

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

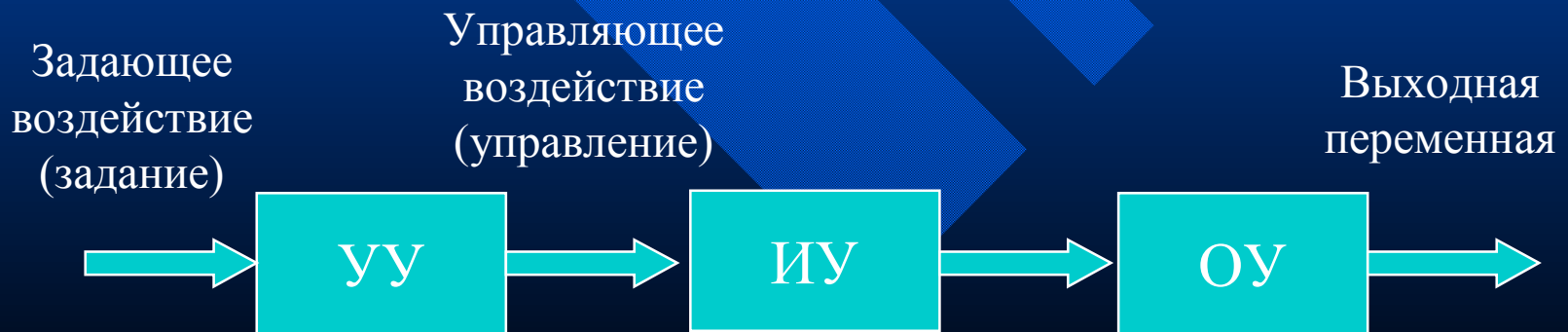
СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

■ 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...



Разомкнутая САУ

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)

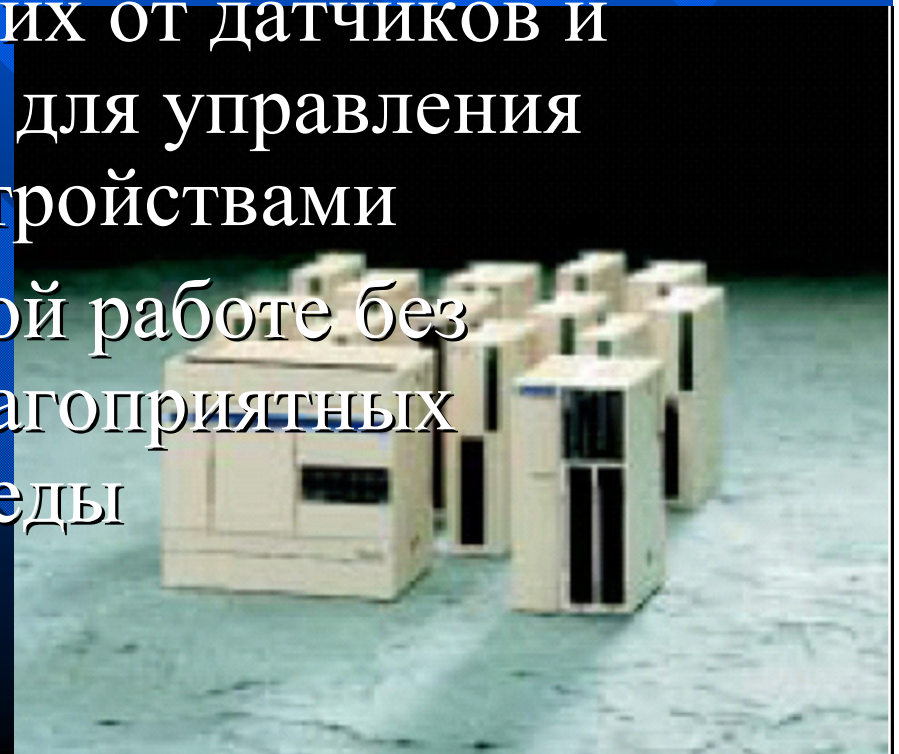
ЦИФРОВОЙ РЕГУЛЯТОР

- 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

- Обработывает 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

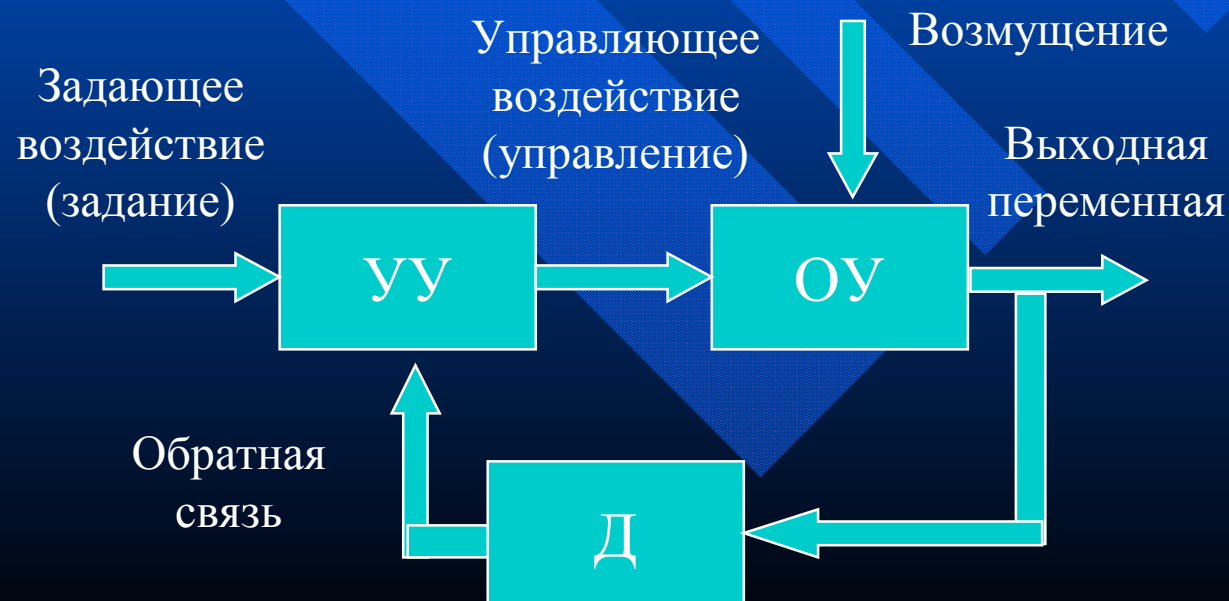


ИСПОЛНИТЕЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО

- 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

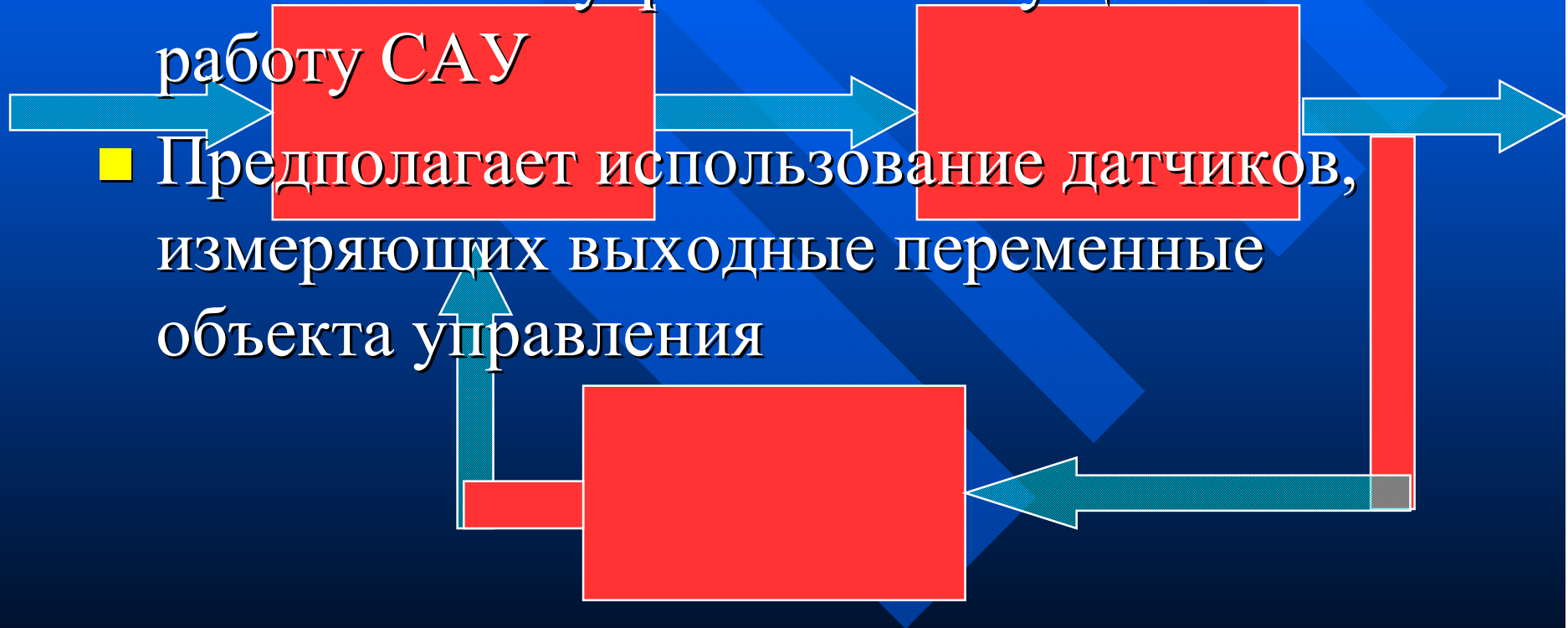
- Основополагающий принцип организации замкнутых САУ
- Обеспечивает корректировку управляющего воздействия с учетом достигнутого результата управления



ОБРАТНАЯ СВЯЗЬ

- Применяется с целью снижения влияния внешних и внутренних возмущений на работу САУ

- Предполагает использование датчиков, измеряющих выходные переменные объекта управления

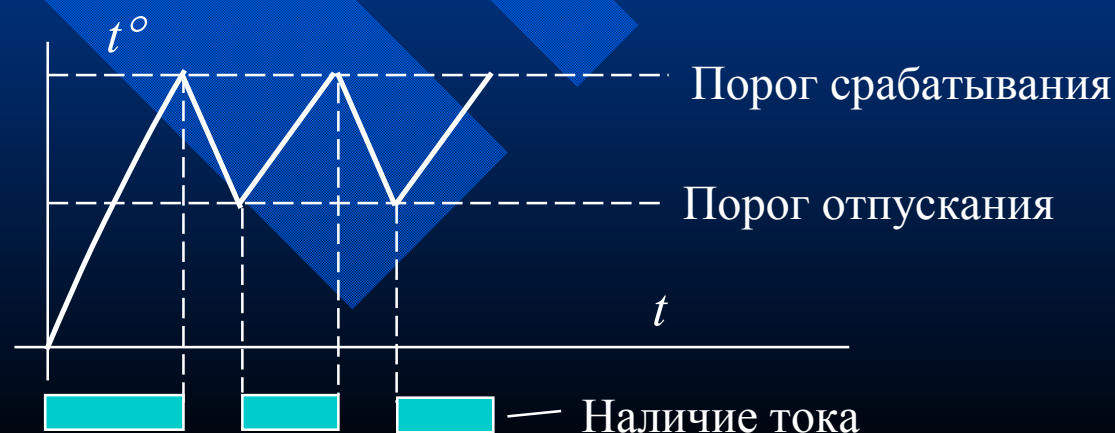
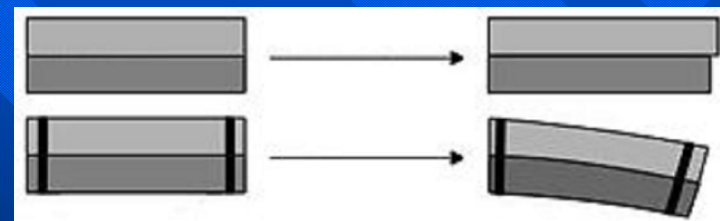
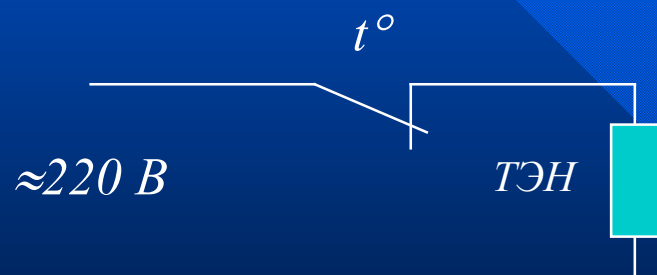


ОБРАТНАЯ СВЯЗЬ

Примеры

■ Утюг с термореле:

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

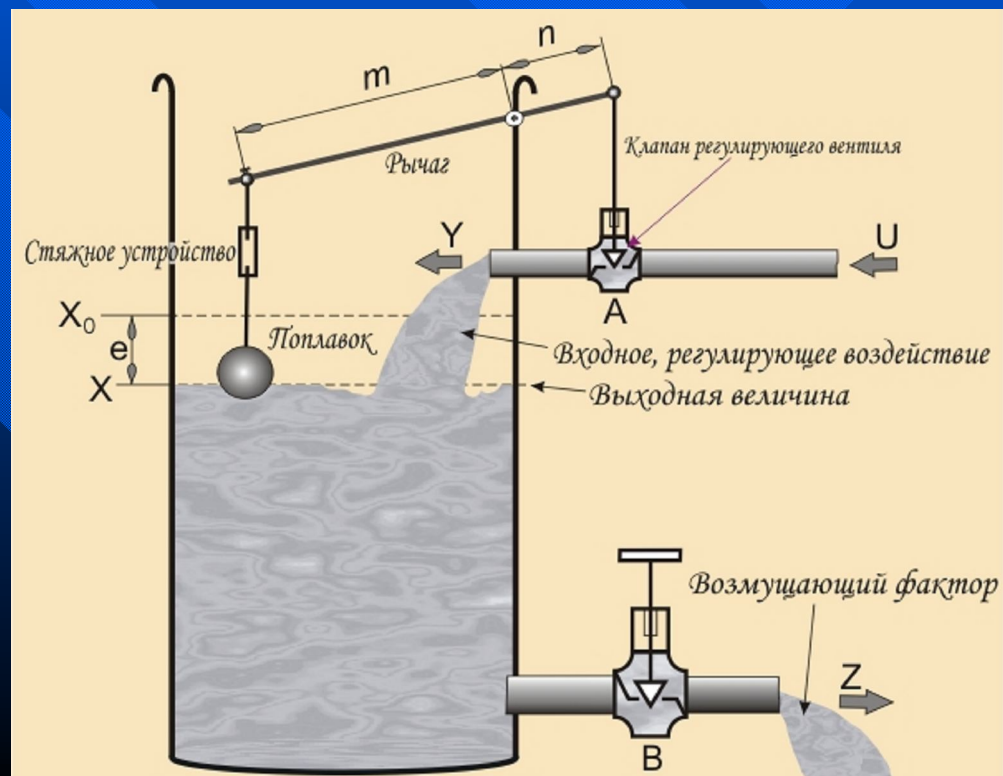
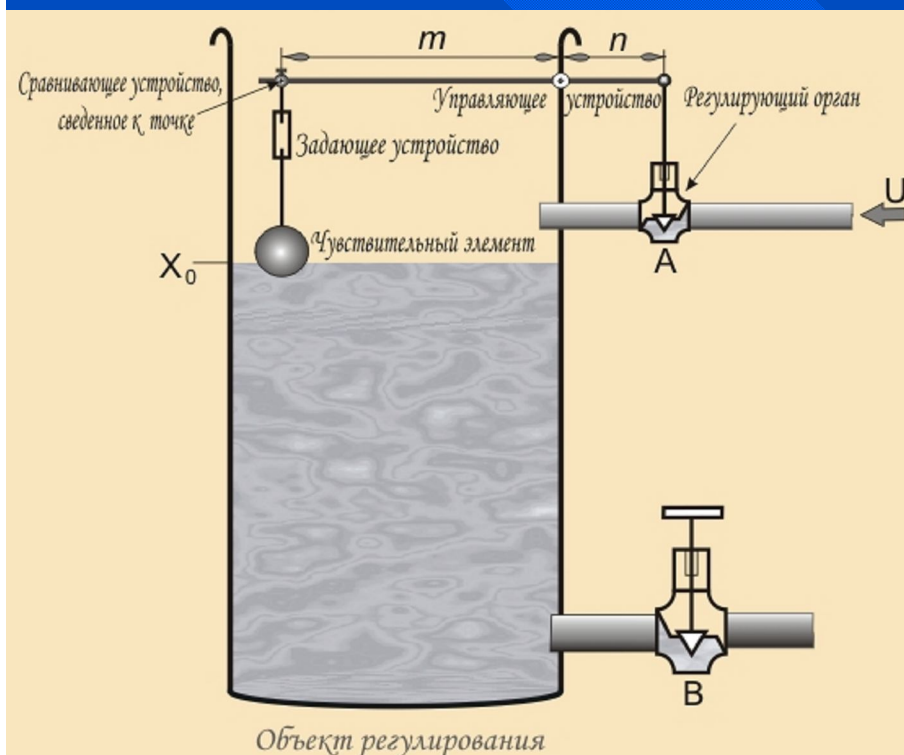


ОБРАТНАЯ СВЯЗЬ

Примеры

■ Поплавковый регулятор:

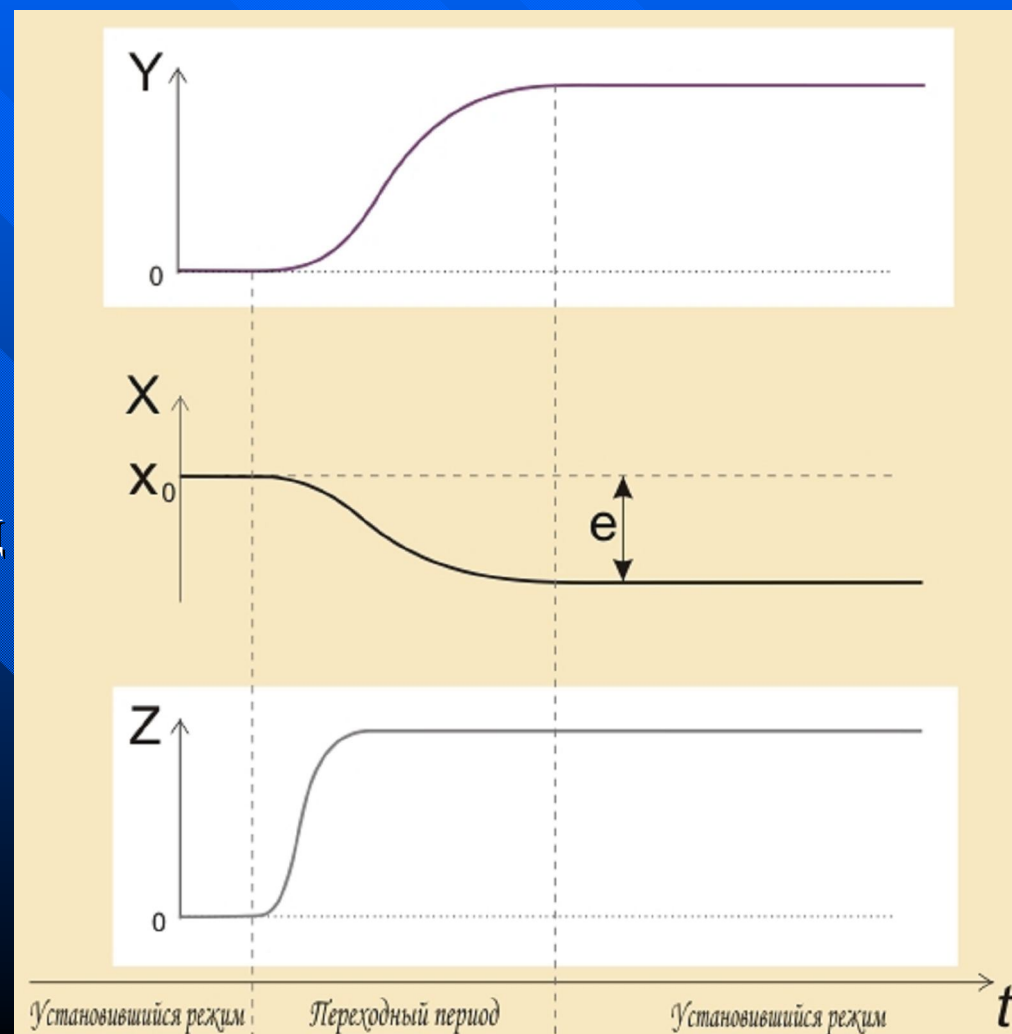
– входной расход воды Y зависит от ее текущего уровня в баке X



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

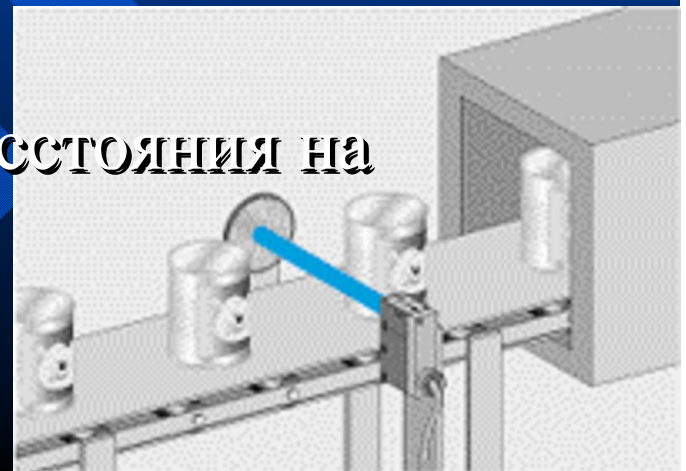
ВИДЫ ДАТЧИКОВ

■ 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)...

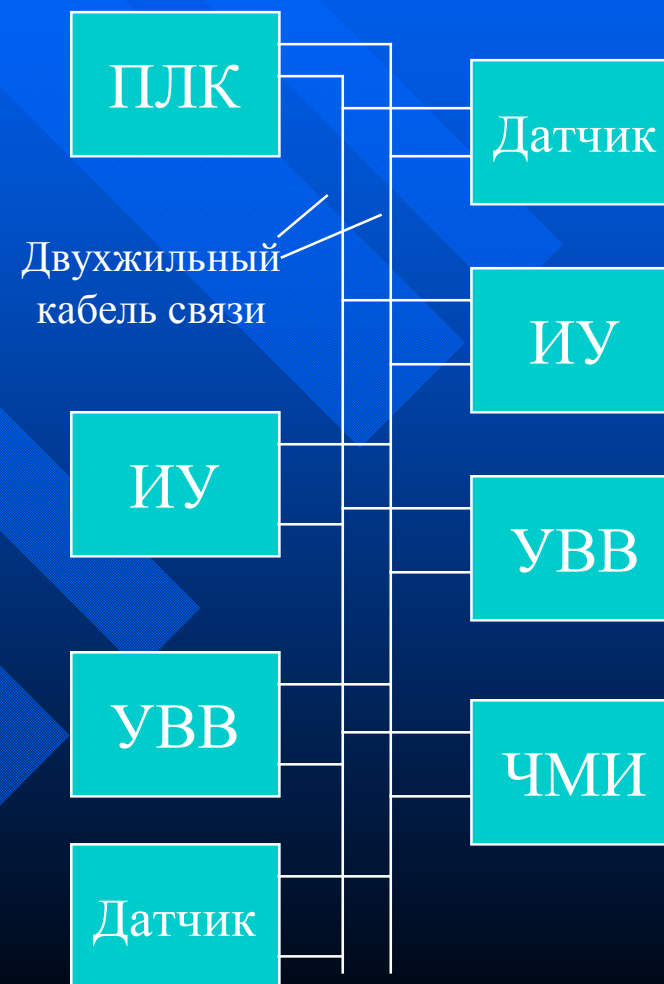
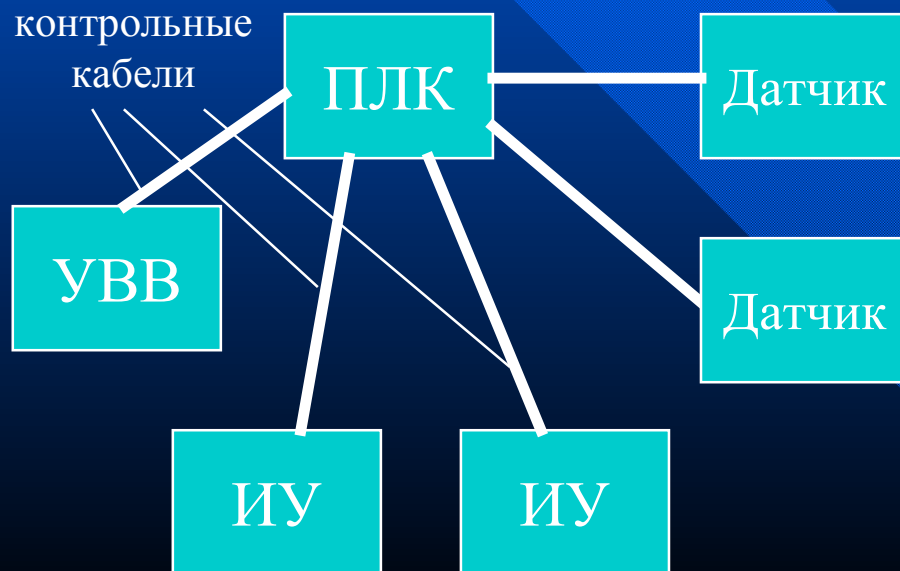
ПРЕДПОСЫЛКИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ СЕТЕЙ

- Необходимость прокладки многожильных контрольных кабелей между управляющим и исполнительным устройствами:
 - Лифт в 16-этажном доме: $16 \text{ эт.} \times 3 \text{ контакта} \times 2 \text{ провода} = 96 \text{ проводов}$;
 - 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;

Многожильные
контрольные
кабели

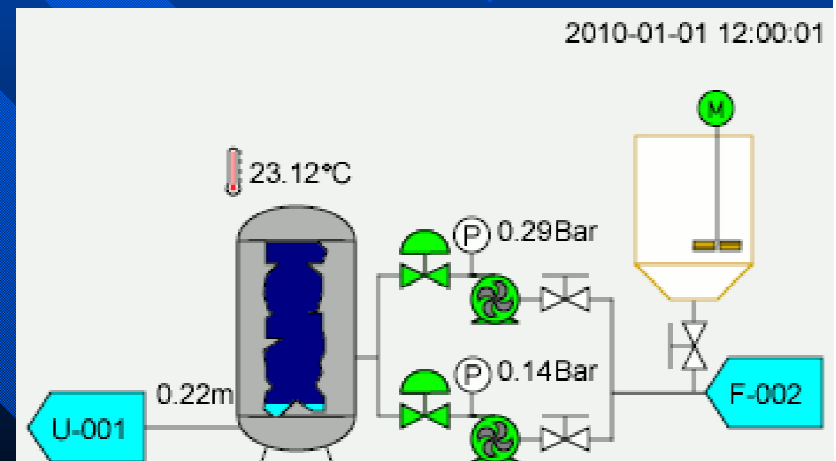


ПРЕИМУЩЕСТВА ПРОМЫШЛЕННЫХ СЕТЕЙ

- 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 человеко-машинного интерфейса АСУ ТП
- SCADA – инструмент, предоставляющий информацию о ходе процесса оператору с целью контроля и управления



СИСТЕМА ЧИСЛОВОГО ПРОГРАММНОГО УПРАВЛЕНИЯ (ЧПУ)

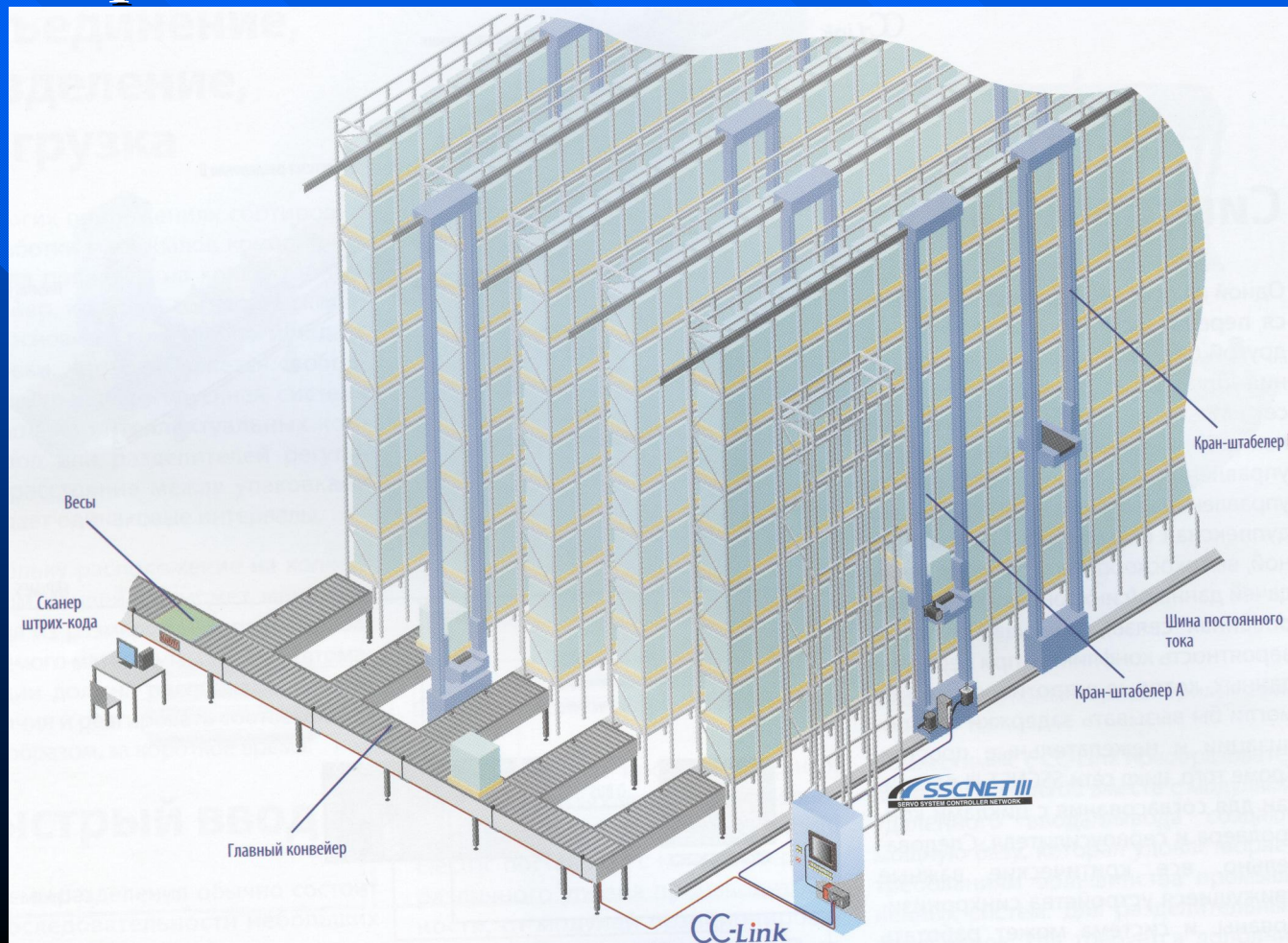
- Система автоматического управления (в настоящее время компьютеризованная), используемая в станках для обработки металлов, дерева, пластмасс (станках с ЧПУ) и в промышленных роботах
- Реализована на базе микроконтроллеров
- Программируется с помощью специальных языков программирования



Примеры автоматизации технологических процессов

■ В машиностроении

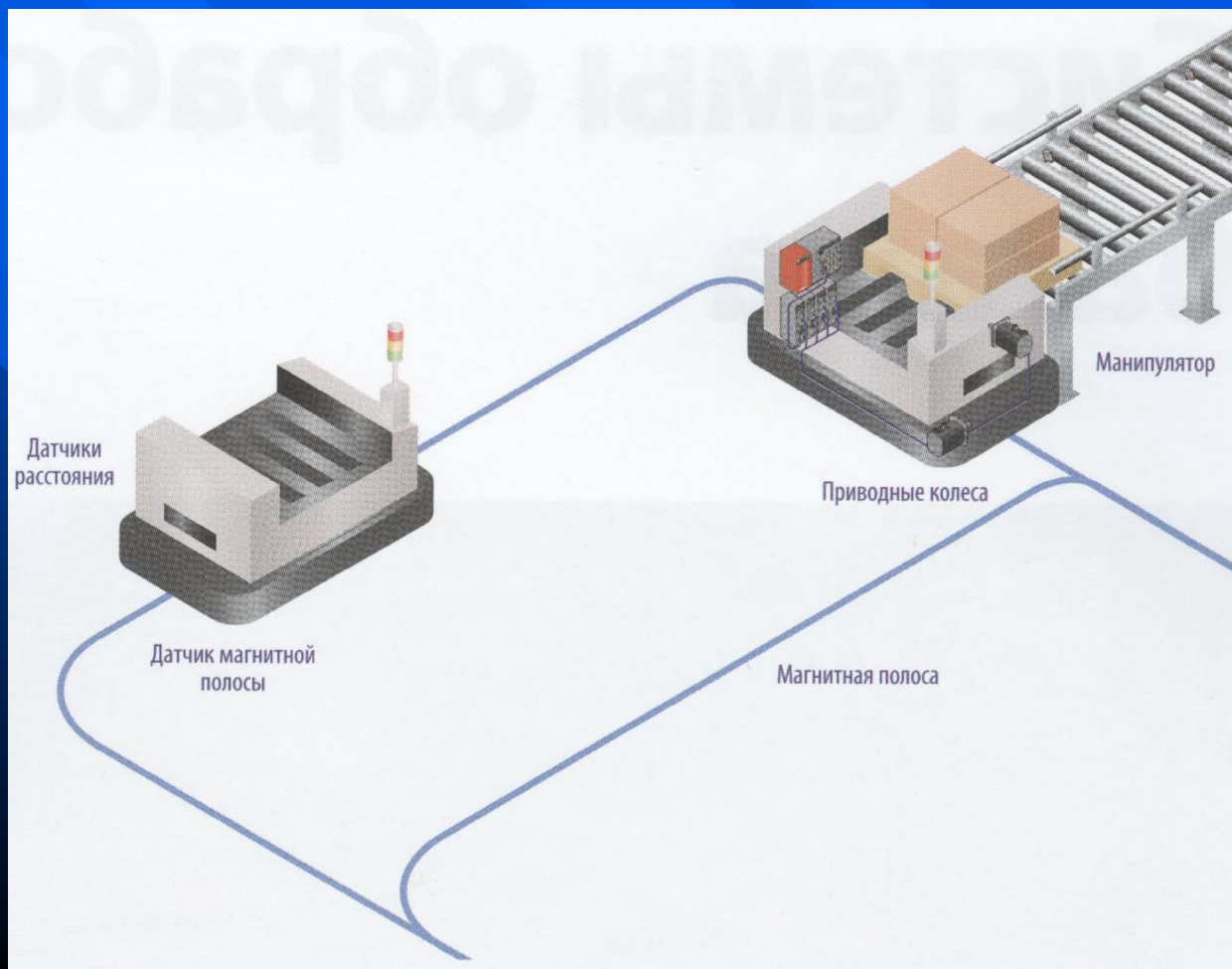
Автоматизированная
транспортно-
складская система



Примеры автоматизации технологических процессов

■ В машиностроении

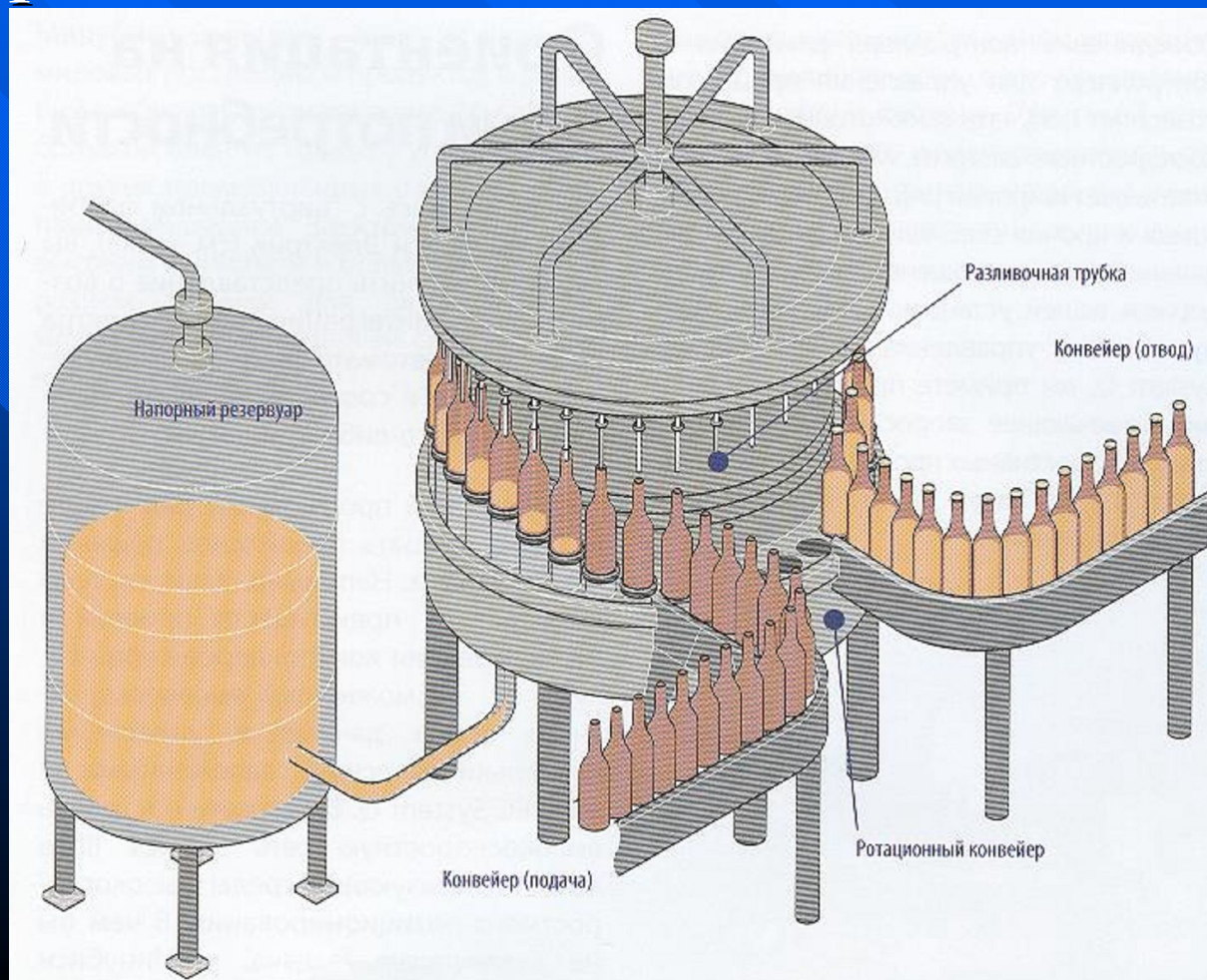
Роботизированная тележка



Примеры автоматизации технологических процессов

■ В пищевой промышленности

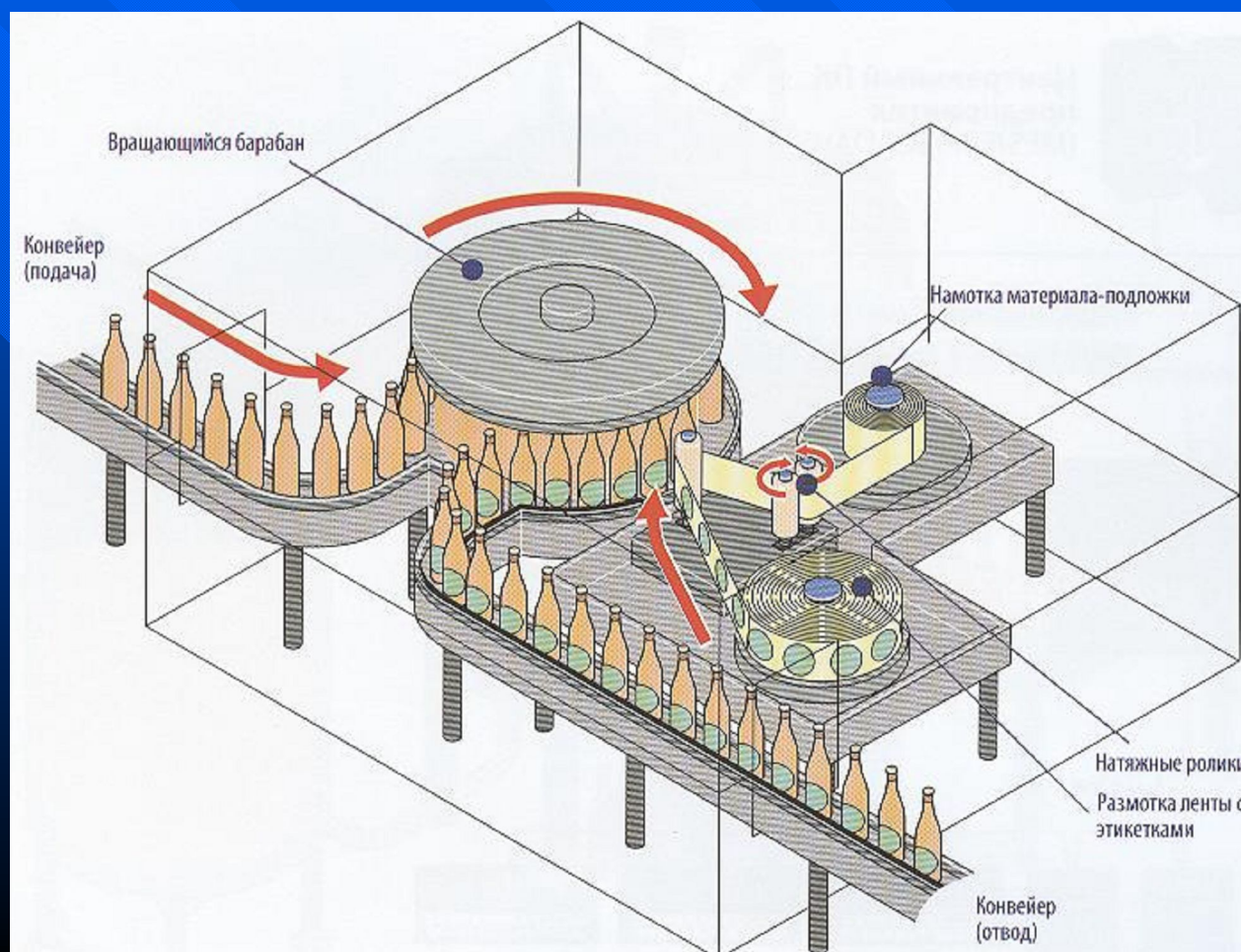
Разлив в бутылки



Примеры автоматизации технологических процессов

■ В пищевой промышленности

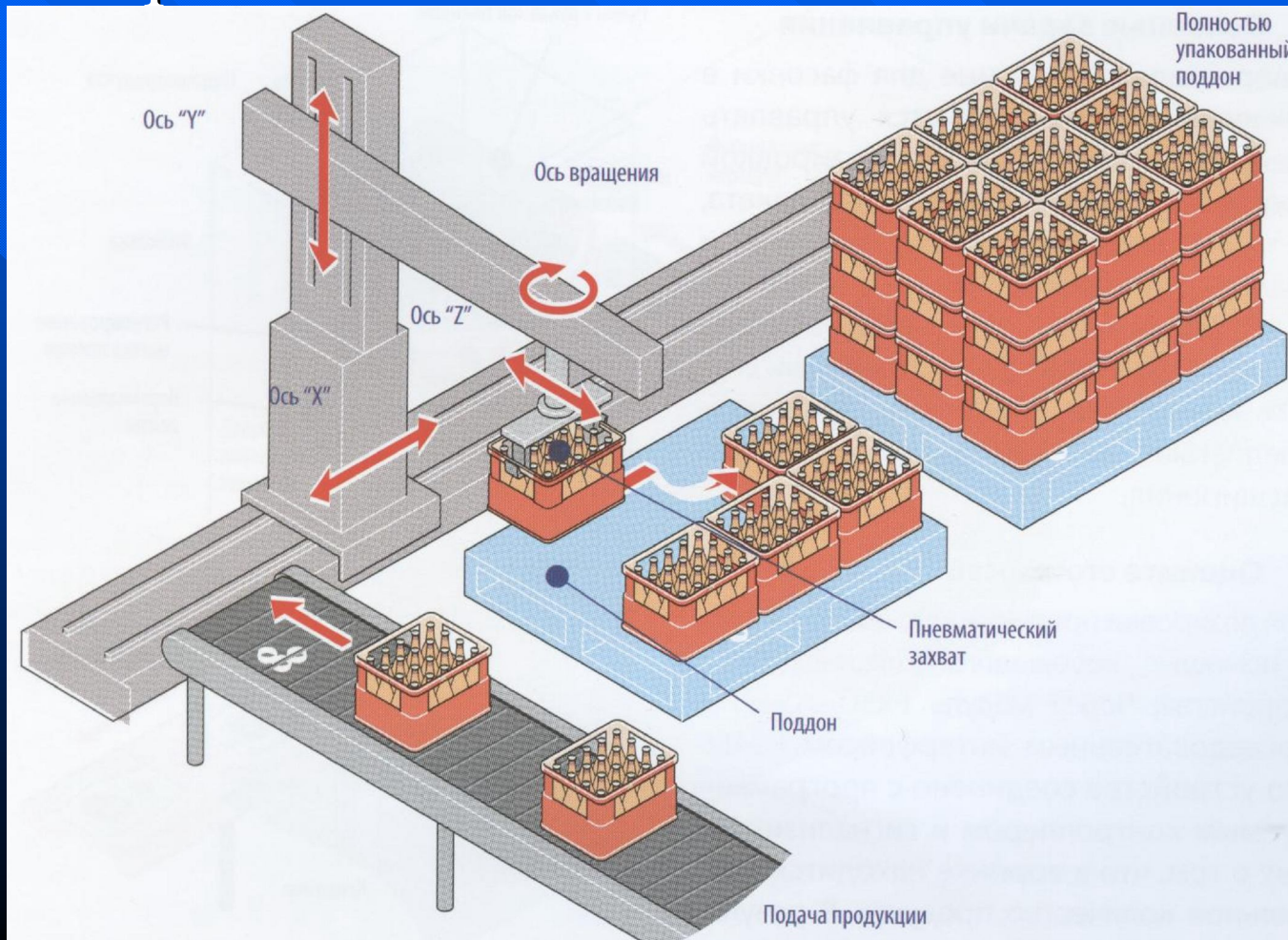
Наклейка этикеток



Примеры автоматизации технологических процессов

■ В пищевой промышленности

Палетизация
(установка на поддоны)



Примеры автоматизации технологических процессов

■ В пищевой промышленности

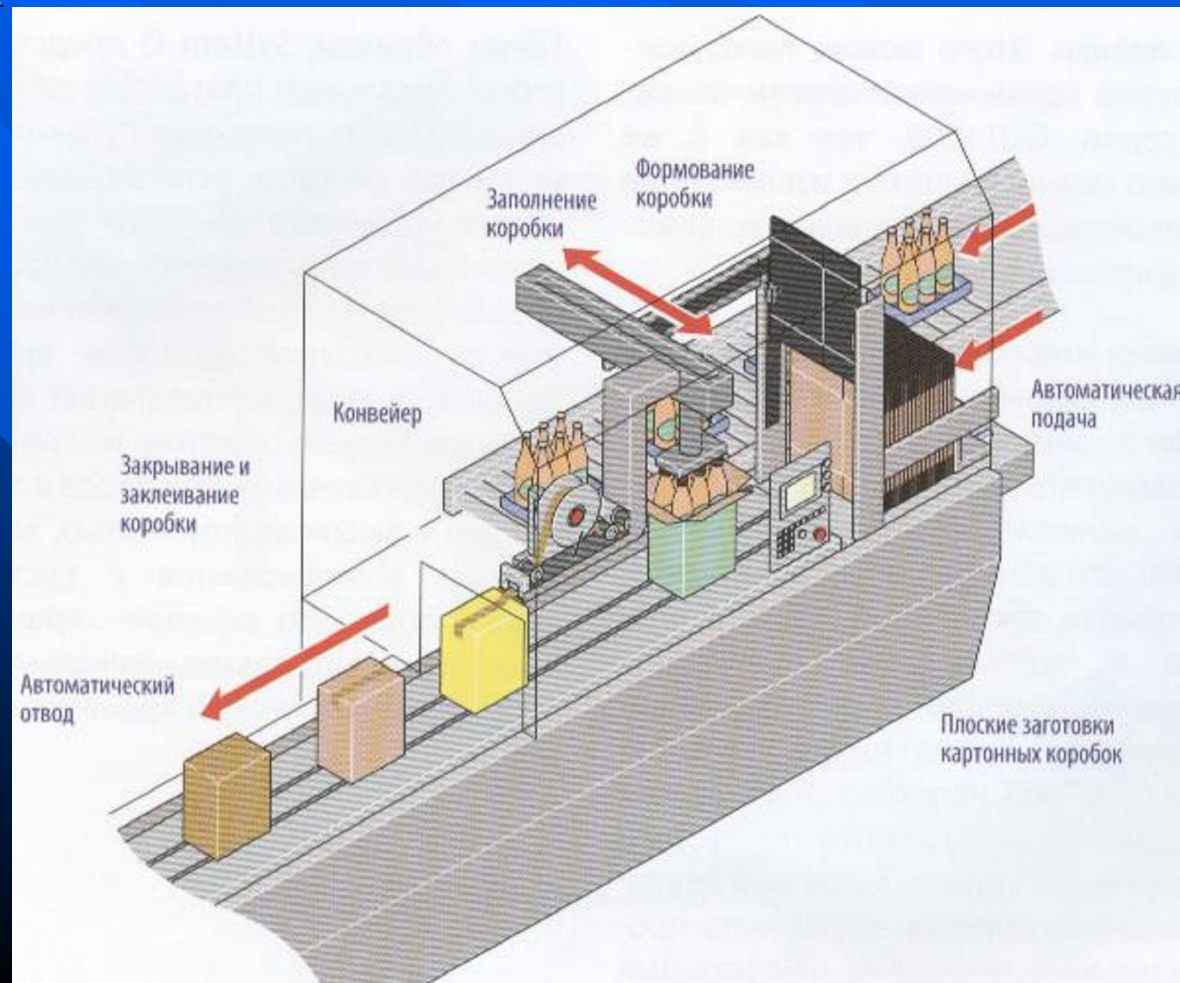
Пленочная упаковка



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