
**Анализ особенностей построения
системы автоматизации
производства
химико-технологического типа
(MES системы)**

**Заведующий лабораторией
методов автоматизации производства,
д. т. н., проф. Э.Л. Ицкович**

**Институт проблем управления им. В. А.
Трапезникова Российской Академии наук
(ИПУ РАН)**

ИПУ-КОНСАЛТИНГИПУ-КОНСА

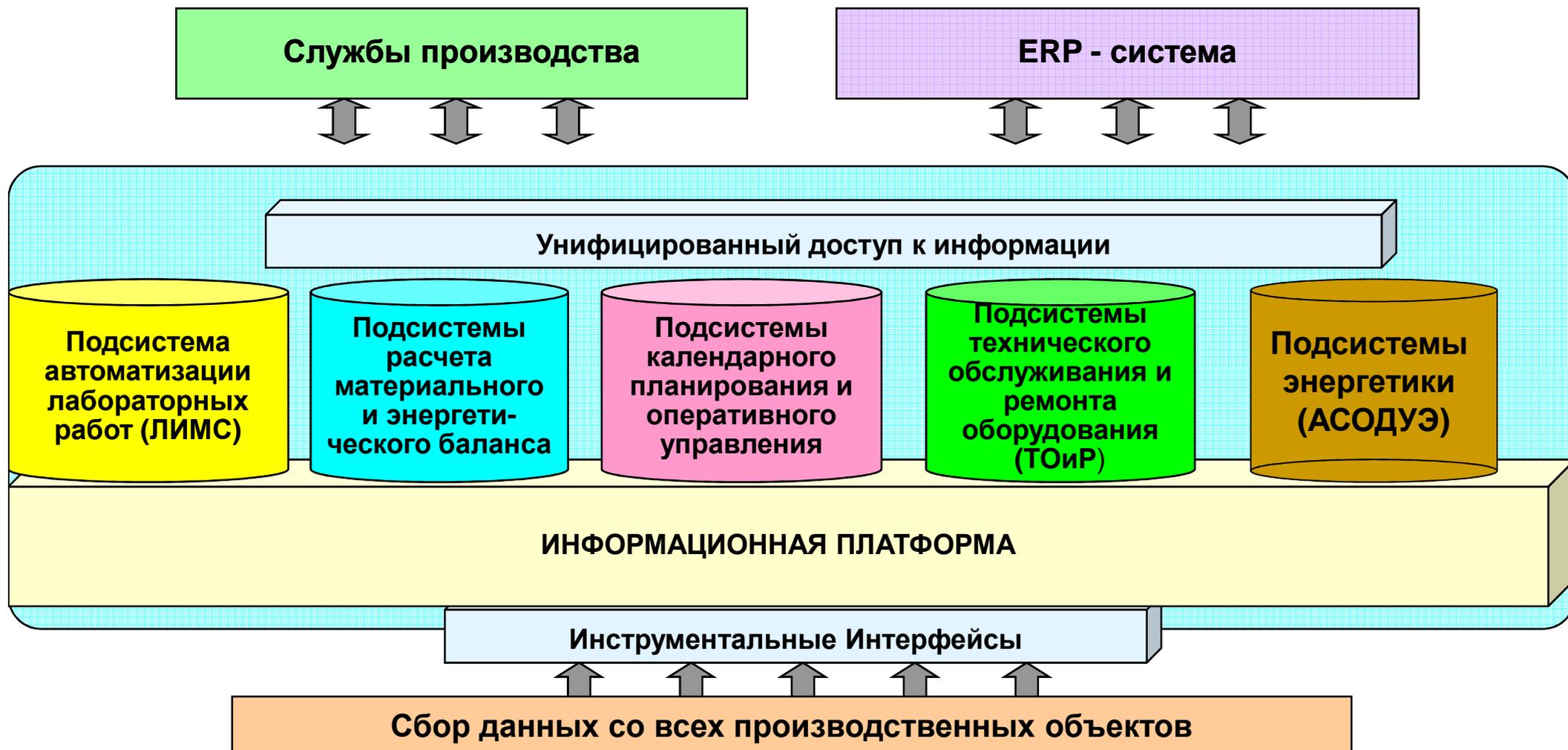
Функциональные компоненты MES-системы по стандарту MESA и их отличия от реальности химико- технологических производств Стандарт MESA

- 1. Контроль состояния и распределения производственных ресурсов.**
- 2. Диспетчеризация производства.**
- 3. Сбор информации о ходе производства и хранение данных.**
- 4. Управление персоналом в режиме реального времени.**
- 5. Анализ и управление качеством продукции.**
- 6. Управление производственными процессами**
- 7. Слежение за местом и временем выполнения работ по изделиям.**
- 8. Сравнение план/факт (анализ производительности).**

Реальные функциональные компоненты MES-системы

- 1. Сбор, хранение и обработка данных о ходе производства (информационная платформа MES-системы).**
- 2. Сведение материальных и энергетических балансов.**
- 3. Анализ качества (ЛИМС).**
- 4. Обслуживание и ремонт оборудования (система ТОиР),**
- 5. Учет и управление энергоресурсами (АСОДУЭ).**
- 6. Календарное и оперативное управление производством.**

Общая структура системы автоматизации производства



Информационная платформа MES-системы

Основные конкурирующие поставщики:

Фирма AspenTech, предлагающая информационную систему на базе пакетов Aspen Tank и Operations Manager.

Фирма Honeywell, предлагающая информационную систему на базе пакетов программ Uniformance, Production Tracker и Workcenter.

Фирма Invensys, предлагающая информационную систему на базе пакета InFusion.

Фирма Siemens, предлагающая информационную систему на базе пакета Simatic IT Historian.

Фирма Yokogawa, предлагающая информационную систему на базе пакета Exaquantum.

Фирма Индасофт, предлагающая информационную систему на базе пакета PI System разработки компании OsiSoft.

Отличия инструментальных пакетов разных фирм:

-объемы библиотек типовых алгоритмов обработки данных и шаблонов документов;

-широта возможностей пользователей по поиску нужной информации;

-разница формы оплаты пакета.

Информационная платформа MES-системы

Текущее состояние:

Наличие сырых исходных ежесекундных данных от ряда технологических установок, оснащенных современными РСУ.

Масса данных, вводимых с ручных пультов операторами установок, складов и резервуаров, узлов учета.

Выдача всем службам производства, в основном, только копий мнемосхем и трендов с рабочих станций операторов установок.

Отсутствие полного контроля работы производства.

Недостаток учетных данных о работе установок.

Отсутствует переработанная для различных служб производства информация о текущем ходе производства, необходимая им для принятия решений.

Нет возможности получения персоналом производства оперативных справок и отчетов любых форм о работе производства.

Отдельные формируемые документы повторяют форму существующих при их ручном составлении.

Информационная платформа MES-системы

Необходимое состояние:

- работа технологических установок: их средние, максимально/минимальные, суммарные, статистические, учетные (производительность, качество) показатели за заданные интервалы времени;
- удельное потребление различных энергоресурсов, фиксация работы отдельных единиц оборудования (их наработки, интервалов отключения, текущего состояния), существующие энергетические и материальные потери;
- сообщения о нештатных ситуациях на производстве, требующие внимания отдельных служб производства;
- наименования и количество перемещенных компонентов по массе и объему за заданные интервалы времени и фиксации операций и маршрутов перекачки сырья, компонентов, готовой продукции;
- наличные запасы в складах и в резервуарах всех резервуарных парков в заданные моменты времени;
- расчетные соотношения “план-факт” по отдельным заданным плановым показателям и прогноз этих значений на конец планового периода;
- ключевые показатели текущей работы всего производства.

Информационная платформа MES-системы

Требующие решения проблемы:

-анализ работы всех служб предприятия, работа которых зависит от текущего состояния производства: руководства предприятия, планового, производственного, технологического, технического, диспетчерского отделов, служб механики, энергетики, КИПиА, начальников цехов с точки зрения их рационального взаимодействия с информационной платформой;

-разработка для отдельных классов производств рациональных типовых форм протоколов, текстовых отчетов, таблиц, диаграмм, графиков, мнемосхем, трендов, справок для различных подразделений предприятия;

-создание различных форм и алгоритмов прогноза фактических ключевых показателей работы установок, цехов, производства, учитывающих возможные варианты их поведения.

Система автоматизированного сведения балансов

Основные конкурирующие поставщики:

Фирма AspenTech, предлагающая систему расчета баланса Advisor.

Фирма Honeywell, предлагающая систему расчета баланса Production Balance.

Фирма Invensys, предлагающая систему расчета баланса ARPM.

Фирма Индасофт, предлагающая систему расчета баланса I-DRMS.

Отличия систем разных фирм:

Программы всех фирм реализуют расчет баланса в интерактивном режиме методом наименьших квадратов (квадратичное программирование), но значительно разнятся построением модели баланса, обработкой исходных данных, видом и числом ограничений, используемых при решении.

Система автоматизированного сведения балансов

Текущее состояние:

Примерные размеры задачи материального баланса:

- число искомых переменных - свыше тысячи;
- число не измеряемых приборами расходов - 20-25%;
- число мест сверхнормативных потерь - порядка 20-30.

Недостатки системы при расчете материального баланса:

- неполный и недостаточно жесткий набор ограничений при решении задачи квадратичного программирования;
- неточные исходные данные по движению сырья, полуфабрикатов, готовой продукции, а также по объему (массе) компонентов в ряде складов и резервуаров.

Отсутствие использования системы для:

- расчета баланса по электро- и теплоресурсам;
- определения потерь энергоресурсов и мест их

ВОЗНИКНОВЕНИЯ.

Система автоматизированного сведения балансов

Необходимое состояние:

- достаточный набор исходных датчиков;
- отсутствие приближенных ручных замеров.

Необходимые ограничения при решении задачи:

- коммерческие расходы фиксированы и не могут корректироваться;
- значения исправных датчиков могут корректироваться в пределах $\pm 2\sigma$;
- получаемые потери не могут превышать возможных по технологическим условиям;
- объемы масс в складе и резервуаре не могут превышать конструктивных размеров;
- все переменные не могут быть отрицательными.

Система автоматизированного сведения балансов

Требующие решения проблемы:

- оценка максимально достижимой точности сведения баланса при использовании существующего приборного парка,
- определение производственных точек, в которых не хватает приборов для расчета баланса,
- выбор класса вновь приобретаемых приборов для более точного расчета баланса.

Системы мониторинга, учета, управления электро- и теплоресурсами (АСОДУЭ)

Основные поставщики АСОДУ электроэнергии, тепла, пара, сжатого воздуха, воды, газа:

Многочисленные российские организации:

- проектные институты данной отрасли,
- «системные интеграторы»,
- дилеры ряда зарубежных фирм, поставщиков электро- и теплоаппаратуры (например, фирм ABB, Siemens и др.).

Отличия внедряемых систем:

- набор реализуемых функций и используемых датчиков;
- структура системы и ее взаимосвязей;
- наличие и объем дистанционного мониторинга, диагностики и управления энергообъектами.

Системы мониторинга, учета, управления электро- и теплоресурсами (АСОДУЭ)

Текущее состояние:

Ограниченность существующих систем функциями контроля и учета энергии только на энергетических объектах.

Замкнутость на диспетчера энергосистемы без оперативной связи с производством.

Отсутствие оперативного учета энергии по технологическим установкам и выдачи текущих данных учета операторам установок.

Слабая проработка мониторинга текущего состояния и диагностики оборудования энергетических объектов.

Недостаточная автоматизация, а чаще полное отсутствие дистанционного управления энергетическими объектами.

Системы мониторинга, учета, управления электро- и теплоресурсами (АСОДУЭ)

Необходимое состояние:

Непосредственный, не реже часового, учет всех энергоресурсов по каждой установке с выдачей данных оператору установки.

Дистанционный мониторинг состояния основного оборудования на энергетических объектах и его диагностика.

Централизованное управление энергообъектами.

Информационная связь АСОДУЭ со всеми АСУ ТП и с информационной платформой MES системы.

Расчет энергетических балансов, потерь и мест их возникновения.

Системы мониторинга, учета, управления электро- и теплоресурсами (АСОДУЭ)

Требующая решения проблема:

На основе:

- моделей потребления энергоресурсов установками с учетом разных вариантов их работы,
- заданного плана производства,
- наличных цен на отдельные виды ресурсов

Следует определить оптимальный (минимальный) по стоимости план приобретения и выработки различных видов ресурсов.

Система обслуживания и ремонтов оборудования (ТОиР)

Основные конкурирующие поставщики

А. По системе ТОиР:

Фирма Datastrim, предлагающая систему ТОиР - Datastrim.

Фирма MRO Software, предлагающая систему ТОиР - IBM MAXIMO.

Фирма Invensys, предлагающая систему ТОиР – Avantis Pro.

Фирма DP Solution, предлагающая систему ТОиР - iMaint.

Фирма СпецТек, предлагающая систему ТОиР - TRIM.

В. По системе мониторинга и диагностики оборудования:

Фирма Invensys, предлагающая анализатор волн напряжений – SWAguard.

Фирма GE, предлагающая систему общей диагностики - System 1.

Фирма ВАСТ, предлагающая виброакустическую систему - Dream32.

Фирма Интерюнис, предлагающая коррозионный мониторинг - ККМ.

Отличия внедряемых систем:

А. По системе ТОиР:

- разный состав функций по обслуживанию и ремонтам оборудования;
- разный охват задач логистики, закупки ЗИП, хранения запасов, занятости ремонтного персонала;

В. По системе мониторинга и диагностики оборудования:

- полнота мониторинга отдельных классов оборудования;
- глубина анализа состояния и наличие рекомендательных функций.

Система обслуживания и ремонтов оборудования (ТОиР)

Текущее состояние:

- не сформирована полноценная БД электронных паспортов оборудования различных классов с данными по их эксплуатации, неисправностям, ремонтам;
- не распространен на все основное оборудование контроль его текущего состояния и диагностика, а имеющиеся системы диагностики оборудования не используются в полной мере;
- отсутствует автоматизированный подсчет часов наработки отдельных единиц оборудования и автоматизированный анализ работы КИП и систем регулирования;
- ППР проводятся по временному графику и по наработке, а не по текущему состоянию.

Система обслуживания и ремонтов оборудования (ТОиР)

Необходимое состояние:

- автоматизированный подсчет часов наработки отдельных единиц оборудования;
- охват всего основного оборудования системами мониторинга и диагностики;
- автоматизированный анализ работы КИП и систем регулирования;
- создание полноценных электронных паспортов оборудования и истории его эксплуатации;
- полный переход ППР с временных графиков на графики, базирующиеся на текущем состоянии оборудования;
- расширение системы автоматизации на все функции ТОиР.

Система обслуживания и ремонтов оборудования (ТОиР)

Требующие решения проблемы:

- разработка методов и алгоритмов прогнозирования сроков необходимых ремонтных работ отдельных единиц оборудования по тенденциям изменения во времени наблюдаемых параметров его состояния;**
- автоматическое составление рационального плана и построение графика ремонтных работ (получение диаграммы Ганта) по данным о текущем состоянии отдельных единиц оборудования.**

Лабораторная информационная система (ЛИМС): Основные конкурирующие поставщики:

Фирма LabWare, предлагающая систему –
LabWare Lims.

Фирма STARLIMS Corporation, предлагающая систему –
STARLIMS.

Фирма Thermo Fisher, предлагающая систему –
SampleManager.

Фирма Индасофт, предлагающая систему – ЛИС-I-LDS.

Отличия внедряемых систем:

- число и полнота реализуемых функций;
- интеграция с определенными классами анализаторов;
- структурные ограничения и развитие взаимосвязей с внешними системами.

Лабораторная информационная система (ЛИМС): Текущее состояние:

- совершенно недостаточная связь системы с анализаторами, имеющими цифровой выход, и отсутствие автоматической обработки их результатов;**
- недостаточно оперативное проведение внеплановых анализов;**
- отсутствие взаимосвязи через ЛИМС лабораторного персонала с технологическими службами цехов.**

Лабораторная информационная система (ЛИМС)

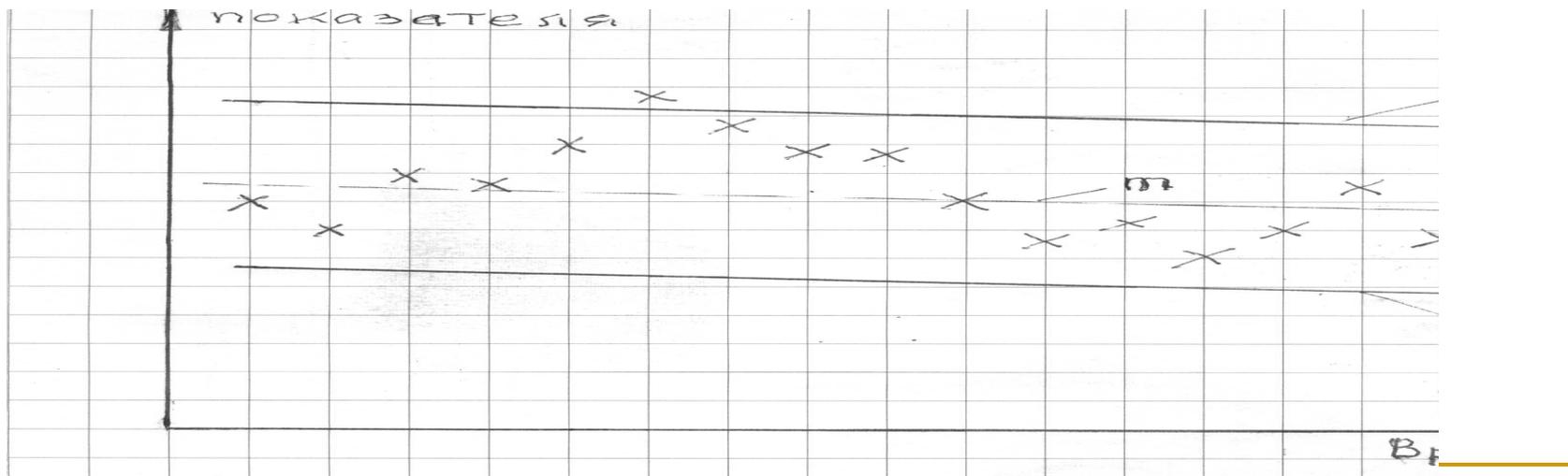
Необходимое состояние:

- четкая автоматизированная фиксация времени взятия проб для анализов с точностью до минуты;
 - вычисление среднего времени работы с отдельными пробами (времени от взятия пробы до выдачи результатов ее анализов) за заданный интервал (например, за месяц);
 - интеграция цифровых анализаторов с ЛИМС и полная автоматизация расчета результатов анализов;
 - оперативная рассылка через информационную платформу результатов анализа службам производства и операторам установок.
-

Лабораторная информационная система (ЛИМС)

Требующие решения проблемы:

- использование контрольных карт (карт Шухарта и коммулятивных сумм) для прогнозирования и технологической коррекции режимов работы установок;
- построение виртуальных анализаторов методом авторегрессии на базе лабораторных замеров;
- составление оптимального календарного плана работы лаборатории.



Системы календарного планирования и оперативного управления производством

Основные конкурирующие поставщики:

Фирма AspenTech, предлагающая систему календарного планирования Scheduler Orion.

Фирма Honeywell, предлагающая систему календарного планирования Production Scheduler.

Фирма M3 Tech, предлагающая через дилера Yregion систему календарного планирования SIMTO Scheduling.

Отличия систем календарного планирования разных фирм:

Совершенно разные по методу и алгоритму решения задачи:

-интерактивный подбор имитационным моделированием;

-оптимизация плана целочисленным программированием;

-расчет плана линейным программированием аналогично системам объемного планирования PIMS и RPMS.

Предложений по автоматизации оперативного управления производства нет.

Системы календарного планирования и оперативного управления производством **Текущее состояние.**

В настоящее время,
кроме оптимизации рецептур смешения компонентов,
задачи календарного планирования и оперативного
управления производством на российских заводах
рассматриваемого класса
не используют автоматизированных решений.

Сопоставление предложений разных фирм невозможно из-за
наличия о них только рекламных материалов и сведений об
их внедрениях на зарубежных предприятиях.

Системы календарного планирования и оперативного управления производством

Чем чаще корректируется объемный месячный план (конкурентная необходимость), тем эффективнее автоматизация календарного плана и оперативного управления.

Требуемое состояние.

На уровне календарного планирования необходимо автоматизировано составлять:

- суточные и сменные графики работы производства по цехам и установкам, удовлетворяющие текущему плану и имеющимся производственным ограничениям;**
- суточные и сменные графики объемов и оптимальных рецептов смешения продуктов (режим off –line).**

На уровне оперативного управления необходимо реализовать:

- компьютерную поддержку диспетчерского управления производством;**
- автоматическую оптимизацию реализации заданной рецептуры с применением поточного анализатора (режим on-line).**

Системы календарного планирования и оперативного управления производством

Требующие решения проблемы:

- разработка метода компьютерной поддержки принятия решений на уровне оперативного управления (типа «что, если»);**
- анализ возможностей использования известных моделей технологических установок, применяемых для объемного планирования, в рассматриваемых классах задач;**
- разработка требований к форме и точности моделей технологических установок, необходимых для решения рассматриваемых классов задач, и к практическим способам их получения.**

Технические недостатки построения систем автоматизации производства

Отсутствие объективной концепции построения MES-системы (стратегии, мастер-плана), базирующейся на обследовании текущего уровня автоматизации производства, в которой определены особенности требований к отдельным компонентам MES- системы; к их взаимосвязи между собою, с АСУ ТП, с ERP системой; к рациональной последовательности их внедрения.

Это приводит:

- к неполноте и к не конкретности технических требований на компоненты MES-системы при проведении тендеров и при заключении договоров с исполнителями;
- к недостаточному контролю выполненных проектов при сдаче компонентов в промышленную эксплуатацию;
- к отсутствию в проектах на АСУ ТП ряда средств и функций, необходимых для построения MES-системы.

Организационные недостатки построения систем автоматизации производства

MES-система является человеко-машинной системой управления и ее эффективность существенно зависит от заинтересованности в ее работе персонала предприятия.

Совершенно необходимо:

- обеспечить совпадение критериев работы, заложенных в MES-систему с критериями работы ее пользователей (работников служб производства);
- изменить должностные инструкции персонала и приводить в них конкретные правила взаимодействия с MES-системой;
- пересмотреть системы мотивации каждого специалиста производства, работающего с системами автоматизации, чтобы его мотивация была непосредственно связана с результатами его личного труда и с правильным взаимодействием со средствами автоматизации.