

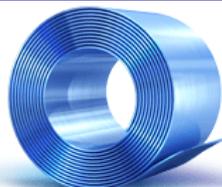


# MES + APS

## ключевые составляющие КИС металлургического производства

Заместитель Генерального директора по  
внедрению информационных систем

**Бабичев Алексей**



ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО  
МАГНИТОГОРСКИЙ  
МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ  
КОМБИНАТ

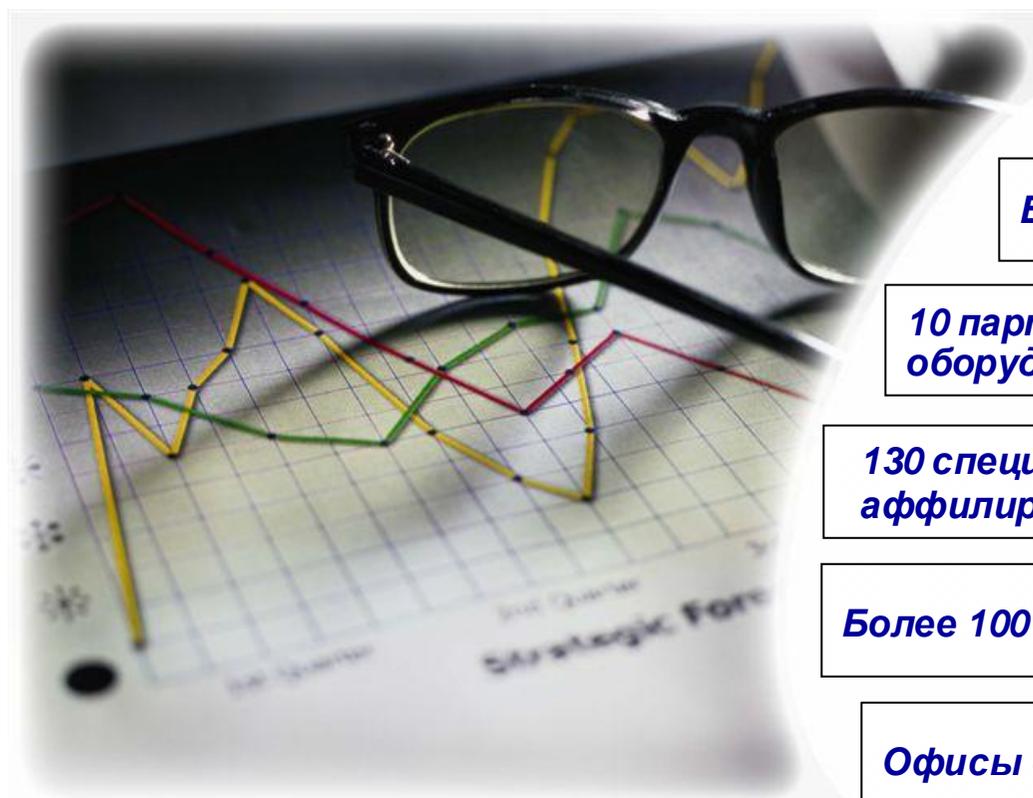
Всероссийская научно-техническая конференция  
"Создание и внедрение корпоративных информационных систем  
(КИС) на промышленных предприятиях Российской Федерации"

г. Магнитогорск 25-26 октября 2005 г.

**ВЕСТЬ®**

## Представление компании: некоторые цифры

**Наша философия - комплексный подход к решению проблем и детальное изучение индивидуальных особенностей Вашего бизнеса**



*13 лет на рынке*

*Более 500 клиентов*

*10 партнеров – производителей ПО и оборудования*

*130 специалистов (более 250 профессионалов с аффилированными структурами)*

*Более 100 реализованных проектов*

*Офисы в Москве и Санкт-Петербурге*

## Области деятельности

От уровня управления компанией ДО технологических процессов  
(от датчика – до главной книги)

**Управление ресурсами предприятия**

ERP-системы

**Оперативное управление производством**

MES-системы  
APS-системы  
EAM-системы  
EMI-системы

**Управление технологическими процессами**

АСУ ТП



## История появления MES-систем в металлургии

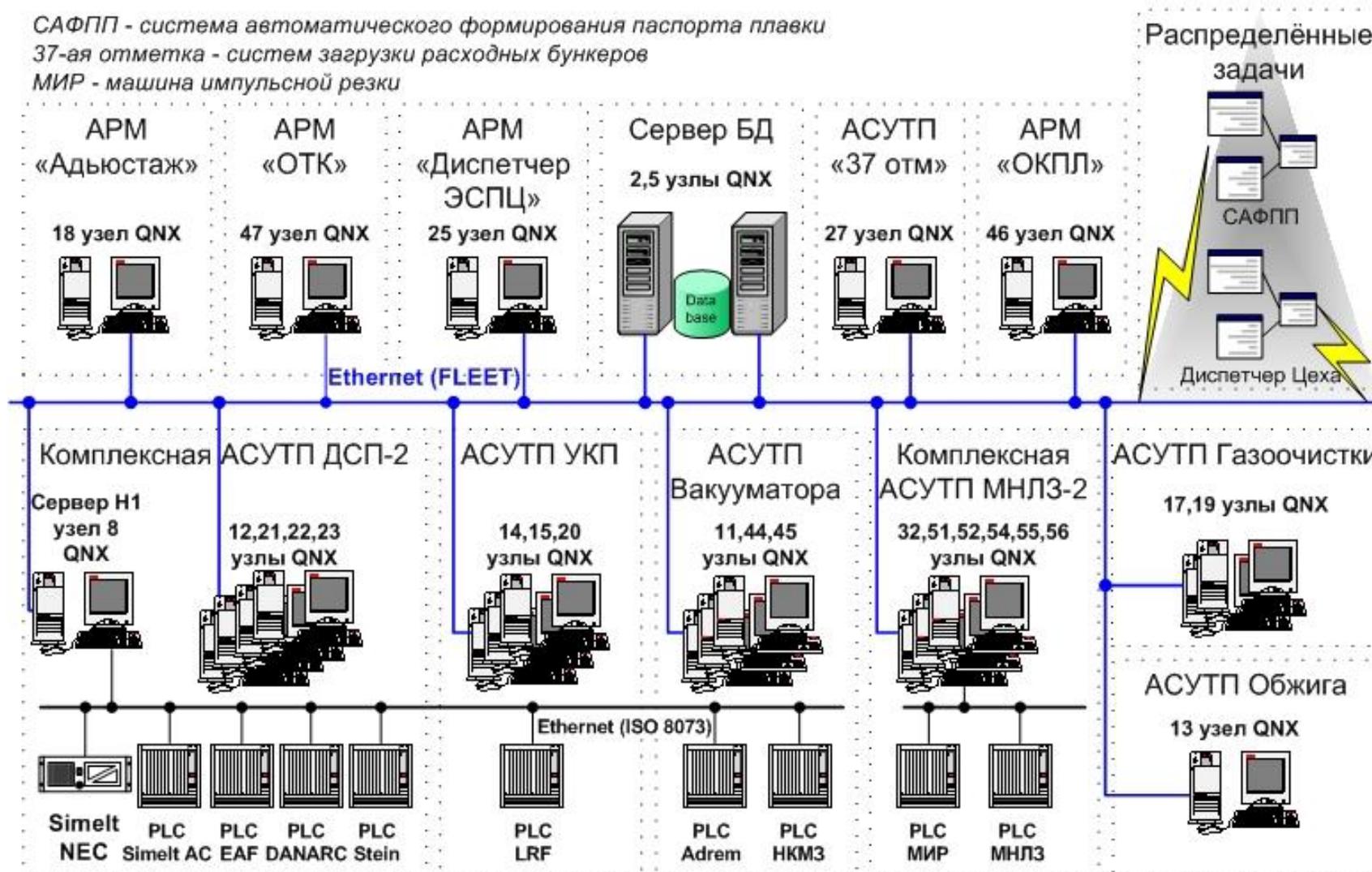
- q Конец- 70-х годов - попытки решения производственных задач на базе ЕС ЭВМ;
- q Начало 80-х годов – появление средств промышленной автоматизации на базе микроконтроллерных средств КТС ЛИУС на базе 8-разрядных процессоров. Создание локальных АСУТП металлургических агрегатов.
- q 82-83 г. – появление на уровне решения производственно-технологических задач ЭВМ серии СМ 1420;
- q 84-88г. - попытки создать комплексные АСУТП на базе КТС ЛИУС (системы МНЛЗ, УВОС, прокатные станы). Основная проблема – отсутствие средств хранения информации.
- q 88г. – появления на мет. предприятиях ПЭВМ IBM PC XT, AT.
- q 84-91 г. - попытки объединения данных технологического (КТС ЛИУС, пром. компьютеры) и производственного уровня (СМ ЭВМ) для решения задач оптимизации управления тех. процессом.
- q 90 г. – появление промышленных компьютеров АSEM на базе процессоров Intel (286, 386). Создание систем АСУТП на базе ОС QNX.
- q 92 г. – начало разработки цеховой производственной системы ЭСПЦ на Молдавском металлургическом заводе (фактическая дата появления MES-системы в металлургии) на базе пром. компьютеров АSEM. Интеграция с системами АСУТП через Arcnet. Использование СУБД Sybase SQL Anywhere под QNX.
- q 95 гг. – появление в металлургии контроллеров Siemens и прообразов SCADA-систем.
- q 96г. – начало поставок на мет. предприятия ERP-системы Oracle Application.
- q 96 гг - ... – попытки интеграции систем класса MES и ERP на мет. предприятиях в России.



## История появления MES-систем в металлургии

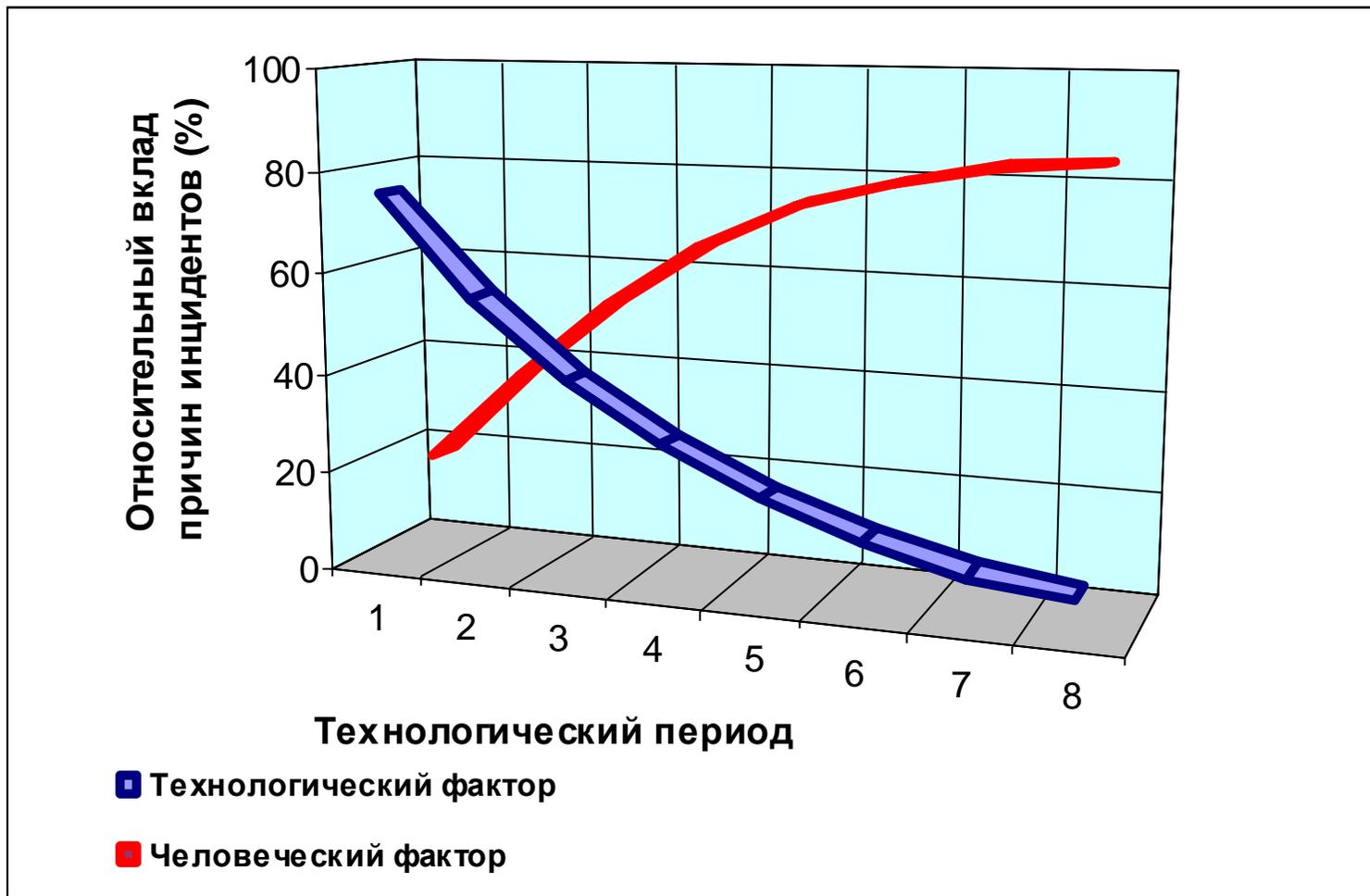
### Упрощенная схема АСУТП сталеплавильного производства ММЗ.

САФПП - система автоматического формирования паспорта плавки  
37-ая отметка - систем загрузки расходных бункеров  
МИР - машина импульсной резки



## Комплексные АСУТП – первый шаг к построению эффективных MES-систем

Тенденции причин аварий в сложных АСУ ТП



Из доклада на 5-м конгрессе металлургов.  
г. Рыбница, октябрь 1998 г.

## Функциональность MES



Эффективные решения с учетом  
 специфики оперативного управления  
 производством - на основе  
 специализированных программных  
 продуктов



### MES-системы



### APS-системы



### EAM-системы



### EMI-системы



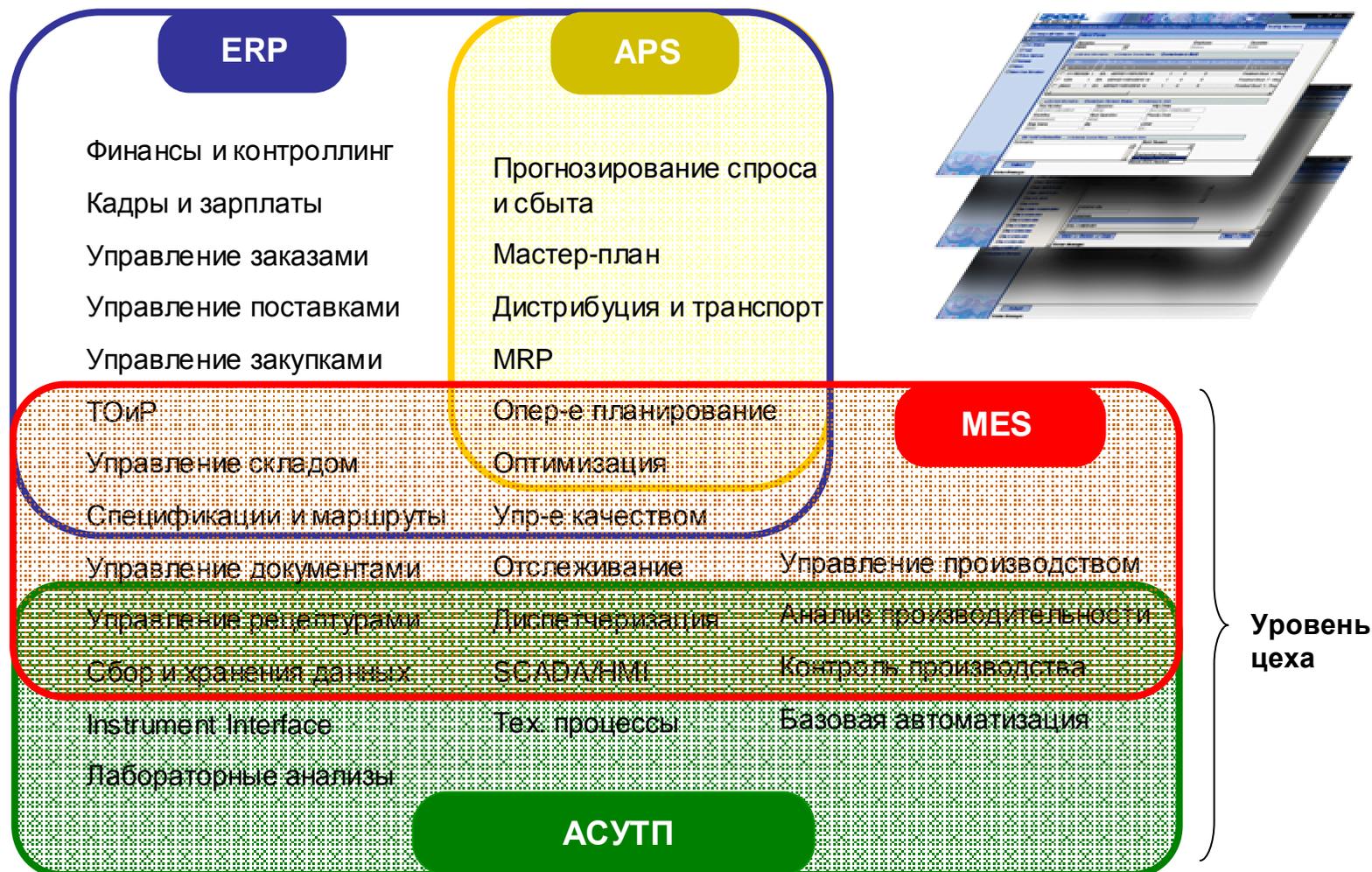


## Эффективность от внедрения комплексного решения MES+APS

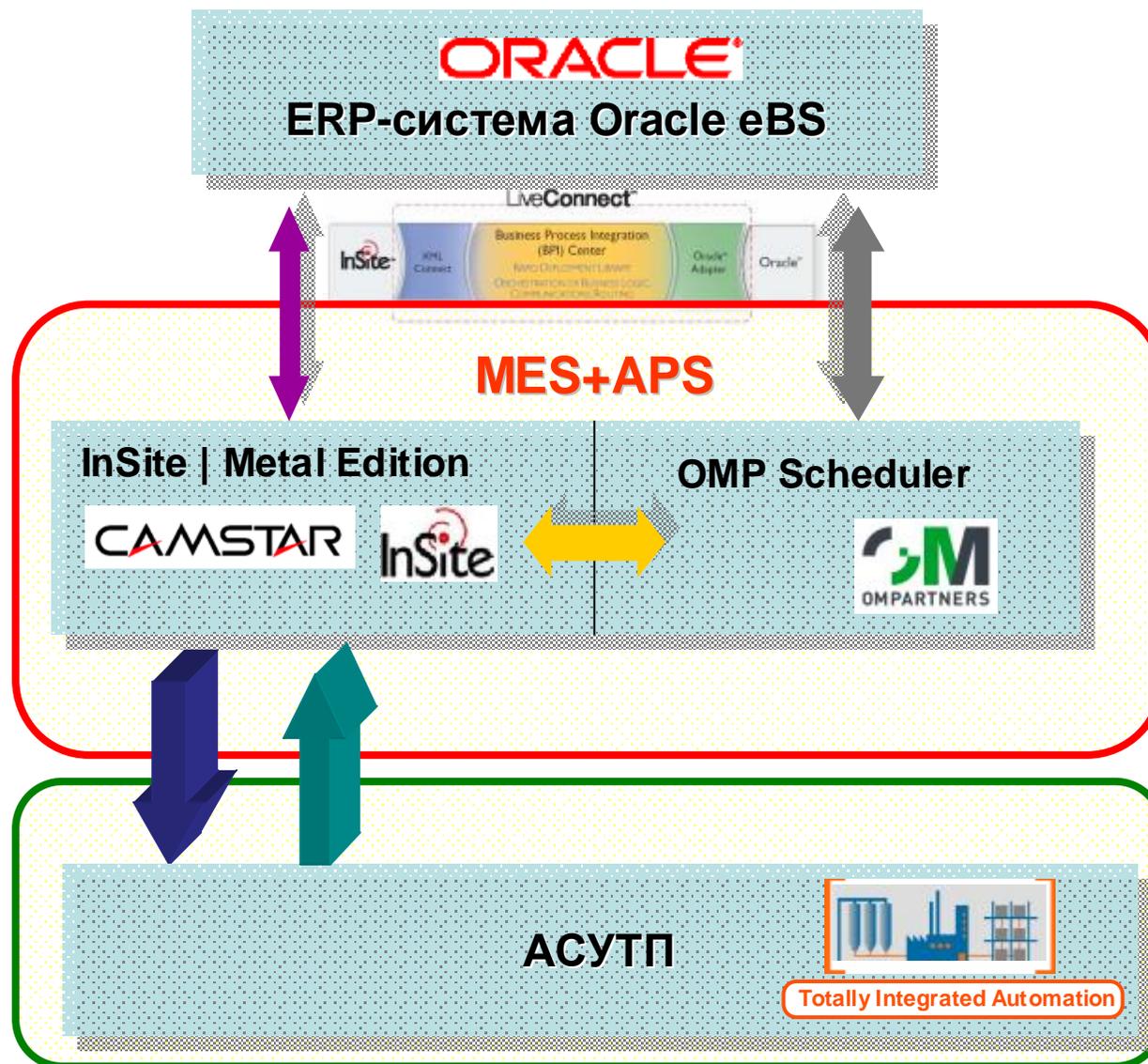




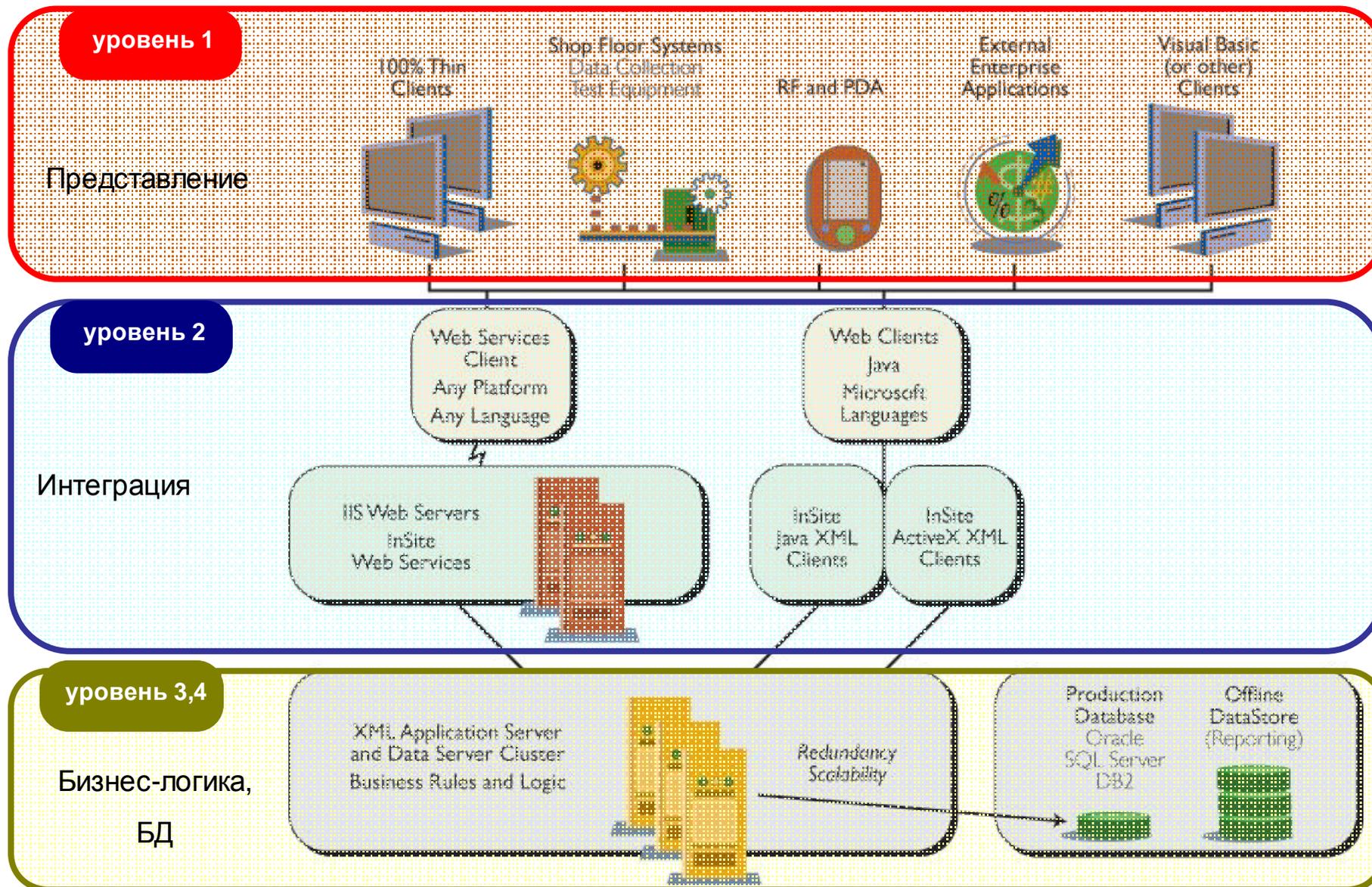
## Структура решения



# Решение Комплексной Системы Оперативного Управления Производством



## Архитектура MES-решения InSite Live

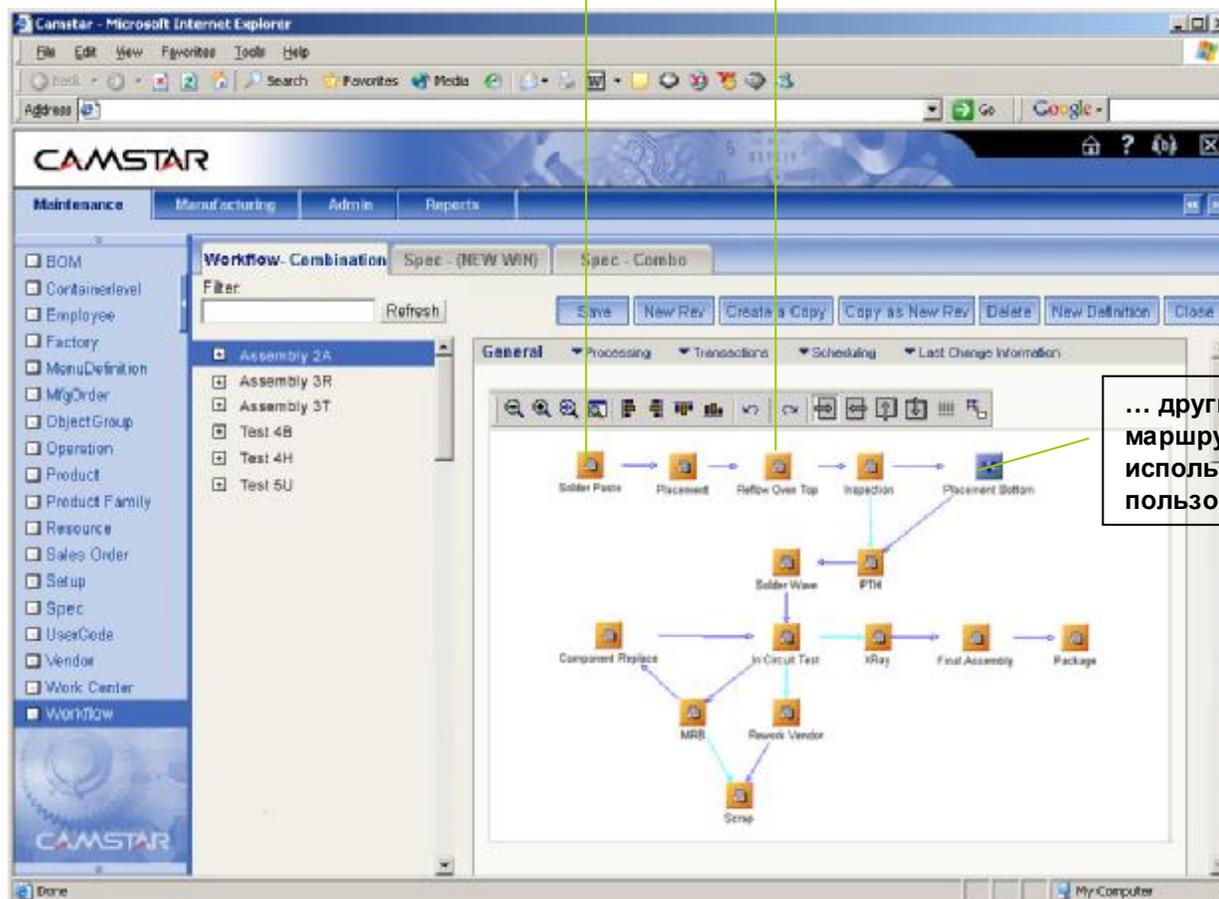


## Гибкое создание технологических маршрутов

Детальное пошаговое описание  
 технологических маршрутов с  
 использованием спецификаций или ...

Возможности формализации:

- Ø Техкарты/Спецификации
- Ø Требования НТД
- Ø "Люди"
- Ø "Агрегаты"
- Ø "Материалы"
- Ø "Методы"
- Ø "Измерения"



... других технологических  
 маршрутов с  
 использованием  
 пользовательских данных



## Формализация цели и опыта (система «ОРАКУЛ»)

Редактор технологической карты 18:53:57 | 29.05.2002

Т 3 П 1 E

**Требования к химсоставу**

		C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Cu	N	B	Al	Mo	As	Nb	Sn	Ti	Pb	Zn	Sb	Co	V
Требования НТД	мин макс	0.170	1.450	-	0.045	0.045	-	-	-	0.009	-	-	0.050	0.080	0.006	0.050	-	0.030	0.004	0.040	0.050	0.020
Допуски в прокате	мин макс	0.020	0.100	-	0.010	0.010	-	-	-	0.002	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Рекоменд. состав	мин мах	0.110 0.140	0.330 0.500	0.110 0.190	- 0.030	- 0.015	- 0.300	- 0.300	- 0.350	-	-	-	- 0.050	- 0.080	- 0.006	- 0.050	-	- 0.030	- 0.004	- 0.040	- 0.050	- 0.020
Цель (LRF)		0.130	0.400	0.130	-	0.012	-	-	-	-	-	-	0.050	0.080	0.006	0.050	-	0.030	0.004	0.040	0.050	0.020
Цель (EAF)		0.130	0.400	0.130	-	0.012	-	-	-	-	-	-	0.050	0.080	0.006	0.050	-	0.030	0.004	0.040	0.050	0.020
С эквив.от	0.00 до 0.35	1.000	0.167	-	-	-	0.200	0.067	0.067	-	-	-	0.200	0.067	-	-	-	-	0.200	0.200	-	0.200

**Требования к используемым материалам**

Корз.1	Корз.2	Корз.3	Плавнение	Доводка	Слив(эт.1)	Слив(эт.2)	Слив(эт.3)	УКП(эт.1)	УКП(эт.2)	УКП(эт.3)	Вакуум.	Промковш	Резерв	Резерв
Материал	Ед.изм.	Элемент	Мин.	Макс.	Коефф.	Для замены		Резерв	Резерв	Резерв				
Кокс мел.	-	-	0.00	1000.00	0.00	-					0.00		0.00	
Графит	-	-	0.00	1000.00	0.00	Кокс мел.					0.00		0.00	
СаО кус	-	-	400.00	450.00	0.00	-					0.00		0.00	
SiMn73	-	-	0.00	3000.00	0.00	-					0.00		0.00	
SiMn65	-	-	0.00	3000.00	0.00	-					0.00		0.00	
FeMn78	-	-	0.00	3000.00	0.00	-					0.00		0.00	

**Шаблон**

**Требования к используемым устройствам**

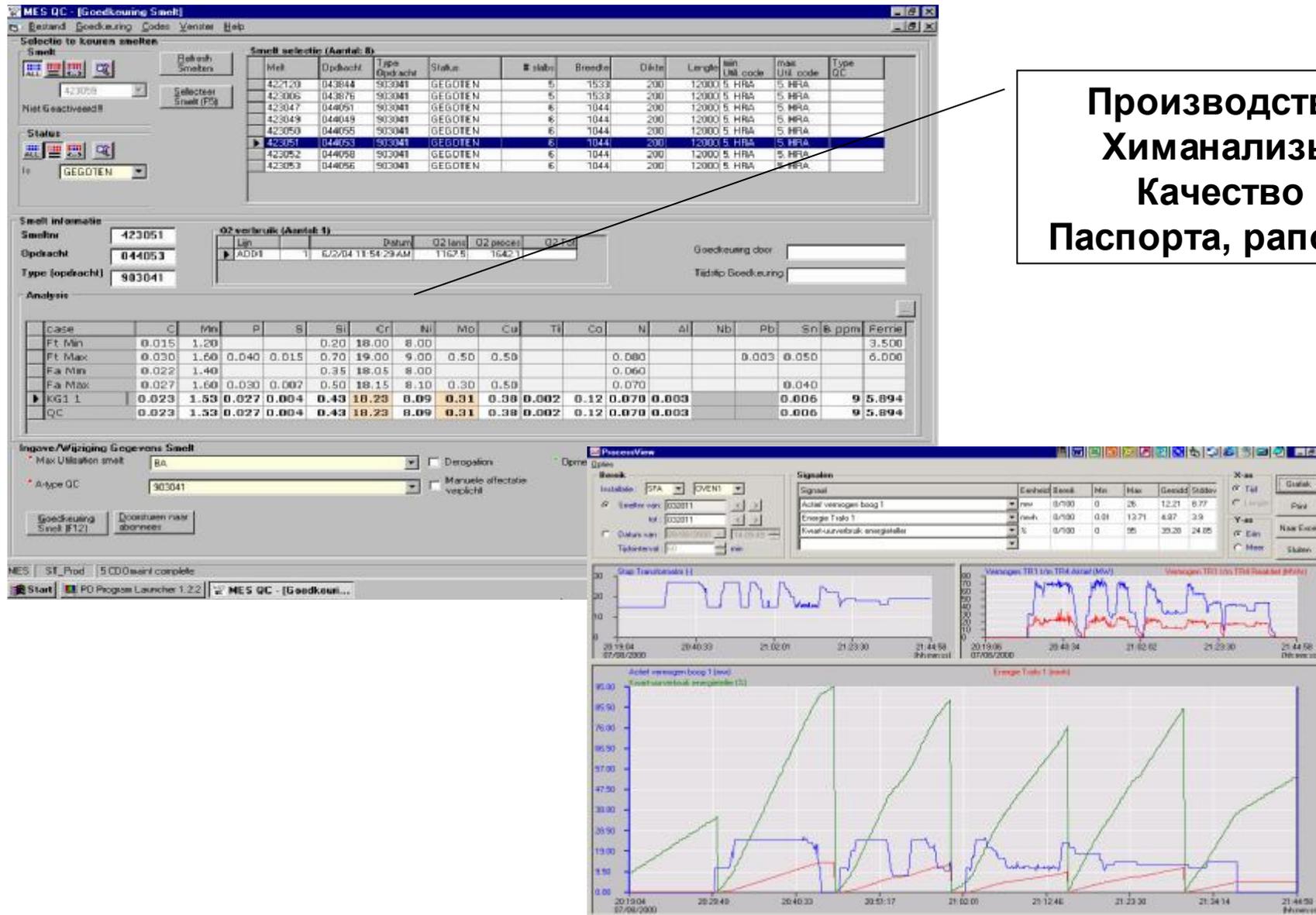
Корз.1	Корз.2	Корз.3	Плавнение	Доводка	Слив(эт.1)	Слив(эт.2)	Слив(эт.3)	УКП(эт.1)	УКП(эт.2)	УКП(эт.3)	Вакуум.	Промковш	Резерв	Резерв
Оборудование	Вещество		Ед.диап.	Диапазон		Ед.инт.	Мин.	Макс.	Для замены					
ПСН	Ступ. ПСН		°C	0.00	1700.00	-	20.00	22.00	-					
Simelt AC	Кривая		кВт*ч/т	0.00	435.00	-	3.00	7.00	-					
Реактор35к	Ступ. реакт		-	0.00	0.00	-	4.00	5.00	-					
П2 Палмур	O2		-	0.00	0.00	нм3/т	0.00	10.00	-					
П2 М-р Фукс	O2		-	0.00	0.00	нм3/т	0.00	10.00	П2 Палмур				-	
Stein C	Кокс печн		°C	0.00	0.00	кг/т	0.00	1.00	-					

F1 Помощь
F2 Открыть

F9 Запись
F10 Вывод

оракул

**Различные интегрированные данные (Качество – Производство – Обслуживание)**



The screenshot displays the MES QC interface with several key sections:

- Small selectie (Aantal: 6):** A table listing production items with columns for Melk, Opdracht, Type Opdracht, Status, # slabs, Breedte, Dikte, Lengte, min LMI code, max LMI code, and Type QC.
- Small informatie:** Fields for Smelter (423051), Opdracht (044053), and Type (opdracht) (903041).
- Analysis:** A table of chemical analysis results for various elements (C, Mn, P, S, Si, Cr, Ni, Mo, Cu, Ti, Co, N, Al, Nb, Pb, Sn, & ppm, Ferrite).
- ProcessView:** A section for monitoring process parameters like temperature and energy consumption.
- Graphs:** Three line graphs showing process trends over time, including 'Snel Transmissie (1)', 'Verenigen TR1 tics TR4 Astal (MW)', and 'Achtel verenigen boog 1 leed'.

Производство  
 Химанализы  
 Качество  
 Паспорта, рапорта

## Аналогия с автоматическим паспортом и рапортом плавки MES-системы ММЗ

Паспорт плавки 295292

Файл | Правка

Марка стали (план): GR-60 Вар-2 (4/13)  
Назначение: Z ОТГРУЗКА| 60 х /СОСТАВ КОНТРАКТНЫЙ Т К4 /13 (01) Сэ=0.546

295292	Техн. процесс	Агрегат	№	Начало	Бриг.	Конец	Бриг.	Длит-ть	Под током
295282 06.11.99 14:19	1. Выплавка стали	Печь	2	06.11.1999 23:37	3	07.11.1999 00:31	1	00:55	00:43
295281 06.11.99 13:23		Шл/чаша	11						
295280 06.11.99 12:27	2. Длит-ть отстоя	1		07.11.1999 00:31		07.11.1999 01:37		01:08	
295279 06.11.99 11:28	Вн. обр-ка	1	ПК	07.11.1999 01:37	1	07.11.1999 02:30	1	00:54	00:27
295278 06.11.99 10:35	Вн. обр-ка по Ar	1	ПК	07.11.1999 01:42		07.11.1999 02:30		00:49	
295277 06.11.99 09:38	Продувка Ar	1	ПК	07.11.1999 01:44		07.11.1999 02:29		00:46	
295276 06.11.99 08:38	3. Выдержка	СК	18	07.11.1999 00:31		07.11.1999 03:07		02:38	
295275 06.11.99 06:48	4. Разливка стали	1	МНЛЗ	2	07.11.1999 03:07	1	07.11.1999 03:59	1	00:53

Производство | Себест-ть | Химия | t ° | Материалы | Доз-ие | Шихта | **МНЛЗ** | Эн/ресурсы | Простои | Стойкость печи | Стоп...

**Разливка стали**

№ МНЛЗ	Промковш	№ в серии	Время серии	Пред. плавка				
2	10	A	6	05:12	295291/5			
№ ручья	Крист-р		ЗВО1		ЗВО2		ЗВО3	
	H2O л	H2O уд л/мин	H2O л	H2O уд л/мин	H2O л	H2O уд л/мин	H2O л	H2O уд л/мин
1	22155	1704	2411	185	2480	191	1791	138
2	23862	1591	2863	191	2958	197	2226	148
3	23662	1577	2909	194	3050	203	2148	143
4	24230	1615	2819	188	2980	199	2132	142
5	25522	1701	2961	197	3068	205	2351	157
6	24596	1640	2865	191	3045	203	2225	148
Итого	144027		16828		17581		12873	

Разливы энергии

Выбор по оборудованию:

- ТСГЦ
- ТТ
- Адьюстик
- Вакууматор
- Газоочистка
- Доводка 1
- Доводка 2
- Ковш-печь
- МНЛЗ 1
- МНЛЗ 2
- ОКП
- оттай

Выбор по виду энергоресурса:

- Ar
- CB
- CB0
- CH4
- Control
- N2
- O2
- O
- W
- W-чел. ГВС
- Вода топ

Выбор точки учета:

- Ковш-печь Ar
- КП ВС O
- КП ВС W

С 22/06/2002

По 23/06/2002

КП Арпродув | Ar (Аргов) мЗ

Количество: **56,34**

Время	Количество
22.06.02.00	3,40
22.06.02.01	2,78
22.06.02.01	1,38
22.06.02.02	3,28
22.06.02.02	1,16
22.06.02.03	3,11
22.06.02.03	0,34
22.06.02.03	0,84
22.06.02.04	3,38
22.06.02.04	1,24
22.06.02.05	0,78
22.06.02.05	3,74
22.06.02.06	4,36
22.06.02.07	3,41

**График**

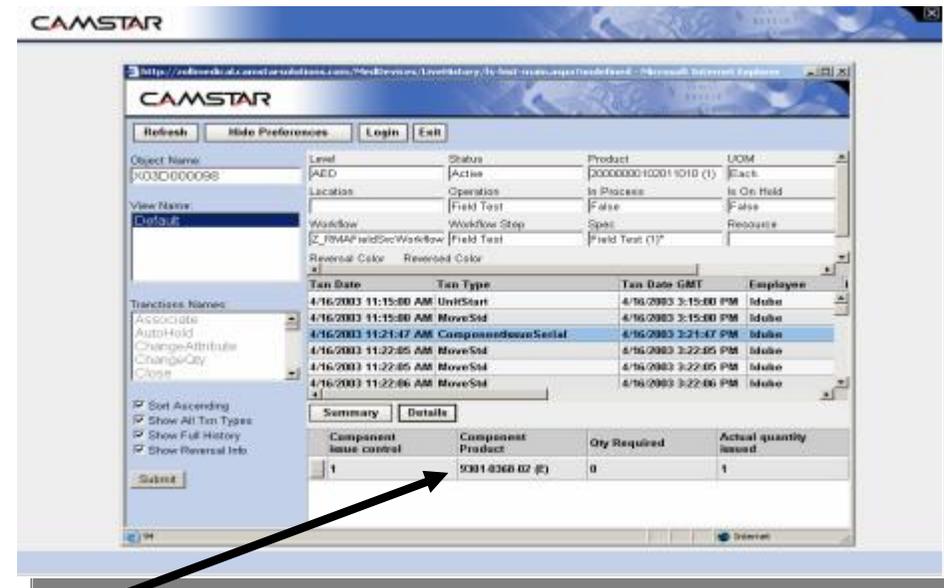
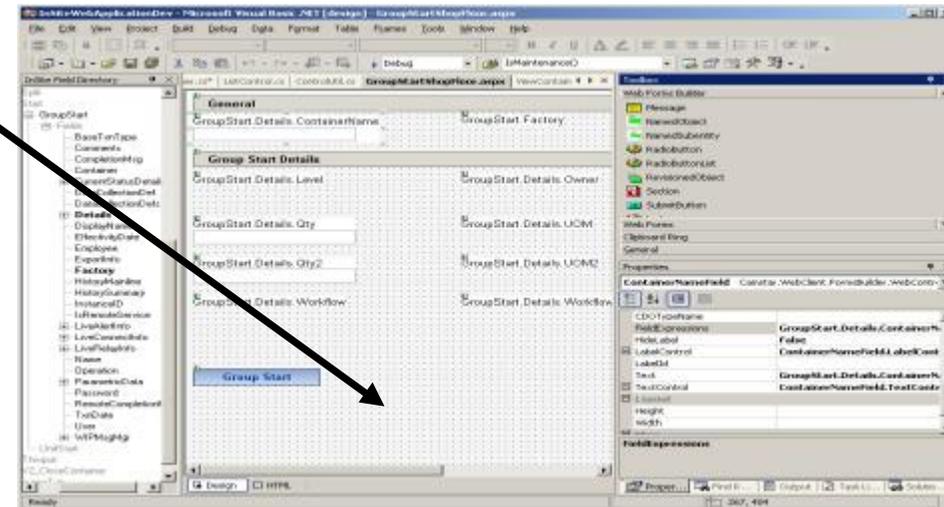


## InSite Fast GUI Builder – Быстрое средство разработки

Тонкий клиент:

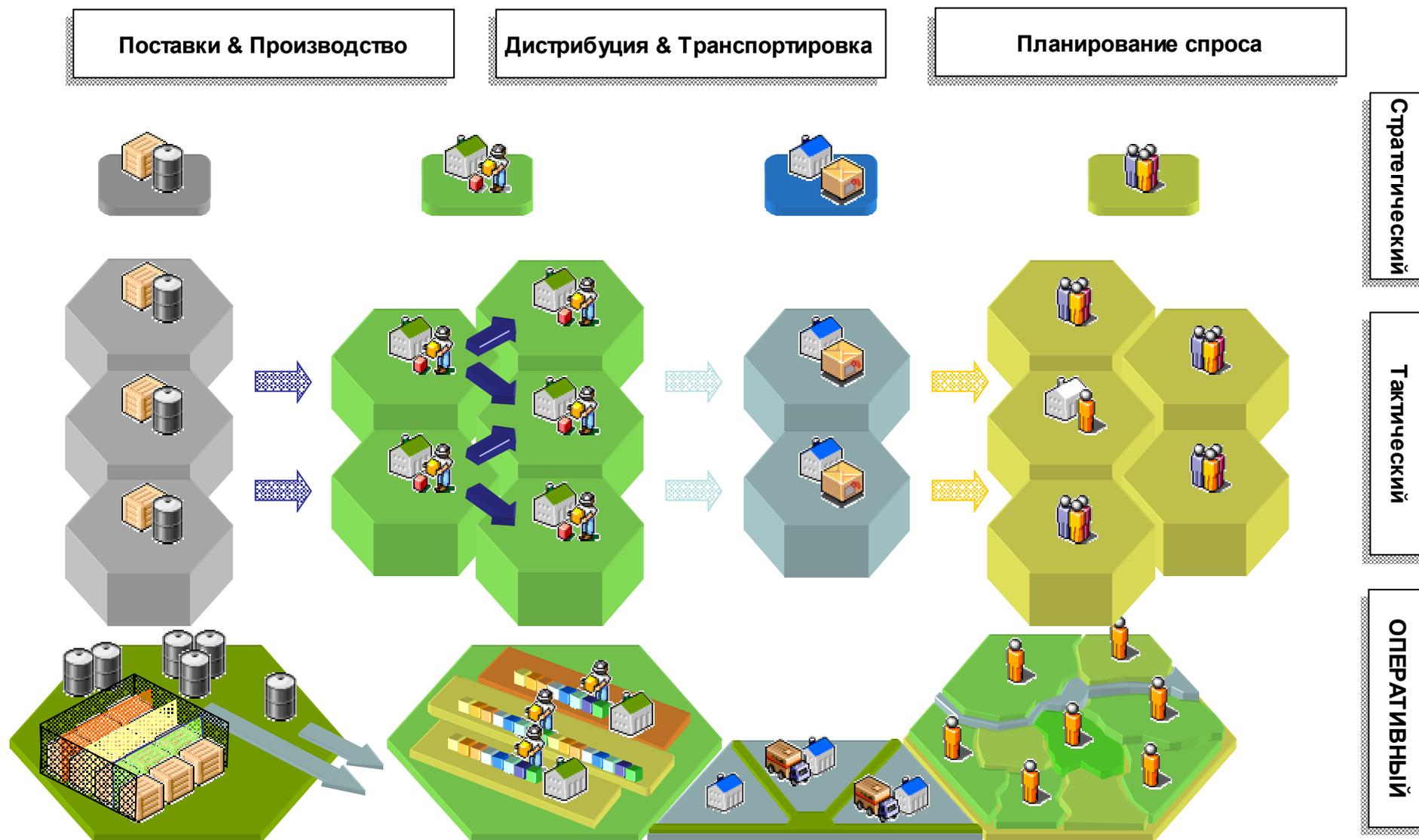
- ☐ Средство Camstar для разработки Web-форм
- ☐ Web-ориентированный интерфейс со 100% поддержкой языка HTML
- ☐ Позволяет быстро разрабатывать отчётные форма с использованием механизма drag-and-drop без дополнительного программирования

**Создание**



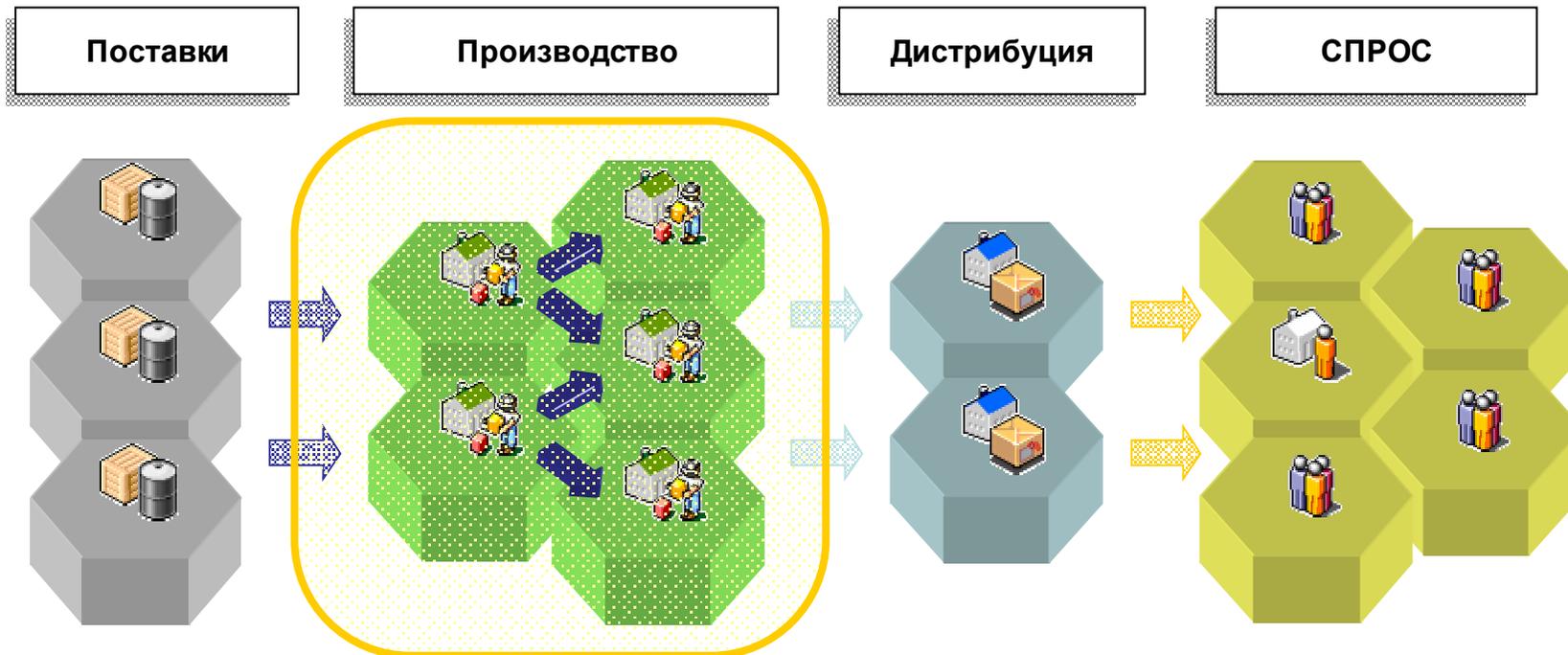
**Выполнение**

## Области планирования





## Решение APS

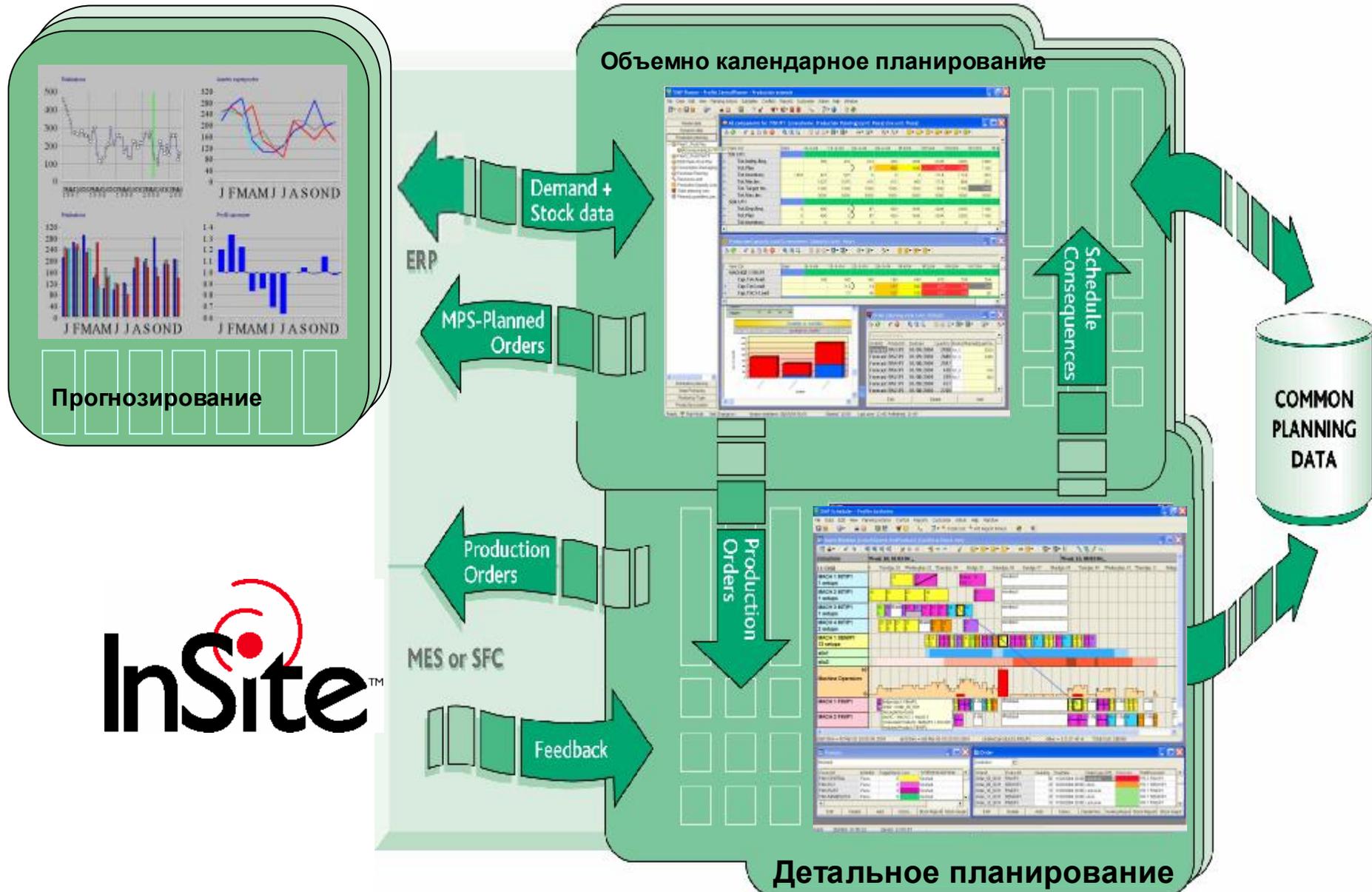


### Функции, реализуемые подсистемой APS (синхронное планирование и оптимизация)

1. Формирование расписания для основного производства по заданному алгоритму планирования
2. Формирование расписания для вспомогательных производств
3. Осуществление процедуры перепланирования по заданным событиям и с учетом требований, предъявляемых к формированию производственного расписания
4. Определение оперативных потребностей в материалах и продукции вспомогательного производства по результатам планирования/перепланирования
5. Формирование отчетности по:
  - ü сформированному производственному расписанию
  - ü по исполнению производственного расписания

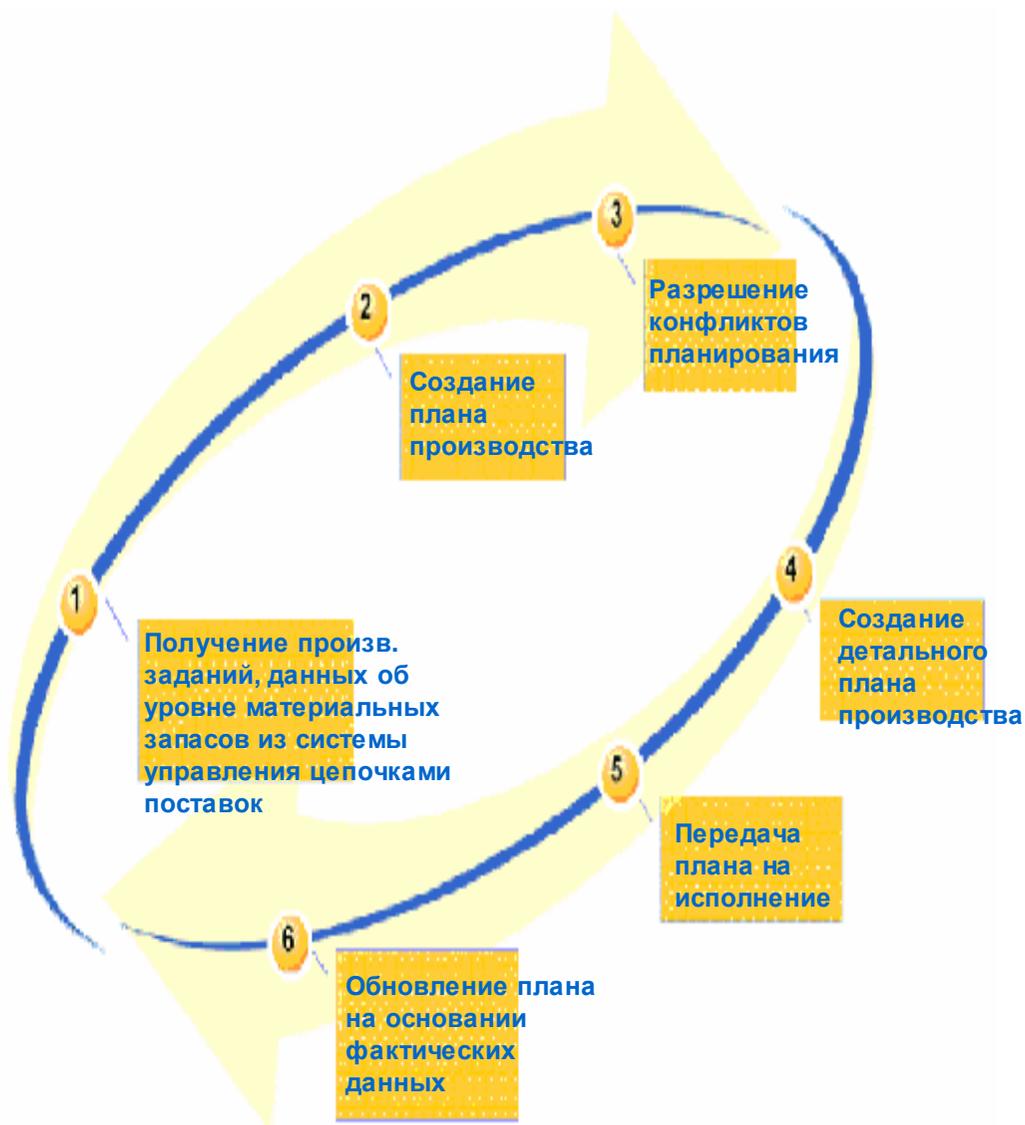


## ОМР: Интеграция





## Типовой процесс планирования производства



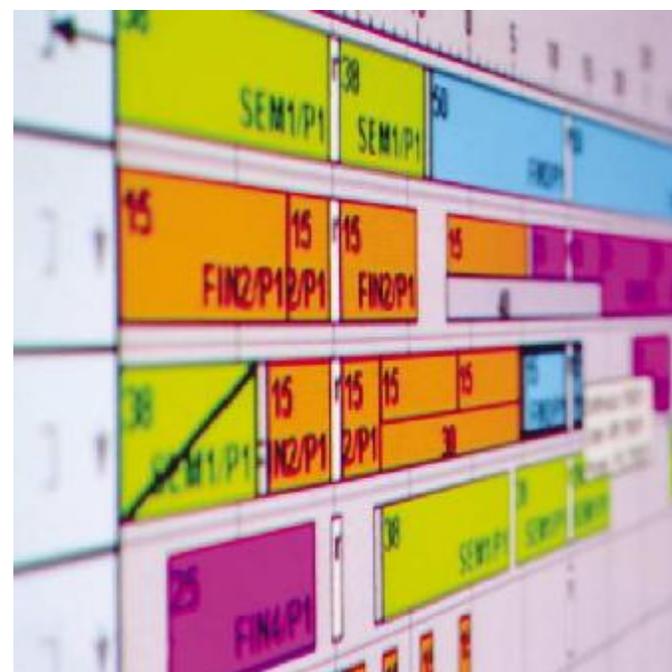
**APS-решение** может быть использовано на всех этапах процесса планирования производства:

ü 1-3 – как система графического представления объемно-календарного плана: заказы дополняются технологической информацией о производимой продукции и рассчитывается производственное расписание на несколько месяцев. При этом система может работать в режиме учета/без учета ограниченности ресурсов

ü 4 – 6 - оперативное планирование производства

## Состав решения по оперативному планированию производства

- q Модуль планирования
- q Модуль оптимизации
- q Модули интеграции



## Модуль Scheduler: планирование и перепланирование

### Планирование

- q Размещение операций для каждого производственного заказа по соответствующему оборудованию, складским помещениям и местам хранения, погрузочно-разгрузочным площадкам
- q Визуализация производственного расписания:
  - ü в виде диаграммы Ганта. Различные цветовые схемы, всплывающие подсказки, строки текущего состояния. Визуализация конфликтных ситуаций
  - ü настраиваемые отчеты и графики для вывода ключевых показателей эффективности (например, количество настроек оборудования, количество просроченных заказов и т.д.)
  - ü мониторинг состояния запасов, использования оборудования и других ресурсов

### Оперативное перепланирование

- q Отображение изменений в Scheduler, происходящих в производственной среде, в момент их возникновения
- q Визуализация последствий этих изменений на диаграмме Ганта. Конфликты помечаются, выдаются соответствующие сообщения
- q Возможности быстрого реагирования (перепланирования):
  - ü использование технологии Drag and Drop, слияние и дробление заказов, фиксирование операций
  - ü перемещение операций на альтернативные РЦ с автоматическим пересчетом всех необходимых параметров (времени настройки, скорости обработки и т.п.);
  - ü выбор альтернативных маршрутов, рабочих центров и спецификаций;
  - ü проверка в режиме он-лайн соответствия новых планов и существующих ограничений (дат поставки, уровней запасов, состояния ресурсов и т.д.);
  - ü запуск эвристик планирования или оптимизатора как для всего плана в целом, так и для отдельных частей.

## Модуль оптимизации: общие характеристики

- q Используется для автоматического формирования оптимального производственного расписания
- q Включает несколько техник оптимизации:
  - ü Математическое программирование (mathematical programming)
  - ü Логическое программирование с использованием ограничений (constraint logic programming)
- q Настраиваемый и мощный инструмент оптимизации (учет специфики конкретного производства), обеспечивающий быстрое формирование оптимального производственного расписания
- q Есть уже готовые алгоритмы оптимизации для металлургии - *OMP Cutting Optimizer*



## Модуль оптимизации ОМР: общие характеристики

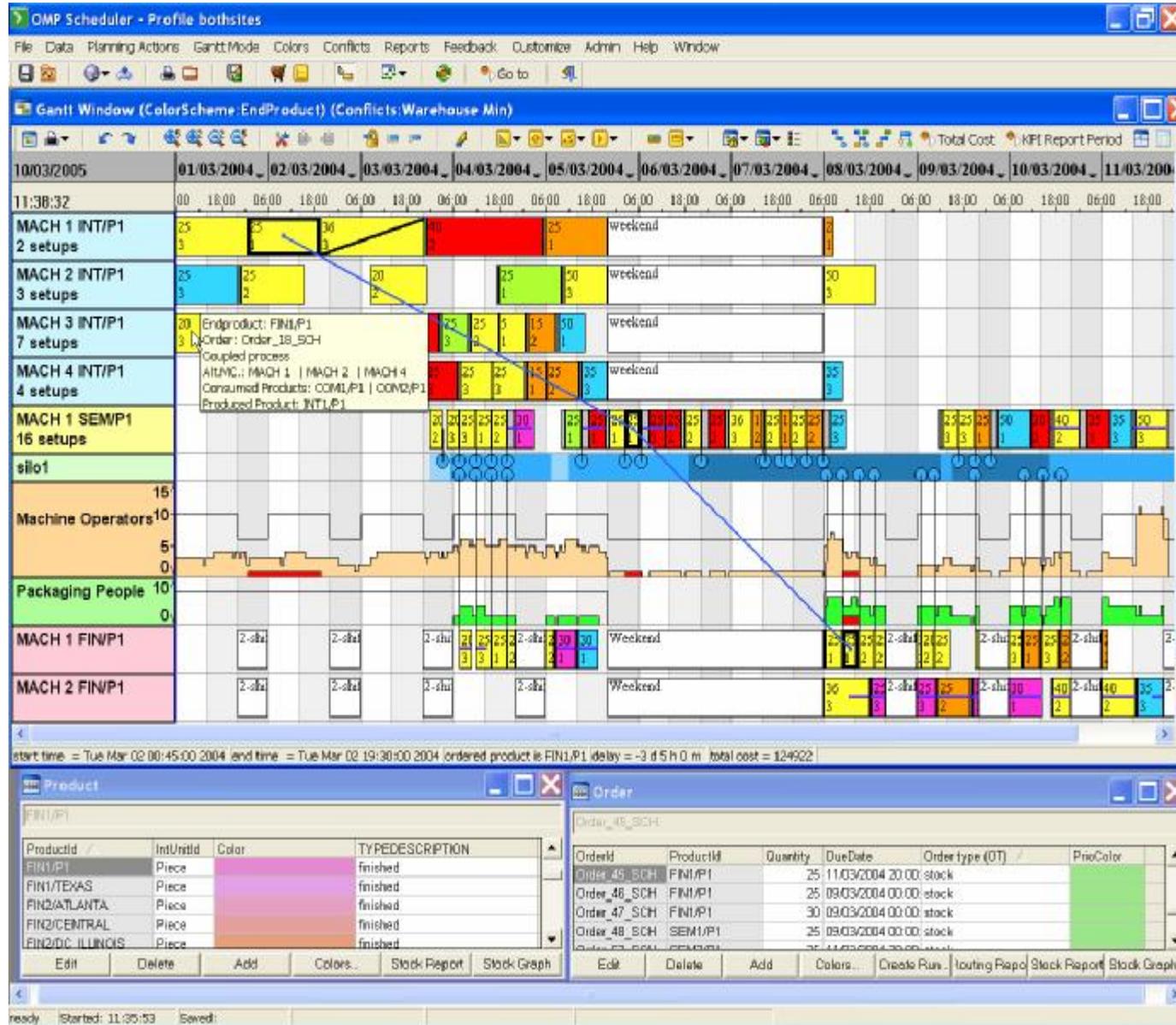
- Расчет оптимального решения осуществляется с использованием следующей информации :
  - ü заказы
  - ü предпочтительные и альтернативные маршруты
  - ü рабочие центры
  - ü графики работ
  - ü спецификации
  - ü производительность
  - ü настройки/наладки
  - ü и т.п.
- Решение представляется в графическом виде
- Планировщик может использовать оптимизатор для:
  - ü всего производства
  - ü на уровне выборки (горизонт, рабочие центры, продукты и т.п.) – остальное будет незатронутым
- Планировщик задает для оптимизатора:
  - ü стратегии (например, оптимизация по датам отгрузки, максимизация производительности, JIT, минимизация переналадок и т.п.)
  - ü активные ограничения (например, ресурсы, уровни запасов)

## Реализованные решения в металлургии

q	<b>Arcelor</b>	
	• Haironville	(FR)
	• Ugine & ALZ (6 x)	(FR,BE)
	– Steel factory	
	– Rolling Mill	
	• ESP (service center)	(BE)
q	<b>Bekaert Tinsley - wire drawing mill (2 x)</b>	(BE)
q	<b>Corus</b>	
	• Corus Group	(UK)
	• Corus IJmuiden (4 x)	(NL)
	– Corus Iron (primary products)	
	– Corus Strip & Corus Light Strip (6 x)	
	– Corus Packaging Plus	
	• Corus Aluminium Duffel (3 x)	(BE)
	– foundry	
	– rolling mill	
	– finishing	
	• Corus Aluminium Koblenz - rolling mill (2x)	(DE)
	• Corus LP - rolling mill (2x)	(CA)
	• Hoogovens Myriad (serv. center)	(FR)
q	<b>Elval</b>	(GR)
q	<b>Hunter Douglas</b>	(NL)
q	<b>Metallo Chimique</b>	(BE)
q	<b>Pechiney Affimet</b>	(FR)
q	<b>Snecma Moteurs (5 x)</b>	(FR)
q	<b>Stow International (2 x)</b>	(BE)
q	<b>Van Heyghen (service center)</b>	(BE)



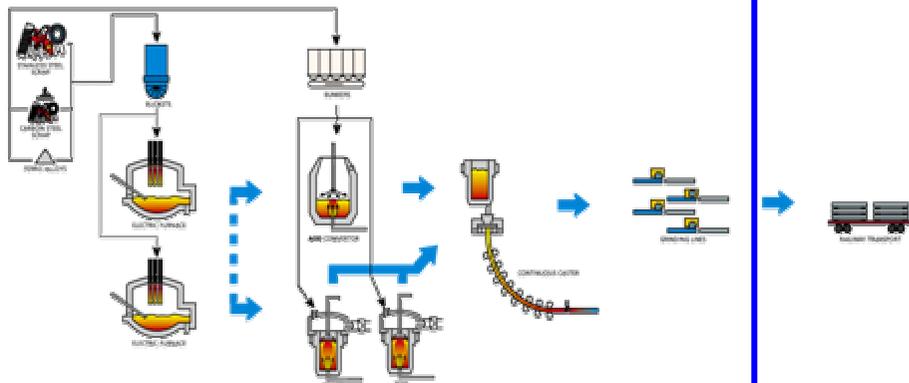
## Пример экрана по оптимизационному планированию



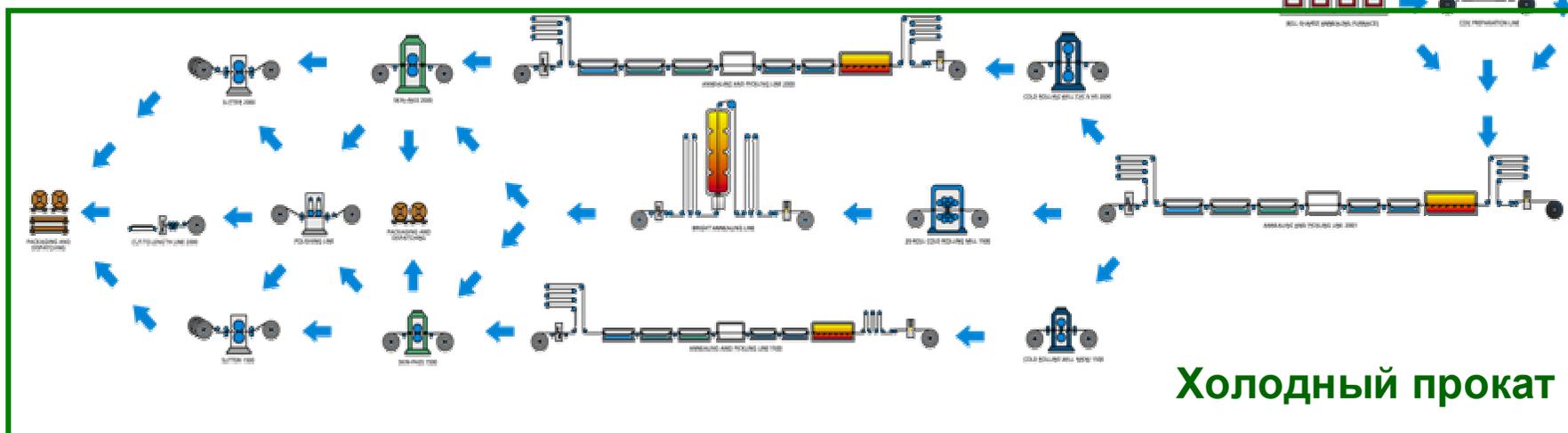


# Интегрированное решения MES+APS

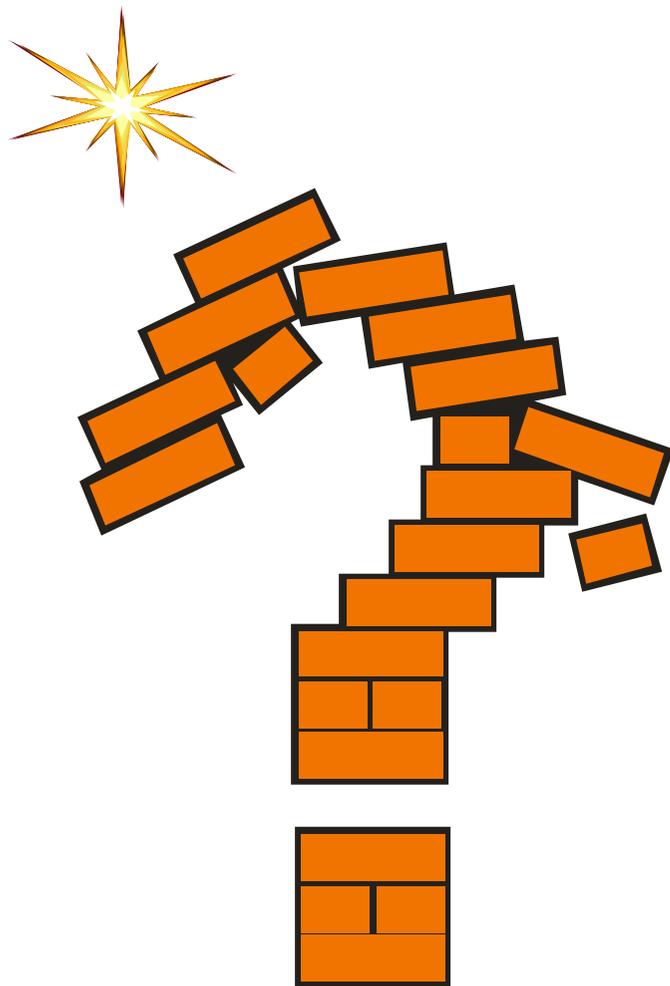
## Сталеплавильное производство



## Горячий прокат



## Холодный прокат



## Вопросы ?

Заместитель Генерального директора по  
внедрению информационных систем

**Бабичев Алексей**

### Наши координаты:

Москва, пр. Андропова, 22

тел.: (495) 363-25-08

Санкт-Петербург, пр. Ю.Гагарина, 23

тел.: (812) 702-08-34

e-mail: [AlexeyB@vestco.ru](mailto:AlexeyB@vestco.ru)