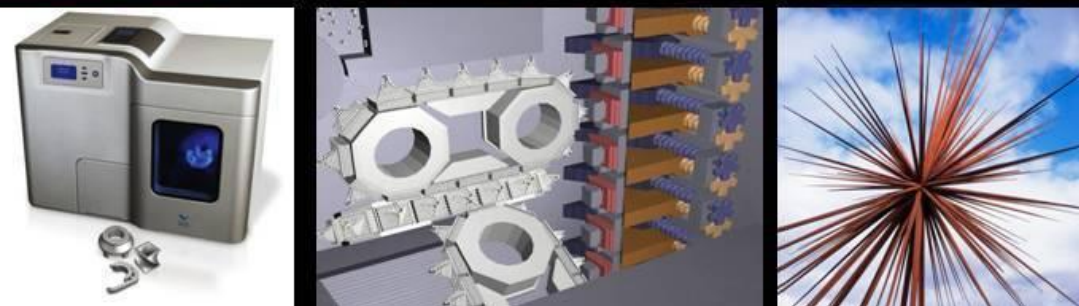
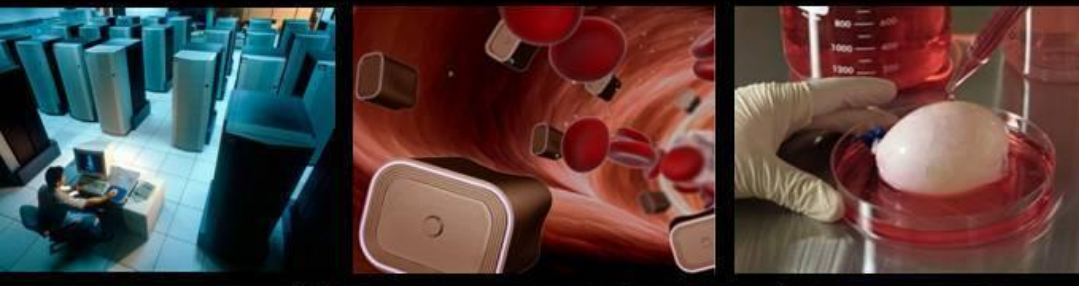


# ОСНОВЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ



## ПЛАН ЛЕКЦИИ:

### Введение.

1. Технологическое оборудование и принципы построения автоматизированных производств.
2. Микропроцессорные средства обработки сигналов датчиков и регулирования.
3. Компьютерные системы сбора информации с датчиков на базе микроЭВМ.
4. Микропроцессорные программируемые регуляторы.





# ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ПРОИЗВОДСТВ

**Автоматизация технологических процессов** - совокупность методов, аппаратных и технических средств, воплощающих в себе рациональное и грамотное управление объектами и процессами в соответствии с поставленной задачей.

Автоматизированные производства по сравнению с неавтоматизированными обладают определённой спецификой:

- для повышения эффективности они должны включать большее число разнородных операций;
- требования гибкости автоматизированных производств вызывают необходимость в тщательной проработке технологии, анализе объектов производства, маршрутов движения и операций, обеспечении надёжности процесса переработки с заданным качеством;
- при широком ассортименте выпускаемой продукции и сезонности работы технологические решения могут быть многовариантными;
- повышаются требования к чёткой и слаженной работе различных служб производства.



**Принципы проектирования автоматизированного производства**

**ПРИНЦИП ЗАВЕРШЁННОСТИ**

**ПРИНЦИП МАЛООПЕРАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ**

**ПРИНЦИП МАЛОЛЮДНОЙ ТЕХНОЛОГИИ**

**ПРИНЦИП БЕЗОТЛАДОЧНОЙ ТЕХНОЛОГИИ**

**ПРИНЦИП ОПТИМАЛЬНОСТИ**

**ПРИНЦИП ГРУППОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ**

**ТЕХНОЛОГИЧНОСТЬ ПРОДУКТА**

**УНИФИКАЦИЯ МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ И КОНТРОЛЯ П/Ф И ГОТОВОГО ПРОДУКТА**

**РАСШИРЕНИЕ ТИПАЖА ОБОРУДОВАНИЯ С ПОВЫШЕННЫМИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ**



Для функционирования оборудования необходимо промежуточный транспорт сырья, полуфабрикатов, компонентов, различных сред.

**Автоматизированные производства в зависимости от промежуточного транспорта могут быть:**

**Со сквозным транспортированием без перестановки сырья, полуфабрикатов или сред**

**С перестановкой сырья, полуфабрикатов или сред**

**С промежуточной ёмкостью**



**Автоматизир  
ован-  
ные  
производства  
по  
видам  
компоновки  
бывают:**

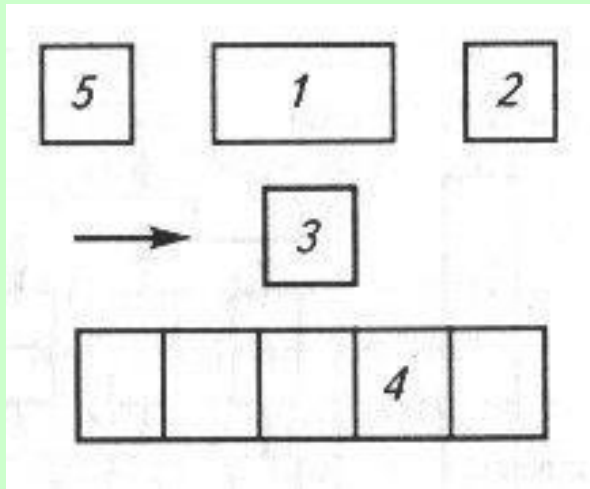
**Однопоточны  
е**

**Параллельног  
о  
агрегатирован  
ия**

**Многопоточн  
ые**



Для осуществления возможности выпуска широкого ассортимента продуктов из однотипного сырья и переработки разных видов сырья на однотипном оборудовании создают переналаживаемые системы, обладающие свойством автоматизированной переналадки. Организационным модулем таких систем являются **производственный модуль, автоматизированная линия, автоматизированный участок или цех.**

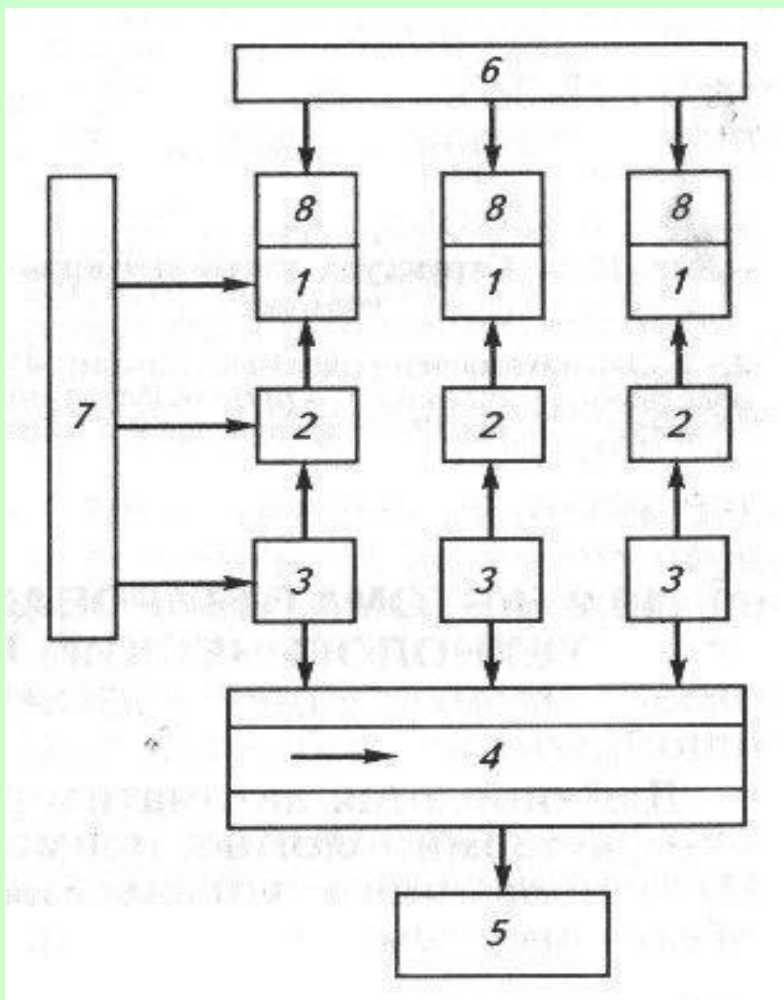


Структура производственного модуля:

- 1 – оборудование для выполнения одной или нескольких операций; 2 – управляющее устройство; 3 – погрузочно-разгрузочное устройство; 4 – транспортно-накопительное устройство; 5 – контрольно-измерительная система

**Производственный модель** – система, состоящая из единицы технологического оборудования, оснащённого автоматизированным устройством программного управления и средствами автоматизации технологического процесса, автономно функционирующую и позволяющую её встраивать в систему более высокого уровня.

Производственный модуль может включать в себя, например, сушильную камеру, контрольно-измерительную систему, погрузочно-разгрузочную и транспортные системы с локальным управлением.



Структура производственной ячейки:

1 - оборудование для выполнения одной или нескольких операций; 2 – приёмный бункер; 3 – погрузочно-разгрузочное устройство; 4 – конвейер; 5 – промежуточная ёмкость; 6 – управляющий компьютер; 7 – контрольно-измерительная система; 8 – интерфейс связи

**Производственная ячейка** – комбинация модулей с единой системой измерения режимов работы оборудования, транспортно-накопительной и погрузочно-разгрузочной системами.

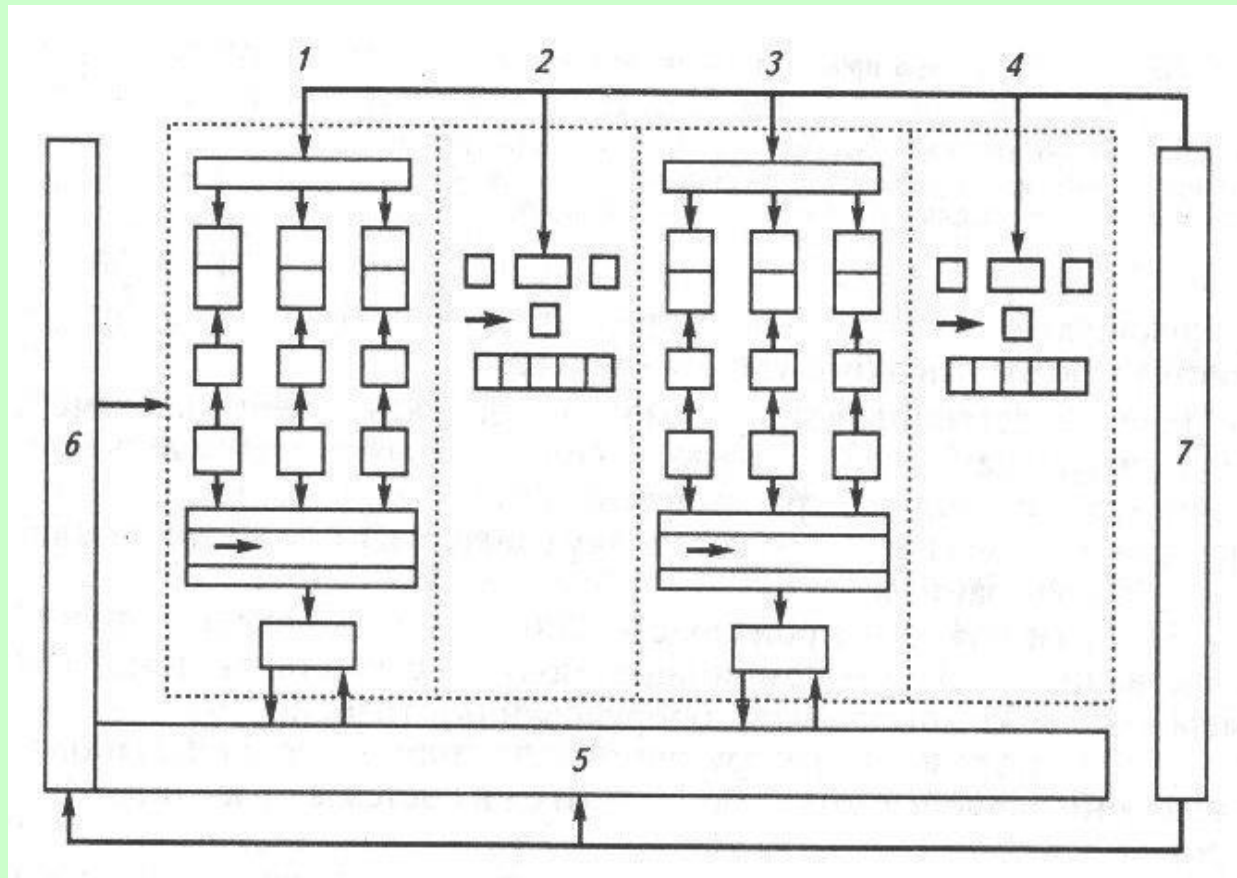
Производственная ячейка является частным случаем производственного модуля.

Производственная ячейка может встраиваться в системы более высокого уровня.





**Автоматизированная линия переработки – переналаживаемая система, состоящая из нескольких производственных модулей или ячеек, объединённых единой транспортно-складской системой и системой автоматического управления технологическим процессом (АСУТП). Оборудование автоматизированной линии расположено в принятой последовательности технологических операций.**



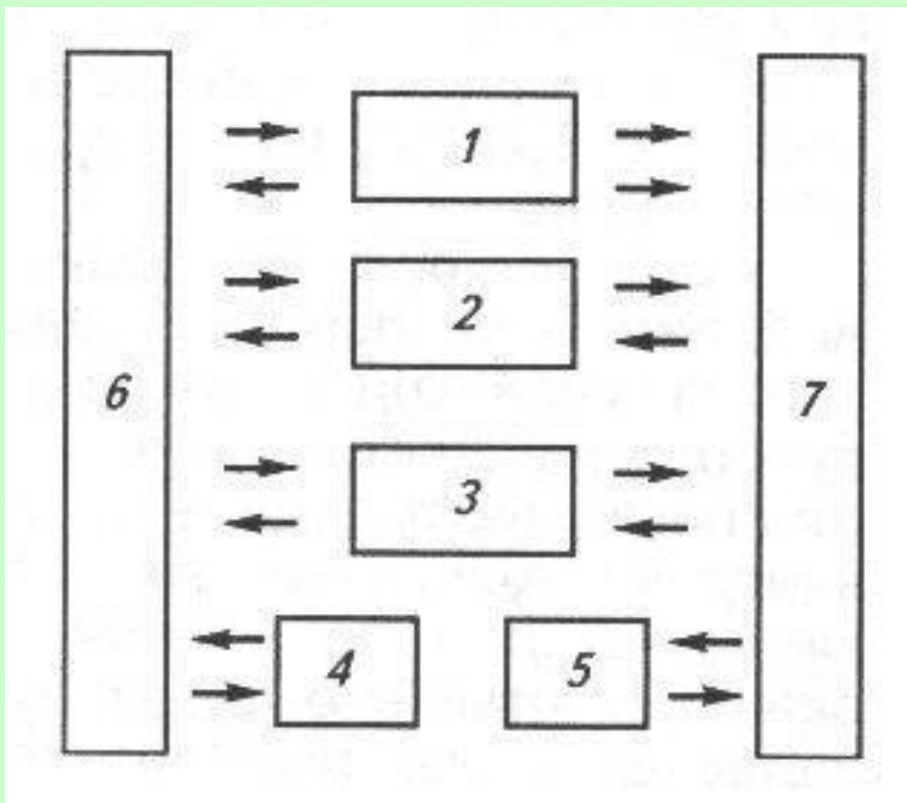
**Структура  
автоматизированной  
линии:**

**1, 2, 3, 4 –  
производственные  
ячейки и модули;**

**5 – транспортная  
система;**

**6 – склад;**

**7 – управляющий  
компьютер**



**Структура автоматизированного участка:**  
*1, 2, 3 – автоматизированные линии; 4 – производственные ячейки; 5 – производственные модули; 6 – склад; 7 – управляющий компьютер*

**В отличие от автоматизированной линии на переналаживаемом автоматизированном участке предусмотрена возможность изменения последовательности использования технологического оборудования.**

**Линия и участок могут включать отдельно функционирующие единицы технологического оборудования.**



# МИКРОПРОЦЕССОРНЫЕ СРЕДСТВА ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ ДАТЧИКОВ И РЕГУЛИРОВАНИЯ

**Устройство микроЭВМ.** Микропроцессорные средства в настоящее время широко применяют для обработки информации в измерительных системах и автоматике.

Структурный **состав микропроцессора** в каждом конкретном случае определяется требованиями измерительной системы и средствами автоматического управления (САУ). В простых случаях это может быть **однокристалльный специализированный вычислитель**, работающий по неизменяемой программе. В сложных случаях микропроцессорные средства объединяются в **универсальную микроЭВМ**, имеющую сложные аппаратные устройства и развитое программное обеспечение.

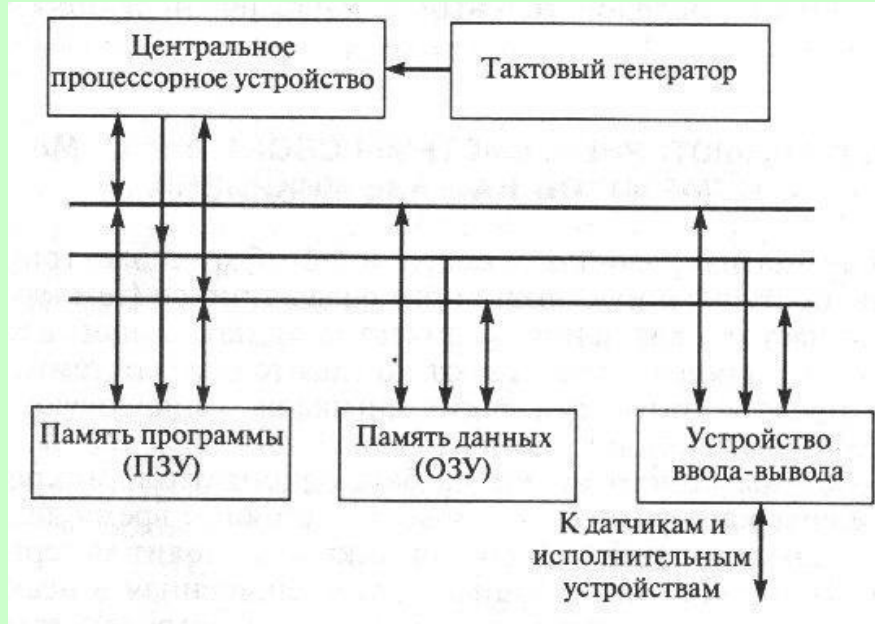
Высокая степень интеграции во всех случаях позволяет выполнять микропроцессорные средства компактными, гибкими в настройке и надёжными в эксплуатации.

Практически вся обработка информации в цифровом устройстве осуществляется внутри микроЭВМ по определённому алгоритму, реализованному в виде программы.



**Центральное процессорное устройство** или просто **процессор** – это центральный управляющий и решающий блок микроЭВМ.

В настоящее время этот узел выполняется в виде интегральной



микросхемы ИМС, которую называют **микропроцессором**. Микропроцессор управляется **тактовым генератором**. Центральный управляющий и решающий блок микроЭВМ называется **генератором импульсов**, каждый из которых переводит микропроцессор на следующий шаг работы программы.

Микропроцессор в качестве самостоятельного узла не применяется

Структура микропроцессорного устройства

ся. Для его работы требуется постоянное запоминающее устройство **ПЗУ** – «**Память программы**», где хранится программа (последовательность команд), которую необходимо выполнить. Сюда же записываются постоянные величины, необходимые для расчётов, и условия выполнения тех или иных команд. Для

хранения переменных и промежуточных результатов вычислений (данных) применяется **оперативное запоминающее устройство ОЗУ**.



**Устройство ввода-вывода** обеспечивает обмен информацией с внешним оборудованием.

Любая информация в ЭВМ представляется в виде **чисел (числовых кодов)**. Обмен информацией между узлами микроЭВМ осуществляется с помощью шин, т.е. системы электрических линий.

**Скорость работы микроЭВМ** существенно зависит от **разрядности чисел**, передаваемых по шинам от узла к узлу. Время выполнения команды определяется тактовой частотой задающего генератора и зависит от быстродействия применяемых ИМС, что, в свою очередь, определяется технологией их изготовления. Сегодня электронная промышленность предлагает десятки разновидностей микропроцессоров, и они непрерывно совершенствуются. По этой причине происходит периодическое обновление аппаратной базы микропроцессоров и компьютеров.

Практически во всей современной электронной аппаратуре ввод дискретных сигналов осуществляется через преобразователи на основе оптронов.

**Интерфейс-связи** – это устройство связи удалённого объекта с ЭВМ, алгоритм работы которого стандартизирован. Для передачи данных между объектом и ЭВМ последняя обменивается через интерфейс с объектом служебными стандартными сигналами.



## **КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ СБОРА ИНФОРМАЦИИ С ДАТЧИКОВ НА БАЗЕ МИКРОЭВМ**

**Для автоматизированного сбора и обработки электрических сигналов, поступающих с различного рода датчиков (температуры, давления, частоты вращения, количества жидкости или газа, вибрации и т.п.), широко используются компьютерные системы, оснащённые преобразованием таких сигналов в цифровую форму (АЦП, таймеры/счётчики, коммутаторы и др.).**

**Эти системы конструируют на базе одноплатных микроЭВМ, наиболее совершенными из которых в настоящее время являются так называемые микроРС. В состав микроРС входит материнская плата совместимого компьютера, уменьшенная в несколько раз и оснащённая современным мощным и быстродействующим процессором. Эта материнская плата сопрягается с платой для сбора сигналов с датчиков, которые удалены от компьютера.**

**Стоимость микроРС очень высокая, поэтому применение таких систем целесообразно лишь в случае сбора сигналов с очень большого числа датчиков (100 и более) и когда требуется высокоскоростная обработка поступающих сигналов. В случае, когда сигналов немного – десятки или даже единицы, применять системы на базе микроРС нецелесообразно.**



Для сбора сигналов с небольшого числа датчиков используют **однокристалльные микроЭВМ – микрокомпьютеры, расположенные в одной микросхеме.**

В состав такой микроЭВМ входят основные атрибуты компьютера: память, процессор, различные периферийные устройства, интерфейсы (для связи с другим компьютером), иногда встраивают атрибуты систем сбора (счётчики и генераторы импульсов и др.). Стоимость однокристалльных микроЭВМ невысокая.

Применение однокристалльных микроЭВМ в удалённых системах сбора сигналов с небольшого числа датчиков – наиболее целесообразно и оптимально.

Основная идея применения однокристалльных микроЭВМ в удалённых системах сбора заключается в том, что программа работы однокристалльной ЭВМ передаётся в неё из компьютера по последовательному интерфейсу (кабелю), а результаты работы этой программы передаются в компьютер по этому же кабелю и полноценно обрабатываются компьютером.

Удаление системы сбора от компьютера может достигать десятков и даже сотен метров; при этом, поскольку передача информации осуществляется в цифровом виде, потерь информации нет.



**Микроконтроллеры** - микроЭВМ без монитора, клавиатуры и «мыши», но имеющие специальные устройства: АЦП, интерфейсы связи и т.д.



Структурная блок-схема удалённой компьютерной системы измерения, регистрации и обработки сигналов на базе однокристального микроконтроллера

Основой системы является **устройство сбора и предварительной обработки аналоговых и частотных сигналов**, к которому подсоединяются кабели от датчиков и которое сопрягается с компьютером по интерфейсу, оборудованному оптронными развязками. В устройстве применяется однокристальный микроконтроллер со встроенным АЦП. Устройство содержит внешнюю память программ и данных. Отличительная особенность системы сбора – её **программируемость**, т.е. возможность оперативного изменения программы однокристального микроконтроллера, которая передаётся из компьютера и записывается в память. Это позволяет приспособлять устройство сбора к самым различным задачам (т.е. оно достаточно универсально).





## МИКРОПРОЦЕССОРНЫЕ ПРОГРАММИРУЕМЫЕ РЕГУЛЯТОРЫ

В последние годы для контроля и управления технологическими процессами всё большее применение находят **многофункциональные микропроцессорные программируемые регуляторы**. Наибольшее применение в перерабатывающей промышленности получил **регулятор МПР51**, который можно использовать на хлебозаводах для поддержания режима в расстоечных шкафах, в печах для выпечки хлеба; на мясо- и рыбокомбинатах для обеспечения технологического процесса в камерах варки и копчения, в камерах созревания, в универсальных климатических камерах и т.д.

Благодаря встроенному интерфейсу связи с компьютером возможно документирование и управление технологическими процессами с помощью ЭВМ.

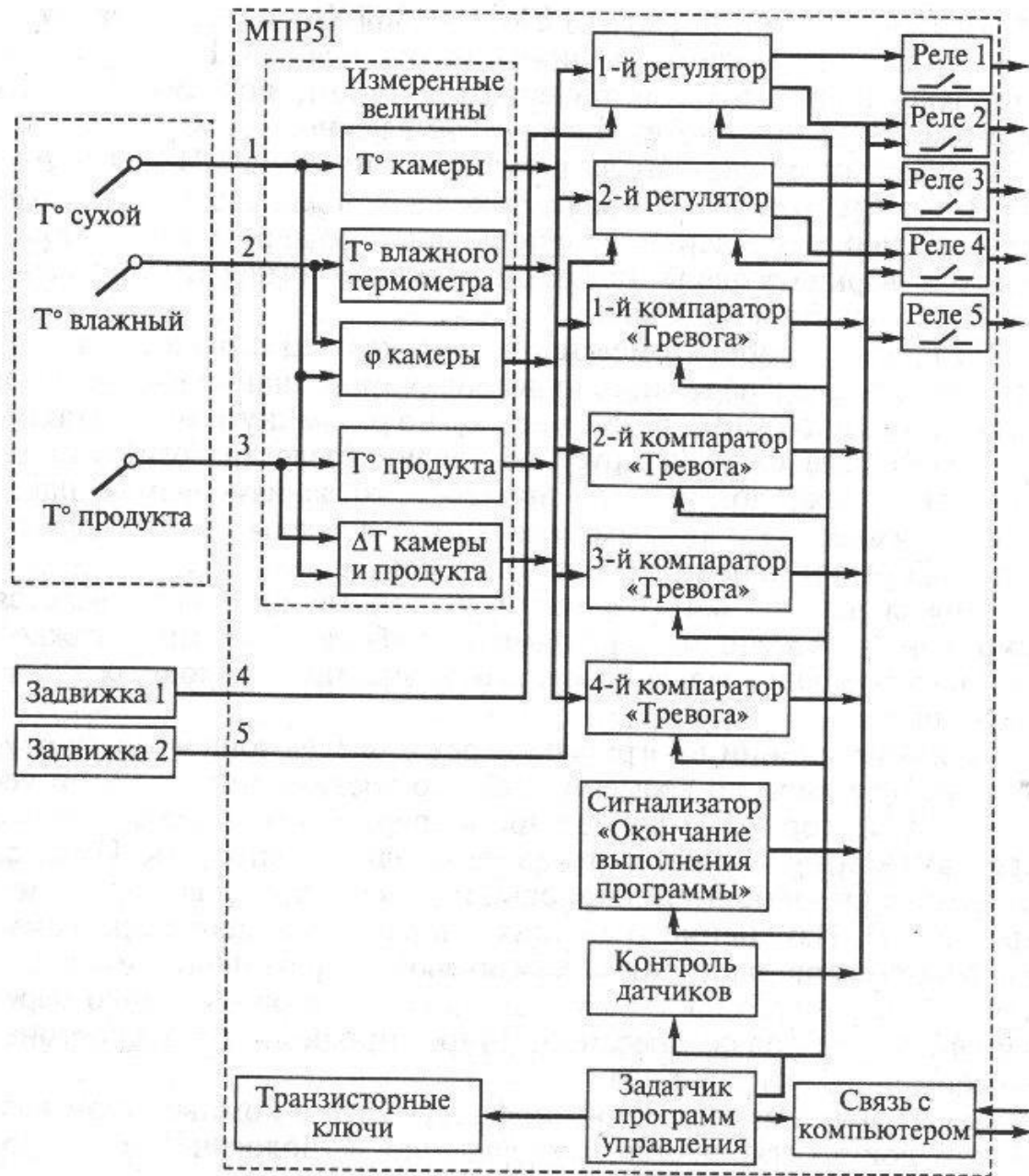
Прибор имеет пять входов для контроля температуры, влажности и положения задвижек. Три входа предназначены для подключения термодатчиков, и два входа для датчиков положения задвижек трубопроводов.

Входных сигналов от термодатчиков три, а измеренных величин – пять. Дополнительно вычисляются относительная влажность и разность температур первого и третьего входов (камеры и внутри<sup>17</sup> продукта).



В приборе имеется **возможность связи с ЭВМ**. Специальная программа позволяет опрашивать температурные каналы с определённой периодичностью и выводить полученные данные на принтер или экран в табличном или графическом виде.

При перебоях в электроснабжении прибора **параметры регулирования сохраняются в памяти прибора в течение 1 ч**. После восстановления питания выполнение программы может быть продолжено.

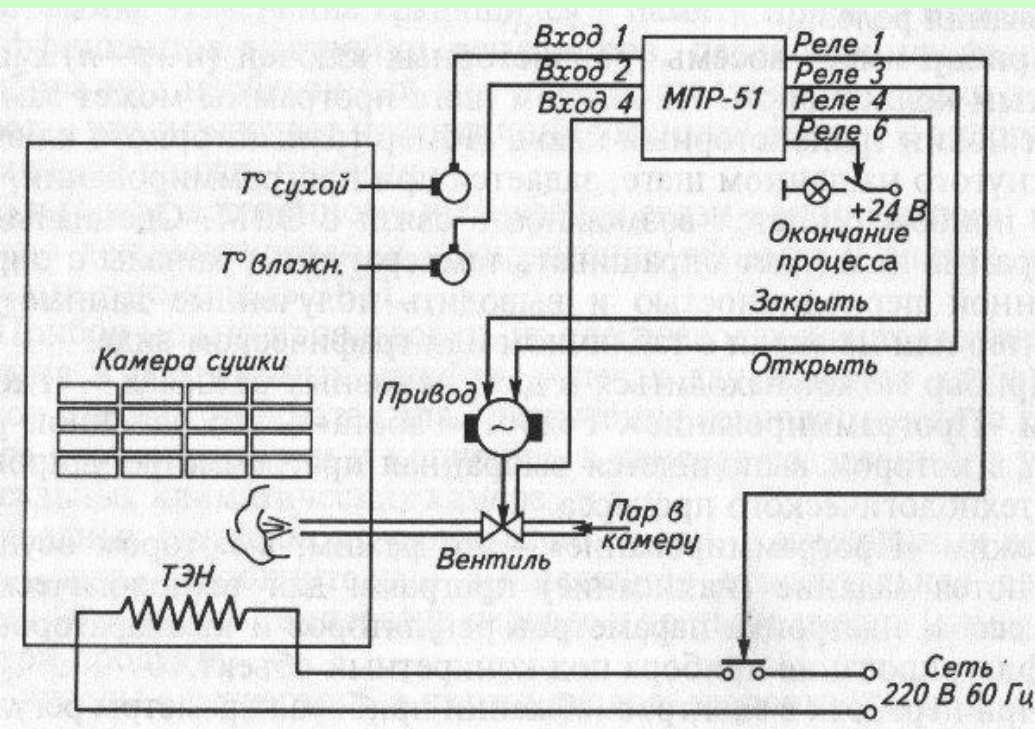


18  
Структура прибора МПП51



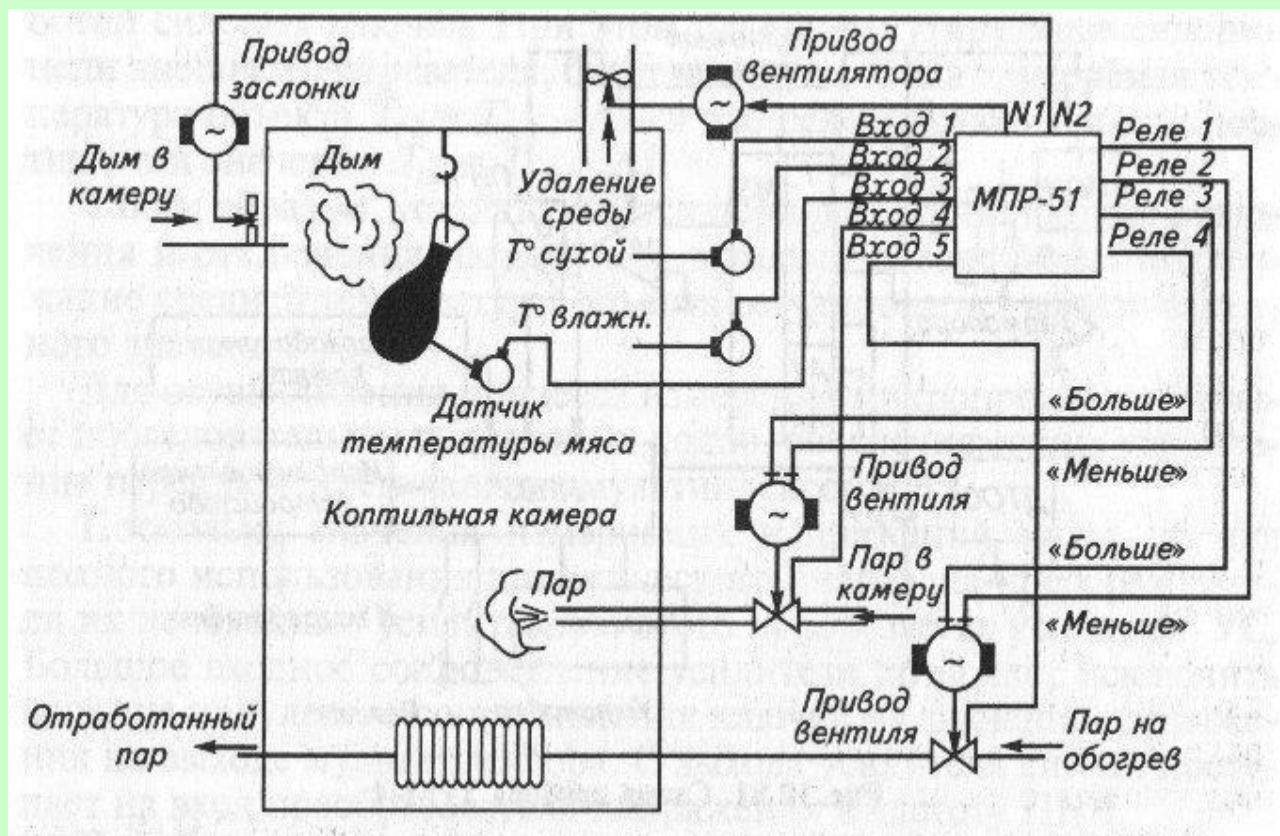
## Пример использования прибора МПР51 для регулирования процесса сушки фруктов

Процесс сушки состоит из нескольких этапов, во время которых температура и влажность в камере сушки поддерживаются постоянными. Все этапы имеют определённую продолжительность. Для поддержания заданной температуры в камере установлен теплоэлектронагреватель ТЭН. Пар для увлажнения подаётся через запорно-регулирующий вентиль.



В камере установлены **два датчика – влажности и температуры**. Один поддерживает необходимую на каждом шаге температуру в камере, управляя ТЭНом через реле 1 по двухпозиционному (включено/выключено) закону. Второй поддерживает влажность путём выдачи на реле 3 и реле 4 управляющих импульсов «больше – меньше» для привода запорно-регулирующего вентиля.

## Пример использования прибора МПР51 для управления процессом термообработки и копчения мясopодуков в коптильной камере



В камере находятся три датчика температуры – сухой датчик температуры, влажный датчик температуры и датчик температуры мяса. Регулирование температуры ведётся с помощью реле 1,2, а влажности – с помощью реле 3,4.

Для включения дополнительных устройств – дымогенератора и вентилятора – используют соответственно транзисторные ключи N2 и N1.

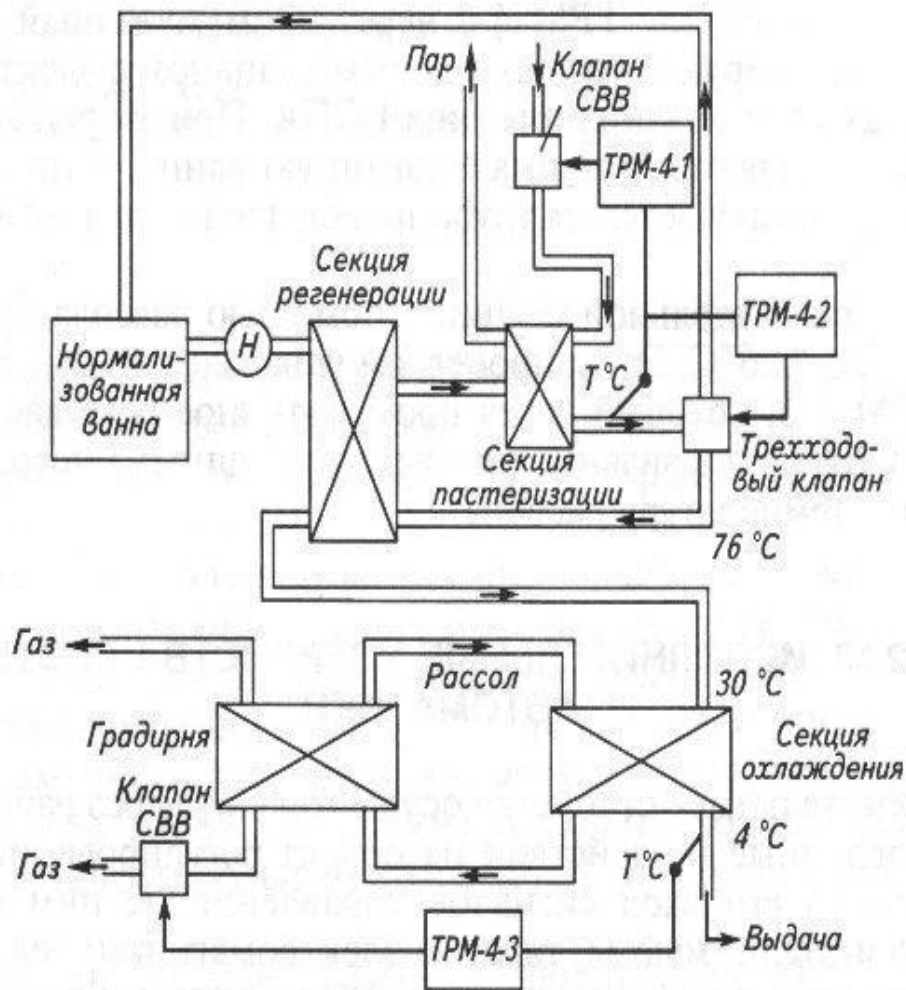


# Пример использования микропроцессорного регулятора температуры ТРМ4 при пастеризации и охлаждении

молока  
Для пастеризации молока используется пастеризационно-охладительная установка ОКЛ-10ЭЗ. Молоко обрабатывается в два этапа: предварительная обработка в секции регенерации, окончательный нагрев до  $76\text{ }^{\circ}\text{C}$  и выдержка в секции пастеризации.

В секции регенерации использованы теплообменники для передачи теплоты от готовой продукции сырому молоку. В секции пастеризации передача теплоты осуществляется подогреваемой паром.

Для автоматизации этого двухступенчатого процесса обработки могут быть **использованы три двухпозиционных терморегулятора ТРМ-4.**





**По первому каналу осуществляется регулирование подачи теплоты от котельной:** ТРМ-4-1 через промежуточное реле подаёт команды запирающему вентилю с электромагнитным приводом серии СВВ для управления подачей пара.

**По второму каналу ТРМ-4-2 через промежуточный пускатель управляет регулирующим трёхходовым клапаном с электрическим исполнительным механизмом типа ЕСПА.** При закрытом клапане молоко направляется в ванну нормализации, а при достижении 76 °С переключается на трубопровод для выхода готового продукта.

Затем в охлаждающей секции **с помощью рассола продукт охлаждается до 4...6 °С.** Этим процессом управляет другой **терморегулятор ТРМ-4-3,** который через промежуточное реле даёт команду клапану СВВ на управление газовым (воздушным) потоком, регулирующим температуру рассола.



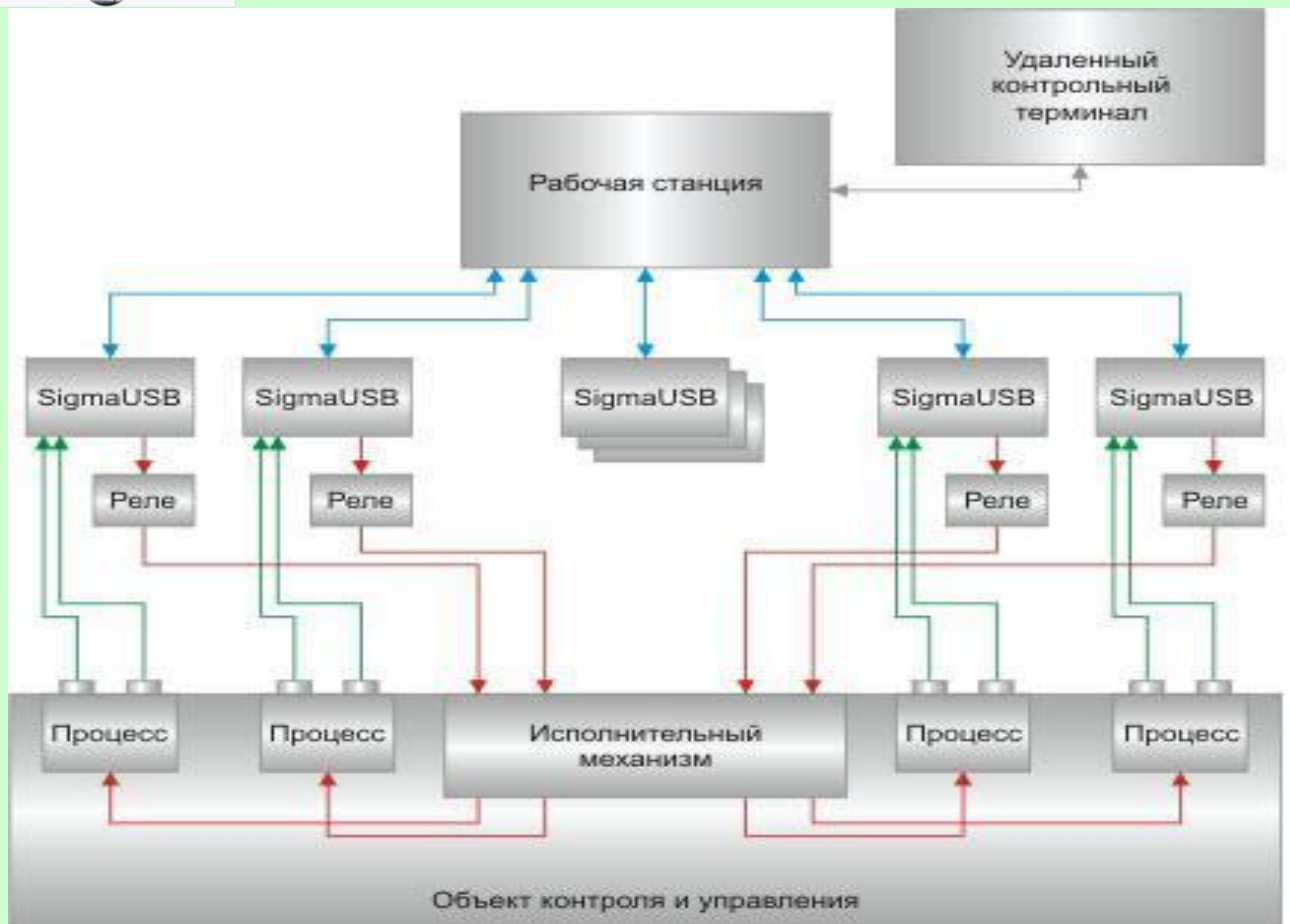
# Автоматизация технологических процессов - решения для АСУ ТП

При проектировании технологических циклов и их автоматизации учитываются масса параметров, которые необходимо контролировать для достижения оптимальных результатов.

Каждый этап производства необходимо контролировать на предмет правильности выполнения того или иного процесса, следить за его состоянием и обеспечивать эффективное использование средств. Современные технологии измерения и контроля различных параметров предоставляют возможность организовать правильное, технологичное и, главное, безопасное производство, нацеленное на повышения качества продукции с одновременным сокращением энергетических и производственных затрат.

Для предоставления достоверной информации о течении производственных процессов и выработки последовательности воздействий на тот или иной процесс применяются измерительно-регулирующие устройства на базе модуля 16-канального модуля [АЦП ЦАП ZET 210](#), ZET 220 или тензометрическая станция: многоканальный самописец, регистратор параметров технологических процессов, измерители-регуляторы для подключения датчиков температуры, давления, влажности, уровня жидкости, датчиков положения и перемещения

# Структурная схема автоматизации технологических процессов



Обозначения:

- Датчик (давление, температура, влажность, ...)
- Информационно-управляющая линия (Ethernet)
- Линия обмена данными "Рабочая станция - SigmaUSB" (USB 2.0)
- Сигнальная линия "Датчик - SigmaUSB" ( $\pm 10$  В)
- Сигналы управления (TTL, 0...5 В)

В качестве рабочей станции может быть использован любой персональный компьютер с операционной системой Microsoft Windows XP SP2 (Microsoft Windows Server 2003, Microsoft Windows Vista, Microsoft Windows 7) и шиной USB 2.0. Количество подключаемых модулей ограничено лишь количеством USB-портов, установленных в компьютере.





Информация с первичных преобразователей поступает на измерительные входные каналы модулей. Оператор **в реальном времени контролирует параметры**: на экране рабочей станции отображаются все измеряемые параметры при помощи программ из состава ZETLab: "Многоканальный самописец", "Термометр", "Регулятор", "Арифмометр", "Манометр", "Измеритель влажности" и т.д.

В программе настройки порогов (установок) срабатывания сигнализации и/или исполнительных механизмов **контролируется превышение допустимых уровней**, и при выходе какого-либо параметра за допустимое значение с цифрового выхода подается управляющий сигнал, что приводит к включению/выключению реле и срабатыванию исполнительного механизма.

Удаленный рабочий терминал - персональный компьютер, который может быть установлен в диспетчерской или контрольном пункте, расположенном на достаточном удалении от технологического помещения. Информация от рабочей станции в режиме реального времени поступает на удаленный терминал, что позволяет контролировать процессы дистанционно.

Контролируемые процессы могут быть довольно разнообразные - это может быть поддержание температуры, влажности и давления в замкнутом пространстве, контроль заполненности резервуаров с регулировкой впускных/выпускных вентилях, контроль положения заслонок, дозирование продуктов при приготовлении смесей, управление параметрами электромагнитного поля, контроль освещённости, управление климатом и т.п.

Спасибо за внимание!