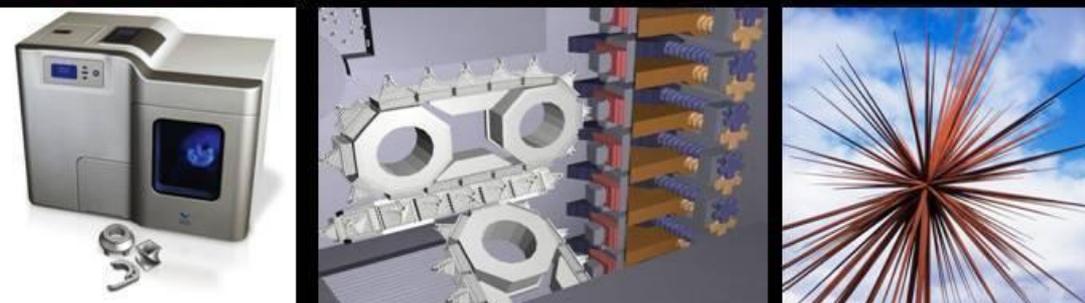


ОСНОВЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ



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.



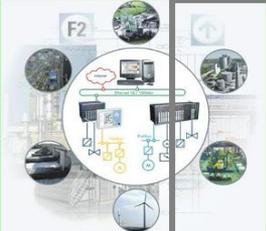


ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ПРОИЗВОДСТВ

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**

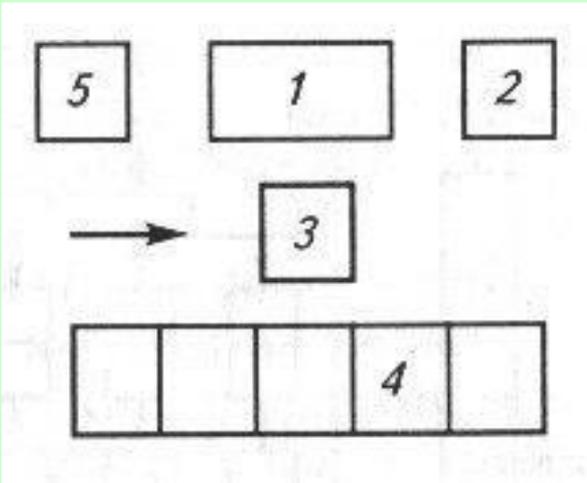
**Параллельног
о
агрегатирован
ия**

**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.**

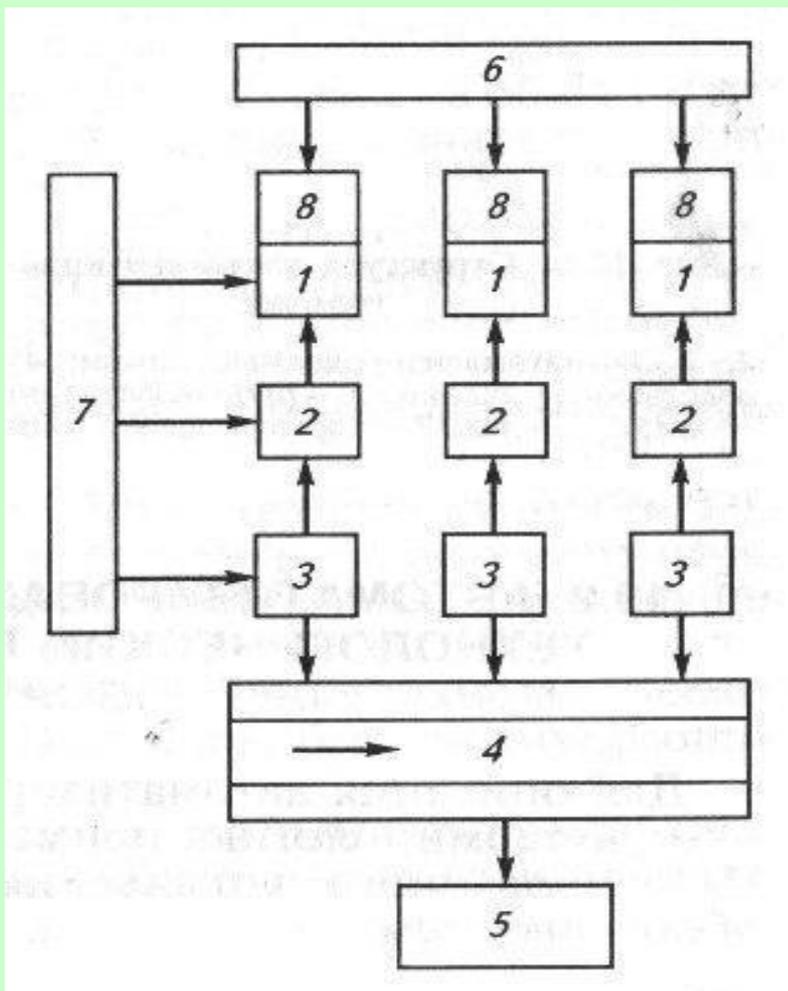
Производственный модель – система, состоящая из единицы технологического оборудования, оснащённого автоматизированным устройством программного управления и средствами автоматизации технологического процесса, автономно функционирующую и позволяющую её встраивать в систему более высокого уровня.



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 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

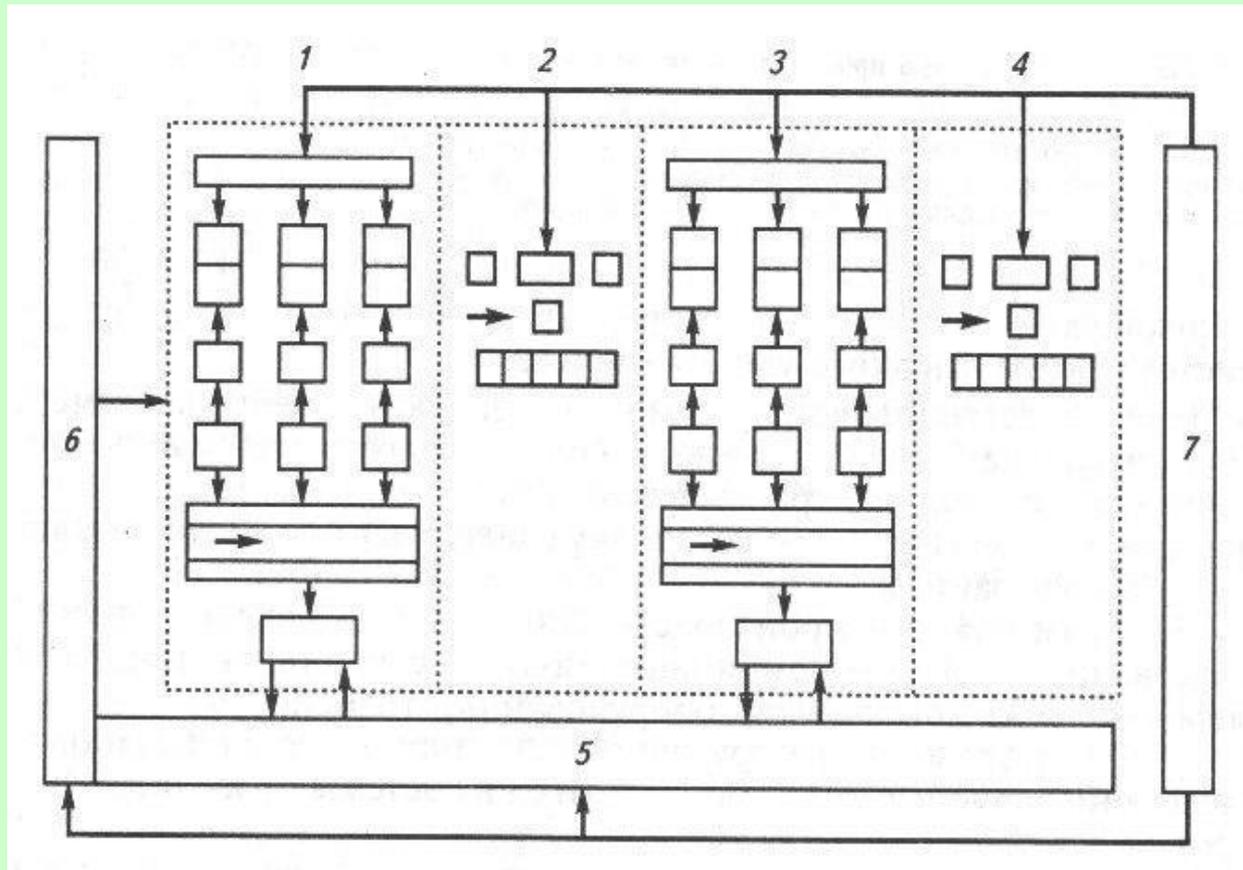
Производственная ячейка – комбинация модулей с единой системой измерения режимов работы оборудования, транспортно-накопительной и погрузочно-разгрузочной системами.

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.



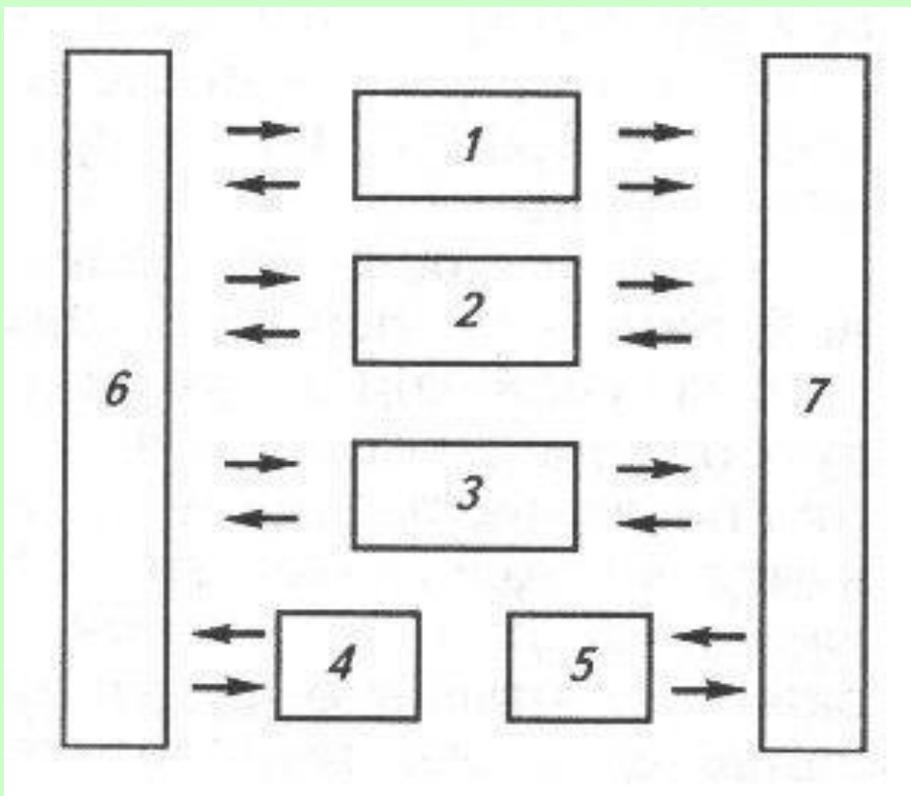
**Структура
автоматизированной
линии:**

**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.

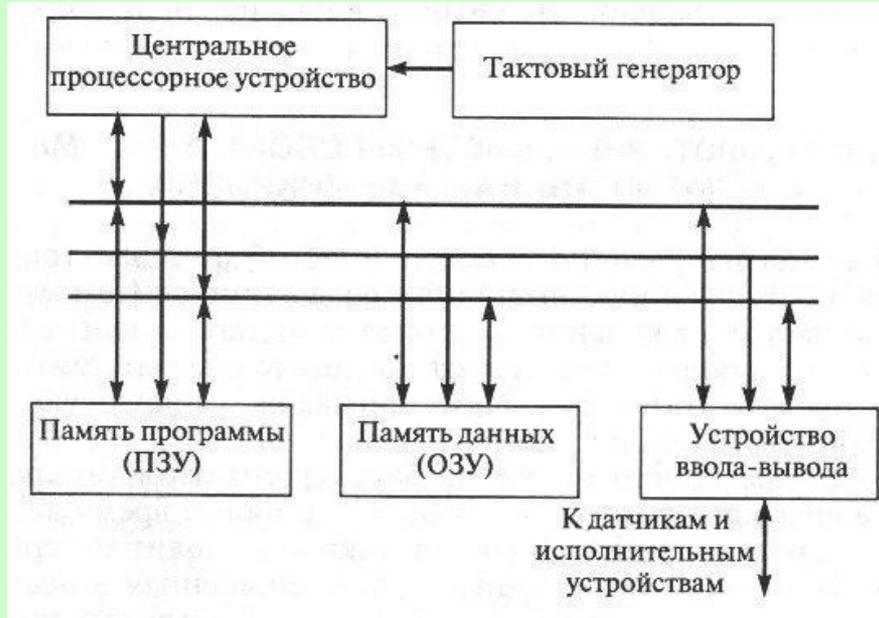
Высокая степень интеграции во всех случаях позволяет выполнять микропроцессорные средства компактными, гибкими в настройке и надёжными в эксплуатации.

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 **однокристальные 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 однокристальных микроЭВМ невысокая.

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

Основная идея применения однокристальных микроЭВМ в удалённых системах сбора заключается в том, что программа работы однокристальной 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.

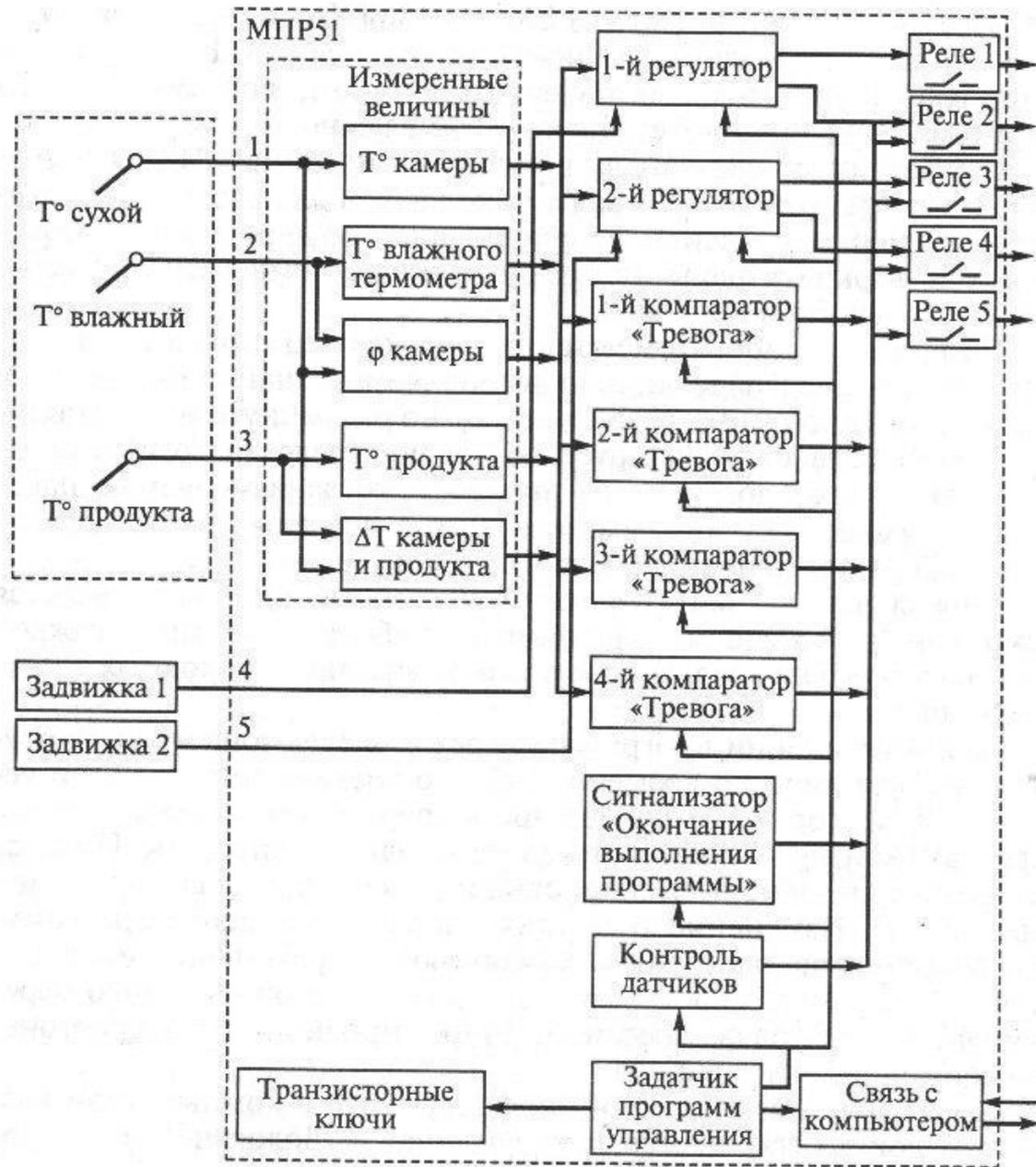
Прибор имеет пять входов для контроля температуры, влажности и положения задвижек. Три входа предназначены для подключения термодатчиков, и два входа для датчиков положения задвижек трубопроводов.

Входных сигналов от термодатчиков три, а измеренных величин – пять. Дополнительно вычисляются относительная влажность и разность температур первого и третьего входов (камеры и внутри¹⁷ 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.

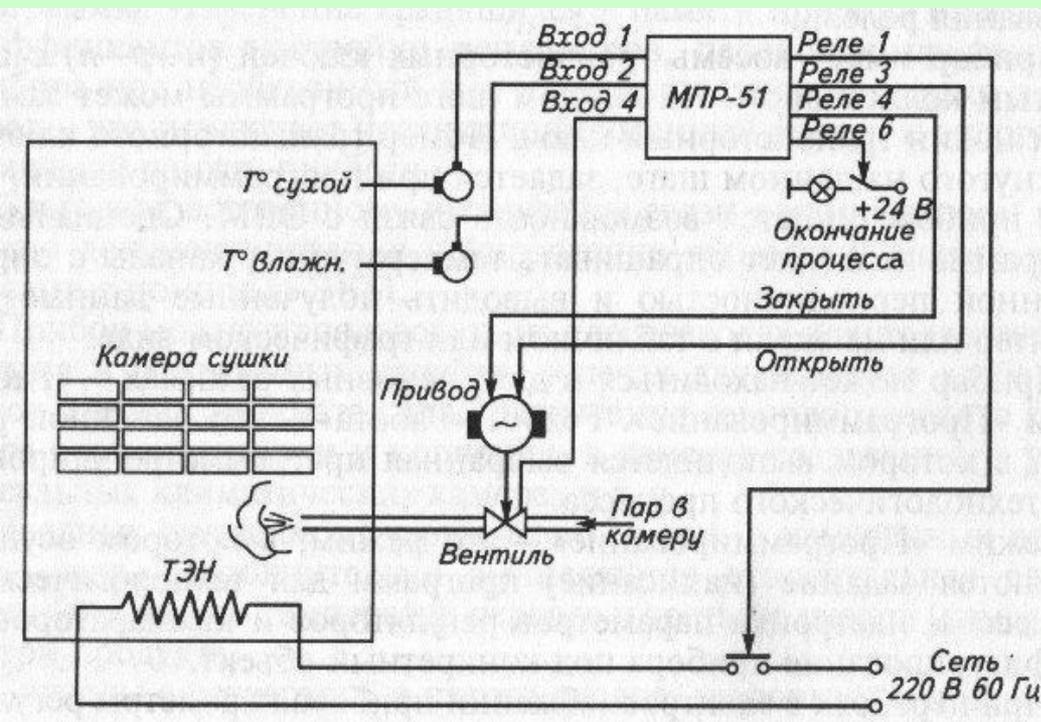


18
Структура прибора МПП51



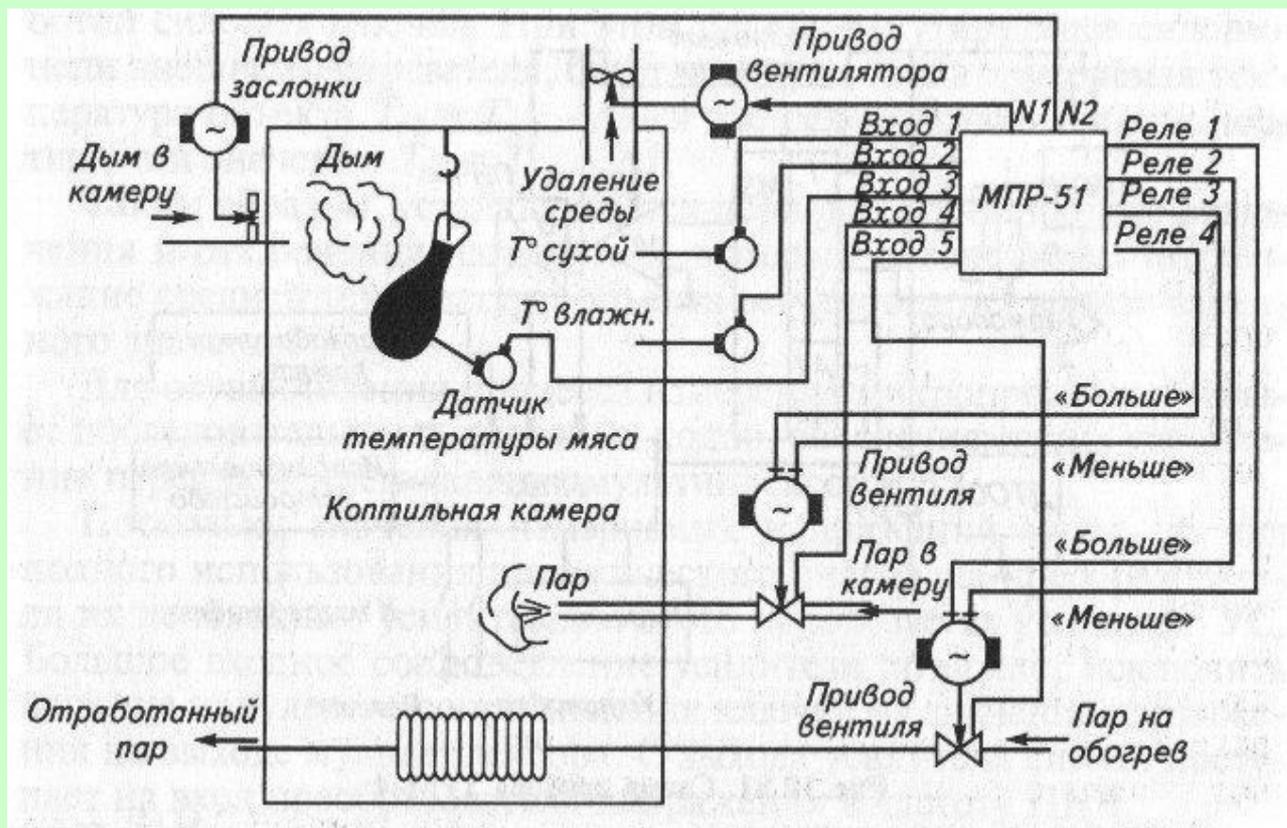
Пример использования прибора МПР51 для регулирования процесса сушки фруктов

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 мясopодуKтов в Kоптильной 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.

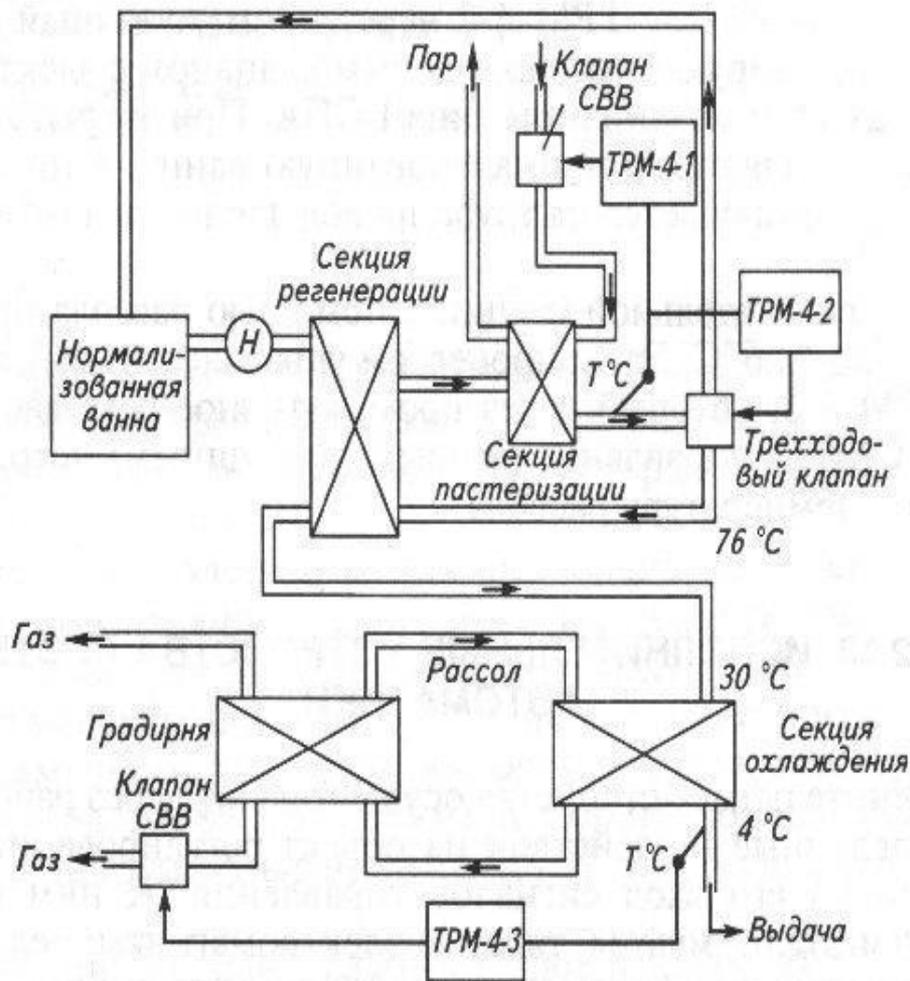


Пример использования микропроцессорного регулятора температуры ТРМ4 при пастеризации и охлаждении

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.



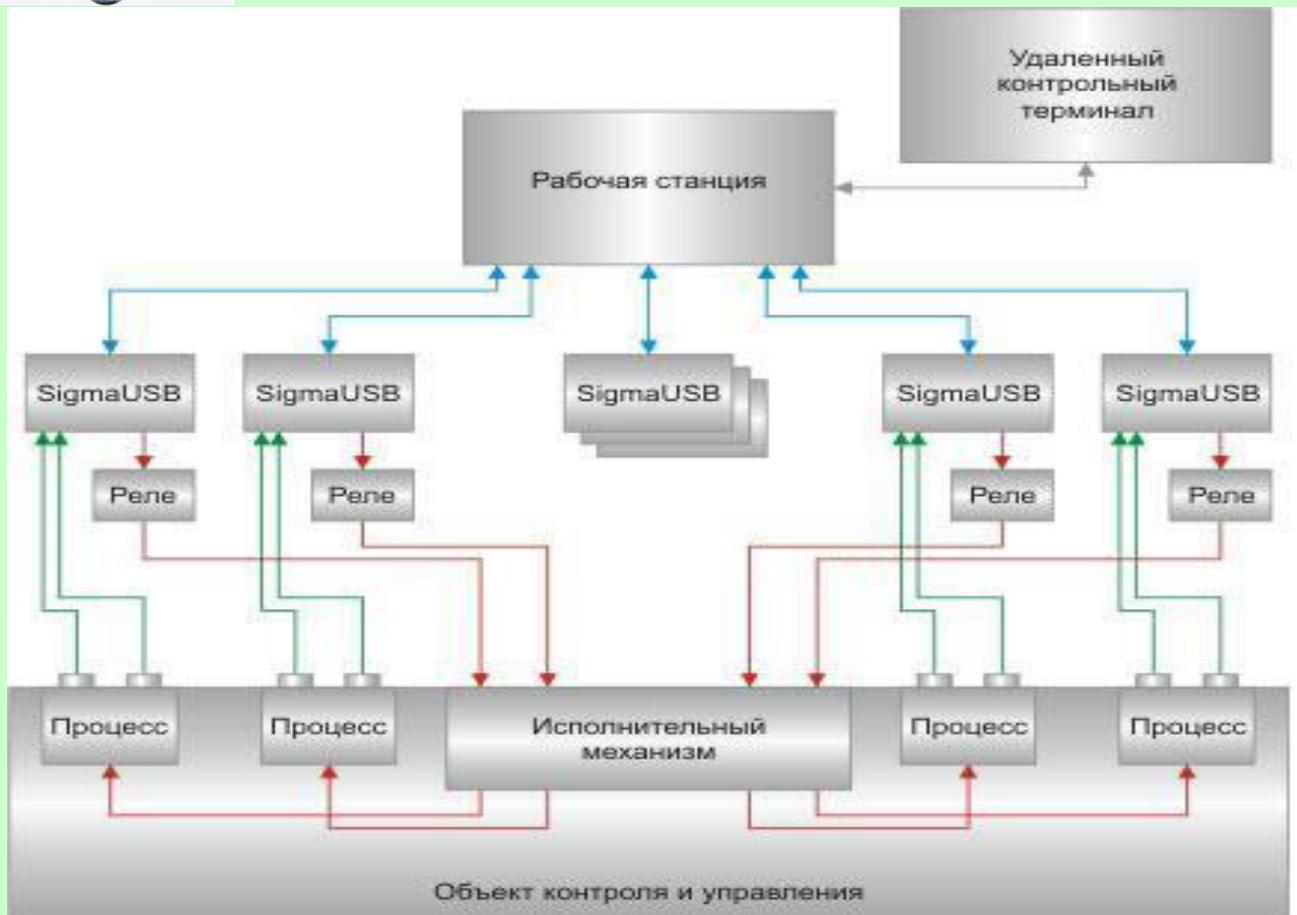
Автоматизация технологических процессов - решения для АСУ ТП

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" (± 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!