся к локальному минимуму, что сделает невозможным поиск действительно близких к оптимальному решений. Для того, чтобы избежать такой ситуации, и используют мутации.

При использовании генетических алгоритмов в процессе поиска оптимального расписания может быть создано значительное количество случайных вариантов (генерация первоначального решения, выбор родителей для скрещивания, выбор параметров для мутации, скрещивания и мутации и т.д.). К значительным недостаткам GA следует также отнести отсутствие повторяемости – при каждом новом запуске алгоритма будут генерироваться новые расписания.

Тем не менее, в настоящее время использование генетических алгоритмов является, пожалуй, лучшим выбором при решении задач планирования производства. Существуют оптимизаторы на основе GA, генерирующие обоснованные варианты AL, в то время как другие оптимизаторы на основе GA генерируют такие варианты случайным образом.

На каждом шаге GA можно получить собственное оптимальное решение,

поэтому длительность работы алгоритма определяется, в первую очередь, тем, сколько времени пользователь готов потратить на ожидание решения. Чем больше размер популяции, тем больше в ней «генетического разнообразия», тем больше шансов обнаружить среди популяции оптимальный вариант. Естественно, что при росте популяции растёт и время, необходимое на поиск решения.

Важнейшей нерешённой задачей в области генетических алгоритмов является определение того, что очередное поколение потенциально может содержать вариант, лучший, чем текущий вариант, признанный оптимальным. Другими словами, нет алгоритма, который позволял бы решить, имеет ли смысл переходить к следующему поколению.

При практическом использовании генетических алгоритмов были замечены следующие особенности их работы:

- алгоритм способен обнаружить (то есть закрепить в процессе мутаций и скрещиваний) как «хорошие» характеристики варианта, так и «плохие»;

- алгоритм позволяет влиять на выбор характеристик для мутации и вариантов для скрещивания;

- имеется возможность оценки вероятности улучшения рейтинга в следующем поколении.

Для полноты картины стоит сказать, что, помимо итерационных алгоритмов (например, GA), для решения задачи планирования производства могут использоваться и так называемые точные алгоритмы. Однако они оказываются полезны только в сравнительно небольших задачах (примерно 30 операций) и для практического использования, как правило, не подходят.

УПРАВЛЕНИЕ ЭВОЛЮЦИЕЙ ПОПУЛЯЦИИ В GA

Целью исследований, ведущихся автором в настоящий момент, является поиск способов формального описания характерных особенностей графиков, позволяющих сравнивать различные классы расписаний. В результате

может быть получена возможность обнаружить причины генерации хорошего или плохого расписания.

Примеры особенностей расписаний:

- одновременное начало выполнения операций o1 и o2;

- начало выполнения o2 после завершения o1;

- параллельное выполнение o1 и o2 и т.д.

В ходе экспериментов было обнаружено, что подобные характеристики в некоторых случаях сильно влияют на качество решения, соответствующего варианту $AL(h_x)$.

Например, при наличии двух операций o1 и o2 мы говорим, что они исключают варианты $AL(h_x)$ в том случае, если при их параллельном выполнении невозможно найти решение, рейтинг которого был бы лучше имеющегося. Существование таких характеристик не было доказано, однако было вполне вероятно, так что их обнаружение в ходе экспериментов в большом количестве не стало такой уж неожиданностью. Главный же результат экспериментов состоит в том, что было обнаружено: если две операции исключают какой-то класс решений, они также исключают и оптимальное решение. Информация об отсутствии оптимального решения лучшего, чем некоторое решение с рейтингом h_x , очень полезна в ходе поиска оптимального расписания в таком случае нет смысла продолжать поиск дальше, так что оптимизатор начинает выполнение новой задачи.

Также следует отметить тот факт, что, несмотря на то, что найти строго оптимальное решение задачи составления производственного расписания возможно далеко не всегда, можно, тем не менее, в процессе оптимизации использовать гипотезы о том, что изменение некоторых характеристик AL способно приблизить решение к оптимальному. Такие гипотезы применяются при выборе характеристик для мутации или вариантов-родителей для скрещивания. Такой набор гипотез определяет динамические свойства оптимизационной модели.

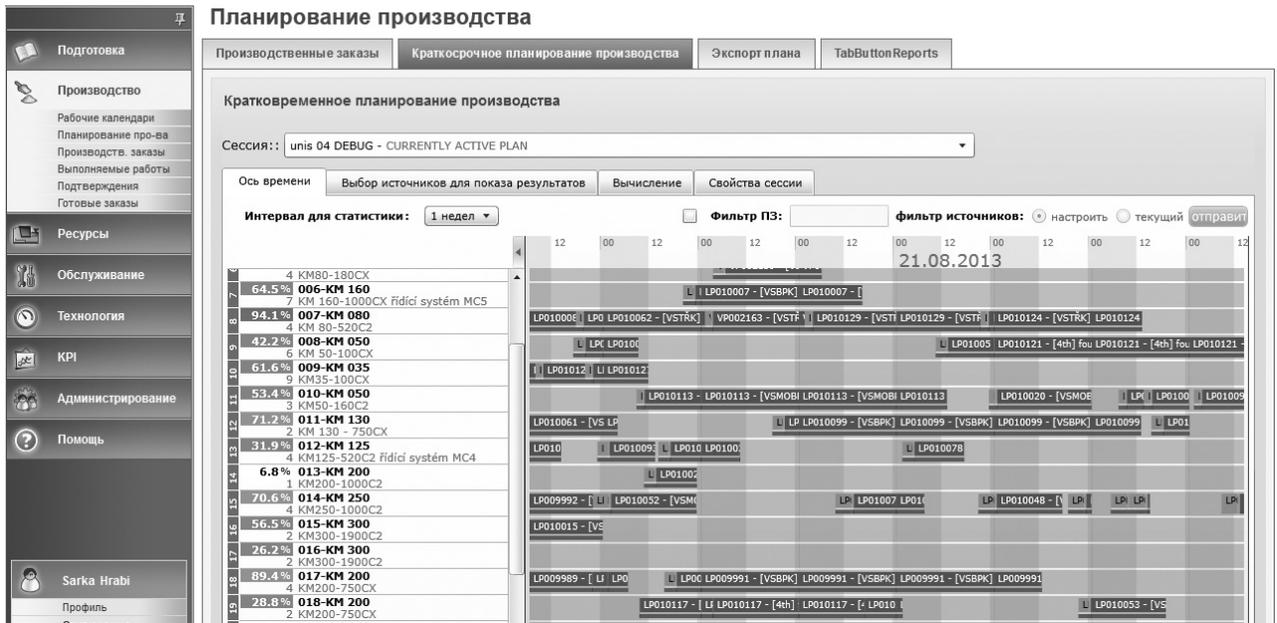


Рисунок 1.

Результаты текущих экспериментов и исследований показывают, что правильный подбор таких гипотез способен ускорить процесс поиска субоптимального решения и, кроме того, позволяет добиться повторяемости результатов работы алгоритма оптимизации расписания – то есть устраняет эффекты, связанные со случайной природой генетических алгоритмов. При этом также повышается качество решения. Так, при применении алгоритма к задаче составления расписания для 600 рабочих мест (данные взяты из набора j120 библиотеки PSPLIB) среднее отклонение от известного оптимального решения в несколько раз меньше, чем для других, описанных в статьях, алгоритмов оптимизации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Целью данной статьи, главным образом, было описание теоретических ограничений и особенностей использования методов оптимизации в планировании производства. Их понимание, на взгляд автора, является основным условием для успешной разработки и внедрения средств планирования производства.

Планирование операций в задачах с ограниченными ресурсами является одной из самых интересных и практически важных задач на стыке математики и информатики.

Дальнейший прогресс в практическом использовании программных средств оптимального планирования

производства, в первую очередь, зависит от мнения пользователей на предприятиях и доверия этих пользователей средствам планирования. А для этого нужно, чтобы программное обеспечение не только генерировало бы оптимальное расписание, но и обеспечивало интеллектуальные средства управления производством. В качестве подтверждения можно привести опыт, полученный при внедрении MES-системы PHARIS. После почти обязательного периода недоверия в начале внедрения системы специалисты предприятия обязательно понимают, как сильно может им помочь система в выполнении повседневной работы и повышении эффективности как собственной деятельности, так и работы предприятия в целом.

статья

■ **Леош Гонс,**

подготовлена

директор отдела разработки
MES, компания Unis, a.s.,
Чешская Республика
e-mail: lhons@unis.cz

Использование MES PHARIS на фармацевтическом производстве (Barr Pharmaceuticals, г. Брно, Чешская Республика)

Система управления технологическим процессом и система оперативного управления производством (MES) были внедрены на производстве активных фармацевтических субстанций (АФС, API) на заводе компании Barr Pharmaceuticals в Брно (Чешская Республика). Работая совместно, эти системы обеспечивают полный контроль и управление технологическим процессом, контролируют использование производственных ресурсов, непрерывно ведут протоколирование данных о ходе производственного процесса, выполняют анализ и архивирование производственных и технологических данных.

ЦЕЛИ И ПРЕИМУЩЕСТВА

При автоматизации данного производства с самого начала ставилось несколько важнейших задач:

- создание единого операторского интерфейса для управления всем оборудованием;
- обеспечение защиты от несанкционированного доступа к функциям системы и хранящимся в ней данным;
- реализация защиты данных от повреждения при неисправности средств аппаратного обеспечения;
- управление электронными протоколами партий (EBR);
- учёт выпущенной продукции и контроль качества;
- обеспечение аттестации системы на соответствие требованиям GAMP 4 и CFR21 (часть 11).

КОНЦЕПЦИЯ СИСТЕМЫ

Система имеет распределённую архитектуру. Контроллеры Modicon TSX Premium, на которых основана система управления технологическим процессом, собирают данные с множества точек измерения (датчики процесса), обрабатывают их и по сети Ethernet передают на сервер FIXSVR. Собранные данные используются для визуализации производства, для долгосрочного хранения данных используется архивная база данных MES-системы PHARIS на сервере PHARSVR. Для реализации операторского интерфейса используется SCADA-система GE Fanuc iFix, для хранения производственных данных – СУБД Microsoft SQL Server 2005. Функции оперативного управления

производством реализованы на основе MES-системы PHARIS, разработанной компанией UNIS.

Функции MES PHARIS доступны на 11 клиентских рабочих местах (стандартные персональные компьютеры с установленным Internet Explorer). Для доступа технологов и руководителей производства обеспечена связь с общезаводской сетью посредством VPN.

В MES PHARIS реализованы функции управления самого высокого уровня. Система обеспечивает мониторинг и управление производством партий в соответствии с параметрами, заданными в системе, начиная от создания производственного заказа и заканчивая окончательным выпуском продукции.

MES PHARIS также помогает оператору, предоставляя ему все необходимые данные и информируя о заданных значениях технологических параметров. На каждом этапе производственного процесса формируется электронный протокол партии (Electronic Batch Record, EBR). Он содержит фактические значения всех важнейших параметров технологического процесса. Требуемые значения параметров процесса хранятся в так называемых «рецептах» (наборы параметров, привязанные к

каждому типу изделия) и в ходе производства автоматически передаются системам управления оборудованием (терморегуляторы, сушильные машины и т.д.), что даёт возможность параметризации производства на уровне процесса.

Рассмотрим архитектуру системы более подробно.

- цифровая передача данных с использованием ASCII-протокола и сети передачи данных на основе RS-485 (значения температуры и давления в сушильной установке или испарителе, вес, проводимость, температура на термостате);

- цифровая передача данных с использованием сетей PROFIBUS PA (уровень кислотности – pH).

выполняться локально или удалённо. Система управления поддерживает уровень в резервуаре очищенной воды, регулирует давление в трубах, управляет работой насосов и ультрафиолетовых ламп.

Регулирование pH

Регулирование pH дозированием с помощью перистальтического насоса. Оператор указывает требуемый уровень pH, снижение или увеличение pH достигается за счёт увеличения или уменьшения интенсивности работы насоса. Величина дозы измеряется миллилитрами. При регулировании также учитывается значение температуры.

Регулирование температуры в резервуарах

Температура в резервуарах регулируется с использованием теплообменников, оснащённых регуляторами. Регуляторы управляются посредством последовательного канала связи. В обратном направлении передаются данные о состоянии оборудования, аварийных сообщениях, заданном и фактическом значении температуры, а также о температуре окружающей среды.

Сушильные установки

Работа сушильных установок зависит от схемы функционирования, определяющей изменение температуры и давления во времени. В ходе выполнения производственной операции такие схемы передаются в систему управления с помощью последовательных интерфейсов связи. Одновременно выполняется запись текущих значений технологических параметров.

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ

Система управления технологическим процессом построена на основе программируемого логического контроллера Modicon TSX Premium (производитель – компания Schneider Electric) с центральным процессором 57-20.

Для передачи данных и взаимодействия с серверами используется сеть

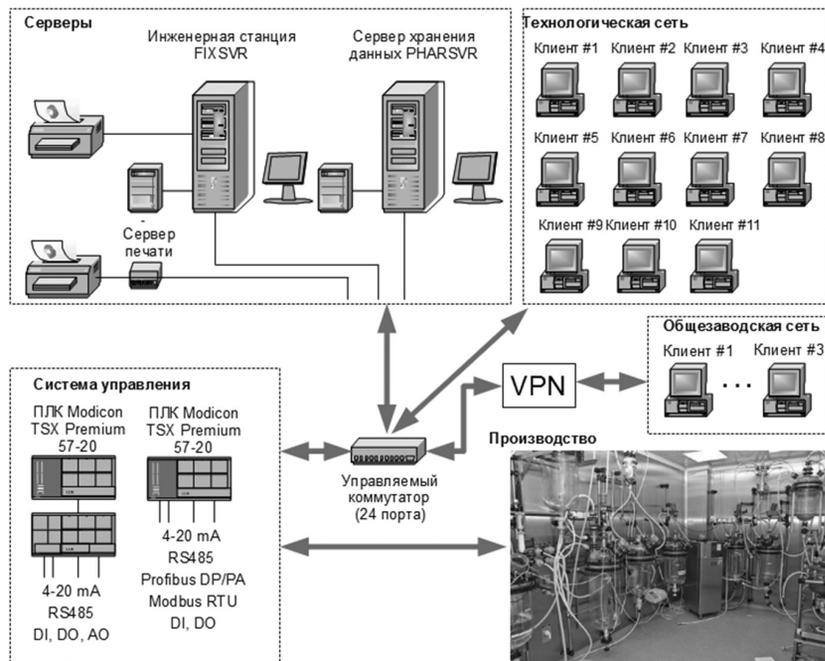


Рисунок 1. Архитектура системы.

ИЗМЕРЯЕМЫЕ ЗНАЧЕНИЯ

Система измеряет и записывает значения различных переменных технологического процесса: температура (°C), давление (Па), уровень кислотности (pH), проводимость (См), скорость вращения (мин-1), вес, уровень жидкости, интенсивность ультрафиолетового излучения, состояние технологического оборудования (насосы, клапаны, ...), причины простоя и т.д.

Измерения можно поделить в зависимости от способа получения информации:

- токовый сигнал 4..20 мА (например, температура, скорость вращения, уровень жидкости);

Цифровые устройства измерения и передачи данных были выбраны для обеспечения высокой точности и стабильности измерений, что оказалось невозможно обеспечить при использовании аналоговых сигналов (особенно для pH).

УПРАВЛЯЕМЫЕ ЗНАЧЕНИЯ

Система обеспечивает прямое управление температурой, давлением, уровнем кислотности и скоростью вращения.

Управление контуром подачи очищенной воды

Система управления обеспечивает автоматический, ручной и наладочный режимы работы. Управление может

Ethernet. Для сбора значений аналоговых и дискретных (цифровых) сигналов используются три модуля аналогового ввода (TSXAEY1600) и три модуля цифрового ввода (TSXDEY16D2).

Для связи с датчиком pH в состав контроллера добавлен коммуникационный процессор с поддержкой PROFIBUS DP (TSXSCP114), для преобразования PROFIBUS DP в PROFIBUS PA используется специальный адаптер.

Для обмена данными с системами управления термостатами и сушильными установками используется коммуникационный процессор TSXSCY21601, поддерживающий ASCII-протокол. Для формирования управляющих воздействий используются три модуля аналогового вывода (TSXASY800) и два модуля дискретного (цифрового) вывода. Блок питания контроллера подключен к источнику бесперебойного питания.

СЕРВЕРЫ ДАННЫХ И КЛИЕНТСКИЕ РАБОЧИЕ МЕСТА

Сервер SCADA-системы (FIXSVR) реализован на платформе Dell PowerEdge 800 с собственным источником бесперебойного питания. На сервере установлена операционная система Microsoft Windows 2000 Server, SCADA-система GE Fanuc iFix 4.5 с лицензией на 900 тегов, система сбора и хранения производственных данных GE Fanuc iHistorian и OPC-сервер Schneider Electric, обеспечивающий обмен данными между системой управления и MES.

Сервер MES-системы (PHARSVR) реализован на базе платформы Dell PowerEdge 2800 с собственным источником бесперебойного питания. В качестве операционной системы используется Microsoft Windows 2003 Server.

Для обеспечения сбора и хранения данных на сервере установлены GE Fanuc iHistorian 2.0 и Microsoft SQL Server 2005. SQL Server также используется для хранения служебных данных MES PHARIS, развёрнутой на PHARSVR.

В качестве клиентских рабочих мест используются персональные компьютеры Dell OptiPlex GX270 и Dell OptiPlex 745 с установленными операционными системами Microsoft Windows 2000 или Microsoft Windows XP. Серверы, клиентские рабочие места и аппаратные средства системы управления технологическими процессами объединены в сеть, построенную на основе управляемого коммутатора Cisco Catalyst 2960 с 24 портами.

ОПЕРАТОРСКИЙ ИНТЕРФЕЙС – ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

Человеко-машинный интерфейс системы управления реализован путём ясного графического представления технологической информации на операторских экранах, используемых как для наблюдения за технологическим процессом, так и управления им.

Интерфейс доступен на сервере FIXSVR и реализован с помощью приложений, входящих в состав SCADA-системы GE Fanuc iFix 4.5. Данные приложения, кроме того, предоставляют такие функции, как отображение собранных значений в виде трендов (графиков), настройка допустимых границ изменения технологических значений, формирование и демонстрация пользователю аварийных сообщений (выход технологического значения за допустимые пределы, ошибка во время измерения значения), а также сообщений о вмешательстве оператора в ход технологического процесса, подключении оператора к системе или выходе из неё, ошибках связи с устройствами и т. д.

SCADA-система обменивается данными с системой управления по Ethernet с использованием протокола MODBUS, одновременно являясь источником данных для хранилища значений технологических параметров (iHistorian) и MES-системы PHARIS.

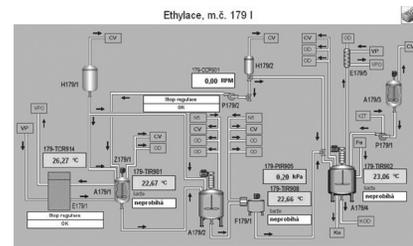


Рисунок 2. Мнемосхема технологического процесса.

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА PHARIS

Система оперативного управления производством (MES) имеет трёхслойную архитектуру. Компоненты, реализующие первые два слоя, – хранилище данных и сервер приложений – развёрнуты на сервере PHARSVR.

Для реализации пользовательского интерфейса (третий слой) выбран подход на основе «тонкого клиента». Для доступа к нему используется веб-браузер Microsoft Internet Explorer. MES PHARIS отвечает за контроль и мониторинг производственного процесса, формирование и хранение электронных протоколов партий (EBR), управление рецептами и производственными ресурсами, учёт выпущенных изделий и брака, контроль качества продукции, ведение контрольного журнала действий с системой (контрольная запись), визуализацию производства на операторских экранах, представление текущих и архивных данных в виде трендов (графиков), формирование аварийных сообщений и извещение пользователя о них.

Контрольная запись

Данные о всех системных событиях, связанных с действиями оператора, настройкой и функционированием системы, автоматически заносятся в журнал контрольных записей. В каждой записи обязательно содержатся сведения о времени возникновения события, операторе, действия которого вызвали появление события и описание события. Данные о событиях в дальнейшем можно просмотреть в любое время.

Рецепты

В MES PHARIS имеются развитые средства управления рецептами – наборами технологических параметров, используемыми для перенастройки производственного оборудования на выпуск новой продукции. Пользователь может описать этапы, из которых состоят производственные операции. Редактор этапов позволяет просматривать список существующих этапов, добавлять или удалять этапы, просматривать и редактировать подробное описание этапа.

Для параметризации производственного процесса в дальнейшем создаются рецепты. Средства управления рецептами позволяют создавать новые и редактировать существующие рецепты, удалять ненужные, печатать список рецептов и подробную информацию о каждом из них.

Кроме того, пользователю доступен список рецептов с настраиваемыми столбцами, возможностью поиска, сортировки и фильтрации содержимого.

Среди всех компонентов наиболее интересным представляется редактор рецептов, позволяющий копировать содержимое рецепта, конфигурировать операции, вводить данные о нормативном потреблении материалов, указывать список этапов для каждой операции в отдельности, параметризовать этапы производства, вводить значения уставок важнейших технологических параметров для каждого этапа или операции, привязывать оборудование к этапу или операции, определять связи между производственными задачами и операциями (после чего в процессе производства можно, например, назначить оператора на выполнение той или иной задачи и определить время, которое потребуется на выполнение задачи с использованием данных, указанных при описании операции), а также выполнять многие другие действия.

Анализ данных

Для удобства пользователя в составе системы предусмотрен модуль анализа собранных данных, реализующий следующие функции:

- просмотр истории выпуска каждой партии изделий: кто, когда, из какого материала, на каком оборудовании участвовал в выпуске данной партии изделий;
- просмотр данных о количестве выпущенных изделий и работе производственного оборудования;
- контроль качества партий продукции;
- обратная генеалогия – данная функция обеспечивает возможности получить данные о партиях сырья, использованного при выпуске партии продукции;
- оценка эффективности использования производственных ресурсов – расчёт показателей, входящих в систему OEE (общая эффективность оборудования).

Мониторинг производства

Для обеспечения возможности просмотра и анализа данных о производстве партий в ходе производственного процесса записывается информация о текущем состоянии оборудования (производство, ремонт, наладка, ...), а также о времени перехода оборудования в данное состояние и выхода из него. Аналогично контролируется состояние чистых помещений, для которых, вдобавок, записываются протоколы проверки. Также в ходе производства

записывается информация о работе операторов, участвующих в производстве. Благодаря такому подходу становится возможным просмотреть список всех сотрудников, участвовавших в производстве партии, а также всех действий, выполненных ими.

Электронный протокол партии (EBR)

MES PHARIS поддерживает возможность автоматической генерации электронных протоколов партии (EBR), являющихся важной частью документации производственного процесса. Протокол содержит заглавие с общей информацией, список выполненных операций и этапов, список критических параметров, список параметров каждого этапа и данные о нормативном потреблении сырья, список оборудования, которое может быть использовано при выпуске партии и список операций контроля количества продукции.

Наряду с заданными значениями в протокол заносится фактическое количество выпущенной продукции, значения технологических параметров и т.д. Все значения в протоколе располагаются в хронологическом порядке. Помимо прочего, в протоколе приводятся сведения о пользователе, выполнявшем ту или иную производственную операцию.

Вýробн jednotka:	Transjdch vnan	slo produktu:	80003705	Nzev:	Transjdch vnan	slo srze:	21118408
Operace: Pprava surovho							
✓ Stav pro ukonn	53.00	0.00	0.00	53.00	✓		
✓ Resetovn alarmu	0.00	0.00	0.00			✓	
Prf. :	7	Stav:	dkonno	Typ:	CNV	Popis:	zren a vymchn
Ef. dlka[mn]:	0	Zhjeno:	3.11.2008 11:20	Ukonno:	3.11.2008 11:35	s trvn:	15
						Zhjil:	Zvdl
						Ukonl:	Zvdl
PARAMETRY:							
✓ Parametr	Mj	Pžadvek	Doln mez	Horn mez	Hodnota	In	Out
✓ teplota	°C	20.00	18.00	22.00	18.66	✓	✓
s - doba vymchn	min	15.00	15.00	0.00	15.00	✓	Zvdl
Prf. :	8	Stav:	dkonno	Typ:	PA	Popis:	Pprava kyseliny octv
Ef. dlka[mn]:	0	Zhjeno:	3.11.2008 11:36	Ukonno:	3.11.2008 12:23	s trvn:	47
						Zhjil:	Zvdl
						Ukonl:	Arel
SPOTREBA:							
slo materilu	60006200	Popis materilu	Kyselina octva PhEur, USP	Mj	kg		
Pz. mnozstv	1.2750	Doln mez	1.1500	Horn mez	1.4000	Spotebovno	1.3350
Mnozstv	slo srze	slo analyz	s spoteby	Spoteboval			
1.3350	24283807	10596193	4.11.2008 6:44:45	Zvdl			
Prf. :	9	Stav:	dkonno	Typ:	PCP247/K	Popis:	Dvkovn kyseliny octv
Ef. dlka[mn]:	0	Zhjeno:	3.11.2008 11:49	Ukonno:	3.11.2008 14:14	s trvn:	145
						Zhjil:	Zvdl
						Ukonl:	Fkova - Kratochvl
Pracovn instrukce: Pl dvkovn kyseliny se provd zren VP							
PARAMETRY:							
✓ Parametr	Mj	Pžadvek	Doln mez	Horn mez	Hodnota	In	Out
✓ Typ regulce		1.00	0.00	0.00		✓	
✓ Index mrn teploty	PLC2	247_TIR605	0.00	0.00		✓	
✓ Index mrn pH	PLC2	247_AIR601	0.00	0.00		✓	
✓ Pžadovn hodnota pH	pH	6.00	5.80	6.20		✓	
✓ Omezcovn teplota sms	°C	22.00	0.00	0.00		✓	
Strana:	5 / 8	Datum tisk:	6.11.2008 14:11			Created and printed by PHARIS ss	PHARIS
		Tiskn:	a			UNIS, a.s.	

Рисунок 3. Форма печати электронного протокола партии.

Контроль производства

В ходе производства все действия оператора контролируются MES PHARIS. Кроме того, на каждом этапе производства система предоставляет оператору всю информацию, необходимую для её выполнения. Фактические значения всех технологических параметров и параметров производственного процесса записываются.

Сигнализация

В состав MES PHARIS входит подсистема управления сигнализацией. Пользователь может задать допустимые границы изменения технологических параметров, тогда при выходе значения параметра за эти границы будет сгенерировано сообщение. Если оператор подтвердит прочтение сообщения в MES PHARIS, подтверждение автоматически будет выполнено и в iFix. Подтвержденные сообщения записываются в архив, информация о них также заносится в журнал контрольных записей. Как активные, так и архивные сообщения можно сортировать, экспортировать, фильтровать и т. д.

Тренды

Значения технологических параметров могут быть представлены в виде трендов (графиков). Отдельные параметры можно объединять в группы и в дальнейшем совместно просматривать, печатать или экспортировать соответствующие графики. В MES PHARIS имеются удобные средства просмотра и анализа графиков.

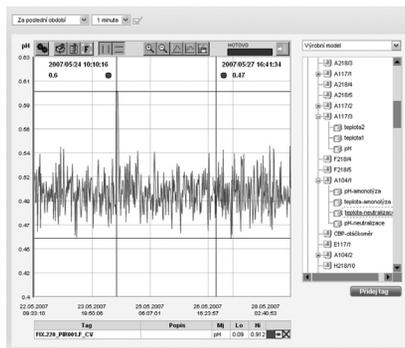


Рисунок 4. Графики изменения значений технологических параметров (тренды).

ДААННЫЕ

База данных системы содержит технологические данные, собранные в ходе производства (фактические значения различных технологических параметров) и производственные данные, появившиеся в результате выполнения различных функций системы или взаимодействия системы с пользователем. Например, уровень и температура воды в резервуаре – технологические данные, а данные о простоях, введённые пользователем, – производственные. Данные хранятся в централизованном хранилище, построенном на основе СУБД Microsoft SQL Server (производственные данные) и специализированной системы сбора и хранения данных GE Fanuc Proficy Historian (технологические данные). Гарантированный срок хранения данных составляет не менее 5 лет.

ИНТЕРФЕЙСЫ

MES PHARIS работает автономно и в настоящий момент не связана с другими информационными системами. Однако в силу использования стандартных технологий сбора и хранения данных, а также по причине наличия большого количества интерфейсов для подключения к внешним системам в любой момент можно будет добавить новые значения для контроля и мониторинга, организовать сбор данных с новых источников (например, с системы управления новой производственной линией), а также обеспечить обмен информацией с внешними информационными системами (ERP, другие MES-системы, CRM и т.д.).

На физическом уровне MES PHARIS подключена к общезаводской сети с помощью управляемого коммутатора, так что доступ к функциям системы имеют не только сотрудники производства, но и менеджмент предприятия (с учетом прав доступа). Большинство пользователей для доступа к системе используют стандартный веб-браузер – Microsoft Internet Explorer.

БЕЗОПАСНОСТЬ

Система обеспечивает защиту данных от несанкционированного доступа и изменения. Для защиты используется комбинация встроенных средств Windows, GE Fanuc iFix и MES PHARIS. Управление правами доступа оператора производится на основе пользовательских учетных записей, каждой из которых могут быть назначены собственные привилегии.

Данные обо всех подключениях к системе заносятся в журнал контрольных записей. Поддерживается также возможность автоматического завершения сеанса работы по истечении заданного периода неактивности, а также ограничение срока действия пароля. Данные, передаваемые между клиентом и сервером, защищаются путем использования протокола HTTPS.

РЕЗЕРВНОЕ КОПИРОВАНИЕ И ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДАННЫХ

В системе выполняется периодическое резервное копирование всех данных, при этом комбинируются полные и инкрементальные резервные копии. Организация резервного копирования позволяет быстро восстановить данные в случае их потери (сбой, случайное удаление, ...). Резервные копии хранятся вне производственного участка. В целях дополнительной защиты данных резервные копии сохраняются в нечитаемом другими системами формате.

СИНХРОНИЗАЦИЯ ВРЕМЕНИ

Для обеспечения соответствия времени между всеми системами используется централизованная синхронизация времени. Центральное время синхронизируется каждые 24 часа.

ЭЛЕКТРОПИТАНИЕ

Для питания основного оборудования (серверы, система управления) используются источники бесперебойного

питания, способные обеспечить корректное завершение работы оборудования. После восстановления питания после длительного перерыва система автоматически возвращается в рабочее состояние. Источники бесперебойного питания позволяют также защитить оборудование от кратковременных (от нескольких десятков миллисекунд до нескольких секунд) отключений электропитания.

КАЛИБРОВКА И НАСТРОЙКА

Для обеспечения максимальной достоверности содержимого архива технологических значений была выполнена калибровка всех измерительных систем. Для передачи критически важных значений использованы цифровые сети передачи данных.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ ПОЛЕВЫХ УСТРОЙСТВ ТРЕБОВАНИЯМ БЕЗОПАСНОСТИ

Часть производства, управляемого системой, используется для испытания процессов изготовления новой продукции – речь идёт о так называемом пилотном участке (Pilot Plant). Экспериментальный характер производства на данном участке приводит к появлению дополнительных требований к производственному оборудованию и полевым устройствам (датчики и исполнительные устройства систем управления). Так, первоначальная концепция системы не предусматривала необходимости использования взрывозащищенных устройств, однако в дальнейшем такое требование было выдвинуто заказчиком.

От замены всех устройств на взрывозащищенное решено было отказаться в силу непомерной стоимости такого процесса. Вместо этого было реализовано гальваническое разделение полевых устройств при обнаружении опасности взрыва. Само разделение выполняется вне взрывоопасной зоны с помощью реле с позолоченными контактами. Такое решение, с одной стороны, полностью

соответствует требованиям заказчика и нормативных документов, а с другой – имеет весьма привлекательную стоимость.

ВНЕДРЕНИЕ СИСТЕМЫ

Все работы по созданию и внедрению системы (проектирование, документирование, разработка, развёртывание, тестирование, обслуживание, ...) проводились в соответствии с GAMP4, TickIT, ISO 90001, ISO 20000 и ISO 27000.

ДОКУМЕНТАЦИЯ

Состав проектной документации во многом определен необходимостью соответствия требованиям GAMP4 (требования к автоматизированным системам управления фармацевтическим производством), поэтому были разработаны следующие документы: функциональная спецификация, проектная спецификация программного обеспечения, проектная спецификация модулей программного обеспечения, проектная спецификация аппаратного обеспечения.

Такие документы были разработаны для каждой части системы (MES PHARIS, система управления, SCADA-система).

АТТЕСТАЦИЯ

Проектная документация была утверждена заказчиком в ходе проверки. Соответствие системы спецификациям проверялось при завершении установки системы. Соответствие системы функциональным требованиям проверялось в ходе опытной эксплуатации. Всего было выполнено более 1700 тестов, каждый из которых подробно описан и документирован.

ПРЕИМУЩЕСТВА РЕШЕНИЯ

Сравнив положение дел на производстве до и после внедрения рассмотренных систем, можно убедиться,

что основные задачи, поставленные заказчиком, были выполнены, а цели достигнуты. По мере знакомства с системой пользователями был обнаружен ряд дополнительных преимуществ её использования:

- все данные о ходе производства записываются автоматически, в том числе данные о фактических значениях технологических параметров;

- все данные о производстве можно проанализировать по прошествии времени;

- технологи могут создавать рецепты, которые, помимо прочего, содержат описание рабочего процесса, которому должен следовать оператор при производстве;

- вследствие того, что технолог может самостоятельно задавать режимы работы сушильных установок (раньше для этого требовались специальные аппаратные средства), удобство работы значительно повысилось;

- процессы регулирования (особенно регулируемое рН) теперь практически полностью автоматизированы, за счет автоматизации повысилось и качество регулирования;

- детализированные электронные протоколы партий содержат информацию, бесценную при аудите и выпуске продукции;

- наличие данных об истории работы оборудования и смены его состояния позволяет оптимизировать использование оборудования и планировать техническое обслуживание;

- полное протоколирование аварийных сообщений упрощает задачу поиска причин неисправности;

- журнал контрольных записей в значительной степени упрощает поиск причин нарушений работы системы, связанных с некорректными действиями оператора;

- автоматический расчет показателей эффективности освобождает от необходимости ручной обработки большого количества информации. Решения, принятые на основе результатов анализа, привели к значительному увеличению эффективности.

..T..Systems.....

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ПАРТНЕР МЕЖРЕГИОНАЛЬНОЙ
КОНФЕРЕНЦИИ «МОДЕЛИ ЭФФЕКТИВНОГО ПРОИЗВОДСТВА»

«Преимущества лучших практик организации бизнес-процессов демонстрируем не на слайдах, а на «живой» системе»

Интервью с руководителем отдела Корпоративные системы управления T-Systems Михаилом Аксеновым.

– У компании T-Systems большой опыт автоматизации бизнес-процессов в ряде отраслей, включая машиностроение. Насколько актуальна для машиностроительных предприятий задача интеграции ERP-, CAD/PDM- и PLM-систем?

– Более чем актуальна. На машиностроительных предприятиях основные процессы идут от производства. При этом, конкуренция заставляет предприятия машиностроения все глубже дорабатывать, а подчас и перепроектировать свои изделия под потребности каждого заказчика; и заставляет выполнять эти доработки все быстрее и быстрее. Учитывая сложность современных изделий машиностроения, десятки, сотни тысяч деталей, узлов и агрегатов, задача преобразования проектно-конструкторской информации в производственно-технологическую, логистическую требует больших усилий для решения.

Отсюда и возникает вопрос интеграции ERP с PLM/PDM системами. Правильно построенный интерфейс позволяет оперативно переносить в нормативно-справочную информацию (НСИ) системы управления ресурсами, производством, логистикой, выполненные изменения в конструкторско-технологической документации. Отсутствие подобной интеграции будет приводить к целому ряду негативных моментов: большая трудоемкость

формирования НСИ производства и логистики; ошибки при планировании производства и закупках; потери от производства или закупки неверных деталей, комплектующих и т.п.

– Какой подход к решению этой задачи практикует T-Systems?

– Компания предлагает квалифицированное производителем пакетированное решение на базе программных продуктов SAP, обеспечивающее универсальную интеграцию (на 70–80%) с PDM-системами российского и белорусского производства. Остальные 20% приходится на уникальность внедрения самой PDM-системы у конкретного заказчика. Для PLM систем зарубежных производителей, таких как: PTC Windchill, Enovia от Dassault Systems, Teamcenter от Siemens PLM, наша компания предлагает реализовать интерфейсы с использованием нашего продукта UDC – Universal Data Converter.

Использование UDC позволяет создать не только сам интерфейс, как программу, отвечающую за перенос данных из PLM/PDM в ERP/SCM, но и выполнять сложные задачи по преобразованию конструкторских данных в производственную и логистическую НСИ. В частности, наше решение позволяет преобразовывать конструкторско-технологическую информацию в структуру iPPE, необходимую для использования решений SAP for Automotive.

– Насколько распространена на предприятиях практика сквозной интеграции систем?

– Это то, к чему машиностроители будут стремиться в ближайшее время. Во многих компаниях решение задачи интеграции оставляет желать лучшего по причинам недофинансирования направления ИТ, недоуверенности PDM и ERP систем.

Но ситуация меняется. Все больше предприятий успешно внедрили основные элементы PDM, ERP. Соответственно, сегодня вопрос про наличие опыта интеграции PLM/PDM с ERP заказчиками поднимается все чаще. Сегодня большая часть запросов от заказчиков, которые мы видим на ближайшую перспективу, содержат требования по интеграции PDM и ERP.

– В чем преимущества пакетированного подхода к решению подобных задач? Ведь, наверняка, многие придерживаются принципа «сделайте так, как мы хотим»?

– У потенциального заказчика есть возможность не на слайдах, а с помощью преднастроенной системы оценить, как решены те или иные задачи на уровне бизнес-процессов, вопросы формирования отчетности. Можно выделить сценарии, описывающие алгоритмы решения конкретной проблемы. Преднастроенная система охватывает всю административно-хозяйственную деятельность (закупки, производство, сбыт продукции, управленческий учет, финансы), при этом обеспечивается интеграция с PDM-системами.

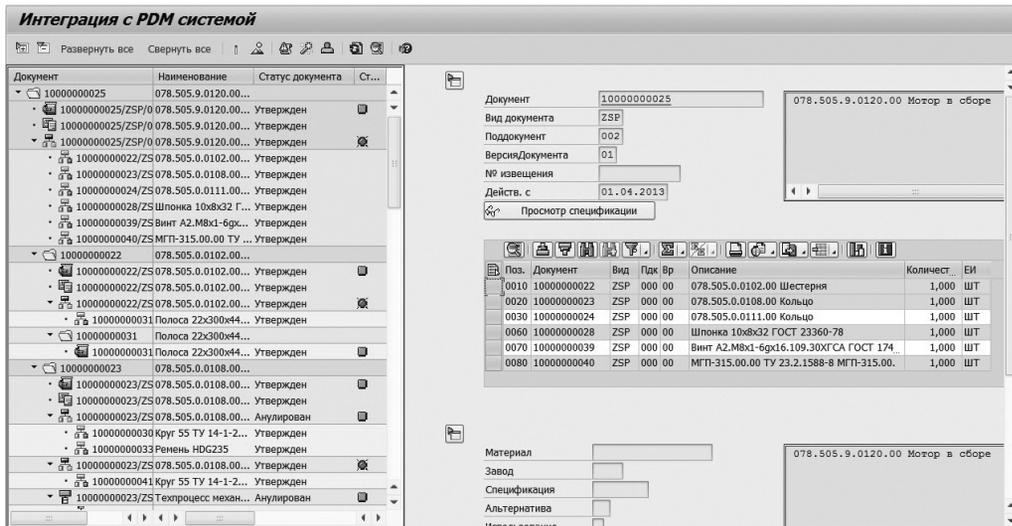


Рисунок 1.

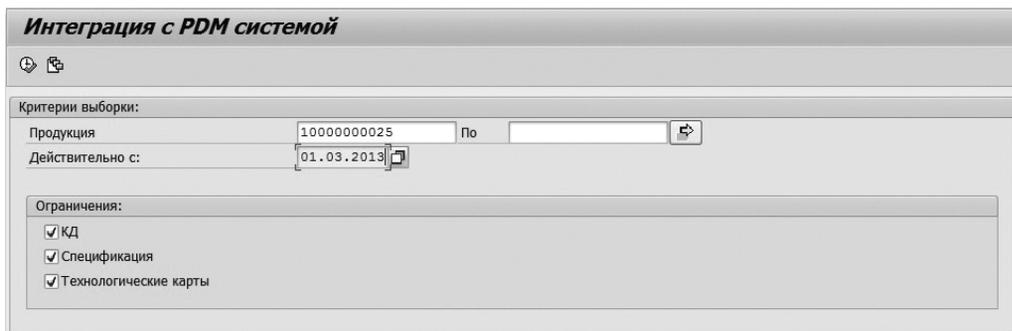


Рисунок 2.

Кроме того, пакетированное решение является задокументированным, предлагаются инструкции пользователей, регламенты, схемы бизнес-процессов. Можно оценить, как выглядят лучшие практики, как реализованы процессы, определить узкие места на конкретном производстве и выяснить алгоритмы работы будущей системы в конкретных обстоятельствах. Наряду с этим, с помощью готовых инструкций, регламентов и бизнес-схем можно планировать, кто и какую ответственность должен нести при формировании и утверждении бизнес-процессов.

– Система аккумулирует лучшие практики по организации бизнес-процессов промышленных предприятий?

– Именно так. Мы демонстрируем это не на слайдах, а на «живой»

системе. Показываем оптимальный вариант организации бизнес-процессов, указываем причины и на конкретных примерах поясняем, почему это реализовано так, а не иначе.

По многим направлениям наше пакетное решение впитало уникальный опыт, полученный нами за продолжительное время работы на рынке России. Помимо основных процессов, наш пакет содержит накопленные нами решения по процессам управления. В частности, при построении системы в части бухгалтерского учета, мы по желанию клиента можем использовать как реализацию на платформе SAP ERPFI, так и на платформе 1С, на случай, если 1С выбрана у заказчика стандартом для бухгалтерского учета. При этом, пакет уже содержит интерфейс, обеспечивающий передачу необходимых данных из системы управления предприятием – SAP в учетную бухгалтерскую систему на базе 1С.

– Сколько времени занимает внедрение решения, если учесть, что иногда заказчику приходится перестраивать имеющиеся бизнес-процессы?

– Если разница между тем, что предлагается в пакетированном решении, и желанием или потребностями заказчика составляет не более 10–15%, то внедрение занимает до полугода. Когда выясняется, что расхождение существенное, то требуется, как правило, не менее девяти месяцев – стандартный классический цикл. Ведь функционал решений SAP, как известно, очень широк.*

ООО «Т-Системс СиАйЭс»

Россия, 107078, Москва
Орликов переулок, д. 2,
Телефон: +7 495 644-47-00
Факс: +7 495 644-48-00
e-mail: info@t-systems.ru
www.t-systems.ru

Бизнес с «Автопилотом»

статья
подготовлена

В. Ромашин,
System Architect

ПОВЫСИТЬ ЭФФЕКТИВНОСТЬ УПРАВЛЕНИЯ ЗАКАЗАМИ

Сегодня производственные предприятия все активнее отказываются от выпуска типовой продукции, ориентируясь на индивидуальные заказы. Как следствие, номенклатура разрастается, оформление заказов и расчет конечной стоимости усложняется, чему весьма способствует использование для этих целей традиционных таблиц Excel. Очевидно, что заложенные в них формулы безотказно работают лишь до тех пор, пока объем заказов не велик, а их сложность – незначительна. При превышении определенного объема, как правило, начинаются проблемы, типичная из которых – незаметное глазу «пропадание» формул из ячеек, грозящее системными ошибками.

Компания теряет деньги из-за неверно рассчитанной стоимости. Теряет время, необходимое на «пересогласование» заказа. А, в конце концов, теряет и клиента. Обманчивая легкость использования Excel сыграла дурную шутку.

УПРОСТИТЬ ХРАНЕНИЕ И ДОСТУПНОСТЬ ТЕХДОКУМЕНТАЦИИ

Многовариантность номенклатуры – «беда» любого небольшого или масштабного производства. Самая простая деталь может иметь множество вариантов, оттенков, вариантов покрытий, отделки, креплений. В идеале, к каждому из изделий прилагается свой чертеж, технологическая и конструкторская документация, за сохранностью которой порой очень сложно уследить.

Наконец, индивидуальный заказ отправляется в производство, полностью несущее ответственность за то, когда и каким изделие сойдет с конвейера. Чтобы гарантировать его качество и сроки изготовления, начальник производства и мастера тратят массу времени, отслеживая каждый этап. То есть высококвалифицированные работники теряют время, занимаясь низкоквалифицированным трудом, потому что иного выхода у них нет.

Мы предлагаем новое решение.

Программа АвтоПилот F позволяет «прикреплять» к каждому заказу необходимый пакет документации, который попадает в производство только после проверки и утверждения. Доступ к нужному документу работники получают через компьютерные терминалы, установленные на рабочих местах.

Рабочие избавлены от изнуряющего поиска и сверки чертежей, руководители производства сосредотачиваются на своей непосредственной деятельности. Компания получает довольных клиентов без претензий к качеству изготовления своего заказа.

Мы предлагаем новое решение.

Программа АвтоПилот F имеет удобную в использовании и надежную систему управления заказами. Все они принимаются в единой информационной среде, стоимость рассчитывается автоматически по заданным формулам. При желании клиенты могут сами формировать заказ и отправлять его на согласование.

Качество обработки заказов растет, скорость учета и достоверность стоимости – гарантированы, а клиенты – удовлетворены и довольны полученным результатом.



КОНТРОЛИРОВАТЬ КАЖДЫЙ ЭТАП ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИЗДЕЛИЯ

Для многих руководителей процесс движения заказа в производстве – своеобразная «игра в прятки» из-за невозможности оперативно узнавать, на каком этапе изготовления находится то или иное изделие. Поиск актуального звена технологической цепочки, как минимум, отнимает время, а как максимум, плодит новые проблемы: от сложностей при расчете труда «сдельщиков» до отправки клиенту не того товара. Сбой на последнем этапе бьет не только по карману, но и по репутации компании-производителя. Компания – в проигрыше, а клиент снова недоволен.

Мы предлагаем новое решение.

Программа АвтоПилот F оснащена системой персонафицированного контроля движения заказа на каждом этапе производства. С помощью штрих-кодов можно отслеживать путь изделия, автоматически начисляя зарплату «сдельщикам» за каждую операцию.

Следить за технологическими этапами возможно как в режиме онлайн, так и распечатывая графики для наглядности. Поскольку система соединена с модулем расчета сдельной части зарплаты, то после завершения этапа работнику сразу начисляется его заработок. Возможно автоматическое информирование клиентов об этапах исполнения заказа (готовность, отгрузка) по E-mail или SMS.

Наконец, контроль отгрузки с использованием штрих-кодов позволяет гарантировать точность формирования заказа, позволяя отправлять клиенту именно ту продукцию, которую он ждет.

от F

ПРОСТО И ЛЕГКО

- Установить в "Облаке"
- Внедрить и пользоваться
- Интегрировать с 1С и станками с ЧПУ

Учет выработки по рабочим

Хранение конструкторской документации

www.ipositron.ru

ОПЕРАТИВНО ПОЛУЧАТЬ ОТЧЕТЫ О ФИНАНСОВОМ ПОЛОЖЕНИИ

Наглядность и точность финансовых отчетов, а также оперативное внесение данных по дебиторской и кредиторской задолженностям имеют огромное значение для компаний любого размера. И почти каждому руководителю знакомы проблемы, связанные с несистемностью отображения и представления данных, ошибками при ручном формировании отчетов в Excel, долгим временем формирования данных в учетных системах. Пока бухгалтер проводит документы, реальная ситуация может серьезно поменяться, ведь отчет доходит до руководителя намного позже окончания отчетного периода. Это все равно, что прийти за покупками в магазин сейчас, обладая информацией об объеме кошелька месячной давности. Довольно просто представить трагизм ситуации, когда на расчетных счетах компании в нужный момент не оказывается достаточного количества средств.

Мы предлагаем новое решение.

Программа АвтоПилот F позволяет оперативно формировать управленческую отчетность, которая может быть гибко использована для решения различных задач. Так, грамотно настроенная отчетность и элементы автоматизации позволят контролировать корректность и своевременность выставления счетов на оплату, планировать график поступления денег на расчетные счета. В этом помогут и автоматические SMS уведомления о предстоящих платежах.

Немаловажным аргументом в пользу нашего продукта можно считать минимизацию влияния человеческого фактора на подготовку отчетов и их передачи на мобильные устройства лиц, принимающих решения.*

**Автопилот F поможет поднять бизнес
на новую высоту!**

Федеральный фонд промышленных каталогов

Федеральный информационный фонд отечественных и иностранных каталогов промышленной продукции (ФИФ ПК, или сокращенно – ФФПК) является уникальным информационным ресурсом государственной системы научно-технической информации (ГС НТИ), созданным с целью обеспечения заинтересованных специалистов новейшей информацией о промышленном оборудовании, приборах, материалах, товарах народного потребления, производимых российскими и зарубежными фирмами.



Фонд включает в себя каталоги, программы производства, проспекты, фирменные справочники, официальные каталоги фирм более чем из 80 стран мира. Объем фонда в настоящее время составляет около 1 млн. документов.

Комплектование фонда осуществляется в сотрудничестве с органами научно-технической информации и фирмами России, стран СНГ, а также при участии торговых представительств различных стран, представительских, посреднических фирм и фирм-производителей.

ИСТОРИЯ ФОНДА

- Фактически фонд был основан в далеком 1956 году на базе отдела промышленных каталогов в составе Государственной библиотеки им.Ленина, затем до 1981 года функционировал в составе Государственной научно-технической библиотеки СССР (ГПНТБ).

- В 1973 году Фонд, как составная часть ГС НТИ, был включен в Программу ГКНТ СССР, по которой технологические процессы научно-аналитической обработки каталожной информации были автоматизированы на основе применения ЭВМ типа «МИНСК».

- С 1981 года входил в состав Российского научно-исследовательского института проблем машиностроения. РосНИИПМ комплектовал документальный политематический фонд отечественными и иностранными каталогами, фирменными справочниками, программами производств и прочей информацией на оборудование, машины, приборы и материалы, участвовал в комплектовании фондов каталогов в центрах научно-технической информации (ЦНТИ) Росинформресурса и республиканских и областных научно-технических библиотек оригиналами каталогов со справочно-поисковым аппаратом на бумажных и электронных носителях, на микрофишах.

- Постановлением Правительства РФ от 24 июля 1997 года № 950 Фонд был отнесен к Федеральным органам научно-технической

информации, и, таким образом, является частью Федерального информационного ресурса страны.

• Распоряжением Правительства РФ от 31 декабря 1999 года № 2172-р формирование, ведение и организация использования Фонда была возложена на государственное научно-исследовательское учреждение «Российский научно-исследовательский институт информационных технологий и систем автоматизированного проектирования».

ФОНД СЕГОДНЯ

В настоящее время функционирует современная автоматизированная информационно-поисковая система ведения фонда ФФПК, регулярно выпускаются различные информационные материалы.

Продуктами ФФПК являются:

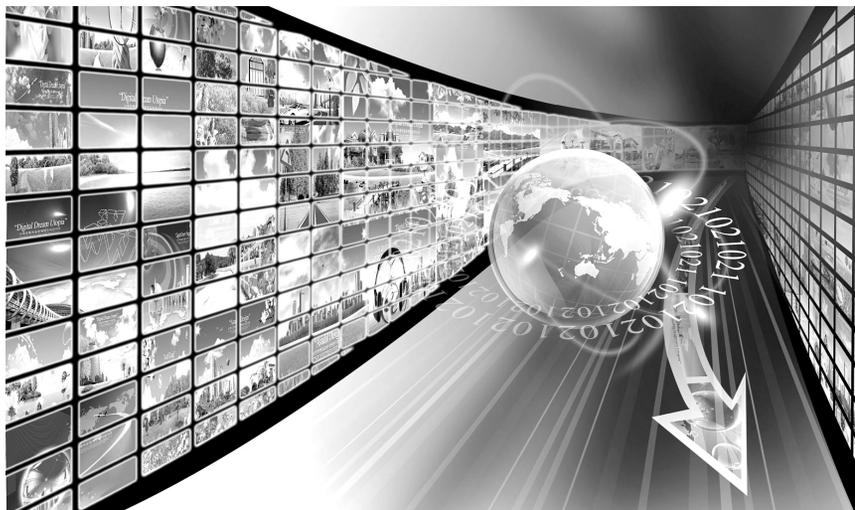
- Ежемесячные издания библиографической информации по 11 тематическим сериям:

1. Электротехника. Радиотехника. Связь.
2. Приборы. Средства автоматизации. Системы управления промышленными объектами.
3. Средства оргтехники. Банк и офис. Вычислительная техника. Полиграфия и фотокинотехника.
4. Энергетическое оборудование. Энергетика и ядерная техника.
5. Металлообработка. Деревообработка. Робототехника. Горно-шахтное и металлургическое оборудование.
6. Оборудование для химической, нефтяной, целлюлозно-бумажной промышленности.
7. Технические средства и системы безопасности. Медицинская техника. Фармацевтическое оборудование.
8. Машины и оборудование для легкой, пищевой промышленности, сельского и лесного хозяйства. Тара и тароупаковочное оборудование. Ветеринарное оборудование.
9. Транспорт. Подъемно-транспортное и складское оборудование.
10. Машины и оборудование для торговли и общественного питания. Бытовые машины и приборы. Товары культурно-бытового назначения.
11. Строительные, дорожные и коммунальные машины и оборудование. Строительные материалы и конструкции.

- CD-диски с тематическими сборниками каталогов

- Аналитические и другие издания.

Давним традиционным партнером фонда ФФПК является международный журнал



«Проблемы машиностроения и автоматизации» (www.ritar-pma.ru), включенный в Перечень ведущих рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертации на соискание ученой степени доктора или кандидата наук.

Тематические базы данных пополняются ежемесячно (в среднем до 1,5 тыс. документов с описанием продукции) на протяжении многих лет, поэтому они уникальны по своему составу и полноте систематизированной информации.

Фонд на бесплатной основе принимает информацию о промышленной продукции от производственных и торговых фирм для внесения новых данных в свои информационные базы с целью их систематического пополнения (с последующим обеспечением данной информацией всех заинтересованных субъектов).

Информационные ресурсы ФФПК могут оказаться достаточно востребованными в процессе совершенствования производственных процессов и адаптации к новым технологическим и экономическим условиям, в которых успех зависит, в том числе, от инициативы и своевременного и качественного информационного обеспечения.



статья

■ А. Ширинкин,

подготовлена

директор по проектам внедрения систем непрерывного совершенствования НП «Центр «Кайдзэн», г. Пермь

Совершенствование без границ

В японском языке слово «кайдзэн»* означает «непрерывное совершенствование». Кайдзэн – это образ мышления, подразумевающий постоянное наблюдение за каким-либо процессом с целью выявления потерь, отклонений, ошибок, с последовательным улучшением при вовлечении в процесс совершенствования всех участников. При этом не важно, в какой области – будь то работа, личная жизнь, окружающее пространство. Нас интересует, конечно же, применение системы кайдзэн в бизнесе.

НЕМНОГО ИСТОРИИ

Читатели журнала – люди образованные, и наверняка знают, что философия кайдзэн стала широко применяться на японских предприятиях в период восстановления после Второй мировой войны. Самое известное из этих предприятий – «Тоюта», используя принципы кайдзэн, стала одним из лидеров мирового автомобилестроения и главным адептом распространения философии непрерывного совершенствования по всему миру.

Намного меньше тех, кто знает, что в основе кайдзэн собраны все лучшие мировые системы оптимизации предприятий, в том числе, принципы научной организации труда, применяемые на предприятиях Советского Союза. Поэтому система «кайдзэн» для России не новое, а хорошо забытое старое, только улучшенное практикой лидирующих мировых компаний США, стран Европы и Японии за последние 100 лет.



Еще одно название этой системы, которое закрепилось на территории России, – «бережливое производство» или «инструменты бережливого производства». Применяя данные инструменты, предприятия, повышают эффективность за счет сокращения издержек, сроков производственных циклов и повышения качества готовой продукции/услуг.

ПРИНЦИПЫ КАЙДЗЭН

Если коротко, то кайдзэн является одним из ключевых направлений в активизации персонала компании на пути к созданию производственной

системы, то есть реализует осознанную тягу человека к переменам и улучшениям, когда он не может равнодушно смотреть на ситуацию, требующую улучшений. Развитие у сотрудников мышления в духе кайдзэн основано на принципах:

- постоянный анализ (разбор) ошибок;
- способность видеть и устранять потери;
- создание эффективных и безопасных рабочих мест;
- поиск первопричин возникших проблем;
- способность решать (ликвидировать) проблемы.

При этом каждый из принципов можно также разделить на отдельные подзадачи, шаги, пункты, этапы и так далее. И каждый принцип включает в себя огромный научно-обоснованный и проверенный на практике набор инструментов по его воплощению.

Принципы кайдзэн применимы к любой отрасли и компании. Внедрять можно всю систему полностью или только те инструменты, которые необходимы для решения актуальных задач по повышению эффективности.

ЭФФЕКТ ОТ ВНЕДРЕНИЯ

Давайте рассмотрим очень простой пример: на предприятии внедрили культуру производства. Какой мы получили эффект? В чистоте и опрятности повышается работоспособность, настроение и, как результат, производительность сотрудников. Всем понятно, что и где взять, куда положить. Естественно, исполняя свои обязанности сотрудники этого предприятия будут намного эффективнее.

Другая сторона – повышение имиджа предприятия для внешних партнеров. Больше договоров на поставку, больше прибыли. По опыту, только лишь от внедрения культуры производства эффективность предприятия возрастет на 10-15%.

Еще примеры из практики. Предприятие внедрило у себя организацию эффективных рабочих мест на 85 %. В результате получили улучшение внутреннего качества выполнения производственных операций на 80 %.

Другая компания, которая еще активнее внедряет кайдзэн, сотрудничает с компанией Toyota, за первый год работы получила снижение себестоимости продукции на 40 %, на 30 % повысила производительность труда.

Конечно же, все эти цифры и проценты очень индивидуальны и зависят от активности



самой компании. Когда руководитель настроен решительно, привлекает к процессу всех своих сотрудников, тогда и результаты выше. Улучшения могут проявляться как по всем направлениям, так и в каком-то одном, например, в сокращении запасов или в сокращении производственного цикла.

Если же внедрять комплексно всю систему, как это делает, например, Toyota, то эффективность деятельности компании возрастает в разы.

Опять же, из опыта, те компании, которые проходят трехлетний цикл активного внедрения бережливого производства, становятся конкурентоспособными и востребованными на мировом рынке.

КАК ВНЕДРЯТЬ?

Если вы решили, что готовы развивать свое предприятие, в самую первую очередь нужно посетить, хотя бы 1-2 семинара на тему «кайдзэн». Можно, конечно, начать внедрять бережливое производство и самостоятельно, не обращаясь за помощью к специализированным компаниям. Однако посетить пару семинаров для составления более четкого представления о системе и ее принципах всё же следует. Это первый шаг.

Второе – создать рабочую группу, команду, которая будет продвигать вместе с вами новые



принципы в компании, и обучить ее, либо самостоятельно, либо, опять же, на курсах, чтобы люди понимали, что они делают и для чего.

Третий этап – определение показателей, по которым будут отслеживаться все изменения. Такими критериями могут быть оценка культуры производства, оценка производительности труда на одного сотрудника, процент качества, количество реализованных заказов точно в срок и т.д. Всё, что показывает развитие вашего предприятия, должно войти в этот список.

И четвертый этап. Вы должны идентифицировать исходное состояние вашего предприятия, т. е. рассчитать/записать первоначальные значения определенных на третьем этапе показателей. Иначе говоря, однозначно определить ваше исходное состояние.

А дальше следует ежедневная целенаправленная работа. Вначале организация эффективных рабочих мест и внедрение культуры производства. Параллельно с ними должно идти решение всех существующих на предприятии проблем (от простого к сложному).

После того, как к предыдущим работам подключены все сотрудники предприятия, можно переходить к оптимизации производственных процессов – сокращать сроки изготовления. Средняя продолжительность изменения образа мышления у сотрудников – от 1 года до 3 лет. Есть компании, которые за это время добиваются сокращения цикла производства в 2 раза и более.

Сегодня предприятия России еще не раскрыли свой потенциал до конца – резервы колоссальны и в обеспечении качества и производительности. Главное - найти правильный подход к сотрудникам и сохранить преимущества на долгосрочную перспективу...

В следующих выпусках журнала мы с вами рассмотрим подробно разные этапы и методы системы «кайдзэн». Для особо нетерпеливых я советую начать изучение с прочтения книг, список которых представлен ниже.

Использованная литература:

- 1. Всеобщая производственная система Тойоты (Total Toyota Production System), 2012 г., авторский коллектив корпорации «Тойота инжиниринг»*
- 2. Всеобщая система управления (Total Management System), 2012 г., авторский коллектив корпорации «Тойота инжиниринг»*
- 3. Алексей Гринин. «Управление заводом в стиле кайдзен. Как снизить затраты и повысить прибыль», 2012 г.*
- 4. Тайити Оно. «Производственная система Тойоты», 2005 г.*
- 5. Сергей Филиппов, Сергей Турусов, Валерий Волянский, Михаил Эренбург. «Сломай стереотип! Производственная система Братского алюминиевого завода», 2010 г.*