

# АВТОМАТИЗАЦИЯ

Одна из главных тенденций  
развития современного  
производства

# АВТОМАТИЗАЦИЯ

- Наиболее распространена в отраслях:
  - машиностроение;
  - химическая промышленность;
  - пищевая промышленность;
  - транспорт (авиационный, железнодорожный, автомобильный);
  - металлургия;
  - «умный дом»

# АВТОМАТИЗАЦИЯ

- Цели автоматизации:
  - повышение производительности труда;
  - улучшение качества продукции;
  - устранение человека из производств, опасных для жизни и здоровья;
  - уменьшение количества отходов и вредных выбросов
- Основное средство автоматизации – системы автоматического управления

# СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ (СУ)

- **Автоматизированные СУ** (предполагают участие человека в процессе управления):
  - Автоматизированная система управления подъемным краном  
→ **машинист**
  - Автоматизированная система управления технологическим процессом (АСУ ТП) → **диспетчер**
  - Система автоматизированного проектирования (САПР) → **инженер-проектировщик**
- **Системы автоматического управления** (без участия человека):
  - САУ процессом фрезерования;
  - САУ полетом (автопилот);
  - САУ скоростью вращения электродвигателя

# Человек в современном автоматизированном производстве

- Причина применения САУ:
  - человек часто не способен обеспечить необходимые быстродействие (доли секунды) и точность (доли процента)
- Функции человека:
  - операции, автоматизация которых на данном этапе технически неосуществима или экономически нецелесообразна (машинист подъемного крана, оператор станка с ЧПУ, рабочий на сборочном конвейере);
  - контроль, команда на начало и конец рабочего цикла (оператор сложных технологических процессов);
  - монтаж, наладка, техническое обслуживание, ремонт

# СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

- Виды САУ:
  - Системы автоматической стабилизации (задание и выходная переменная поддерживаются на неизменном уровне):
    - » система стабилизации температуры в помещении;
    - » система стабилизации положения космического аппарата в пространстве
  - Системы программного управления (задание изменяется во времени по заранее заданному закону) :
    - » система управления положением инструмента токарного станка;
    - » система управления процессом разгона электродвигателя
  - Следящие системы (закон изменения задания неизвестен):
    - » система сопровождения локатором летящей цели

# СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

## ■ Состав:

- объект управления;
- исполнительное устройство (часто включается в состав ОУ)
- управляющее устройство (регулятор)

## ■ Выходные переменные:

- давление воды в системе водоснабжения;
- толщина прокатываемого металла;
- натяжение перематываемой бумаги;
- частота вращения вала электродвигателя...



# ОБЪЕКТ УПРАВЛЕНИЯ

- Устройство или процесс, управление которым является целью создания системы управления:
  - прокатный стан;
  - металлорежущий станок;
  - электровоз;
  - система водоснабжения;
  - космический корабль

# УПРАВЛЯЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО

- Предназначено для управления поведением объекта управления
- Вырабатывает управляющее воздействие, зависящее от поступающего извне задания и от выходной переменной объекта управления
- В простейших системах управления роль управляющего устройства выполняет человек-оператор
- В современных САУ роль управляющего устройства обычно выполняет цифровой регулятор или программируемый логический контроллер (ПЛК)

# ЦИФРОВОЙ РЕГУЛЯТОР

- Выпускаются в виде отдельных изделий (для простых задач) или реализуются программно в программируемых логических контроллерах
- Типичные регуляторы: релейные и пропорционально-интегрально-дифференциальные (ПИД-регуляторы)



# ПРОГРАММИРУЕМЫЙ ЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЛЕР

- ПЛК - специализированный промышленный компьютер
- Оснащен устройствами ввода для сигналов, поступающих от датчиков и устройствами вывода для управления исполнительными устройствами
- Способен к длительной работе без обслуживания в неблагоприятных условиях внешней среды



# ПРОГРАММИРУЕМЫЙ ЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЛЕР

- Обрабатывает как цифровую, так и логическую информацию (последняя в системах управления технологическими процессами преобладает, поэтому контроллер и называют логическим)
- Обычно не имеет развитого интерфейса (клавиатура, дисплей)



# ПРОГРАММИРУЕМЫЙ ЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЛЕР

- Программирование, диагностика, обслуживание – с помощью ноутбука со специальным программным обеспечением
- Стандартные языки программирования ПЛК:
  - графические (для инженеров по автоматизации):
    - » язык релейных схем;
    - » язык функциональных блоков;
    - » язык диаграмм состояния
  - текстовые (для программистов ПЛК)
- ПЛК – устройство реального времени

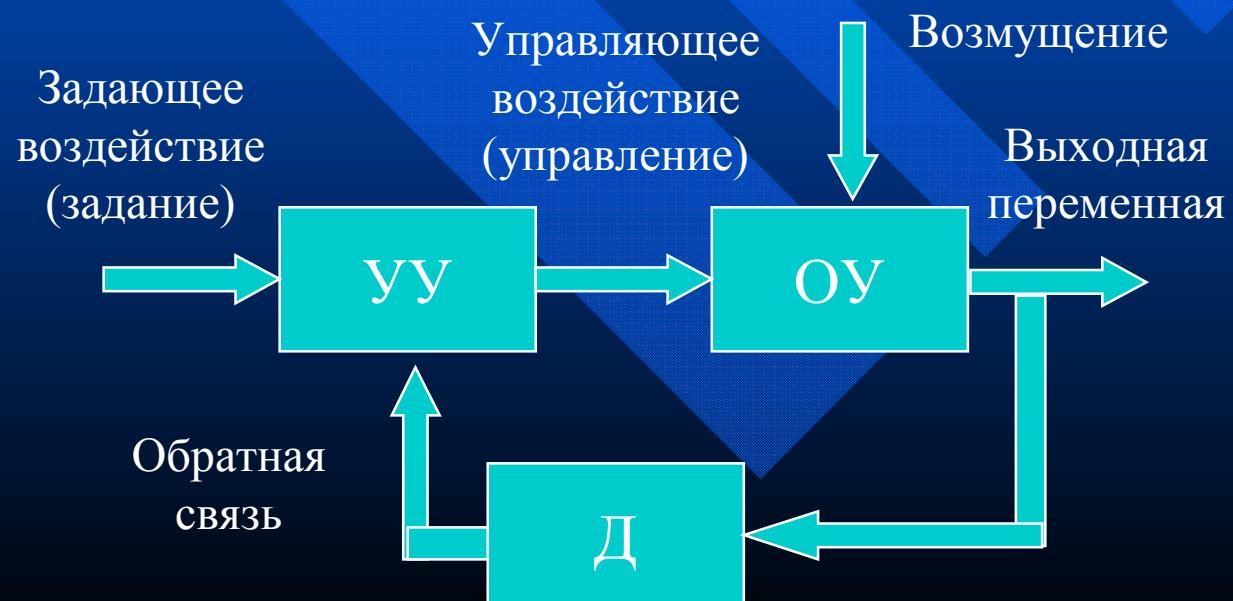


# ИСПОЛНИТЕЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО

- Обычно расположено между управляющим устройством и объектом управления
- Назначение ИУ: усиление мощности управляющего сигнала (цифровые регуляторы и ПЛК непосредственно управлять объектами обычно не способны)
- Примеры ИУ:
  - реле;
  - контактор;
  - электроклапан;
  - теплоэлектрический нагреватель (ТЭН);
  - гидропривод;
  - электропривод

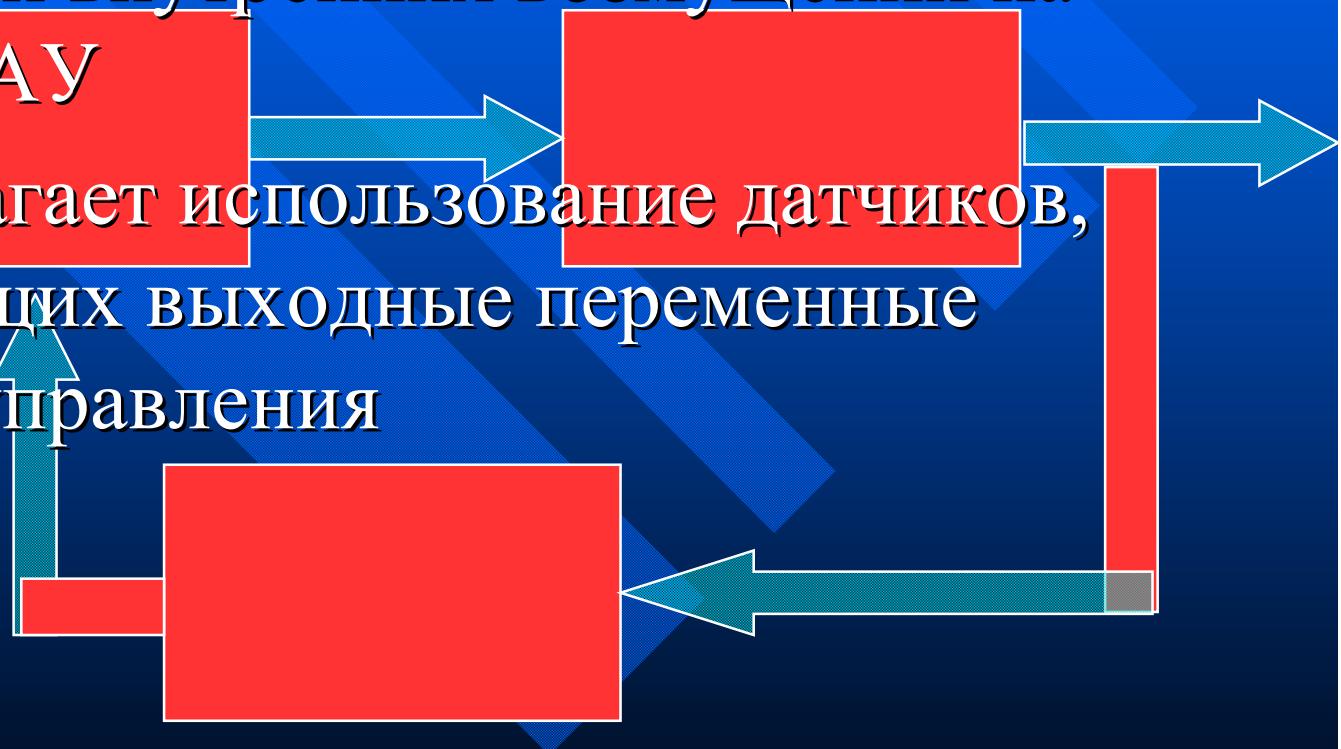
# ОБРАТНАЯ СВЯЗЬ

- Основополагающий принцип организации замкнутых САУ
- Обеспечивает корректировку управляющего воздействия с учетом достигнутого результата управления



# ОБРАТНАЯ СВЯЗЬ

- Применяется с целью снижения влияния внешних и внутренних возмущений на работу САУ
- Предполагает использование датчиков, измеряющих выходные переменные объекта управления

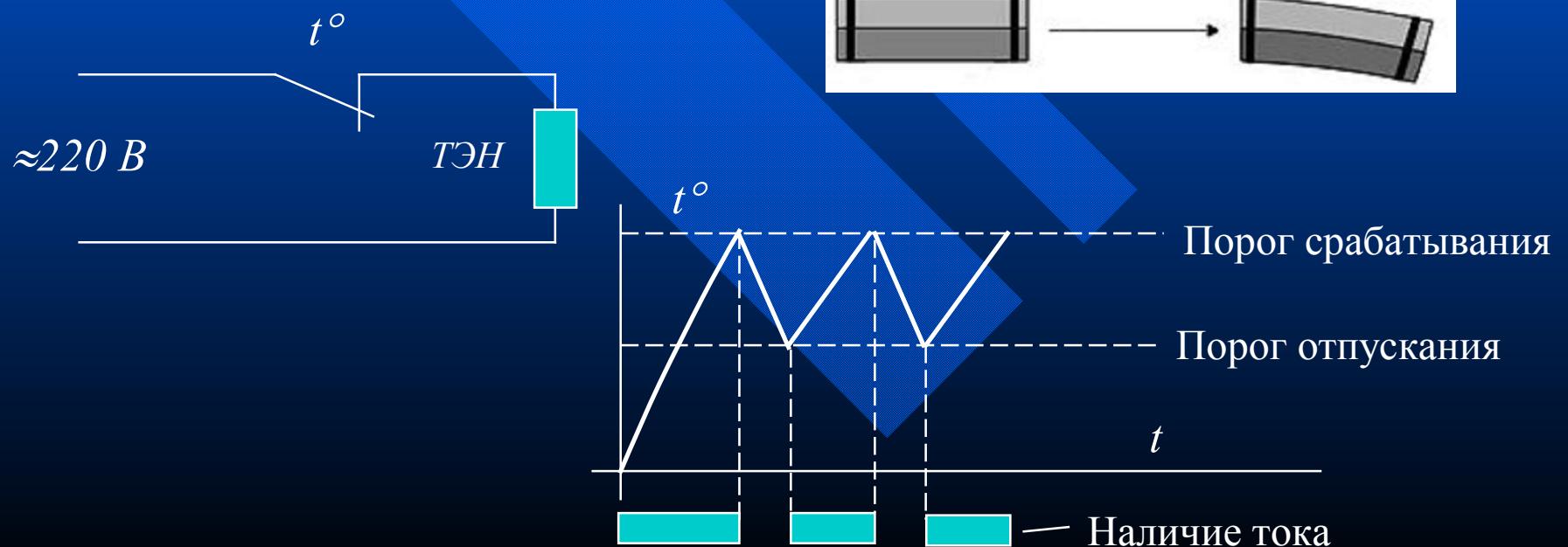


# ОБРАТНАЯ СВЯЗЬ

## Примеры

### ■ Утюг с термореле:

- биметаллическая пластина, изгибаясь при нагревании, разывает цепь питания нагревателя

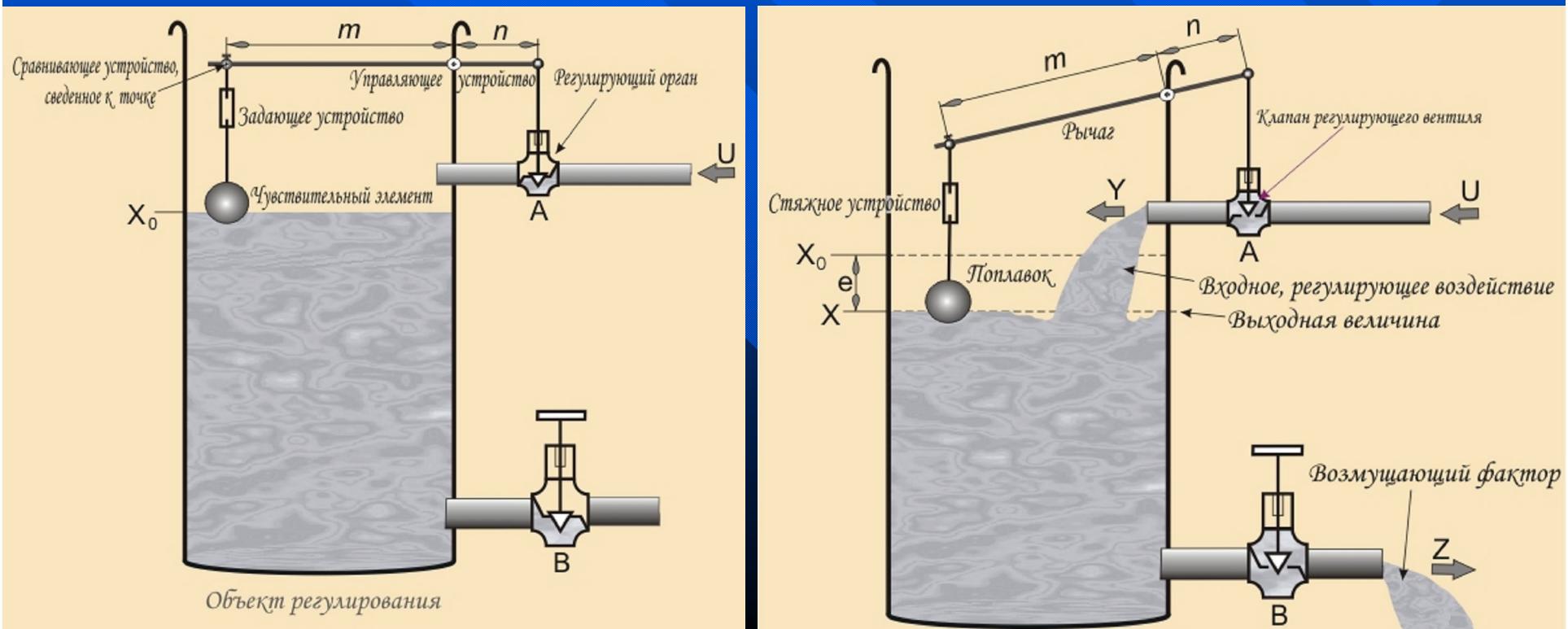


# ОБРАТНАЯ СВЯЗЬ

## Примеры

### ■ Поплавковый регулятор:

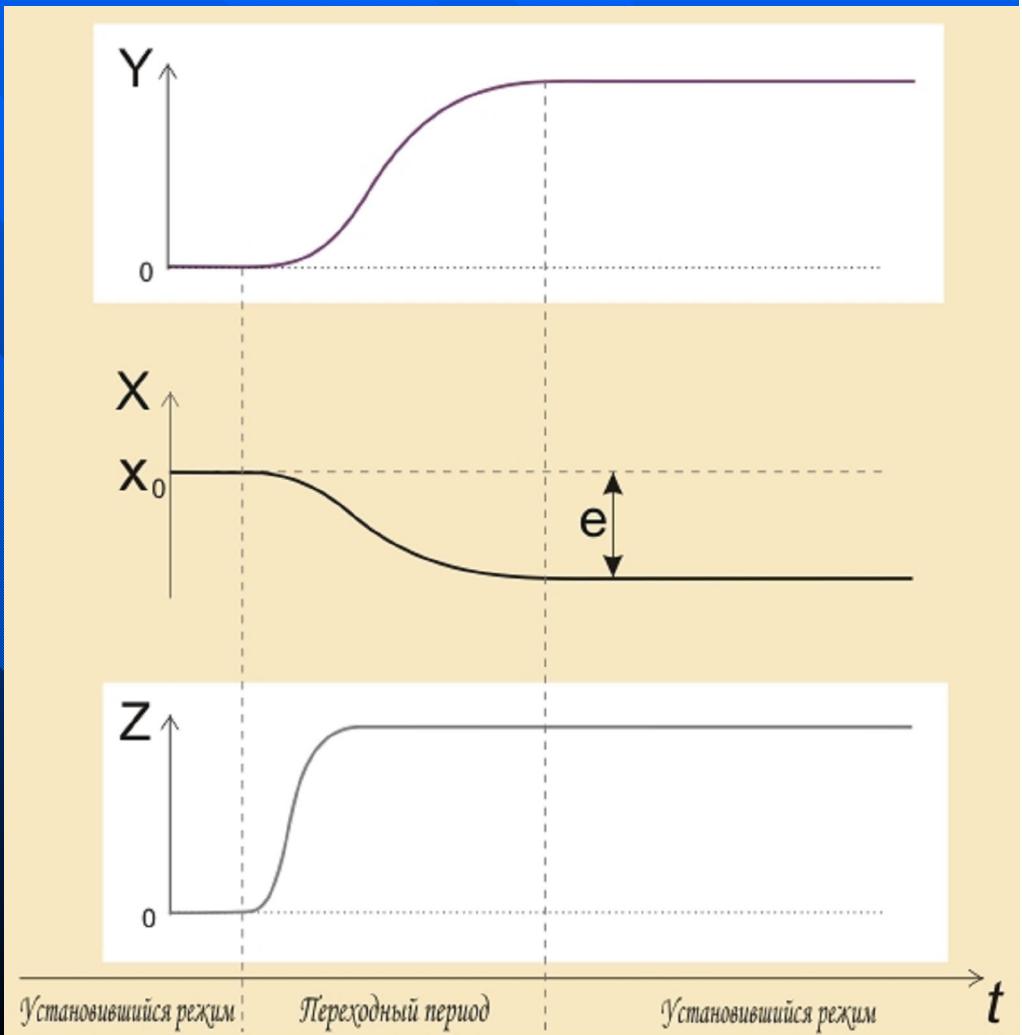
- входной расход воды  $Y$  зависит от ее текущего уровня в баке  $X$



# ОБРАТНАЯ СВЯЗЬ

## Примеры

- Поплавковый регулятор:
  - процесс отработки возмущения:
    - »  $Z$  – выходной расход
    - »  $Y$  – входной расход
    - »  $X_0$  - заданный уровень
    - »  $e = X_0 - X$  – ошибка регулирования





# ДАТЧИКИ

- Служат для измерения физических величин, характеризующих качество технологического процесса, и преобразования их в сигнал (обычно электрический)
- Используются обычно в автоматическом режиме (в отличие от измерительных приборов)
- Нередко содержат встроенные электронные средства для настройки, обработки измерительной информации и ее отображения

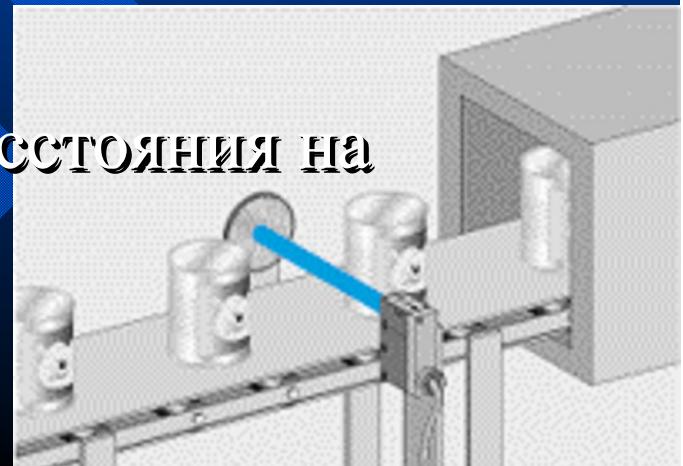
# ВИДЫ ДАТЧИКОВ

## ■ С ЛОГИЧЕСКИМ ВЫХОДОМ:

- контактный датчик уровня жидкости;
- биметаллическое термореле;
- фотоэлектрический датчик наличия

## ■ С НЕПРЕРЫВНЫМ ВЫХОДОМ:

- Термопара (датчик температуры);
- пьезодатчик давления;
- датчик освещенности или расстояния на принципе фотоэффекта



# ПРОМЫШЛЕННЫЕ (КОММУНИКАЦИОННЫЕ) СЕТИ, FIELDBUS

- Используются для информационной связи элементов АСУ ТП (контроллеров, датчиков, исполнительных устройств, панелей визуализации)
- Обмен информацией в сети происходит по определенным правилам (протоколам):
  - Modbus;
  - CANopen (машиностроение);
  - ProfiBus;
  - LonWorks (автоматизация зданий);
  - BACnet (автоматизация зданий);
  - FlexRay (автомобили)...

# ПРЕДПОСЫЛКИ РАСПРОСТАНЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ СЕТЕЙ

- Необходимость прокладки многожильных контрольных кабелей между управляемым и исполнительным устройствами:
  - Лифт в 16-этажном доме: 16 эт.×3 контакта×2 провода=96 проводов;
  - Автомобиль: до 2 км проводов
- Появление ПЛК и электроприводов с цифровым управлением

# ПРЕИМУЩЕСТВА ПРОМЫШЛЕННЫХ СЕТЕЙ

- в несколько раз снижаются расходы на приобретение и монтаж контрольных кабелей;

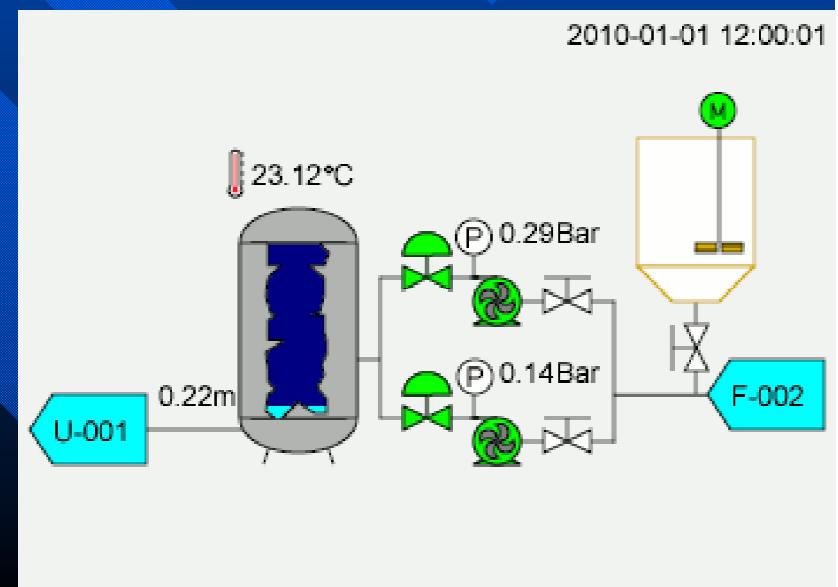


# ПРЕИМУЩЕСТВА ПРОМЫШЛЕННЫХ СЕТЕЙ

- увеличивается допустимое расстояние до датчиков и исполнительных устройств;
- упрощается модернизация АСУ ТП:
  - применение других датчиков, исполнительных устройств;
  - добавление новых устройств ввода/вывода
- возможна дистанционная настройка и диагностика датчиков и исполнительных устройств;
- реализация «распределенного интеллекта» (от «монархии» к «демократии»);
- выход в Интернет

# SCADA

- Supervisory Control And Data Acquisition (диспетчерское управление и сбор данных) – система контроля и управления процессом с применением ЭВМ
- Под SCADA чаще всего понимают программную часть человека-машинного интерфейса АСУ ТП
- SCADA – инструмент, предоставляющий информацию о ходе процесса оператору с целью контроля и управления



# СИСТЕМА ЧИСЛОВОГО ПРОГРАММНОГО УПРАВЛЕНИЯ (ЧПУ)

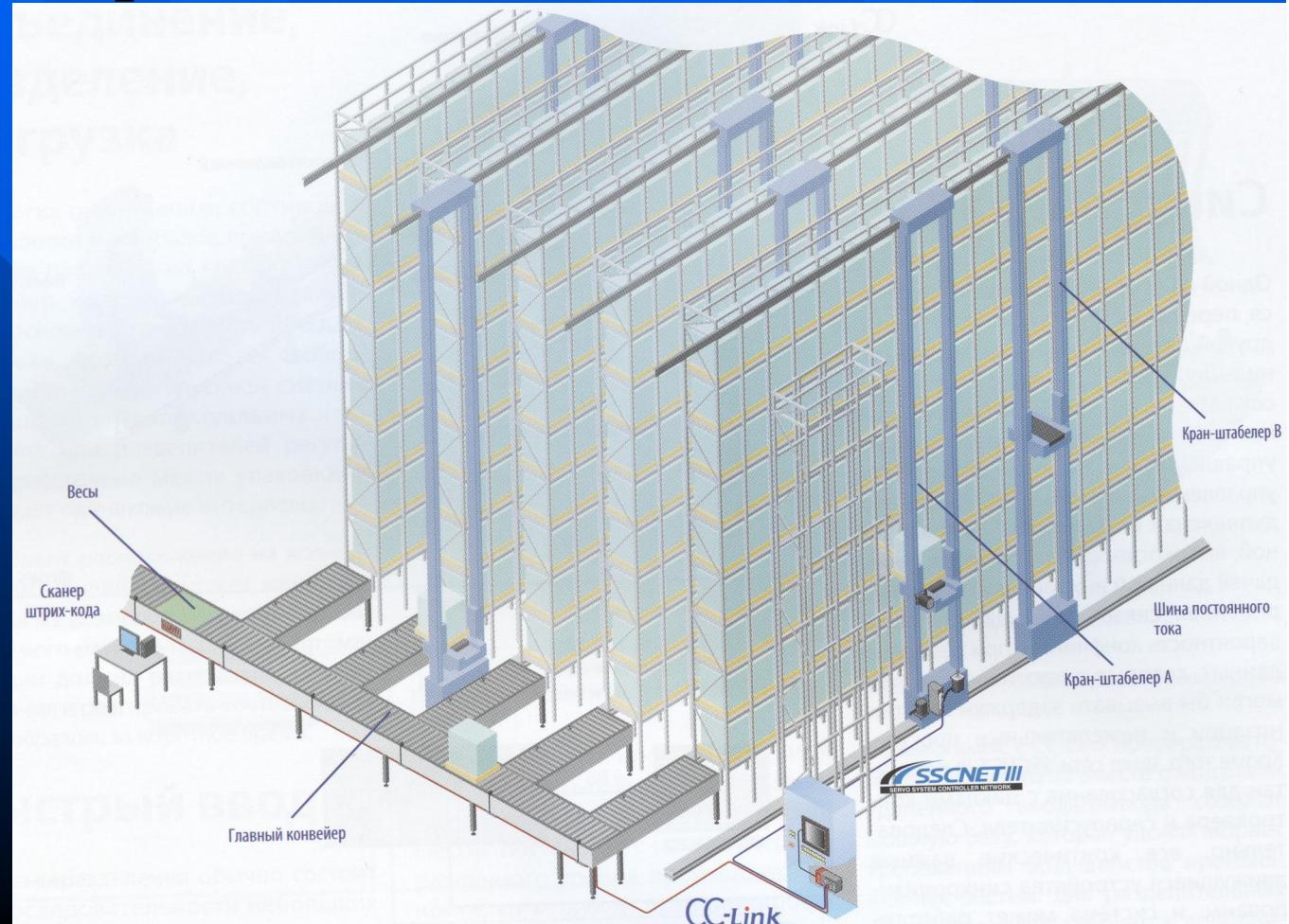
- Система автоматического управления (в настоящее время компьютеризированная), используемая в станках для обработки металлов, дерева, пластмасс (станках с ЧПУ) и в промышленных роботах
- Реализована на базе микроконтроллеров
- Программируется с помощью специальных языков программирования



# Примеры автоматизации технологических процессов

## ■ В машиностроении

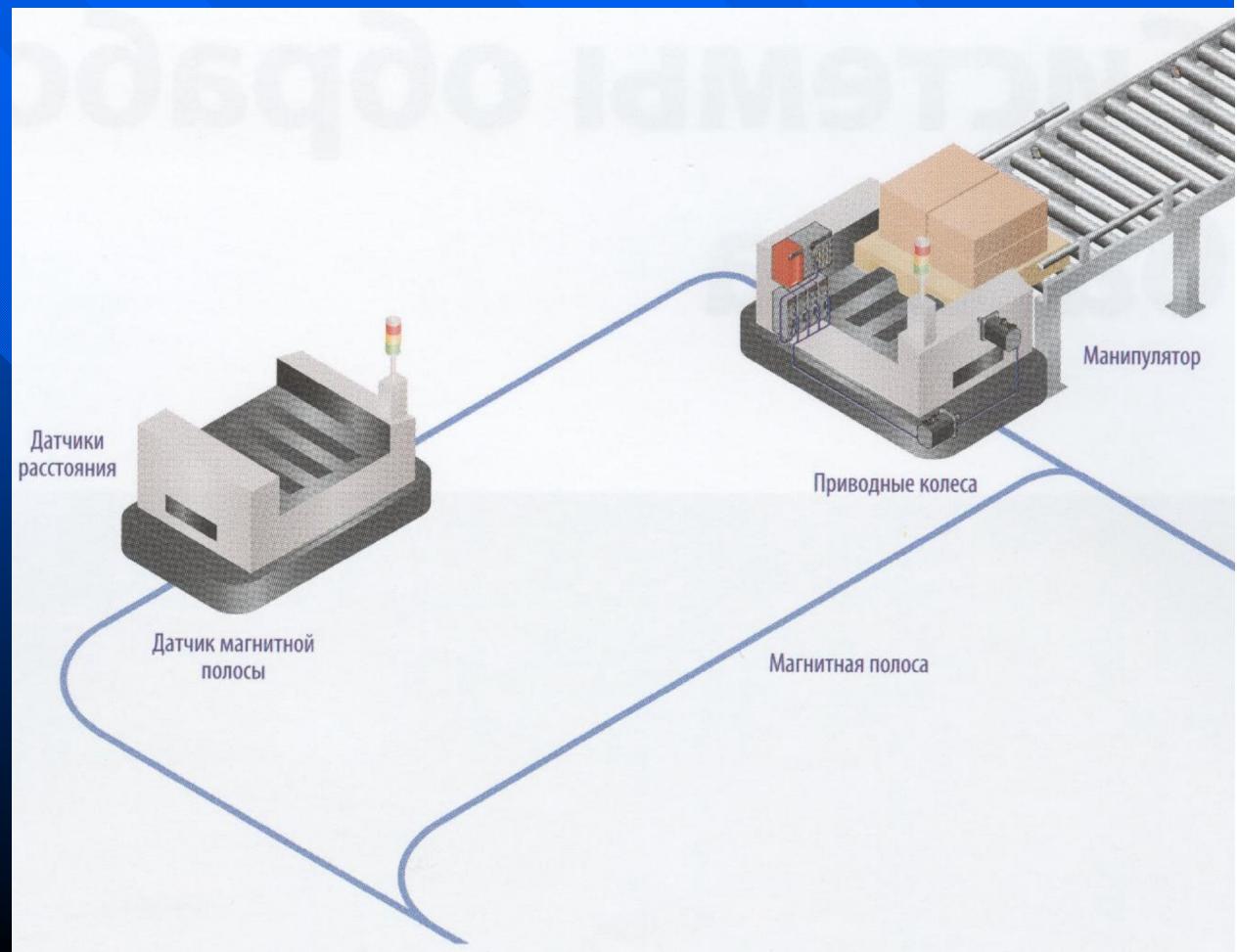
Автоматизированная  
транспортно-  
складская система



# Примеры автоматизации технологических процессов

## ■ В машиностроении

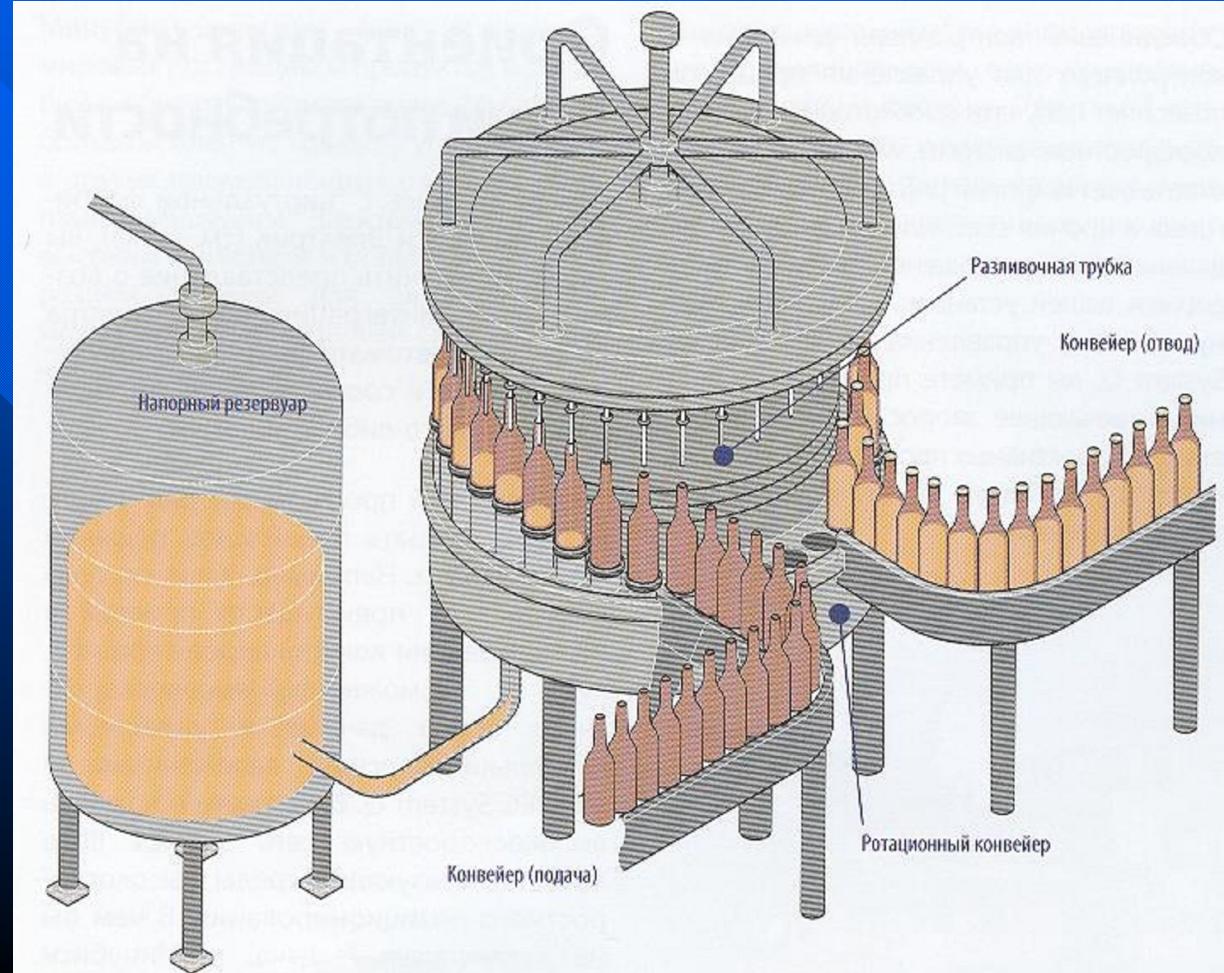
Роботизированная  
тележка



# Примеры автоматизации технологических процессов

## ■ В пищевой промышленности

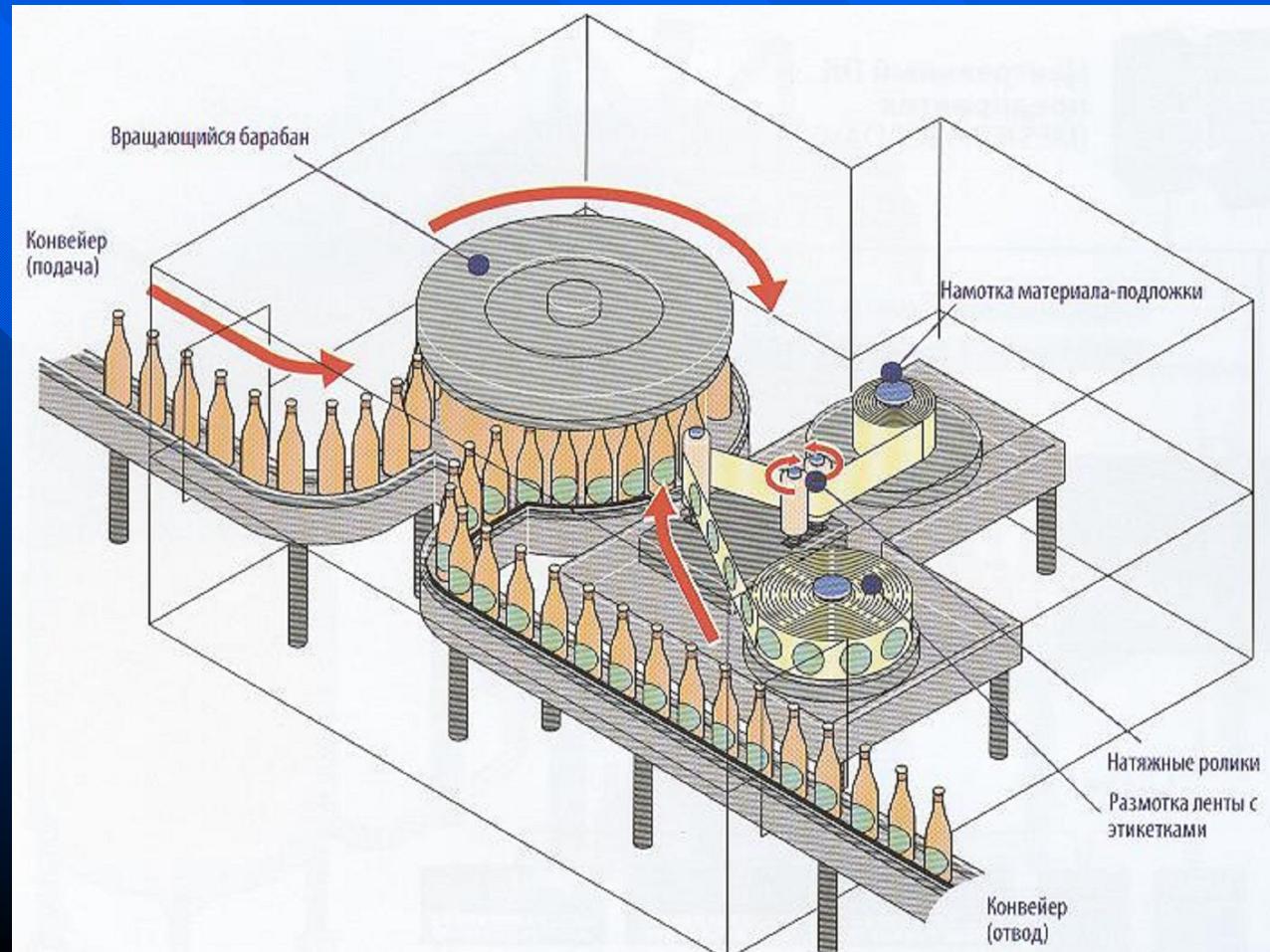
Разлив в бутылки



# Примеры автоматизации технологических процессов

## ■ В пищевой промышленности

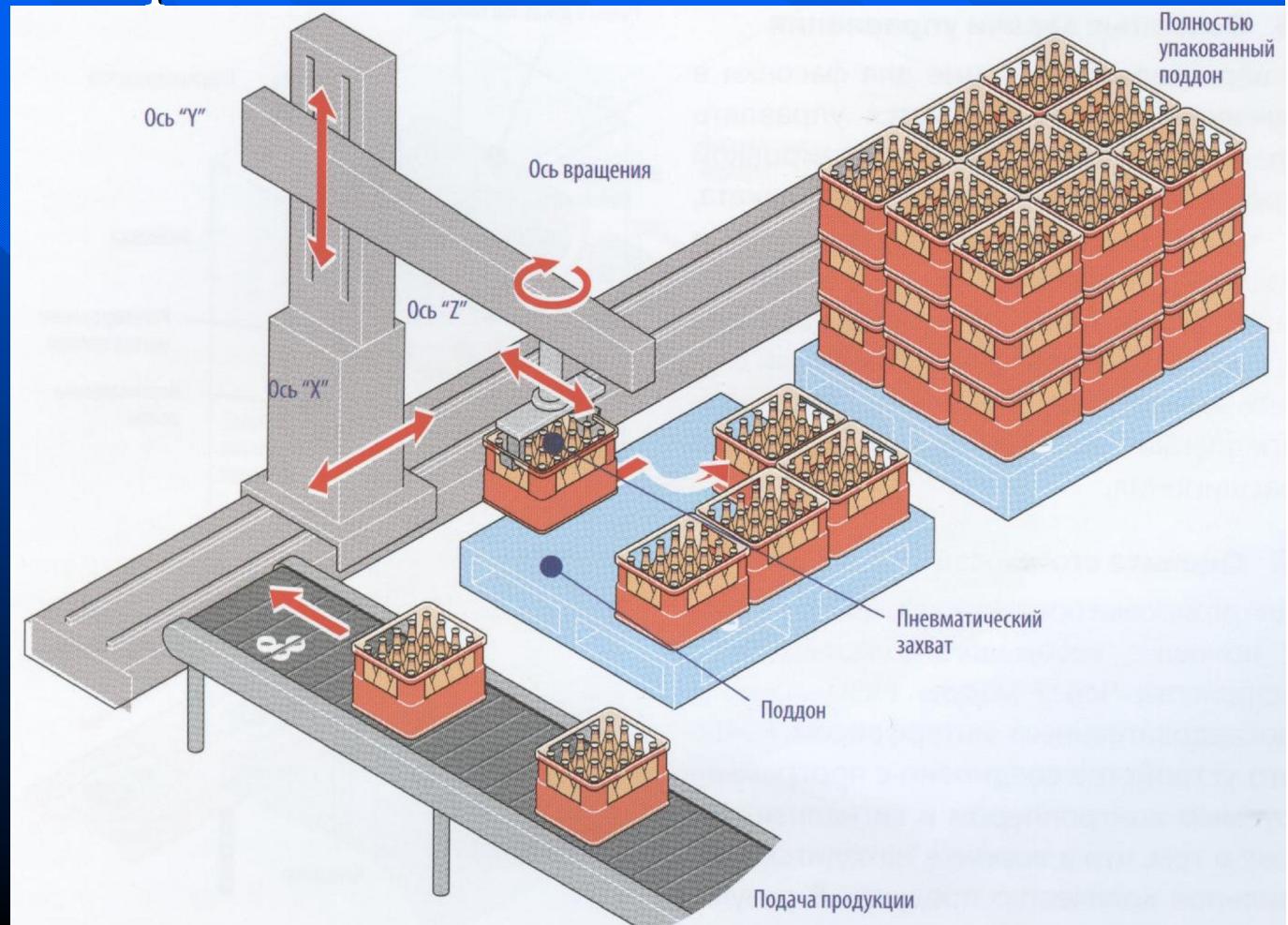
Наклейка этикеток



# Примеры автоматизации технологических процессов

## ■ В пищевой промышленности

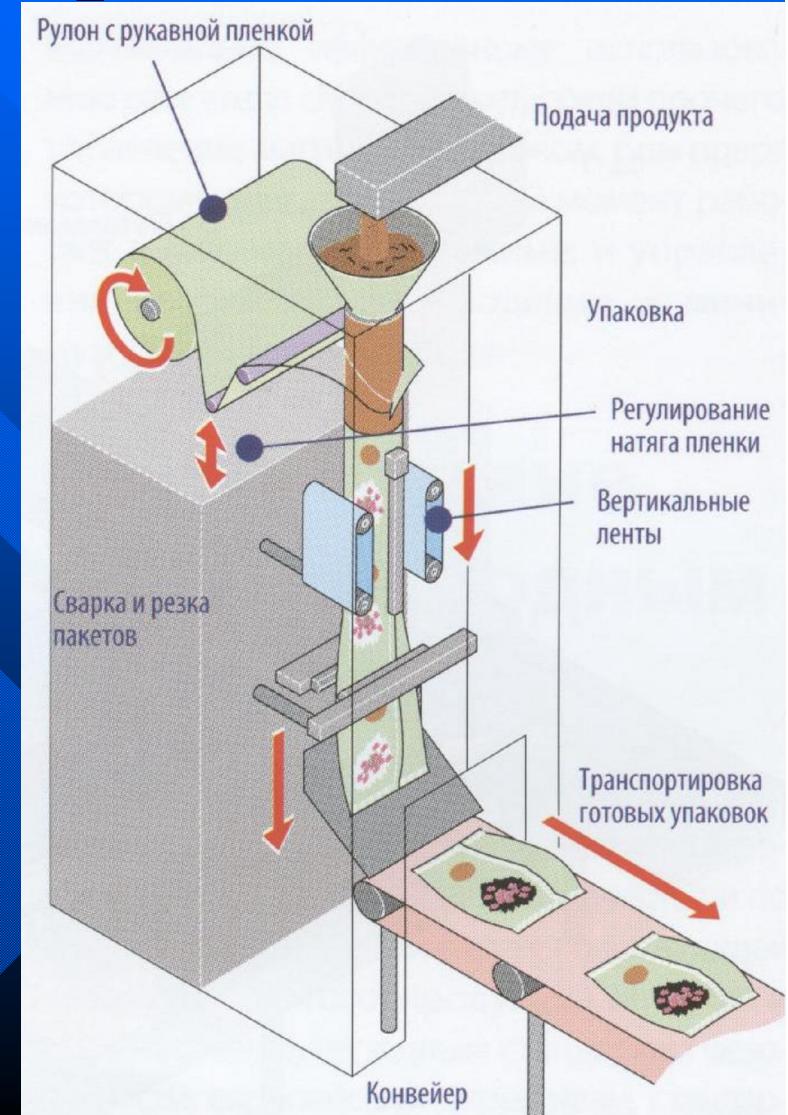
Палетизация  
(установка на  
поддоны)



# Примеры автоматизации технологических процессов

## ■ В пищевой промышленности

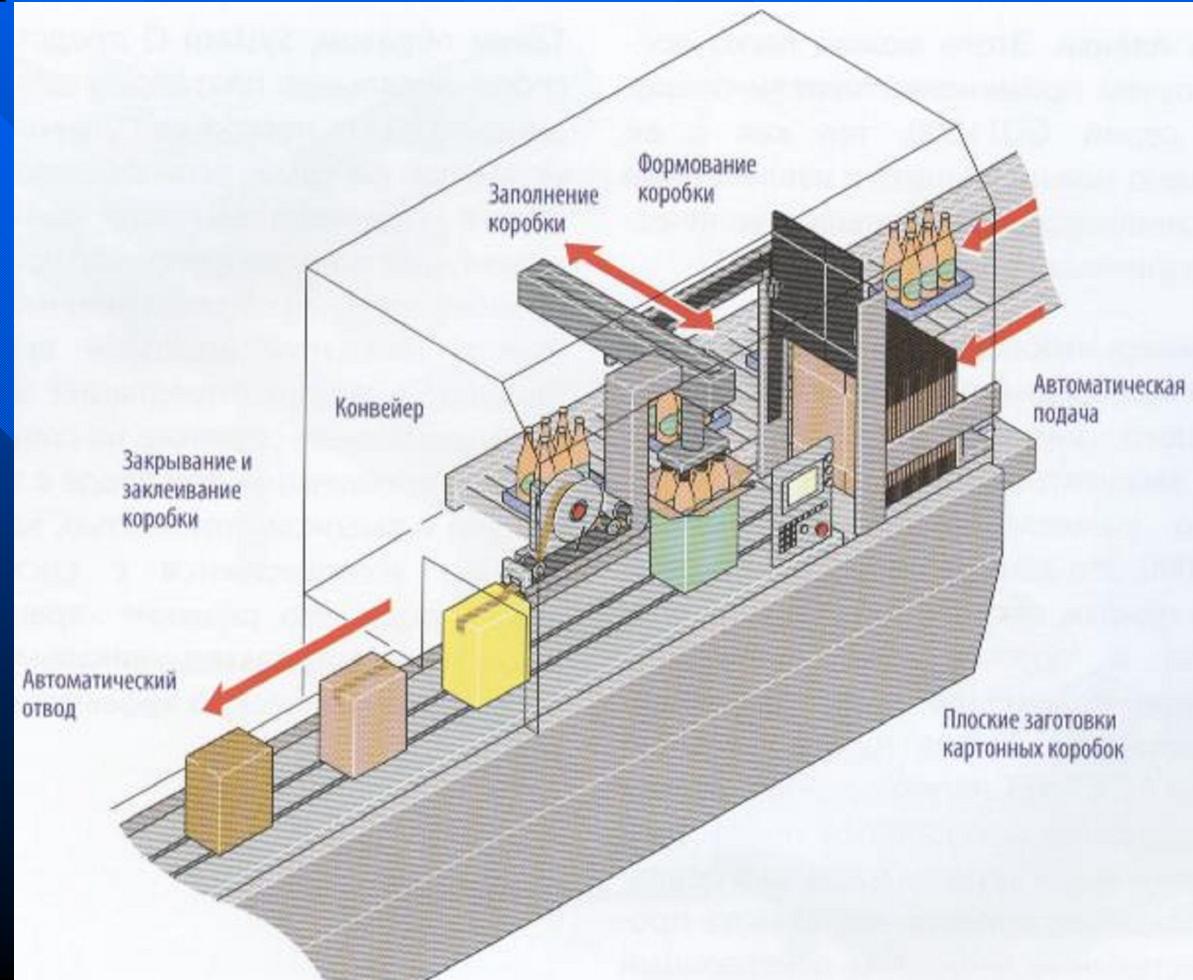
Пленочная  
упаковка



# Примеры автоматизации технологических процессов

## ■ В пищевой промышленности

Картонная  
упаковка



# АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Персональный компьютер  
вместо чертежного комбайна,  
карандаша и ватмана

# СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

- САПР – программный пакет, предназначенный для автоматизации проектирования, разработки, подготовки производства, а также оформления конструкторской и технологической документации
- Используется конструкторами и технологами, связанными с разработкой схем, чертежей, диаграмм и др. графических изображений

# ТЕХНОЛОГИИ САПР

- Автоматизированное проектирование  
(Computer-aided design, CAD)
- Автоматизированная подготовка производства  
(Computer-aided manufacturing, CAM)
  - гибкое автоматизированное производство (ГАП)
  - CAD/CAM (САПР/ЧПУ) - системы с безбумажной технологией
- Автоматизированная разработка и расчеты  
(Computer-aided engineering, CAE)
  - CAD/CAM/CAE-системы

# ЗАДАЧИ, РЕШАЕМЫЕ САПР

- Общемашиностроительные задачи (AutoCAD, SolidWorks)
- Программирование оборудования с ЧПУ (станки, роботы)
- Архитектура, дизайн интерьеров, строительство
- Геология, геодезия, картография
- Проектирование интегральных микросхем
- Раскрой листового металла
- Подготовка производства и продажа корпусной мебели
- Проектирование кабельных систем, телефонных сетей, электротехнических шкафов и электропроводки
- Проектирование электронных устройств, разводка печатных плат (OrCAD, P-CAD, MAX+Plus II)
- Разработка электротехнических, электромеханических систем, САУ, АСУ ТП (EPLAN)
- Математические, технические, экономические и научные расчеты, моделирование (MathCAD, MATLAB)

# ФУНКЦИИ САПР

- Коллективная работа в локальной сети
- Экспорт/импорт файлов различных форматов
- Использование примитивов
- Преобразование объектов (масштабирование, группировка, растяжка, поворот, перемещение, слои)
- Встроенный макроязык для автоматизации отдельных процедур
- Создание технической (чертежи, схемы, спецификации) и технологической (программы) документации

# ПРЕИМУЩЕСТВА САПР

- Резкое повышение производительности труда
- Резкое ускорение корректировки проекта
- Снижение затрат
- Принятие оптимальных решений
- Автоматическая генерация технической документации в соответствии с действующими стандартами

# Тенденции развития современного производства

- Автоматизация
- Переход от индустриальной цивилизации к постиндустриальной (информационной)
- Быстрота технического прогресса (за 3-5 лет устареет 50% знаний)
- «Вымывание» ручного труда и узкоспециализированных профессий
- Нехватка квалифицированного персонала, способного обслуживать наукоемкое технологическое оборудование