ПОЛИТЕХ
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

Современная цифровая образовательная среда в РФ

Технет
Национальная технологическая инициатива

ЦЕНТР НТИ СПбПУ
НОВЫЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

ПОЛИТЕХ
Институт передовых производственных технологий

CML
CompMechLab
ЦЕНТР КОМПЬЮТЕРНОГО ИНЖИНИРИНГА СПбПУ

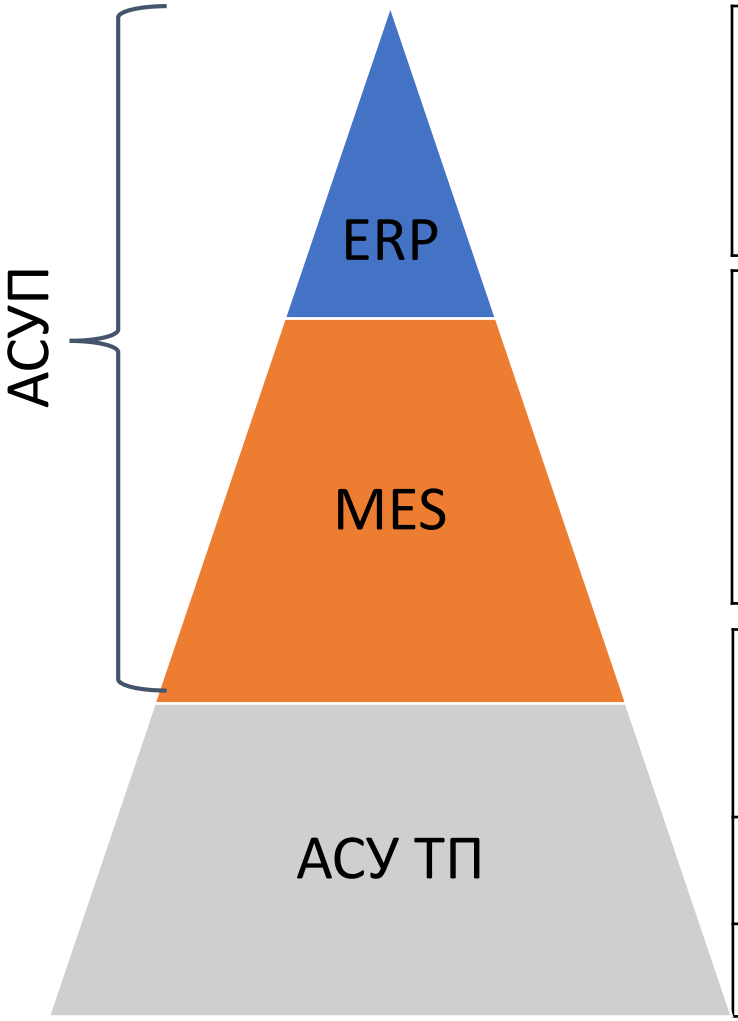
Северо-Западный региональный центр компетенций в области онлайн-обучения

Лекция 9.2
Системы управления умным производством

Меленевский Б.Л.,

архитектор бизнес-систем интеллектуальное предприятие, SAP CIS

Общепринятая архитектура информационных систем



4- ERP Управление ресурсами предприятия	Формирование производственной программы, управление контрактами, материально-техническое обеспечение производства, поддержка уровней запасов, **календарный план производства** **Времена -месяцы, недели, дни**
3-MOM Производственные процессы и операции	Оперативное планирование, распределение и контроль использования ресурсов, отслеживание генеалогии продукции, управление качеством, контроль выполнения плановых показателей. **График производства** **Времена -дни, смены, часы, секунды**
2-SCADA	SCADA - Диспетчеризация, человеко-машинный интерфейс, сбор данных, мониторинг показателей **Времена – часы, минуты, микросекунды**
1-Control Level	PLC (DNS) – измерения и управление физическими процессами в реальном времени
0	Реальные физические процессы. Датчики, сенсоры

Цифровые технологии изменили мир

Всеобщая компьютеризация

Сетевые и облачные технологии

Большие данные

Цифровые технологии

Индивидуализация продукции для клиента

Изменение модели потребления

Приоритет стоимости владения над ценой покупки

Переосмысление бизнес-моделей

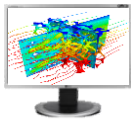
Трансформация бизнес-процессов

Новые условия работы

- **52%** компаний из рейтинга **Fortune-500 2000** г сегодня не существует
- **>100 миллионов** строк кода содержат программы в автомобилях премиум класса
- **2,8% ВВП** –Цифровая экономика в России по итогам **2016**

Фабрики Будущего: цифровые + умные +виртуальные

(ЦИФРОВАЯ) Digital Factory
Новая парадигма цифрового проектирования и моделирования («без прототипа», виртуальные испытания, оптимизация, «цифровая сертификация»



(«УМНАЯ») Smart Factory
Гибкое и кастомизированное производство

(ВИРТУАЛЬНАЯ) Virtual Factory
Распределенное сетевое производство

Жизненный цикл изделия

Планирование изделия Product Planning	Проектирование изделия Product Design	Планирование производства Production Planning	Пусконаладочные работы Rampup	Серийное производство Production	Эксплуатация Use of Product	Сервисное обслуживание Service

Инструменты

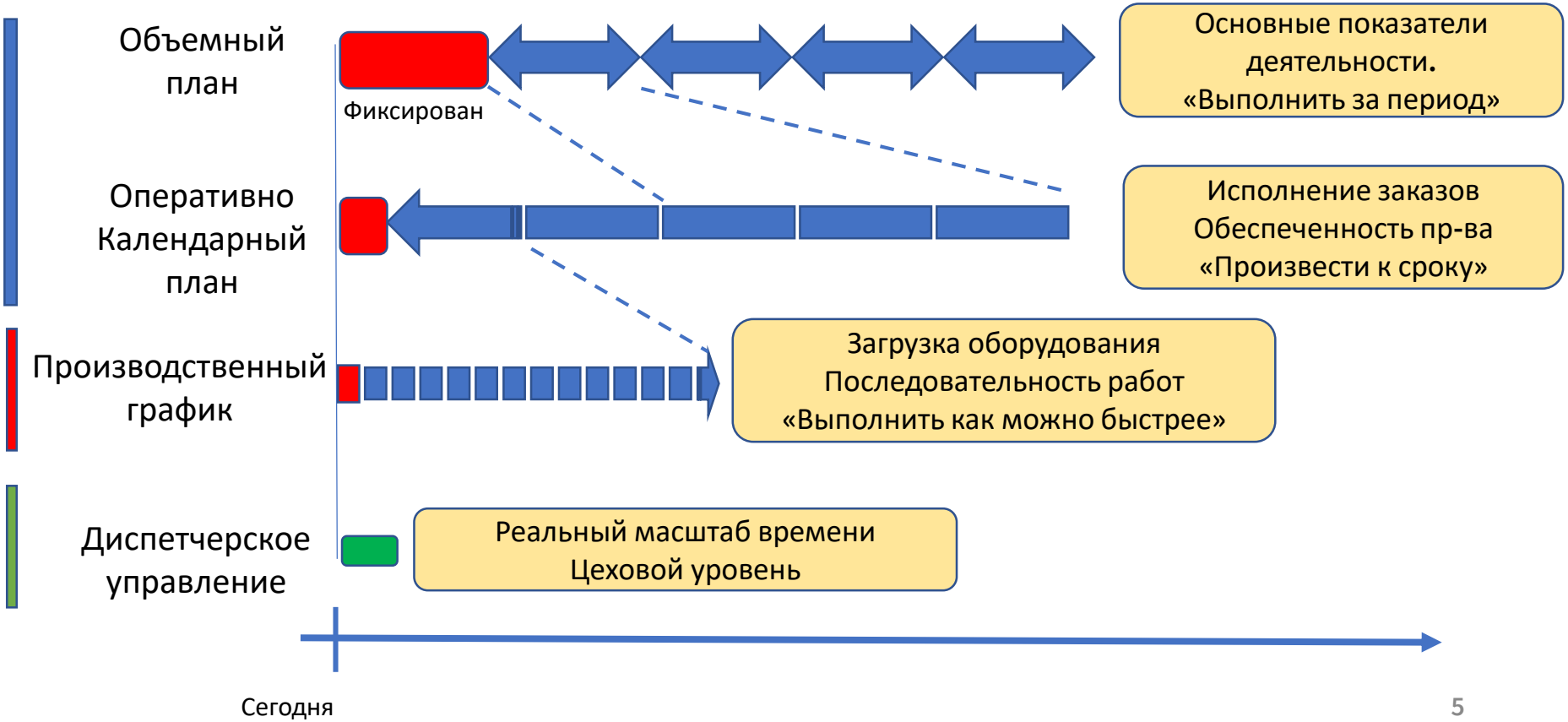
1. Автоматизированные системы **оперативного управления производственными и технологическими процессами**
2. **Современные технологии:** большие данные, виртуальная и дополненная реальность, машинное обучение, компьютерное зрение, промышленный интернет
3. **Высокотехнологичное оборудование:** 3D-принтеры,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

Цели и задачи умного производства

1. **Гибкость технологических процессов** и производства в целом
2. **Массовый выпуск кастомизированной продукции**, удовлетворяющей индивидуальные потребности клиентов
3. **Повышение общей эффективности и производительности труда**
4. **Новые высокотехнологичные рабочие места**

Гибкость. Качество системы планирования

- **Распределение задач планирования по разным уровням управления**
- **Различия планов и графиков: Логика планирования, Интервалы планирования**
- **Принцип скользящего планирования**
- **Сравнение планов между собою. «Цель-План-Факт» анализ**



Индивидуализация продукции
Управление качеством

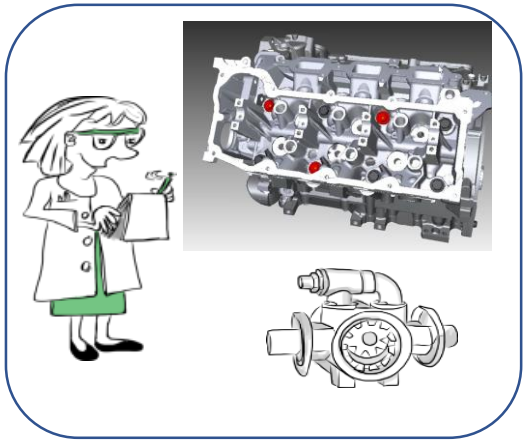
Качество продукции и услуг включает **не только выполнение функций** в соответствии с назначением и их характеристики, но также **воспринимаемую ценность и выгоду для потребителя»***

**ГОСТ Р ИСО 9000 –2015*

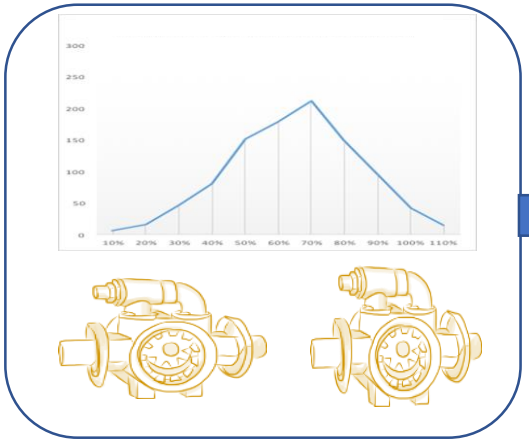
Индивидуализация продукции
Управление качеством

Качество продукции и услуг включает **не только выполнение функций** в соответствии с назначением и их характеристики, но также **воспринимаемую ценность и выгоду для потребителя»***

**ГОСТ Р ИСО 9000 –2015*



Соответствие изделия заявленным характеристикам



Соответствие технологии производственного процесса

Соответствие требованиям рынков, общества и персонала

- ❑ **3D**-Анимация инструкций
- ❑ Компьютерное зрение

- ❑ Статистика – **6** сигма
- ❑ Потоковые данные

- ❑ Смарт контракты
- ❑ Машинное обучение

Эффективность производства

Оценка эффективности работы оборудования

OEE (Overall Equipment Effectiveness)

Общее время работы предприятия
Производственный календарь

Планируемое производственное время | Плановое нерабочее время

Операционное время
Operating time | Простои Поломки

Доступность - анализирует потери на остановки, включающие в себя любые внеплановые остановки, как-то: поломки и отказы оборудования, остановки из-за дефицита сырья или отсутствия места на складе

Чистое операционное время
Net Operating Time | Потери в скорости

Производительность - учитывает потери в скорости, которые включают в себя все факторы, вызывающие снижение рабочей скорости оборудования по сравнению с максимально возможной

Чистое продуктивное время
Fully Productive Time | Потери Брак

Критерий качества учитывает потери в качестве, которые включают в себя производство несоответствующей стандартам продукции На практике данный критерий рассчитывается как: Качественная продукция / Общий объем выпуска
.

OEE (Overall Equipment Effectiveness) рассчитывается как отношение ***Чистого Продуктивного Времени*** *к* ***Планируемому Производственному Времени***.
На практике **OEE** часто рассчитается как: ***Доступность х Производительность х Качество***

Эффективность. Обслуживание по состоянию Использование цифровых двойников

1 2 3 4

Реактивное обслуживание

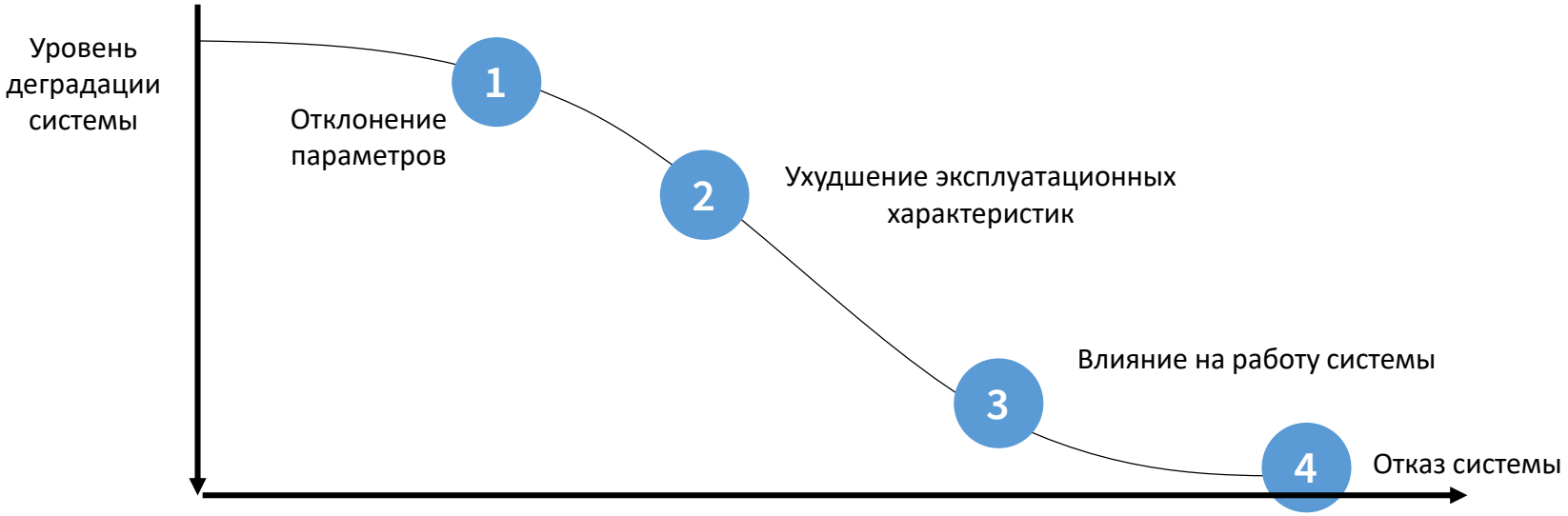
- Выход из строя

Планово-предупредительные ремонты

- Ремонтный цикл
- Обслуживание по наработке

Обслуживание по состоянию

- Мониторинг работы оборудования
- Проактивное устранение причин



- Цифровая модель и физический объект взаимодействуют в реальном времени, что обеспечивает реальную возможность **идентифицировать возникающие аномалии, прогнозировать поломки** и обеспечивать оптимизацию режимов работы.
- Цифровые двойники **связаны с объектом на протяжении всего жизненного цикла,** что позволяет максимально **использовать предыдущий опыт** проектирования, изготовления и эксплуатации при разработке новых моделей изделия.

Новые трудовые отношения

- **Роботизация производственных цехов**
  - Промышленные роботы
  - Коботы
- **Изменения условий труда на производстве**
  - Охрана труда, промышленная безопасность
  - Защита окружающей среды
- **Изменения в трудовых отношениях**
  - Виртуализация рабочих мест
  - «Работа по запросу»

Промышленный Интернет Вещей (Industrial Internet of Things, IIoT)

Носимая электроника
Мобильный интернет

Распознавание и синтез речи
Дополненная реальность

От иерархии к сетевому взаимодействию киберфизических систем

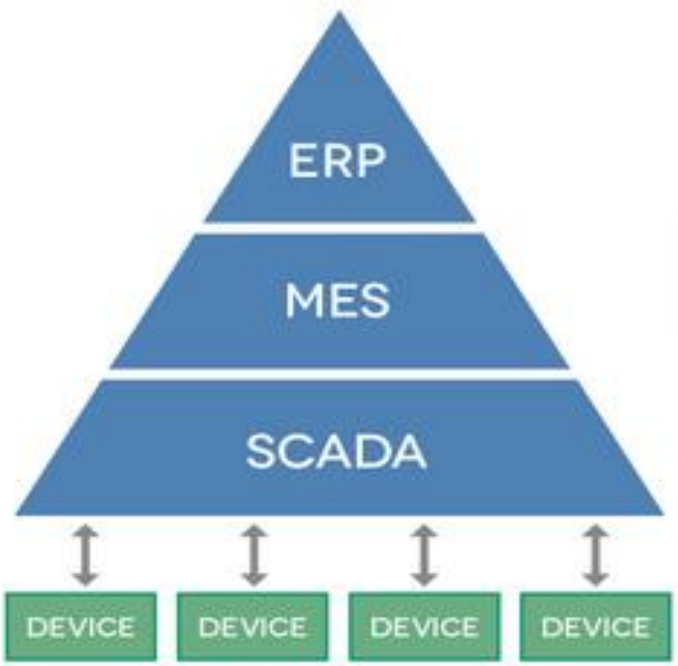
Изделия – неотъемлемая часть системы управления

Управление на основе данных всего жизненного цикла изделий

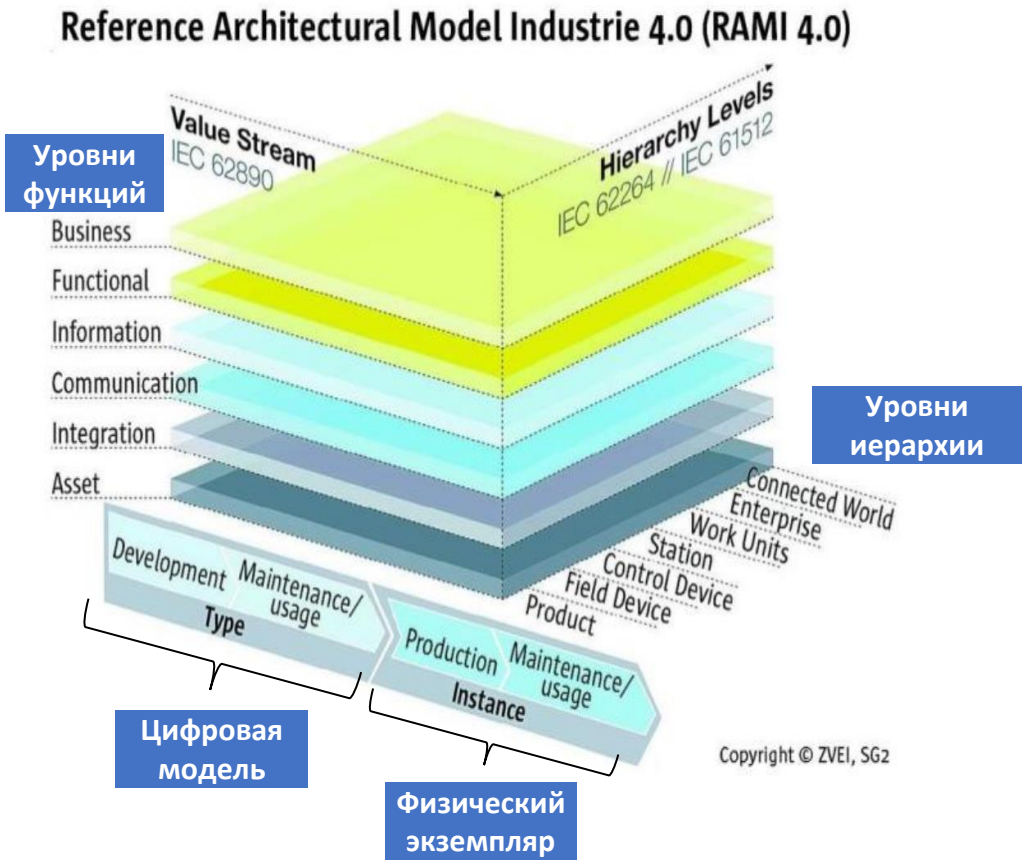
Интегрирующая информационная платформа

Изменение архитектуры систем управления

Иерархическая архитектура систем управления



Трехмерная эталонная архитектурная модель



Пример: **Audi Smart Factory** (Мексика)

- **Цифровое моделирование.** Завод стал первым объектом, который был **запущен полностью в виртуальном режиме**, как в компьютерном симуляторе.
- **Гибкость производства - отказ от конвейера.** Новое производство сосредоточено в модульных секциях, каждая из которых приспособлена для выполнения конкретной операции.
- **Логистика.** Перемещение элементов автомобиля осуществляется **беспилотными роботами-тележками**, названными **Audi AGV.**
- **Зеленые технологии.** Благодаря использованию различных методов очистки и новых технологий покраски удалось избавиться от сброса сточных вод.

Стратегия развития фабрик будущего в России

- ✓ Дорожная карта «Технет» в **2017–2019** гг. предусматривает запуск трех испытательных полигонов (**TestBeds**):
- ✓ Основные цели:
  - ✓ отбирать и объединять различные лучшие в мире технологии с добавлением собственных кросс-отраслевых интеллектуальных ноу-хау.
  - ✓ иметь место, где их можно было бы опробовать на практике, в среде, отвечающей реальным условиям.

Испытательный полигон на базе первого в России Института передовых производственных технологий (ИППТ) СПбПУ;

Экспериментально-цифровые центры сертификации на базе Сколковского института науки и технологий и МГУ им. М.В. Ломоносова

Испытательный полигон Фабрики Будущего на базе НПО «Сатурн»;

Спасибо за внимание