



Трансформация систем управления производством в эпоху цифровой экономики

Борис Меленевский
Архитектор бизнес решений, SAP
Июнь , 2018

PUBLIC

Компьютерные технологии меняют мир вокруг нас



Компьютеры везде

- Миниатюризация
- Мощность, энергопотребление
- Доступные цены

Цифровые технологии

- Большие данные
- Машинное обучение
- Виртуальная реальность
- Моделирование процессов
- Распределенный реестр (blockchain)
-

➤ **Более 100 миллионов** строк кода содержат программы в автомобилях премиум класса

Глобальное развитие Интернета - среды взаимодействия
людей и машин

Интеллектуализация изделий
Программируемые характеристики
Данные об эксплуатации

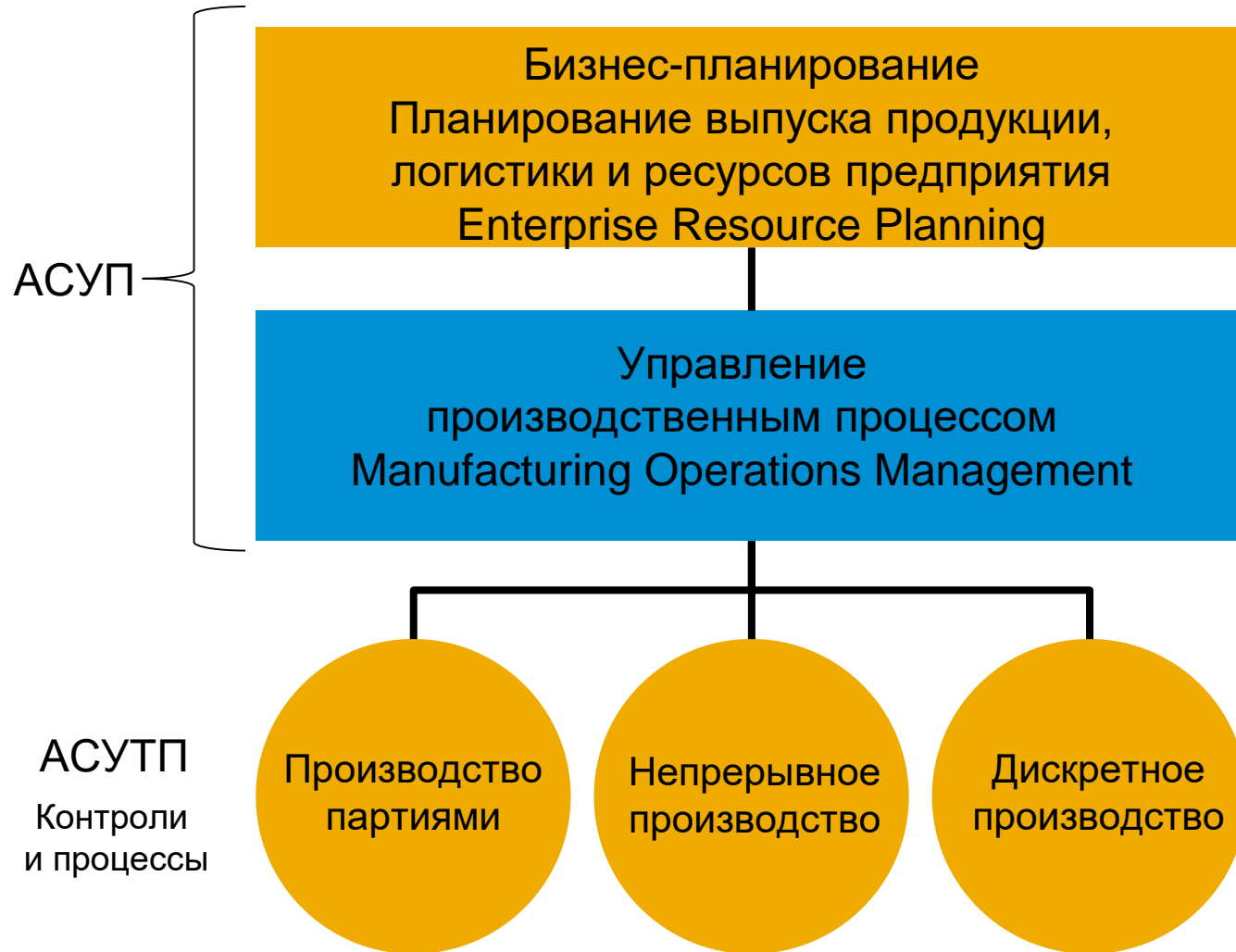
Изменение модели потребления
От индивидуального владения к совместному использованию

➤ **52%** компаний из рейтинга Fortune-500 2000г сегодня не существует

Как изменяются системы управления производством ?

➤ **2,8% ВВП** – достигла Цифровая экономика в России по итогам 2016

Общепринятая иерархическая архитектура систем управления



4- ERP	Формирование производственной программы, управление контрактами, материально-техническое обеспечение производства, поддержка уровней запасов, календарный план производства Интервалы -Месяцы, недели, дни
3- MES/MOM	Оперативное планирование, распределение и контроль использования ресурсов, отслеживание генеалогии продукции, управление качеством, контроль выполнения плановых показателей Интервалы-Месяцы, недели, дни
2-SCADA	SCADA - Диспетчеризация, человеко-машинный интерфейс, сбор данных, мониторинг показателей Интервалы – часы, минуты, микросекунды
1-PLC/DNS	PLC (DNS) – измерения и управление физическими процессами в реальном времени
0	Реальные физические процессы

Трансформация промышленности под влиянием цифровых технологий

Направления развития ИТ



Всеобъемлющая компьютеризация



Большие данные
Машинное обучение



Интернет - канал взаимодействия



Облака и мобильность

Основные изменения в промышленности

Умный продукт

- Высокая доля ПО в цене продукта
- Программируемые свойства
- Сенсоры и датчики

Новые технологии

- Цифровое проектирование
- Аддитивные технологии
- Новые материалы

Организация производства

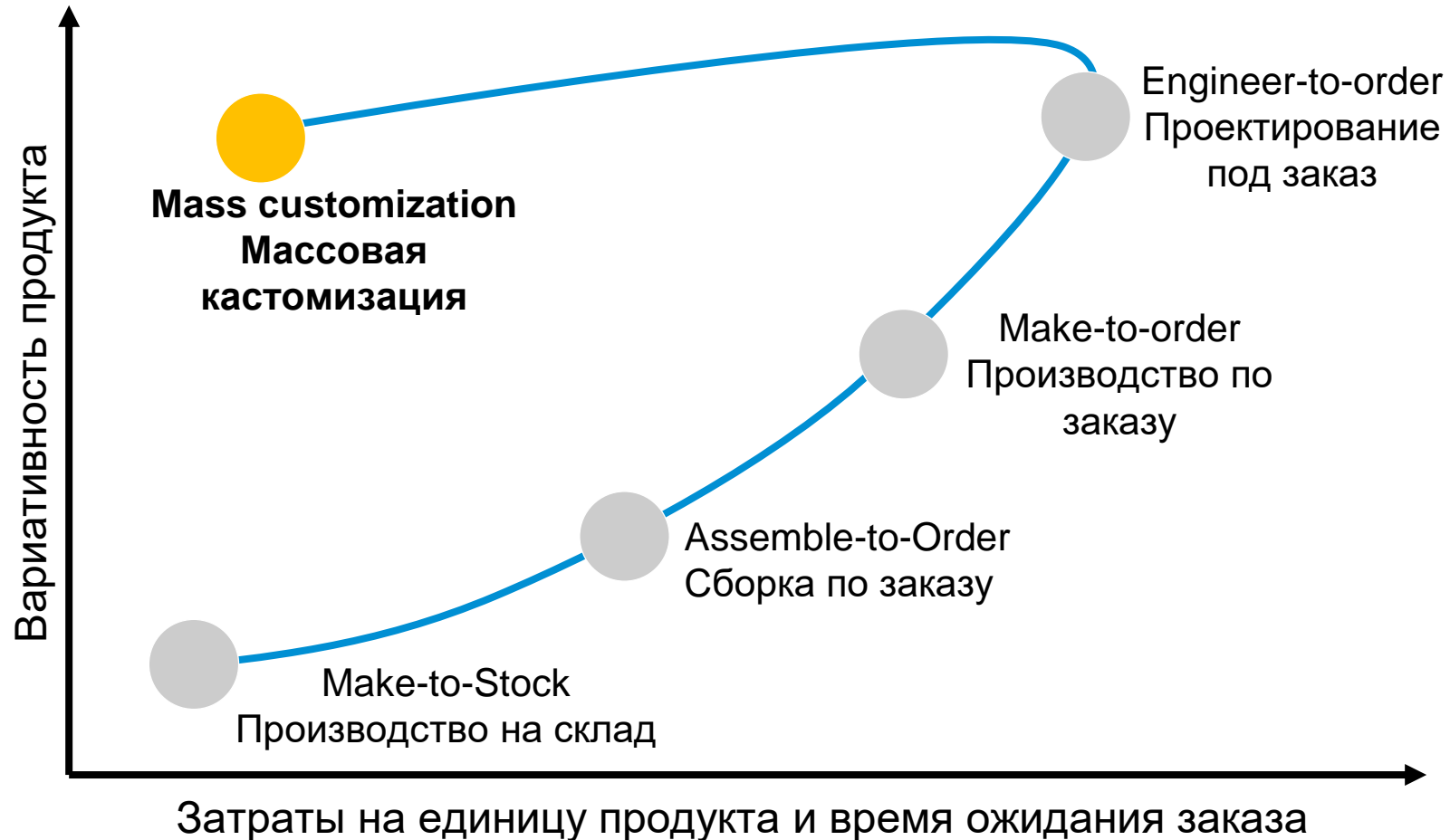
- Переход от массового производства к производству под заказ клиента
- От предприятий полного цикла к концентрации на конкурентных преимуществах

Изменение бизнес модели

- Продукт + Сервис
Интегрированная логистическая поддержка изделий.
- Продукция = Услуга
Контракт жизненного цикла
- Ремонты по тех состоянию

- В 2019 году количество подключенных устройств промышленного "интернета вещей" в России может составить **1,9 млн**, из них **1,3 млн единиц будет представлять оборудование в машиностроении**
- Объем российского рынка искусственного интеллекта в промышленности к 2021 году достигнет **\$380 млн**.
«исследование компании "Цифра" и РСПП» - <http://tass.ru/pmef-2018/articles/5223094>

Внедрение инноваций – вопрос выживания промышленных предприятий



- Завод будущего будет выпускать индивидуальные изделия по требованию клиентов с необходимым качеством в кратчайшие сроки и минимальными затратами

Вы можете не изменяться. Выживание не является обязанностью» - Уильям Эдвардс Деминг

Пример изменения операционной модели John Deere

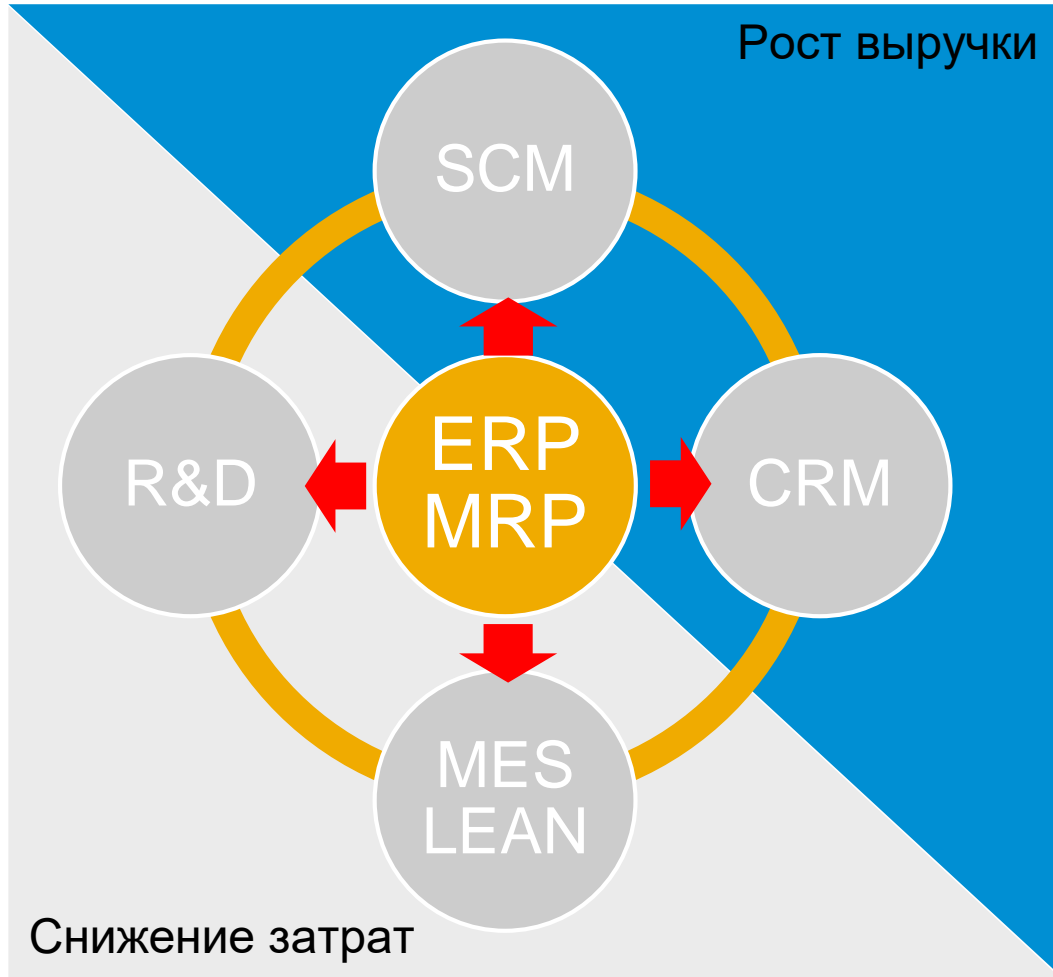


**Мы перестаем быть просто производственной компанией.
Мы предоставляем решение задач своим клиентам**

- В 2012 году компания John Deere представила **новую концепцию передовых технологий FarmSight**. «Сегодня клиент желает дальнейшего усовершенствования не только технологий, но и сервиса»
- На технике John Deere установлено **более 20 компьютеров**. Больше 90% тракторов укомплектованы системой автоматического вождения.
- Система Service Advisor позволяет специалисту дилерской организации **дистанционно считывать коды неисправностей и заранее готовить необходимые запчасти**
- Стратегия состоит из **трех основных направлений: интеллектуальной техники, дополнительных сервисов для дилеров и систем точного земледелия**

Требования современного предприятия значительно превосходят стандарты ERP систем

Полнофункциональные бизнес-решения



Технологии



Новые Бизнес-модели

Производство продукции
Production excellence

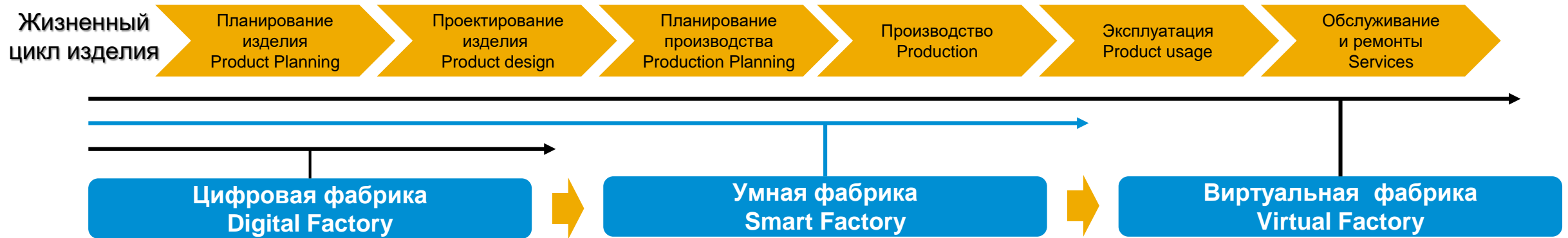


Сервис клиента
Real-Time Service



Обеспечение результата
Product Lifecycle Management

Интеллектуальные фабрики будущего - цифровые, умные и виртуальные



Инструменты

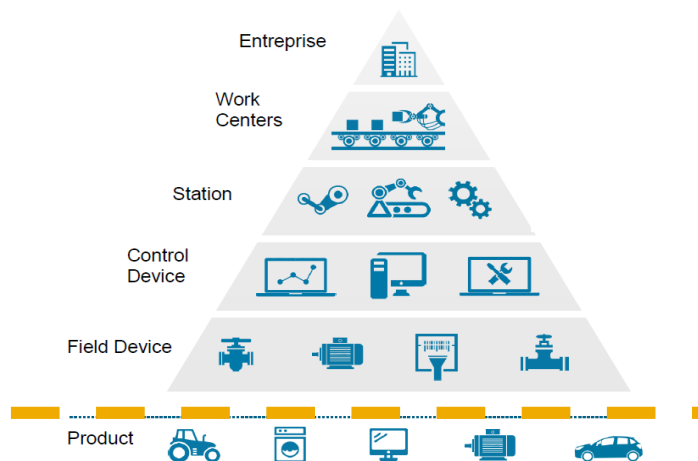
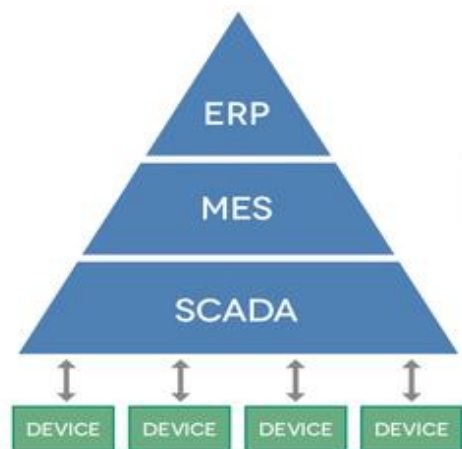
- **Автоматизированные системы оперативного управления** производственными и технологическими процессами
- **Современные технологии:** большие данные, виртуальная и дополненная реальность, машинное обучение, компьютерное зрение, промышленный интернет
- **Высокотехнологичное оборудование:** 3D-принтеры, Станки- ЧПУ, робототехнические комплексы, сенсоры, датчики, мобильные устройства....

Цели и задачи

- **Гибкость** технологических процессов и производства в целом
- Выпуск массовой и кастомизированной продукции, **удовлетворяющей индивидуальные потребности клиентов**
- **Повышение производительности, энергоэффективности и экологичности** производства
- Новые **высокотехнологичные** рабочие места

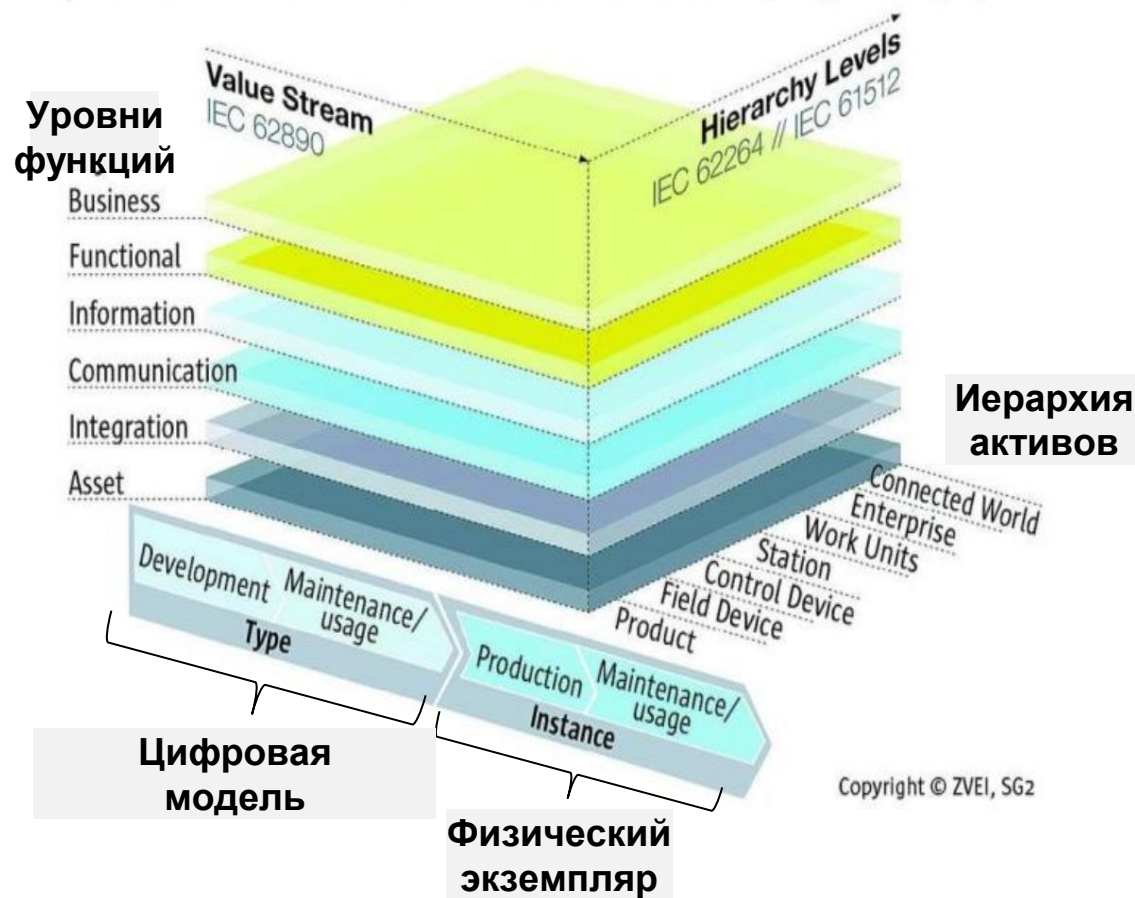
Изменение архитектуры систем управления

Иерархическая архитектура систем управления



Трехмерная эталонная архитектурная модель

Reference Architectural Model Industrie 4.0 (RAMI 4.0)



Лидеры рынка разрабатывают платформы интеграции бизнес-систем и физических объектов

The logo for Siemens, featuring the word "SIEMENS" in a bold, teal, sans-serif font.

MindSphere – открытая облачная операционная система компании «Сименс» для «Интернета вещей» (IoT), которая позволяет связать оборудование и физическую инфраструктуру с цифровым миром.



GE Predix - облачное решение, специально разработанное для промышленных данных и аналитики, эта платформа-как-сервис (PaaS) будет собирать и анализировать уникальный объем и многообразие данных об изделиях и машинном оборудовании



AIRBUS

Skywise - на парижском авиасалоне в 2017 году Airbus представил масштабный проект Skywise, призванный повысить эффективность как самого производителя, так и авиакомпаний. Для отслеживания параметров самолетов на них будут устанавливаться в среднем по 25 тыс. датчиков. Самая современная модель Airbus — A350 — оснащена 250 тыс. датчиков.

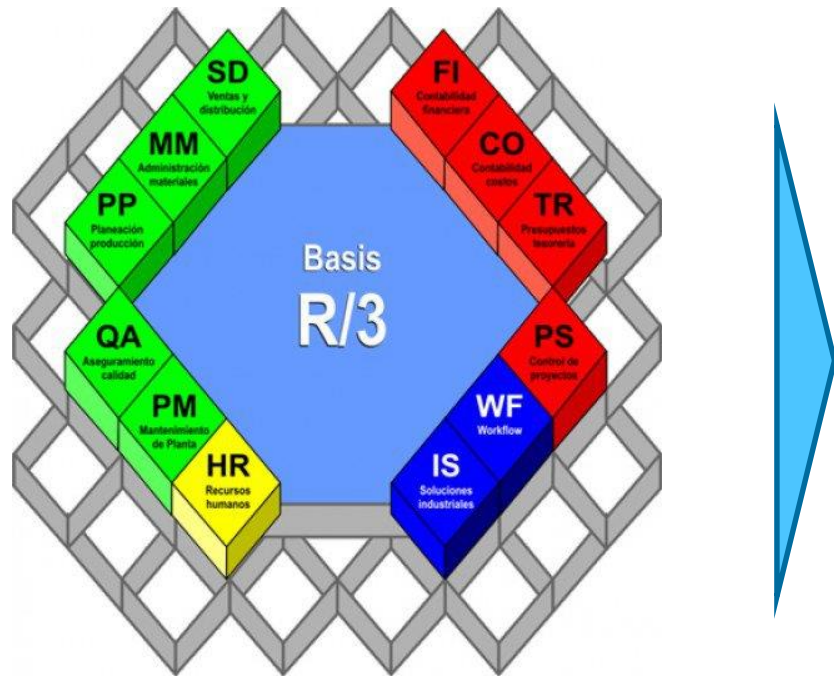


SAP Leonardo - цифровая инновационная система, которая интегрирует новейшие технологии и бизнес сценарии, позволяя внедрять необходимые инновации и осуществлять трансформацию бизнеса компаний, построенная на платформе SAP Cloud Platform



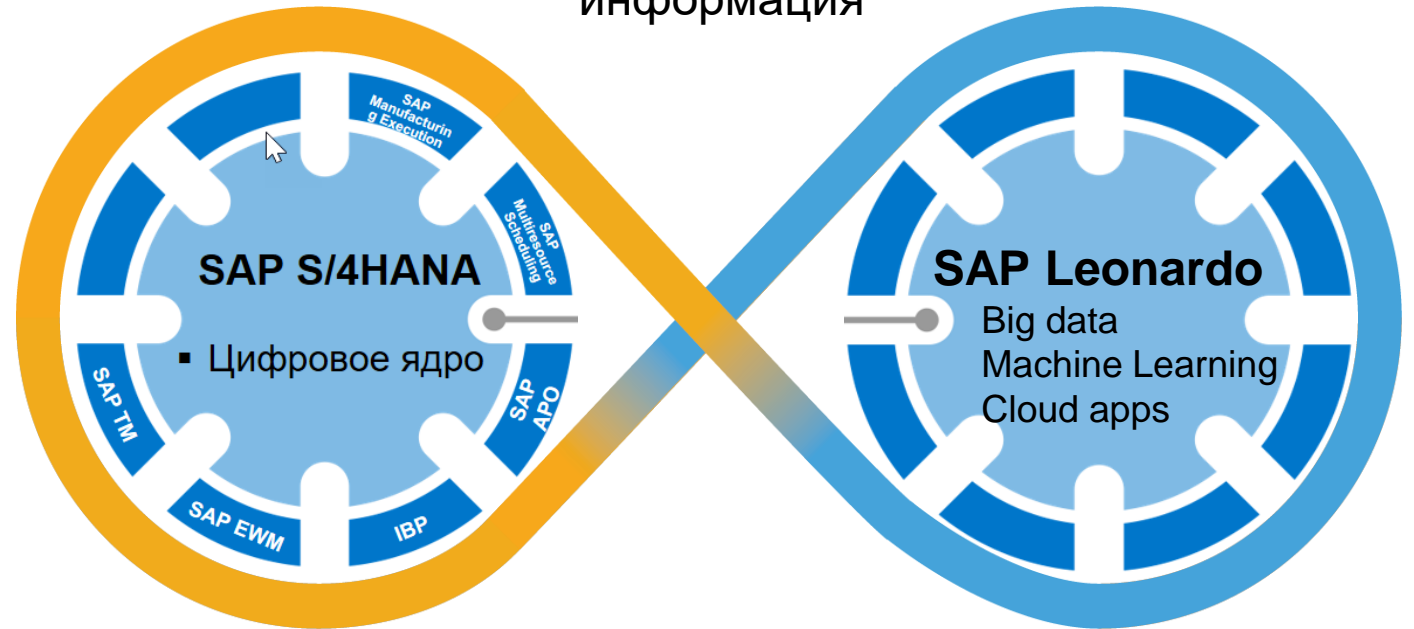
Путь SAP : поставщика решений к партнеру по инновациям

Преобразование портфеля: от ERP к ИТ платформе для цифрового бизнеса



- Более 20% мирового рынка ERP систем
- Около 50% российского рынка ERP

Бизнес процессы ← Новая информация ← Данные



- Бимодальная модель развития : Бизнес-процессы + Инновации
- Общее технологическое ядро для всех решений – SAP HANA
- Расширенное цифровое ядро S4\HANA – не только ERP
- Современные технологии: big data, machine learning, blockchain...

Трансформация основных ERP процессов в цифровом ядре

Цифровые технологии

- Большие данные
- Искусственный интеллект
- Системы распределенного реестра (blockchain)
- Квантовые технологии
- Технологии беспроводной связи
- Промышленный интернет
- Технологии виртуальной и дополненной реальности
- Аддитивные технологии
- Компоненты робототехники и сенсорики

Процессы

Планирование

Управление
качеством

Обслуживание
оборудования

Исполнение
операций

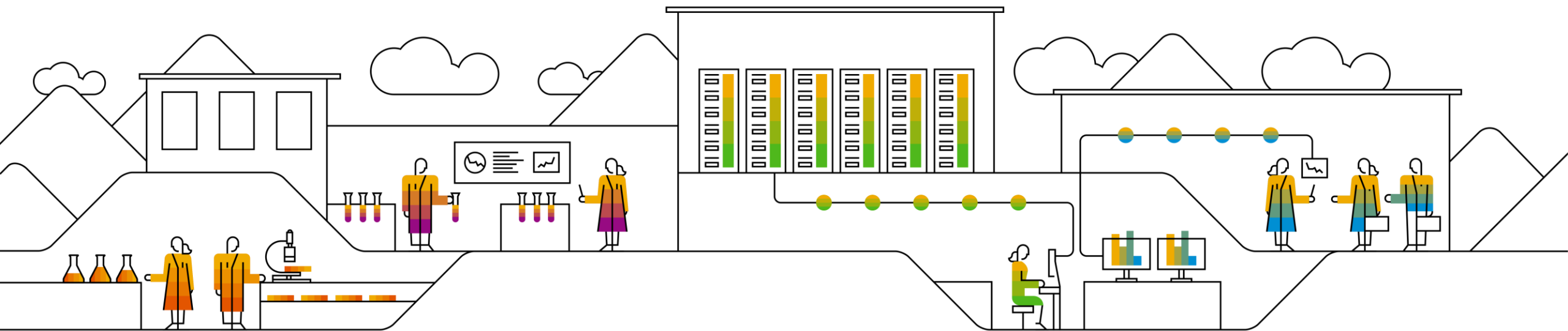
Управление
запасами

Управление
затратами

Основные изменения

- От MRPII к многоуровневому интегрированному планированию
- От контроля изделий и процессов к предиктивной аналитике и предписывающим действиям...
- От планово-предупредительных ремонтов к ремонтам по техническому состоянию оборудования и предиктивным ремонтам
- От регламентов и табельного учета к мониторингу здоровья и безопасности;
- От нормированных уровней к динамическому управлению запасами
- От производственной себестоимости к управлению затратами на всем жизненном цикле изделия

Планирование производства



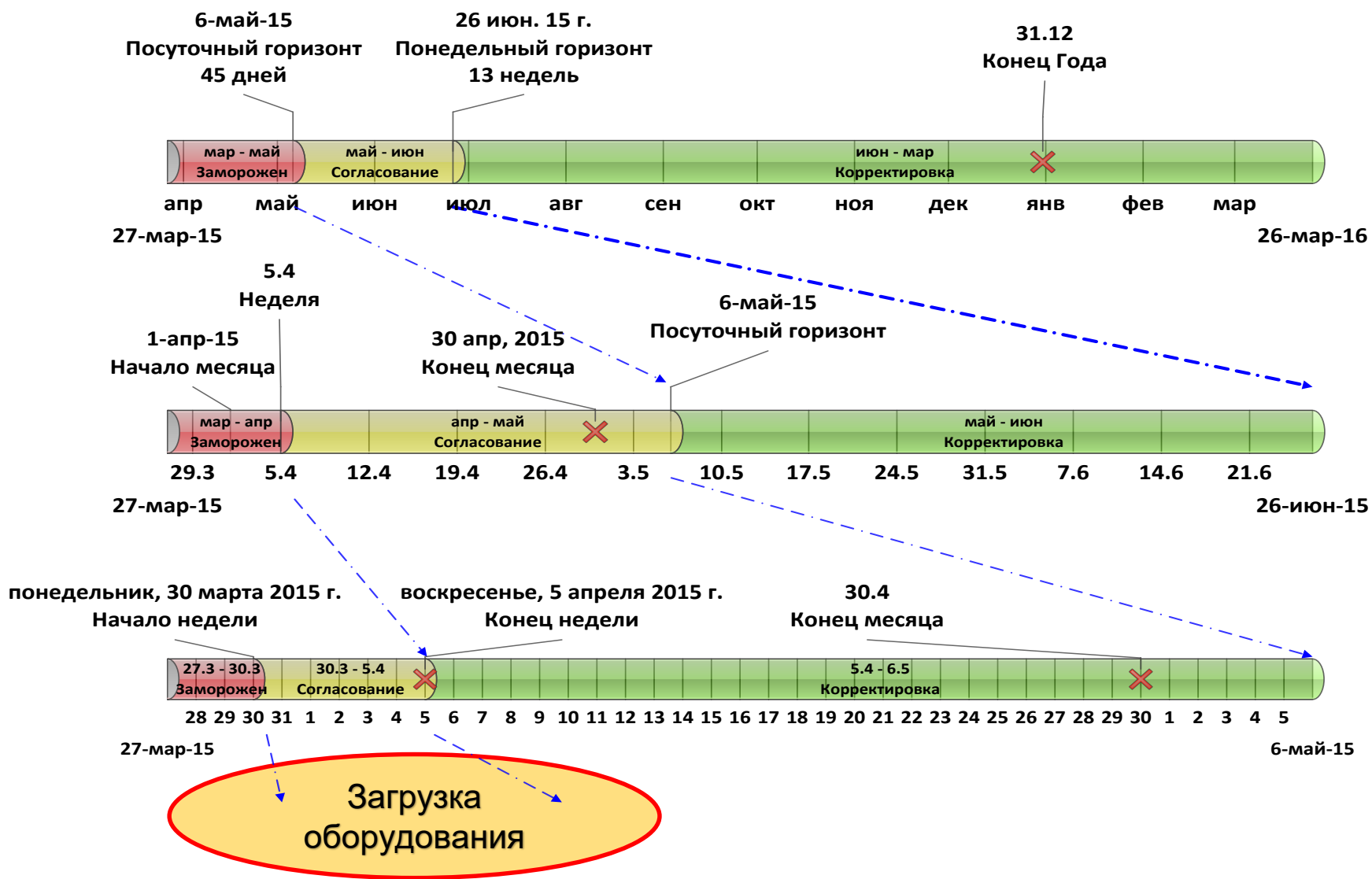
От MRPII к Интегрированному бизнес планированию

План производства и производственный план



Иерархии планирования | Горизонт планирования | Временной растр | Частота перепланирования

Согласованность планов разного уровня в единой системе



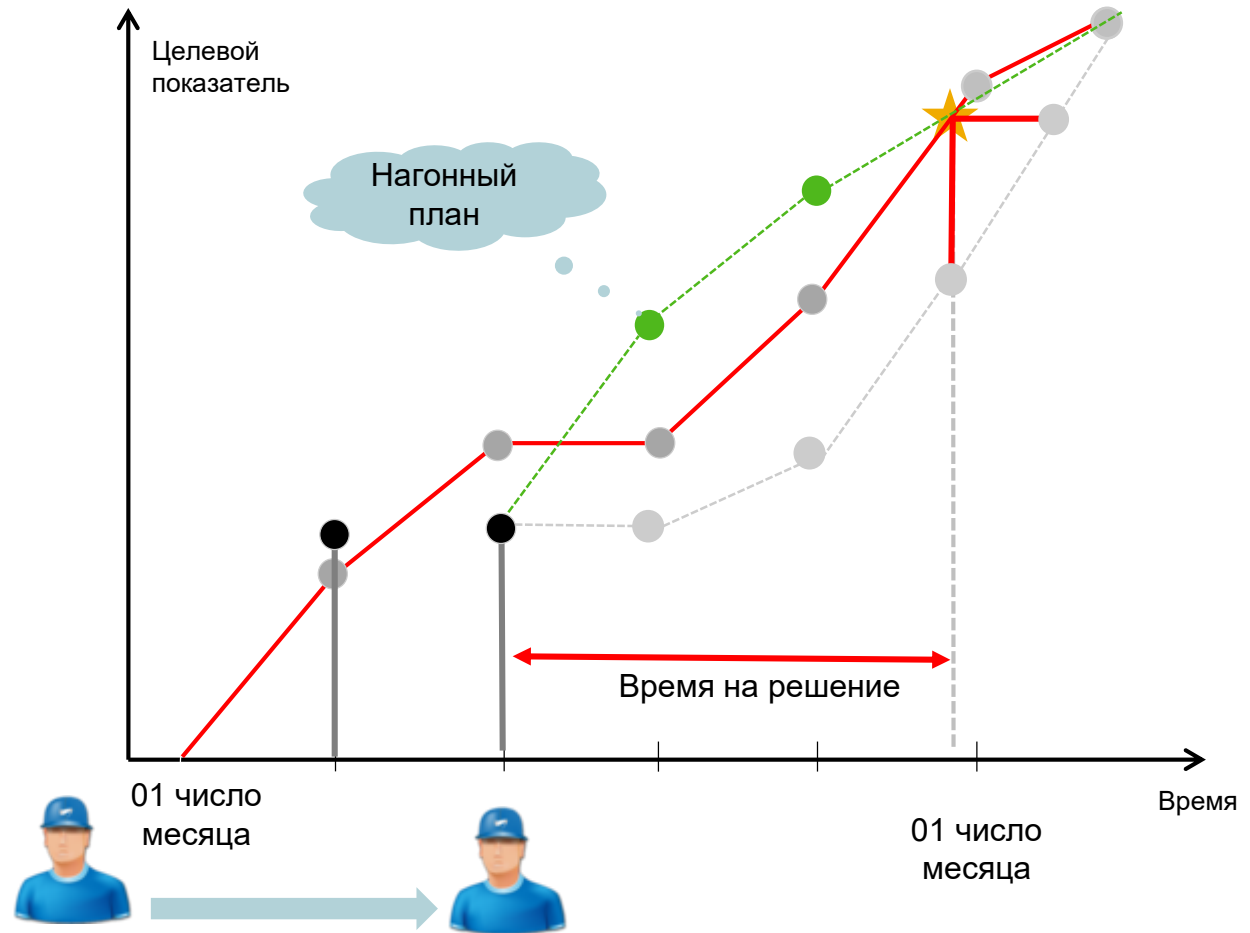
Программа
производства

Обеспечение
производства

Переход к анализу «ЦЕЛЬ-План-Факт»

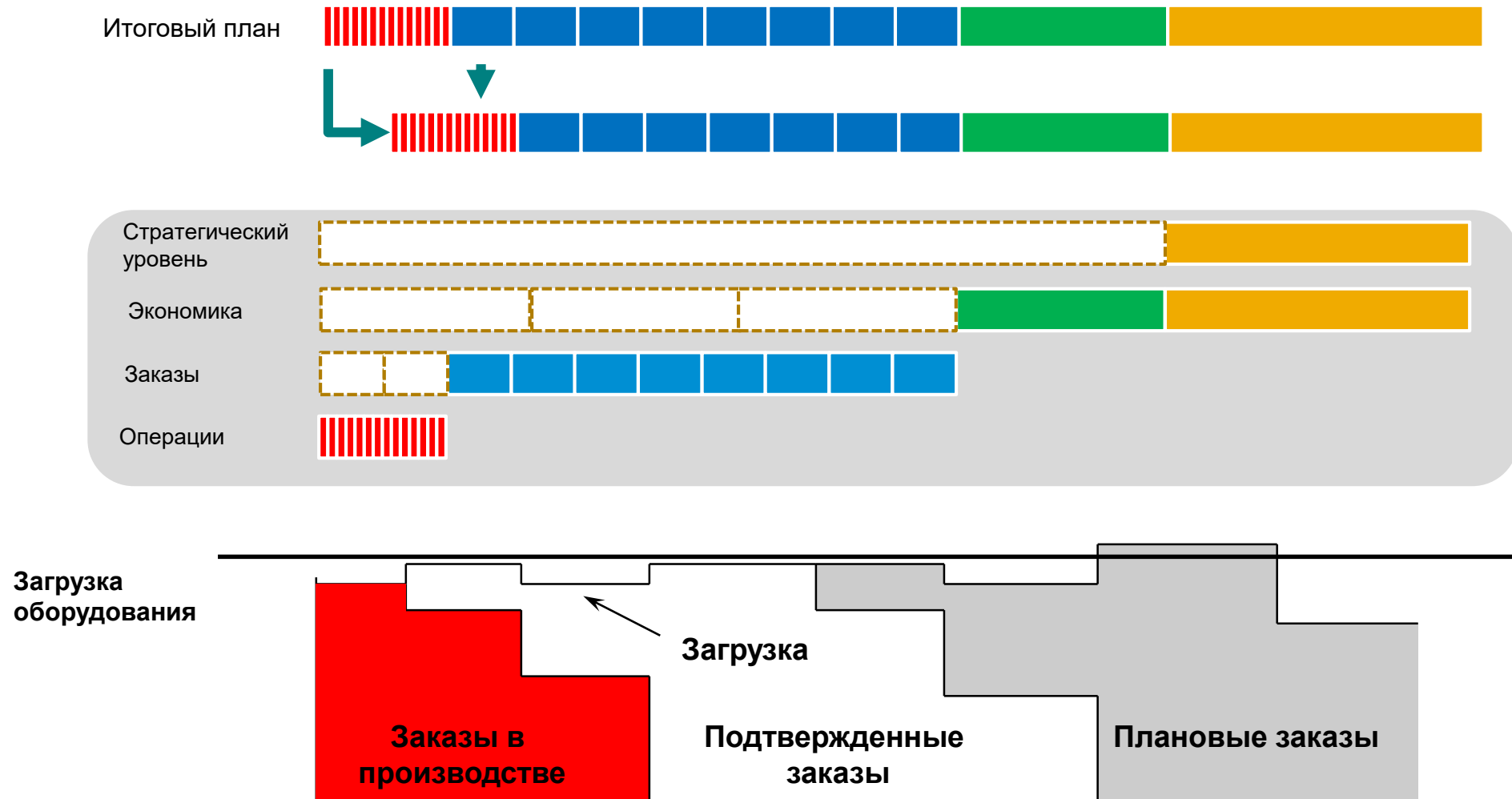
ЯНВАРЬ JANUARY								2013
01	31	1	2	3	4	5	6	
02	7	8	9	10	11	12	13	
03	14	15	16	17	18	19	20	
04	21	22	23	24	25	26	27	
05	28	29	30	31	1	2	3	

ФЕВРАЛЬ FEBRUARY								2013
05	28	29	30	31	1	2	3	
06	4	5	6	7	8	9	10	
07	11	12	13	14	15	16	17	
08	18	19	20	21	22	23	24	
09	25	26	27	28	1	2	3	

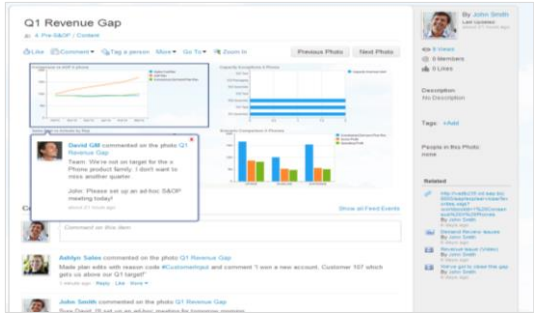
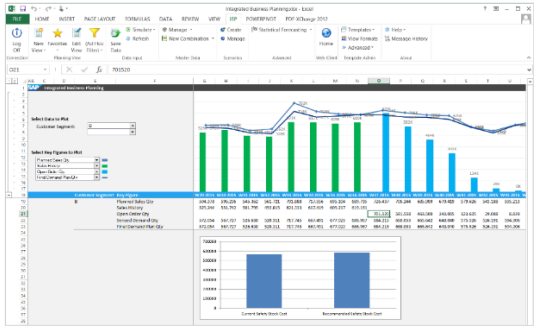
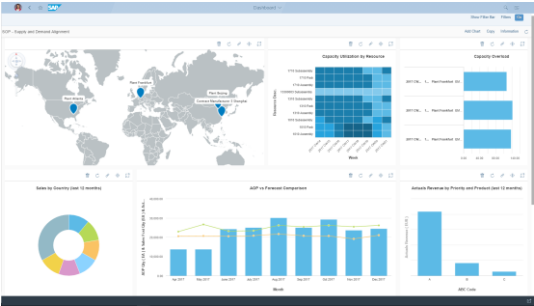


Скользящее планирование

Необходимая детализация, подготовка производства и соответствие бюджету



SAP Integrated Business Planning – Переход от планирования к сценарному анализу

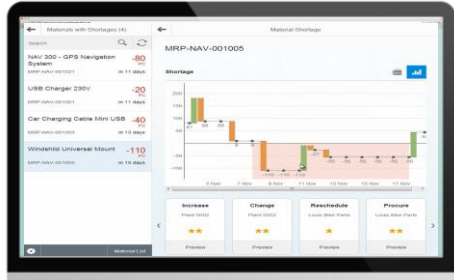


Концепция **Connected Manufacturing**

Производственный учет и контроль качества

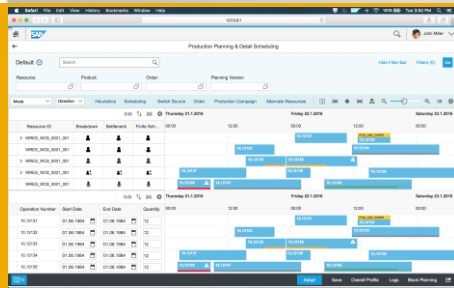


Интеграция всех уровней управления - Концепция Connected Manufacturing



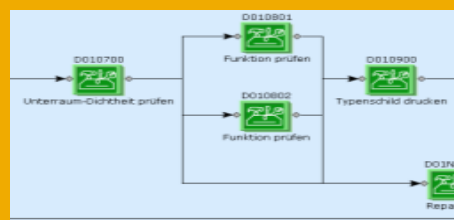
ERP

- » Изделия / Компоненты
- » Технические карты
- » Спецификации
- » Произв. мощности
- » Клиентский заказ
- » Производственный заказ
- » Подтверждение заказа
- » Серийные номера
- » Контроль качества изделия
- » Параметры проверки качества
- » Учет продукции, статус оборудования



ME

- » Сертификации, раб. места
- » Расширение тех. карт
- » Доп. шаги контроля
- » Уникальный номер ДСЕ
- » Параметры, данные
- » Диспетчеризация
- » Сбор производственных данных (компонентов, статусов, и.т.п)
- » Проверки соответствий плану
- » Регистрация НСИ и диспетчеризация



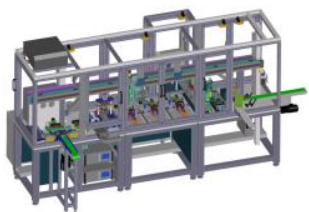
MII

- » Связка PLC тэгов с параметрами ME / MII
- » Стандарт ISA 95
- » Преобразование произв. данных из ME в PLC параметры (recipe)

PLC

(Оборудование)

- » Датчики для определения местоположения изделия
- » Запрос параметров из ME
- » Оборудование пересылает подтверждает выполнение и запрашивает информацию о след. шаге



Основные расширения производственного решения - SAP Connected Manufacturing

Технологическая подготовка производства
Интеграция с CAD

Составление производственных расписаний

Выполнение операций
Контроль качества

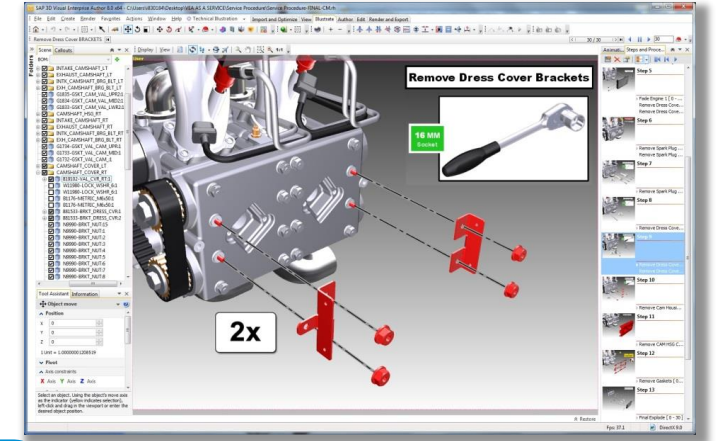
On-line мониторинг производственных показателей

Machine#: IB33-SA Model: I-Scrubber S/N: 8792-121
Total Operating Hours: 2,156

Battery Voltage (Average)

Days (moving history)	B1	B2	B3	B4	B5	B6	Threshold
1	6.0	5.8	5.5	5.2	5.0	4.8	4.5
2	6.1	5.9	5.6	5.3	5.1	4.9	4.5
3	6.2	6.0	5.7	5.4	5.2	5.0	4.5
4	6.3	6.1	5.8	5.5	5.3	5.1	4.5
5	6.4	6.2	5.9	5.6	5.4	5.2	4.5
6	6.5	6.3	6.0	5.7	5.5	5.3	4.5
7	6.6	6.4	6.1	5.8	5.6	5.4	4.5

Part Name	% Life	Next Service	Interval	Last Service
Vacuum Fan	35%	175	500	325
Dust Panel Filter	78%	155	200	45
Main Wheel	5%	50	1,000	950
Squeegee Wheel	20%	200	1,000	800
Swivel Castor, Rear Sog	96%	900	1,000	100
Squeegee Vacuum Hose	47%	700	1,500	800
Front Disk Squeegee	87%	1,200	1,500	200
Rear Squeegee	85%	1,100	1,700	800
Brush Slurt Left	75%	900	1,200	300
Brush Slurt Right	58%	700	1,200	500
Wet Battery	28%	700	2,500	1,800
Ignition Key	57%	2,844	5,000	2,156



Manufacturing Execution

SAP Torque Tightening Example

Param	Value
Torque 1	39.58
Torque 2	41.20
Torque 3	39.74
Torque 4	37.27
Torque 5	37.58
Torque 6	38.64

QIM on HANA

Visual Enterprise

PP/DS

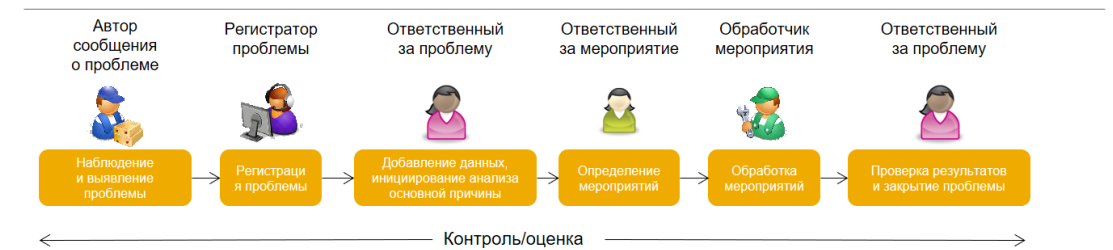
Управление качеством



Управление качеством продукции и процессов

SAP Quality Issue Management (SAP QIM)

Бизнес-сценарий и назначение



- Современный и гибкий подход к регистрации и обработке любого вида проблемы и сопутствующих мероприятий, например, 8D, мероприятия по корректировке и профилактике
- Возможность простого отслеживания и анализа проблем и мероприятий в самых разных приложениях и системах
- Возможность интеграции с процессами в других приложениях посредством инициирования проблем в QIM или последующих операций в связанных приложениях

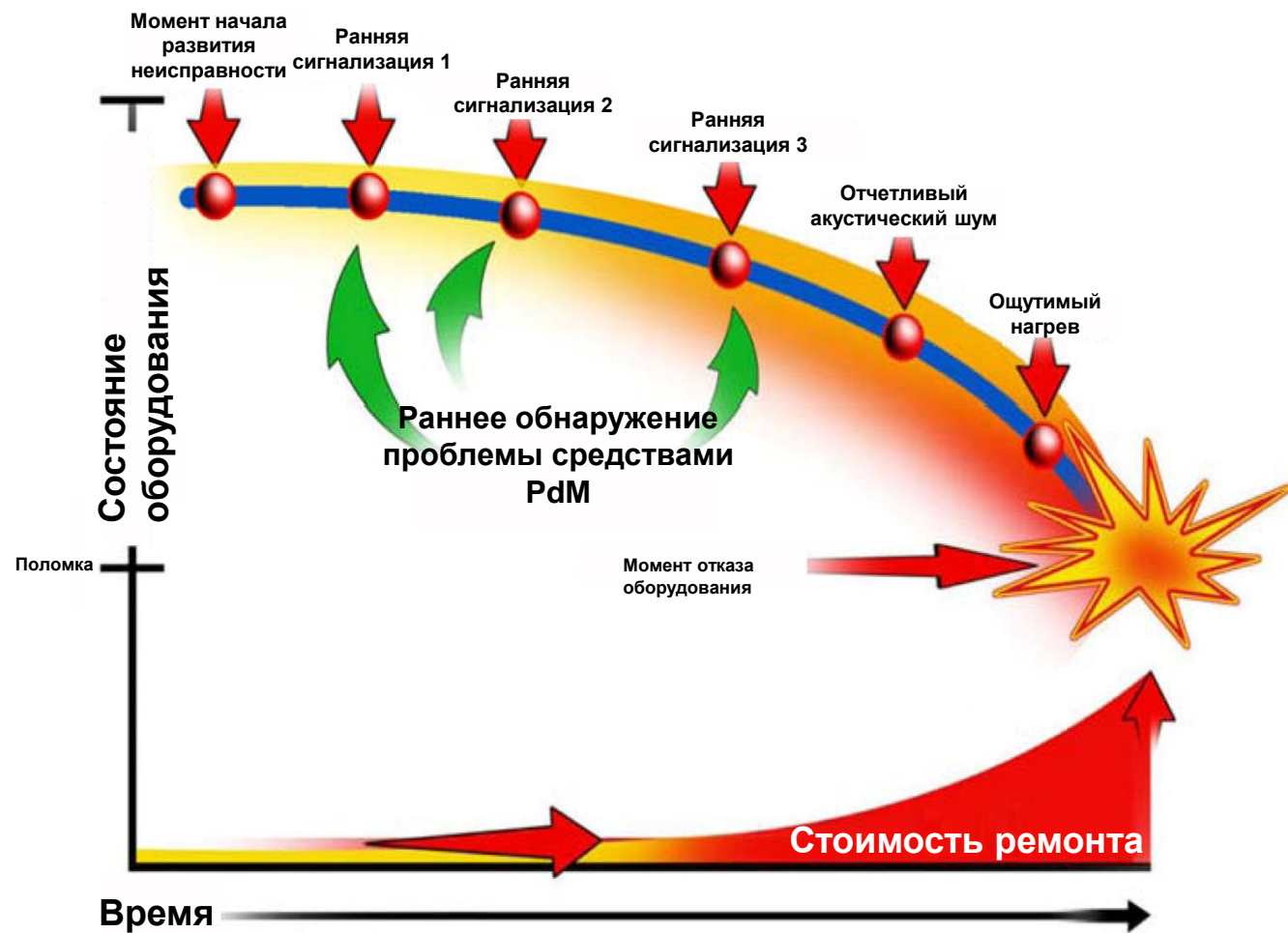


Управление запросами (рекламациями) клиентов

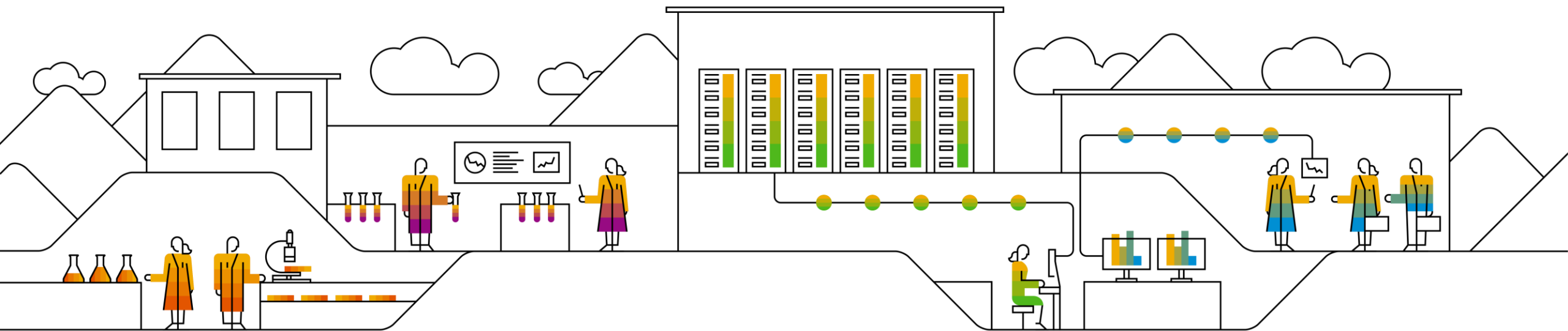
Общая эффективность оборудования (ОЕЕ)



Контроль технического состояния и прогнозирование неисправностей (Predictive maintenance)



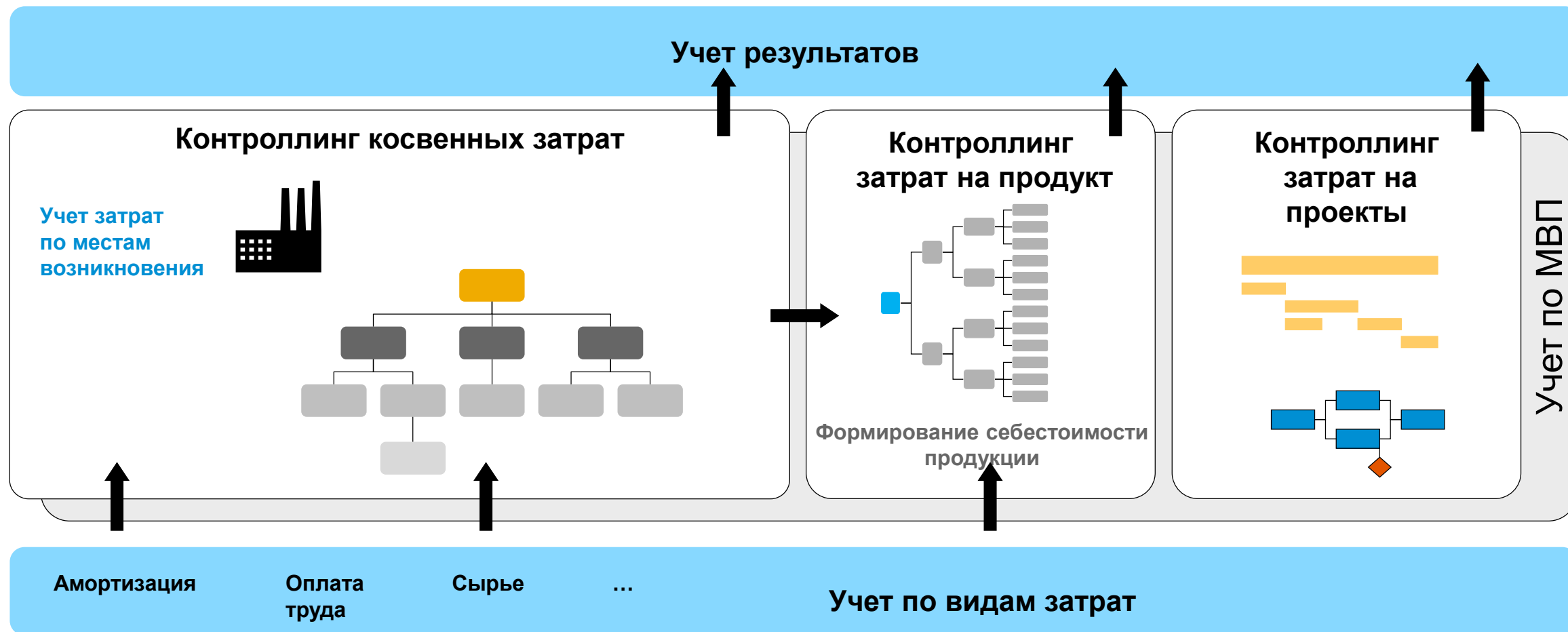
Калькуляция себестоимости продукции и управление затратами



Структура компонента Контроллинг

Основные выгоды:

- Прозрачность, своевременность и достоверность информации по затратам/выручке

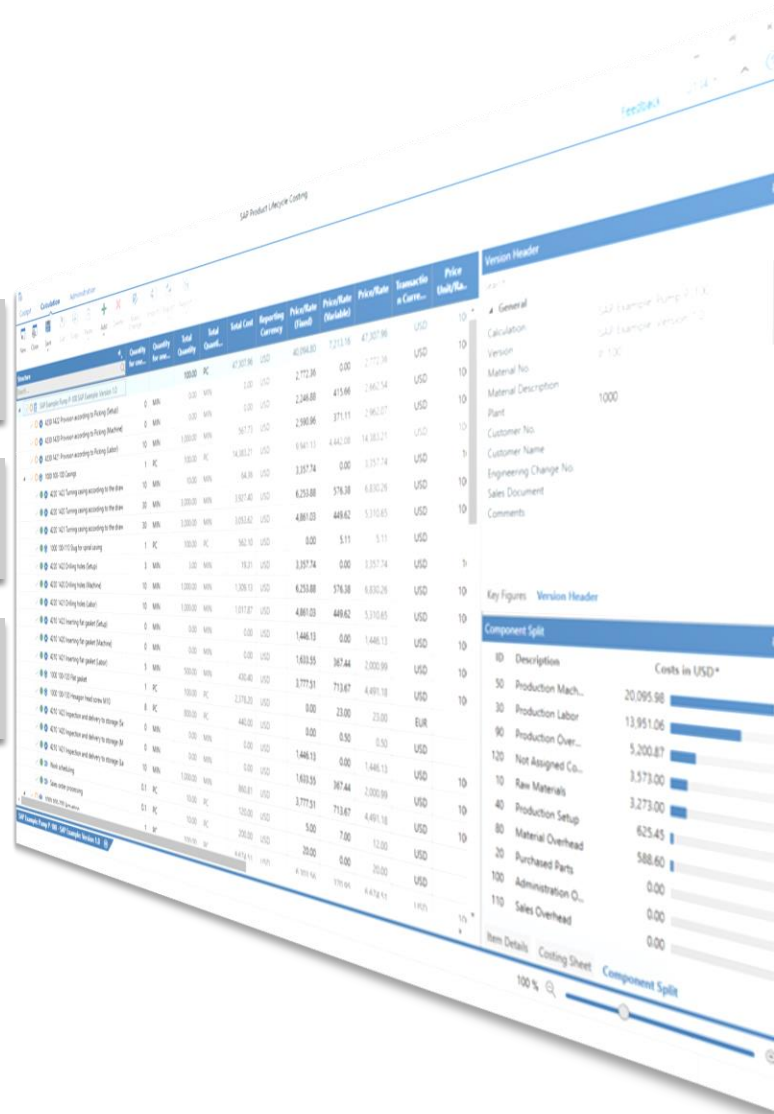


Целевое решение — основные возможности

Предварительная оценка затрат

Калькуляция себестоимости коммерческого предложения

Калькуляция затрат на протяжении жизненного цикла



Механизм вычислений в реальном времени на основе HANA

Интеграция с ERP и открытость для любого другого источника данных (CRM, PLM и т.д.)

Гибкая структура затрат

Пользовательский интерфейс как в MS Office

Версии, моделирование и анализ «что, если»

Рентабельность, целевая калькуляция затрат, изменение и калькуляция затрат на протяжении жизненного цикла

Стратегии ценообразования

Система рассчитывает стоимость каждого компонента и раскладывает итоговую стоимость по элементам затрат

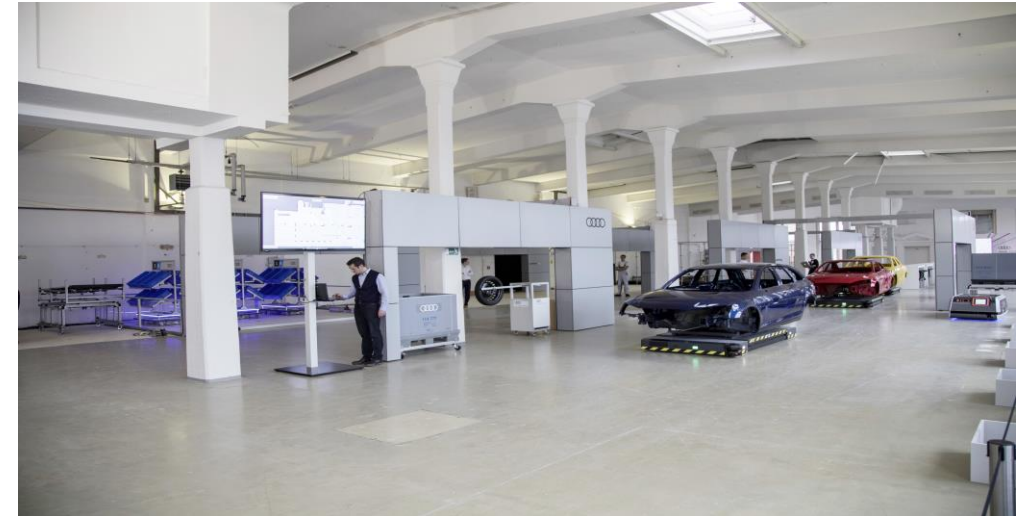
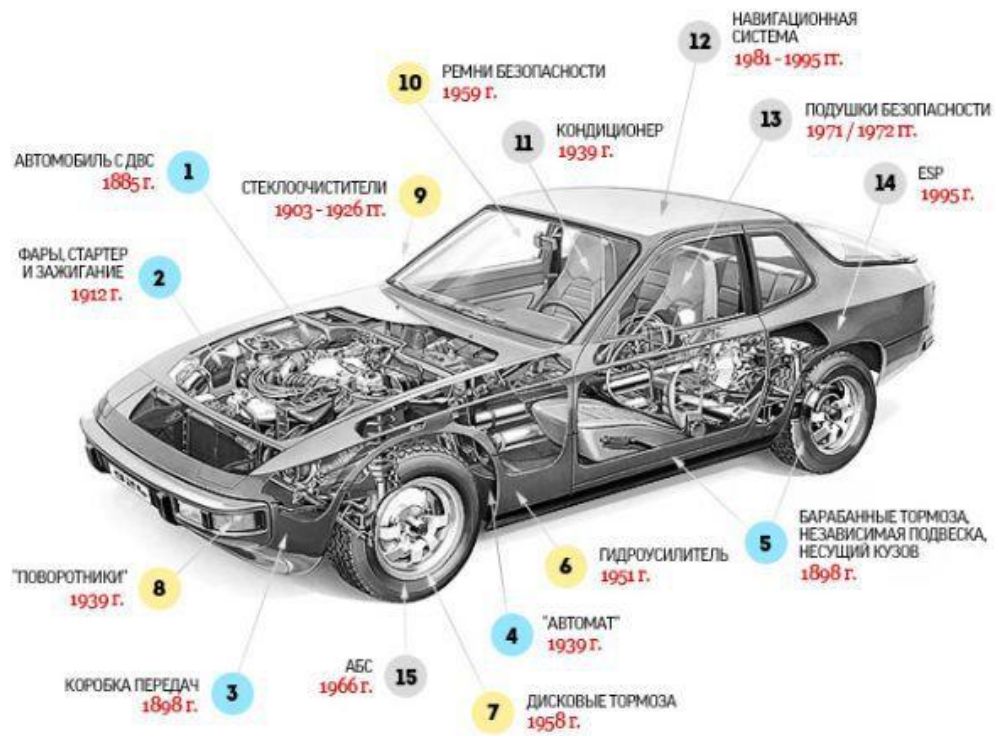
Спецификация изделия с разузлованием

Costing Structure				Quantity for One Assembly	UoM (Qty for One Assembly)	Total Quantity	UoM (Total Quantity)	Total Cost	Reporting Currency	Price (Fixed)	Price (Variable)	Price	
✓	☐	P-101 - Version 1				1	pc	869.38	EUR	573.98	295.40	869.38	
✓	⚙️	4220	1421	Provision according to picking li...	10	MIN	10	MIN	EUR	4,861.00	449.00	5,310.00	
✓	📄	T. Document No. P. V. Assembly drawi...		1	pc	1	pc	0.00	EUR	0.00	0.00	0.00	
✓	⚙️	1000	100-700	Sheet Metal ST37	6.4	M2	6.4	M2	EUR	0.00	2.50	2.50	
▶	✓	⚙️	1000	100-100	Casing	1	pc	1	pc	EUR	112.41	48.27	160.68
▶	✓	⚙️	1000	100-200	Actuation	1	pc	1	pc	EUR	36.18	36.44	72.61
▶	✓	⚙️	1000	100-300	Hollow Shaft	1	pc	1	pc	EUR	303.54	54.09	357.63
▶	✓	⚙️	1000	100-400	Electronic	1	pc	1	pc	EUR	35.00	29.85	64.85
▶	✓	⚙️	1000	100-500	Bearing Case	4	pc	4	pc	EUR	0.47	11.50	11.96
✓	⚙️	1000	100-130	Hexagon head screw M10	8	pc	8	pc	EUR	0.00	50.00	50.00	
✓	⚙️	4230	1422	Pressing wheel into housi...			0.167	H	EUR	2,772.00	0.00	2,772.00	
✓	⚙️	4230	1421	Pressing wheel into housi...			0.167	H	EUR	2,591.00	371.00	2,962.00	
✓	⚙️	4220	1422	Built-in shaft housing (Setup)			1		EUR	3,358.00	0.00	3,358.00	
✓	⚙️	4220	1420	Built-in shaft housing (Machine)			1		EUR	6,254.00	576.00	6,830.00	
✓	⚙️	4220	1421	Built-in shaft housing (Labor)			110		EUR	4,861.00	449.00	5,310.00	
✓	⚙️	1000	100-600	Support Base			100		EUR	0.00	25.00	25.00	
✓	⚙️	4230	1421	Final assembly pump (Labor)			90		EUR	2,591.00	371.00	2,962.00	
✓	⚙️	4230	1422	Painting casing (Setup)			80		EUR	2,772.00	0.00	2,772.00	
✓	⚙️	4230	1420	Painting casing (Machine)			50		EUR	2,247.00	415.00	2,662.00	
✓	⚙️	4230	1421	Painting casing (Labor)			40		EUR	2,591.00	371.00	2,962.00	
✓	⚙️	4280	1421	Delivery to stock (Labor)			30		EUR	2,337.00	472.00	2,809.00	
✓	⚙️	20		Purchased Parts			10						
✓	⚙️	10		Raw Materials									
				Unassigned Costs									
				Total Cost									

Cost Component Split		
ID	Description	Costs in USD
1	Cost analysis 1	
110	Sales Overhead	0.00
100	Administration...	0.00
90	Production Over...	1,520.50
80	Material Overhe...	350.38
50	Production Mac...	4,968.79
40	Production Setup	79.39
30	Production Labor	5,088.51
20	Purchased Parts	0.00
10	Raw Materials	3,503.84
	Unassigned Costs	349.18
	Total Cost	15,860.60

Агрегация стоимости готового изделия по элементам затрат

Пример автомобилестроения как локомотива производственных инноваций



- Более 50 компьютеров и 100+ миллионов строк кода
- Болид MCLAREN более 3Тб данных за один этап гран-при
- TESLA - точка доступа через Wi-Fi

- Новая система **Audi Smart Factory** на заводе в Мексике – **отказ от конвейера**.
- Производство сосредоточено в модульных секциях.
- Перемещение беспилотными роботами-тележками.



Спасибо

Вопросы и ответы

Борис Меленевский

Архитектор бизнес решений
Предпроектный консалтинг
Интеллектуальное производство

Boris.Melenevskiy@sap.com

Follow all of SAP



www.sap.com/contactsap

© 2018 SAP SE or an SAP affiliate company. All rights reserved.

No part of this publication may be reproduced or transmitted in any form or for any purpose without the express permission of SAP SE or an SAP affiliate company.

The information contained herein may be changed without prior notice. Some software products marketed by SAP SE and its distributors contain proprietary software components of other software vendors. National product specifications may vary.

These materials are provided by SAP SE or an SAP affiliate company for informational purposes only, without representation or warranty of any kind, and SAP or its affiliated companies shall not be liable for errors or omissions with respect to the materials. The only warranties for SAP or SAP affiliate company products and services are those that are set forth in the express warranty statements accompanying such products and services, if any. Nothing herein should be construed as constituting an additional warranty.

In particular, SAP SE or its affiliated companies have no obligation to pursue any course of business outlined in this document or any related presentation, or to develop or release any functionality mentioned therein. This document, or any related presentation, and SAP SE's or its affiliated companies' strategy and possible future developments, products, and/or platforms, directions, and functionality are all subject to change and may be changed by SAP SE or its affiliated companies at any time for any reason without notice. The information in this document is not a commitment, promise, or legal obligation to deliver any material, code, or functionality. All forward-looking statements are subject to various risks and uncertainties that could cause actual results to differ materially from expectations. Readers are cautioned not to place undue reliance on these forward-looking statements, and they should not be relied upon in making purchasing decisions.

SAP and other SAP products and services mentioned herein as well as their respective logos are trademarks or registered trademarks of SAP SE (or an SAP affiliate company) in Germany and other countries. All other product and service names mentioned are the trademarks of their respective companies.

See www.sap.com/corporate-en/legal/copyright/index.epx for additional trademark information and notices.