TOMSK POLYTECHNIC UNIVERSITY

Дисциплина: «Системы оперативного управления производствами и предприятиями»

Лекция № 4

Тема: «Примеры MES систем»

Профессор НОЦ И.Н. Бутакова, д.ф-м.н., профессор П.А. Стрижак

E-mail: pavelspa@tpu.ru

Website: http://hmtslab.tpu.ru

Лаборатория моделирования процессов тепломассопереноса

Исследовательская школа физики высокоэнергетических процессов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

2020

MES-система «СКАТ»

Информационная система управления производственными процессами предприятий и корпорации (АО «ТоксСофт», Россия). В основу архитектуры ***СКАТ*** заложены следующие ***технические решения***:

• язык программирования и среды исполнения приложений Java;
• объектная модель представления и хранения данных;
• режим реального времени (РВ).

Архитектура СКАТ – трехуровневая.

1. Нижний уровень – уровень источников и потребителей информации MES-системы. Обмен данными с АСУ ТП осуществляется через OPC, с БДРВ - через интерфейс ODBC.
2. Уровень клиентов СКАТ (диспетчерский уровень) – уровень интерфейсных приложений для создания мнемосхем, графиков, таблиц.
3. Уровень серверов СКАТ – уровень программных модулей по обработке и хранению данных в реляционной БД.

MES-система «СКАТ»

СКАТ поддерживает следующие типы клиентов: АРМ специалиста, сервер задач и консоль администратора. В состав клиента СКАТ входят также исполняемый модуль Ядра клиента СКАТ с системными службами клиента, библиотекой компонентов и клиентом IBoss. АРМ специалиста служит для организации ЧМИ между MES-системой и пользователем. Сервер задач предназначен для выполнения прикладных функций MES -системы (программ обмена данными с другими системами). Консоль администратора является рабочим местом администратора и разработчика MES -системы.

Сервер СКАТ включает базу данных и объектов, системные службы СКАТ и серверные прикладные модули. В состав сервера СКАТ входит исполняемый модуль, ядра сервера СКАТ с системными службами, библиотекой компонентов, сервером IBoss и сервером реляционной БД.

MES-система «СКАТ»

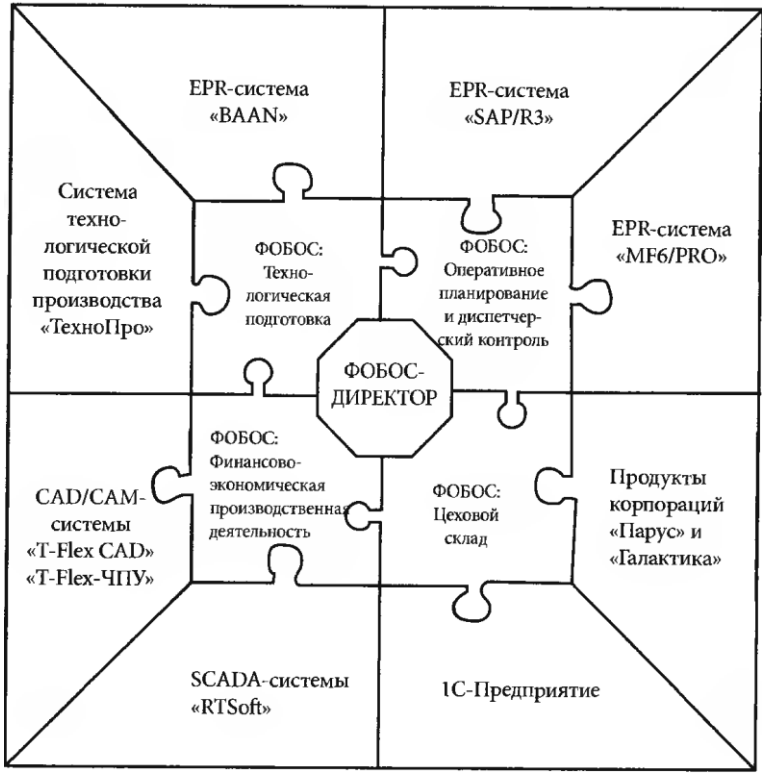
Основой архитектуры СКАТ БД является объектная информационная модель производственного процесса. Для хранения данных в системе используется реляционная БД (MS SQL Server, Oracle, MySQL). Информационная модель базируется на программных модулях «Плагин» и «Задача». Прикладная программа «Плагин» имеет уникальное имя в системе, с помощью которого можно получить к нему доступ со стороны клиента.

«Плагин», который может быть любым классом Java, реализует интерфейс для встраивания его в клиентское приложение. Вложение его в серверный контейнер делает его серверным прикладным модулем.

MES-система «ФОБОС»

MES-система ФОБОС является интегрированной системой технологической подготовки производства, оперативного календарного планирования и диспетчерского контроля. Центральным модулем системы ФОБОС является модуль ФОБОС-директор. Модуль предназначен для контроля за материальными и информационными потоками предприятия. Модуль позволяет отслеживать весь ход выполнения производственного заказа – от разработки, запуска в производство и выполнения заказа в режиме реального времени. Модуль ФОБОС-директор поддерживает интеграцию системы с системами класса ERP, CAD/CAM, SCADA.

MES-система «ФОБОС»



Архитектура MES системы ФОБОС

MES-система «ФОБОС»

Модуль ФОБОС-директор выполняет следующие функции:

- моделирование материальных потоков в условиях различных режимов работы оборудования и сроков заказа;
- гибкая настройка системы на любые заказы производства;
- формирование данных для расчета загрузки оборудования и оптимизации процесса выполнения заказов;
- контроль прохождения заказов на производстве;
- визуализация информационных потоков с данными интегрируемых систем;
- статистическая и экспертная оценка эффективности выполнения производственных заказов, возможность корректировки процесса изготовления на каждом этапе.

Система ФОБОС отвечает требованиям ISO 9000 по управлению процессом производства, идентификации и контролю продукции, имеет возможности корректирующих и предупреждающих воздействий на процесс.

MES-система «ФОБОС»

Основными функциональными компонентами системы ФОБОС являются:

- ФОБОС «Технологическая подготовка».
- ФОБОС «Финансово-экономическая производственная деятельность».
- ФОБОС «Цеховой склад».
- ФОБОС «Оперативное планирование и диспетчерский контроль».

MES-система «ФОБОС»

Функции модуля «Технологическая подготовка»:

- Создание материальных карт на комплекты изготавливаемых и покупных деталей, входящих в состав производимого изделия.
- Создание технологических регламентов процессов обработки изделий с привязкой к имеющемуся оборудованию.
- Автоматизированное нормирование заготовительных операций, а также операций по специальной обработке деталей.
- Создание списка технологических маршрутных карт с указанием трудоемкости и расчетом суммарных затрат на изделие.
- Ведение архива технологических процессов и данных о типовых операциях.
- Нормирование технологических операций (модуль «Деймос») с выбором оснастки, средств измерений и вспомогательных материалов для изготовления изделия.

MES-система «ФОБОС»

Функции модуля «Финансово-экономическая производственная деятельность»:

- Расчет фактической себестоимости изготавливаемой продукции с учетом простоев и ремонтов оборудования.
- Минимизация себестоимости продукции за счет оптимальной загрузки оборудования и эффективного использования задела.
- Составление калькуляции текущих производственных затрат, поддержка программных интерфейсов с системами бухгалтерского и экономического учета.

Функции модуля «Цеховой склад»:

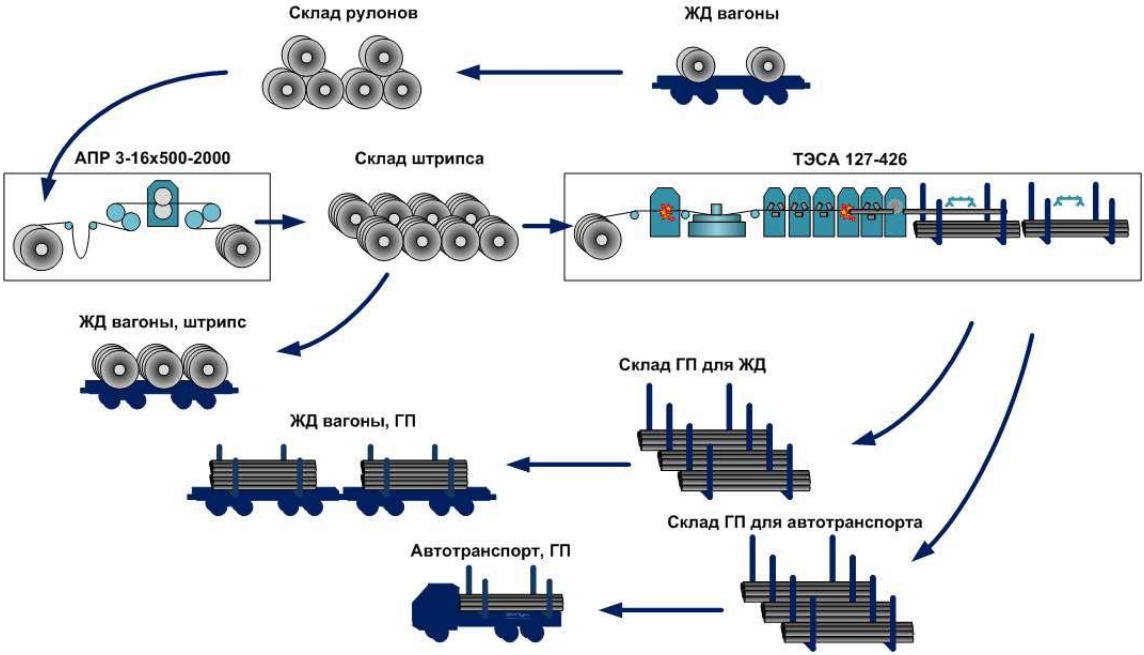
- Управление закупкой недостающих деталей и контроль межоперационных заделов.
- Встроенная подсистема отдела технического контроля (ОТК).
- Учет исправимого и неисправимого брака. Корректировка размеров партий в зависимости от задела.

MES-система «ФОБОС»

Функции модуля «Оперативное планирование и диспетчерский контроль»:

- Оперативное планирование и диспетчерский контроль прохождения заказов осуществляются с помощью расчета оптимального производственного расписания и последующего мониторинга его выполнения. В основу расчета и управления производственным расписанием положен математический оптимизационный аппарат, позволяющий моделировать 100 сценариев по выбранным значениям критериев оптимизации.
- Создание и корректировка производственных планов цеха.
- Расчет производственного расписания загрузки оборудования и представление его в виде таблиц, графиков и диаграмм.
- Формирование сменно-суточных заданий на рабочее место.
- Формир. опер. маршрутных карт с контролем их прохождения.
- Автоматизированный контроль за состоянием производственного процесса, расчет времени простоя.
- Печать документов - маршрутных карт, нарядов, графиков.

Структура производства ЗАО «Северсталь ТПЗ Шексна»



Основные функциональные роли, охватываемые MES

Цеховой персонал:

- Оператор
- Лаборант
- Контролер ОТК
- Диспетчер
- Экспедитор
- Бригадир
- Мастер
- Цеховые ИТР:
- Технолог
- Плановик
- Гл. механик
- Гл. гидравлик
- Гл. электрик
- Начальник службы автоматики

Руководство предприятия:

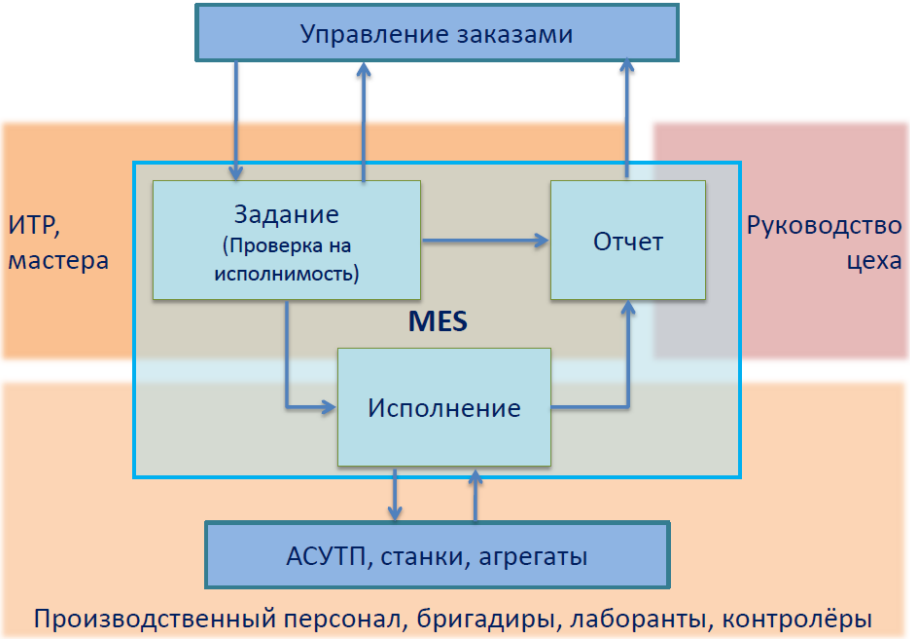
- Директор по производству

MES-система «Северсталь ТПЗ Шексна»

Место MES в структуре предприятия. Общая структурная схема.

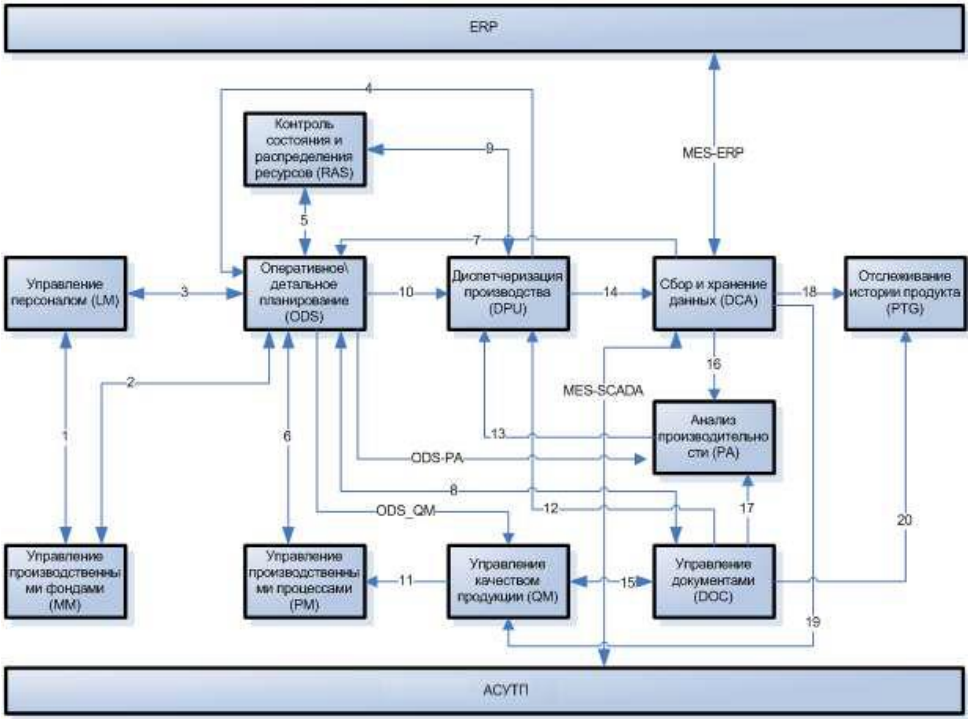
MES-система «Северсталь ТПЗ Шексна»

Контуры управления



MES-система «Северсталь ТПЗ Шексна»

Общая функциональная структура MES-системы

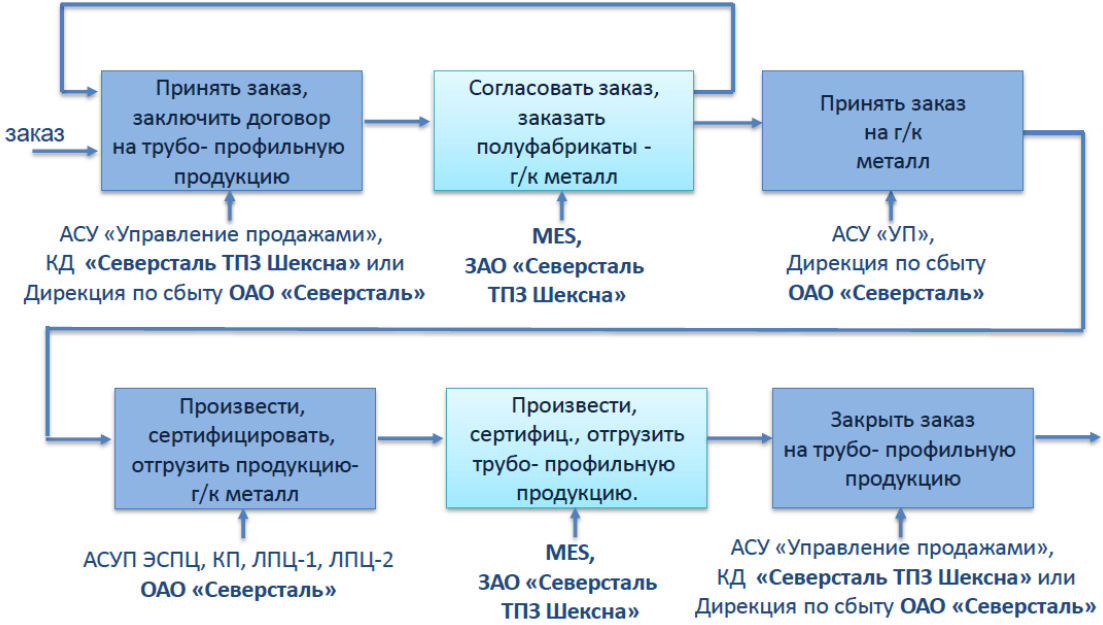


Специфика предприятия

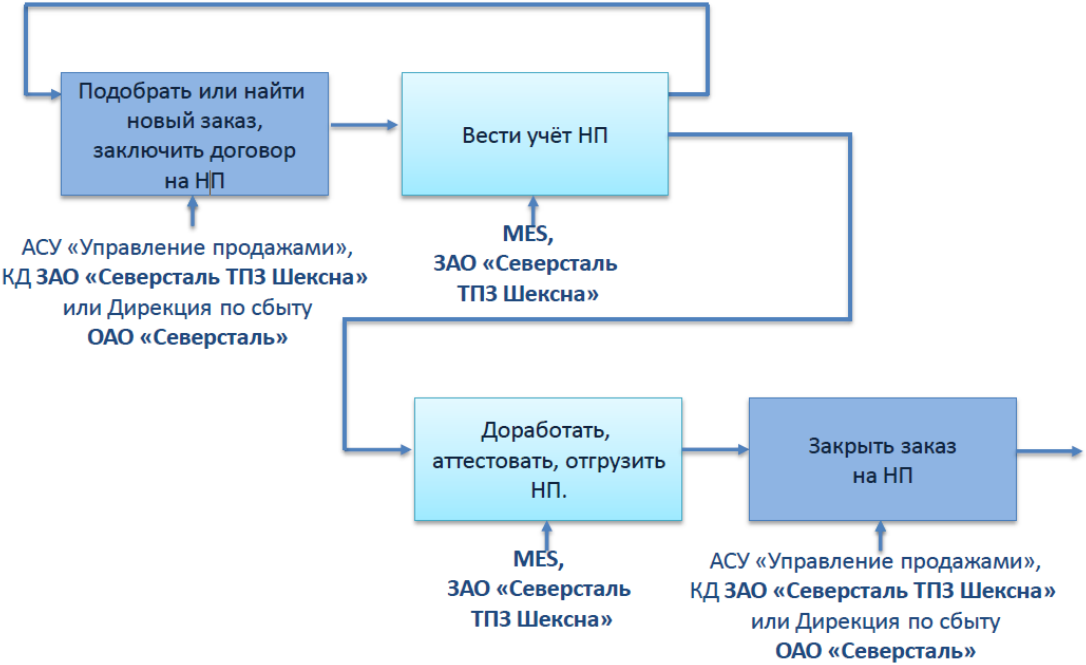
- ЗАО «Северсталь ТПЗ Шексна» входит в Группу компаний «Северсталь» и является звеном в технологической цепочке переделов металлургического производства
- Основной планируемый поставщик подката – ЛПЦ-1 и ЛПЦ-2 ЧерМК «Северсталь»
- ЗАО «Северсталь ТПЗ Шексна» планирует использование методологий, опыта, корпоративных стандартов ОАО «Северсталь»
- Один из основных потенциальных потребителей – «Северсталь стальные решения» – также Группа «Северсталь»

Базовая НСИ MES. Продукция, технология

Планирование. Справочник Контрагентов.



Управление несоответствующей продукцией (НП) и БЗ.

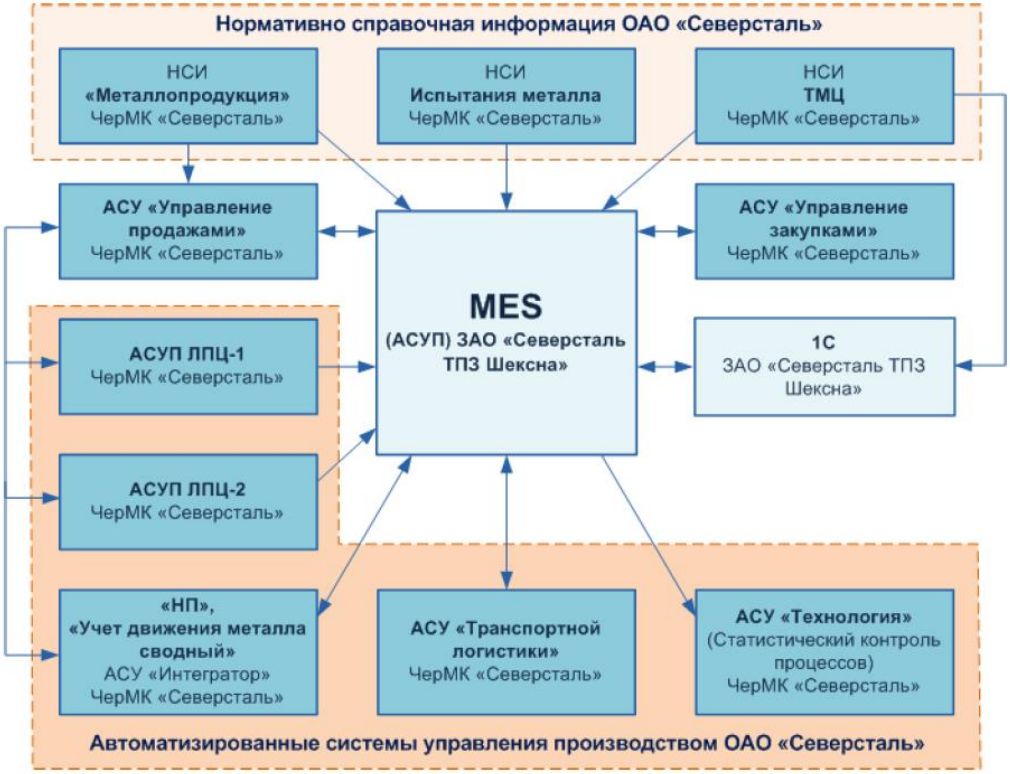


MES-система «Северсталь ТПЗ Шексна»

Коды ТМЦ. Закупки вспомогательных материалов.

TOMSK POLYTECHNIC UNIVERSITY

MES-система «Северсталь ТПЗ Шексна»



Типовой алгоритм работы оператора в системе MES

- Регистрация в системе (ввод пароля (при работе с АРМом) или сканирование бейджа с табельным номером).
- Если требуется, регистрация зоны ответственности (сканирование кодов обслуживаемых агрегатов).
- Регистрация начала смены (подготовка необходимых первичных документов).
- Для каждой единицы учета:
  - Регистрация поступления единицы учета (сканирование номера или выбор единицы учета в АРМе)
- Для каждой операции:
  - Регистрация начала операции (сканирование номера операции или выбор операции в АРМе)
  - По возможности, ввод параметров обработки
  - Регистрация завершения операции

Регистрация новых (дочерних) единиц учета с привязкой к родительской единице учета

Подготовка накладных на перемещение.

Отправка единицы учета по маршруту.

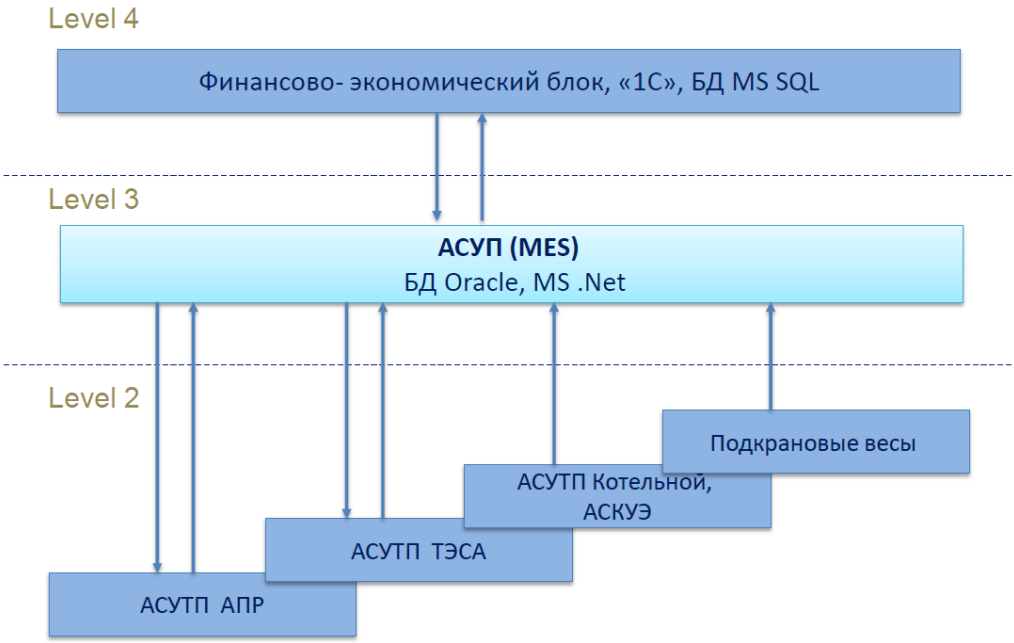
Завершение смены (закрытие первичных документов).

Завершение работы с системой.

Архитектура системы

- 3-х звенная архитектура.
- Логически и физически разделяемые подсистемы.
- Модульность, применение унифицированных интерфейсов межподсистемного взаимодействия.
- Масштабирование не только на уровне базы данных, но и на уровне серверов приложений (БД, приложений, WEB).
- Разделение компонентов системы и исходных кодов на системную и прикладную части с возможностью свободного отчуждения (передачи) прикладной части Заказчику.
- Тесная интеграция с существующими и разрабатываемыми системами предприятия.
- Применение самых современных платформ и инструментов.
- (.Net 3.5, Oracle10g (11g)).

Взаимодействие MES со смежными АСУ ЗАО «Северсталь ТПЗ Шексна»



Кому и что даёт MES-система

- Персоналу цеха – чёткие и понятные правила выполнения работы. Минимум ручного ввода.
- Бригадирам и сменным мастерам – полная информация по работе сменного персонала. Уменьшение трудозатрат по сменному планированию и подготовке отчетов.
- ИТР – полная оперативная информация по состоянию выполнения заказов в цехе. Уменьшение трудозатрат на подготовку производства, оперативное планирование, менеджмент качества, автоматическое формирование отчетов.
- Руководству цеха – полная оперативная картина работы цеха в реальном времени.

Этапы выполнения проекта

- Обследование – отчет по обследованию.
- Концептуальное проектирование - концепция, ТЗ.
- Рабочее проектирование – рабочий проект и комплект ТУ, ЧТЗ, регламентов.
- Разработка или кастомизация программного обеспечения, проектная документация.
- Внедрение – методики и планы внедрения, программы обучения, пользовательская документация, работающая система.
- Эксплуатация – соглашение о сервисе, круглосуточная поддержка, развитие системы.

TOMSK
POLYTECHNIC
UNIVERSITY

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

Профессор НОЦ И.Н. Бутакова, д.ф-м.н., профессор П.А. Стрижак

E-mail: pavelspa@tpu.ru
Website: http://hmtslab.tpu.ru
Лаборатория моделирования процессов тепломассопереноса
Исследовательская школа физики высокоэнергетических процессов
Национальный исследовательский Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

TOMSK
POLYTECHNIC
UNIVERSITY

Приложение к лекции №4

Тема: «Примеры MES систем»

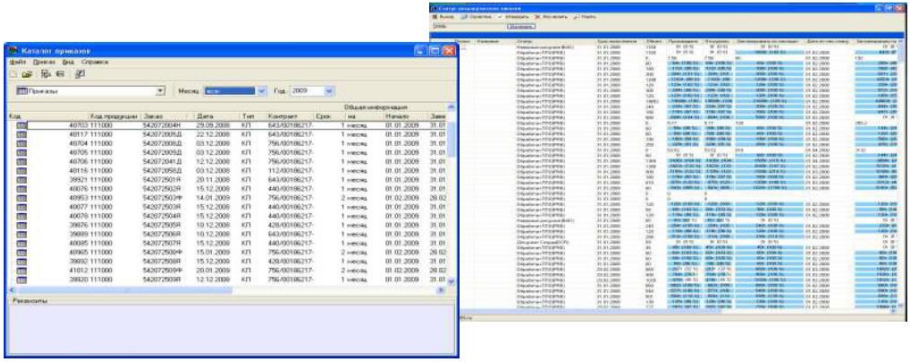
Основной состав производственного процесса:

- Технологическая настройка
- Обработка заказов
- Технологическая подготовка производства
- Оперативное планирование и перепланирование
- Координация планов и графиков
- ТОиР
- Управление производственным процессом
- Стык с АСУТП, ERP
- Управление качеством
- Анализ производительности

MES-система «Северсталь ТПЗ Шексна»

Работа с заказами:

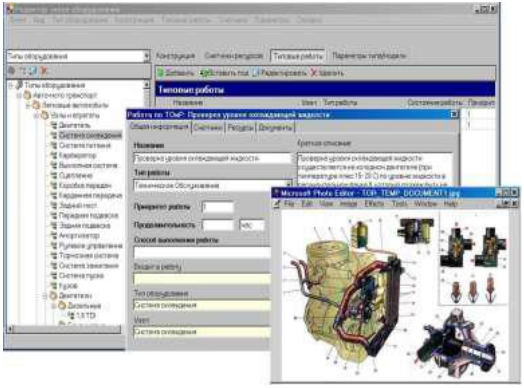
- Ввод или получение, редактирование параметров заказа и его позиций.
- Технологическая подготовка производства.
- Оперативное планирование и перепланирование.
- Прогнозирование отклонений сроков выполнения заказа.
- Отслеживание состояния выполнения заказа.
- Оперативные изменения заказов и позиций.
- Переносы и закрытие.



MES-система «Северсталь ТПЗ Шексна»

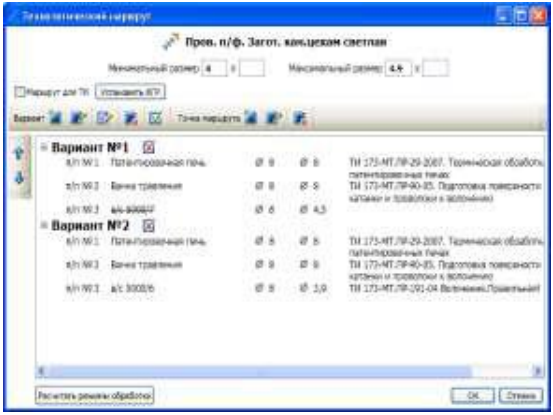
Настройка производства:

- Параметры MES (параметрическое описание номенклатуры сырья, полуфабрикатов, изделий)
- Структуры изделий (структурное описание номенклатуры сырья, полуфабрикатов, изделий)
- Модели операций (описание преобразований номенклатуры для типовых операций)
- Модели агрегатов (описание особенностей агрегатов, осуществляющих преобразования)
- Маршруты обработки
- Поддержка ТИ, ТК.
- Формализация НТД
- (ТУ, ГОСТ, DIN и т.п.)
- Управление базой
- инструментов и оснастки.
- Взаимодействие с CAD
- системами (Автокад, Компас).



Подготовка производства

- Уточнение недостающих или дополнительных параметров на основе данных технологической базы (ТИ, ТК, НТД и т.д.).
- Формирование индивидуальных техпроцессов.
- Формирование операционных карт, карт комплектации садок, маршрутных карт, исходных карт контроля качества и т.д.
- Формирование уставок для АСУТП.
- Управление инструментами.
- Управление оснасткой.

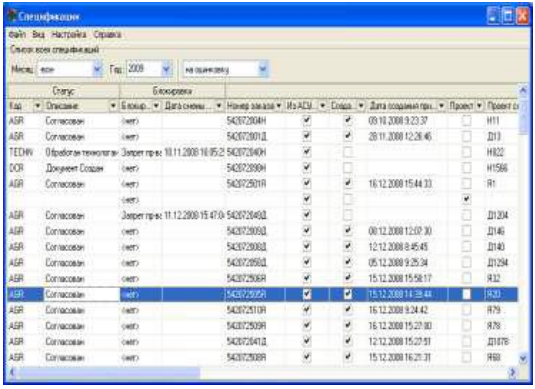


Коммерческие и производственные заказы

В случае, если это возможно, MES система обеспечивает укрупнение позиций коммерческих заказов в позиции производственных заказов и разнесение изготовленных изделий по коммерческим заказам.

Принцип объединения заказов – единство технологий изготовления изделий с учетом ограничений по объему позиции заказа. Алгоритмы разнесения заказов – по приоритету, по объему, пропорциональное разнесение. По коммерческому заказу может разрешаться/запрещаться производство и отгрузка.

По производственному заказу может разрешаться/запрещаться производство.



Управление приоритетами заказов

- Статический приоритет заказа – фиксированное значение. Вводится при получении или изменении заказа в MES. Может рассчитываться на основе собственно приоритета заказа, приоритета заказчика, приоритета плательщика, рентабельности и срочности заказа.
- Динамический приоритет заказа рассчитывается перед каждым циклом планирования / перепланирования на основе оперативности (требования по лотам планирования) и напряженности заказа.
- Общий приоритет заказа рассчитывается на основе статического и динамического приоритетов.
- Пользователь может выбрать алгоритмы расчета приоритетов и весовые коэффициенты.

MES-система «Северсталь ТПЗ Шексна»

Виды планирования

- Объемное планирование и перепланирование
- Детальное планирование и перепланирование
- Формирование суточных (сменных) заданий
- Формирование суточных (сменных) очередностей
- Координация детальных графиков:
- Согласование детальных планов смежных цехов
- Распознавание следующих видов коллизий
- Несоответствие поставок и потребностей
- Нарушение времени поставки
- Формирование дополнительных ограничений для цеховых систем планирования по графику поставки единиц учета их смежных цехов
- Формирование рекомендуемых графиков поставки материалов (сырья), отгрузки продукции
- Поиск оптимальной даты исполнения заказа
- Моделирование плана для различных производственных условий, критериев оптимизации и ограничений, сравнение различных вариантов планов
- Оценка вероятностных характеристик времени исполнения портфеля заказов при различных изменениях производственных условий

Критерии оптимизации планирования:

- Оптимизация вагонной нормы.
- Оптимизация количества переналадок оборудования.
- Оптимизация оборудования (по загрузке, стоимости обработки).
- Оптимизация инструмента и оснастки.
- Оптимизация брака и БЗ.
- Оптимизация времени изготовления.
- Оптимизация количества незавершенной продукции.
- Оптимизация штрафных санкций за нарушение заказа.

Ограничения планирования:

- Приоритеты заказов.
- Технологические ограничения по длительности, стыкуемости, объему.
- Ограничения по качеству.
- Кампании и перевалки.
- Групповая обработка (садки).
- Альтернативные маршруты (с учетом рейтинга маршрутов).
- Технические характеристики оборудования.
- Квалификация персонала.
- Учет графиков ТОиР, доступности персонала.
- Сроки поставки (готовности) материалов, инструментов, оснастки, в том числе и задаваемые координатором планирования.

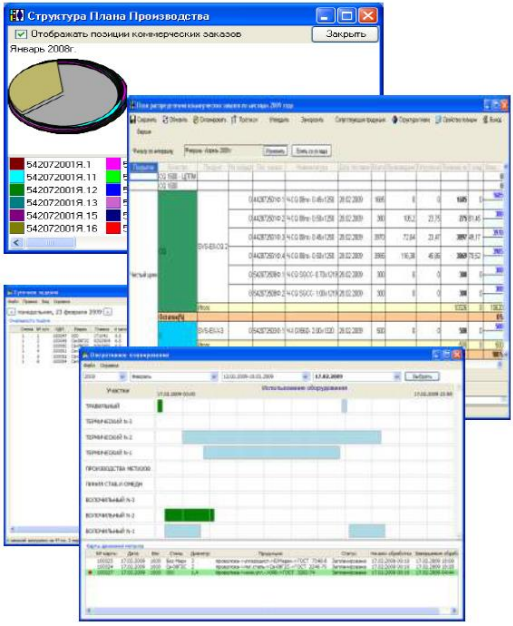
Различные представления планов

Точка зрения:

- По заказам (производственным и коммерческим).
- По участкам
- По агрегатам
- По видам продукции
- По сменным мастерам
- По плановикам

Способ представления:

- Таблица
- Гистограмма
- Диаграмма Ганта



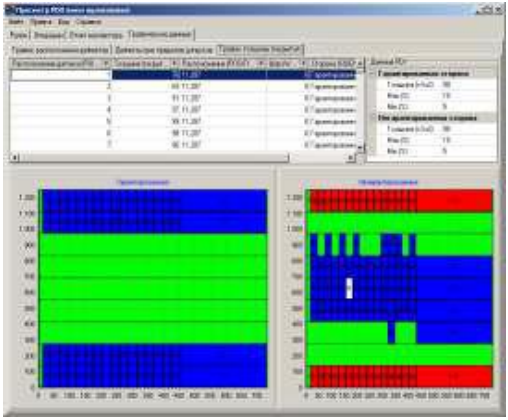
Производственный учет

- Поштучный учет
- Пооперационный учет
- Регистрация параметров обработки и изготовления, параметров качества
- Учет машинного времени
- Учет материалов
- Учет инструментов
- Формирование истории обработки, генеалогии изделия, карты контроля качества и паспорта изделия
- Предоставление производственных данных в реальном времени модулю планирования, обработки заказов, в ERP систему

Концепция производственного учёта

MES Система:

- Формирует маршрут движения единицы учета
- Способы преобразования единиц учета
- Параметры операций
- Проверяет правильность ввода информации пользователем.
- Распознает нарушения маршрутов, технологии, параметров качества.
- Контролирует расходы материала, инструментов, ресурсов.
- Формирует первичные документы (сменные рапорта, весовые ведомости)



Концепция производственного учёта

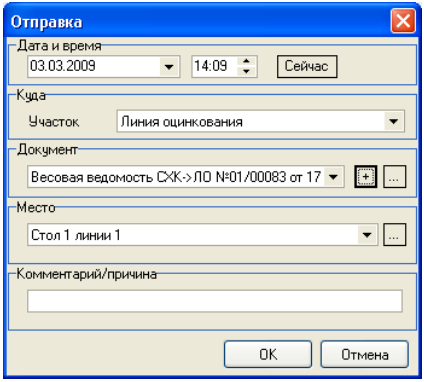
Пользователь (оператор):

- В контрольных точках
- Отмечает прохождение единицы учета.
- Выполняет достоверизацию параметров.
- В точках учета:
- Выполняет преобразование единиц учет
- Отмечает выполнение операций и вводит их параметры.
- Определяет дальнейший путь единицы учета.

АСУТП:

- Позволяет отмечать выполнение операций.
- Собирает и передает в MES параметры обработки.

Концепция поштучного учета



Единицы учета – штуки или группы
Каждая единица учета промаркирована и зарегистрирована в системе.
Для каждой единицы учета в сопроводительных документах указан маршрут с перечнем точек учета.
При прохождении через точку учета регистрируются технологические параметры обработки, место (агрегат), время поступления и отправки, исполнитель обработки.
В точке учета могут быть созданы новые сопроводительные документы.
Отправка с точки учета допускается только после выписки накладной на перемещение. **Точки учета** – места преобразования (переработки) единиц учета (агрегаты, отделения, участки). **Контрольные точки** – места «достоверизации» параметров единиц учета (весовые, столы осмотра)

Управление складами

Склады полуфабрикатов и готовой продукции:

- Учёт движения металла внутри и между складами (приёмка, задания на перемещения грузов, размещение, отгрузка, списание)
- Картографическое отображение мест хранения
- Складской документооборот
- Учёт обрези, брака

Управление складами вспомогательных материалов:

- Ведение справочника вспомогательных материалов
- Планирование потребностей в вспомогательных материалах
- Документооборот (приёмка, размещение, лимитно-заборные карты, списание)

Управление упаковкой готовой продукции:

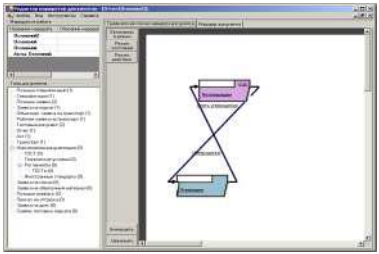
- Ведение справочника видов упаковки
- Планирование расходных материалов
- Выдача заданий на упаковку и учёт выполнения

Управление качеством

- Формирование карт контроля качества.
- Формирование паспорта качества.
- Формирование сертификатов качества.
- Аттестация (актирование).
- Управление продукцией несоответствующего качества и беззаказной продукцией.
- Управление лабораторными и статистическими испытаниями.
- Работа с рекламациями.
- Статистический on-line контроль параметров качества продукции, качества производственного процесса.

MES-система «Северсталь ТПЗ Шексна»

Особенности решений



Производственный документооборот

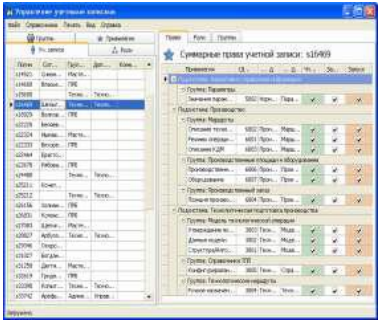
- Встроенные механизмы
- многоуровневого согласования документов.
- Поддержка версий документов.
- Архивация документов.

Безопасность

- Управление пользователями на основе привилегий, групп, ролей.
- Встроенный аудит и протоколирование действий пользователей.
- Мониторинг активности пользователей.

Отчёты

- Стандартные и интерактивные отчёты
- Редактируемые шаблоны форм
- Экспорт данных для работы внешних систем
- Архив печатных форм отчётов.



Система ТОиР. Назначение.

- типизация работ, узлов и механизмов, эффективное планирование и контроль работ по ТОиР
- предоставление объективной информации о техническом состоянии оборудования и качестве ремонта
- обеспечение условий, позволяющих сократить количество внеплановых ремонтов, снизить вероятность аварийных простоев оборудования, сократить время на подготовку ремонтов
- обеспечение рационального материально-технического снабжения и снижения уровня запасов запчастей и материалов
- On-line диспетчеризация простоев, аварий узлов и механизмов, связь с АСУТП
- формализация документооборота ТОиР и движения ТМЦ

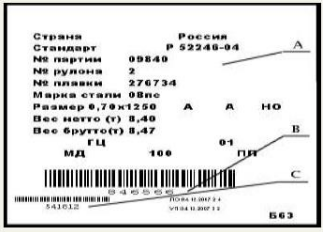
Система ТОиР. Модули системы

Технические решения для АРМов производственного учёта

- Промышленные терминалы
- Терминалы сбора данных
- Сканеры штрихкодов
- Принтеры бирок/этикеток
- Wi-Fi точки доступа и другое оборудование

Применение штрихкодирования (уникальной маркировки)

- Обеспечение производственного учета
- Маркировка оборудования
- Маркировка мест складирования
- Маркировка персонала
- Обеспечение поштучного учета
- Маркировка единиц учета (пачек, труб)
- Маркировка тары
- Маркировка отходов, брака и НП
- Обеспечение пооперационного учета и контроля маршрутов
- Маркировка контролируемых операций маршрутного листа
- Маркировка маршрутных листов



Автоматизация рабочих мест крановщиков

Оснащение кабин кранов мобильными АРМ предоставляет возможность:

- поддерживать информацию о состоянии складов в актуальном состоянии в режиме реального времени;
- планировать задания на перемещения грузов на смену, сутки;
- контролировать процесс перемещения грузов (отгрузка, разгрузка, внутренние перемещения) в реальном режиме времени;
- формировать детальную отчётность по загрузке кранов, осуществлять анализ производительности;
- оптимизировать потоки грузов и перемещения кранов;
- оптимизировать размещение грузов на складах (позаказно, посортно и т.д.);
- предлагать альтернативный металл для перемещения, отгрузки, задачи в агрегаты в соответствии требованиями производственного заказа.

Подкрановые весы, автоматизация взвешивания грузов

Использование Подкрановых весов предоставляет возможность:

- осуществлять взвешивание полуфабрикатов, готовой продукции, отходов производства с минимальными затратами времени
- повысить достоверность складских операций
- поддерживать информацию о загрузке складов в актуальном состоянии в режиме реального времени
- контролировать процесс перемещения грузов (отгрузки, разгрузки, внутренние перемещения) в реальном режиме времени
- формировать детальную отчётность по загрузке кранов, осуществлять анализ производительности
- совершенствовать процесс складской логистики