

# АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

## ЛЕКЦИЯ 2

### 2. Понятие АСУТП, виды ОУ, функции системы автоматизации

АСУТП – это человеко-машинная система, обеспечивающая автоматизированный сбор и переработку информации, а также оптимальное управление технологическим объектом управления (ОУ).

Объект управления – это совокупность оборудования и реализуемого на нем технологического процесса, рассматриваемого с точки зрения его управления.

Системой называется множество элементов, взаимодействующих друг с другом и внешней средой, образующее определенную целостность и единство.

Отметим, что в АСУТП не входит объект управления. Объект управления совместно со своей АСУТП составляют автоматизированный технологический комплекс (АТК).

Назначение АСУТП – целенаправленное ведение технологического процесса и обеспечение смежных и вышестоящих систем необходимой информацией [Стефани, с. 25]. Цель функционирования АСУТП – оптимизация работы ОУ. При практической реализации общая задача оптимизации разделяется на ряд частных задач, в которых достигаются частные цели управления. Для достижения частных целей АСУТП должна выполнять определенные функции. Эти функции разделяются на информационные, управляющие и вспомогательные.

В результате выполнения информационных функций оператору предоставляются сведения о ходе процесса. Основные информационные функции:

- 1) сбор, обработка, документирование и хранение информации о состоянии объекта управления (ОУ);
- 2) предоставление оператору нужной информации;
- 3) обнаружение и сигнализация аварийных ситуаций;
- 4) связь с соседними и вышестоящими системами.

Управляющие функции включают в себя действия по выработке и реализации управляющих воздействий на ОУ. Основные управляющие функции:

- 1) автоматическое вычисление оптимальных заданий локальным системам регулирования;
- 2) реализация локальных систем регулирования;
- 3) ручное управление исполнительными устройствами;
- 4) защита оборудования от аварий;
- 5) логическое управление оборудованием.

Вспомогательные функции обеспечивают решение внутрисистемных задач.

В качестве ОУ для АСУТП могут рассматриваться технологические агрегаты и установки, отдельные производства или участки, реализующие законченный технологический цикл, а также производственный процесс в целом всего промышленного предприятия, если управление носит в основном технологический характер.

Каждую АСУТП можно характеризовать функциональной, технической и организационной структурами:

1. Функциональная структура. Ее элементами являются рассмотренные выше функции и связи между ними (последовательность выполнения, подчиненность их реализации) [Стефани, с. 29].

2. *Техническая структура. Это комплекс технических средств (КТС) обеспечивающий функционирование АСУТП* [Стефани, с. 54, 57]. Очевидно, цифровые элементы КТС содержат свои программы.

3. *Организационная структура. Это состав оперативного персонала и установленные взаимоотношения между его работниками* [Стефани, с. 52].

Структура, состав и функции АСУТП зависят от вида объекта управления и характера протекающих в нем процессов. По характеру протекающих в ОУ процессов ОУ разделяются на ОУ непрерывного, периодического и однократного действия. Итак: *По характеру протекающих в объекте управления процессов эти объекты разделяются на объекты непрерывного, периодического и однократного действия.*

*ОУ непрерывного действия характеризуются непрерывной подачей исходных веществ и непрерывным выпуском готового продукта, их технологические переменные в нормальном режиме работы изменяются в небольших пределах.* Пример: КС для обжига цинковых концентратов. В нее непрерывно загружается концентрат и подается воздух дутья, концентрат там непрерывно окисляется, т.е. сгорает, из печи непрерывно выпускаются огарок и газы. Все параметры печи КС непрерывные и изменяются в небольших пределах.

*В периодических (периодически возобновляемых) процессах входные и выходные переменные, а также технологические переменные – периодически изменяющиеся непрерывные функции времени.* Причем амплитуда изменений значительна. Пример: загрузили исходные продукты в печь (реактор), проплавили (переработали), выпустили. Далее все операции повторяются. Пример – фьюминг-процесс в производстве цинка. Другой пример – нагрев металлических заготовок в печи для их последующей обработки.

*В дискретных ОУ переменные изменяются скачком, часто принимают, что они равны или нулю, или единице.* Например, это сборка автомобилей или упаковка продукции. Для построения дискретных моделей используется, например, аппарат Булевой алгебры.

Мы будем заниматься автоматизацией объектов первых двух групп, то есть непрерывного и периодического действия.

Для автоматизации этих объектов сейчас используют распределенные системы управления. Что это такое?

### **3. Распределенные системы управления. Общие понятия**

Современная система автоматизации характеризуется значительным количеством измеряемых переменных, локальных систем регулирования и разнообразием решаемых задач. Причем каждая задача ставит свои требования по скорости вычислений и степени ответственности за результат управления. Например, локальные системы и обнаружение аварийных ситуаций для своей реализации требуют высокого быстродействия и повышенную надежность работы. Итак: *Локальные системы и обнаружение аварийных ситуаций для своей реализации требуют высокого быстродействия и повышенную надежность работы.* В то же время решение оптимизационных задач, вычисление технико-экономических показателей и документирование могут быть не столь быстрыми. Сейчас промышленность выпускает надежные и недорогие цифровые устройства разного назначения. Рациональным решением задачи автоматизации в этих условиях является применение распределенных систем управления (PCY, на английском языке Distributed Control System – DSC).

*Распределенная система управления – это система, состоящая из множества устройств, разнесенных в пространстве, каждое из которых решает свою задачу и не зависит от остальных, но устройства взаимодействуют между собой для выполнения общей задачи. В качестве устройств могут выступать датчики и исполнительные устройства,*

любые микропроцессорные устройства, ЭВМ и другие технические средства. Средством связи между ними являются аналоговые линии и цифровые промышленные сети.

Для обеспечения высокого быстродействия локальных систем регулирования и защиты от аварий в РСУ используется множество территориально распределенных контроллеров и модулей ввода-вывода. Для обеспечения эксплуатационных характеристик вся совокупность контролируемых переменных и управляющих воздействий в РСУ разделяется на группы, причем группы слабо связаны между собой. Итак: *Вся совокупность контролируемых переменных и управляющих воздействий в РСУ разделяется на группы, причем группы слабо связаны между собой. Разделение (декомпозиция) производится по технологическому принципу.* Таким образом, структура системы управления становится подобной структуре самого ОУ, а функции сбора, обработки данных, управления и вычисления оказываются распределенными среди множества контроллеров. Каждый контроллер работает со своей группой устройств ввода-вывода и обслуживает определенную часть объекта управления. Это очень удобно при разработке программного обеспечения и эксплуатации системы. Итак: *в РСУ каждый контроллер обслуживает свою группу переменных объекта управления.*

*Преимущества РСУ по сравнению с сосредоточенной системой:*

*1) большое быстродействие благодаря распределению задач между параллельно работающими процессорами;*

*2) повышенная надежность (отказ одного контроллера не влияет работу других контроллеров);*

*3) устойчивость к сбоям;*

*4) простое наращивание или реконfigurирование системы;*

*5) простая процедура модернизации;*

*6) простоту проектирования, настройки и обслуживания;*

*7) высокая точность из-за уменьшения длины линий передачи аналоговых сигналов;*

*8) меньший объем кабельной продукции;*

*9) меньшие расходы на монтаж и обслуживание кабельного хозяйства.*

Рассмотрим техническую структуру распределенной системы управления.

#### **4. Структура технических средств распределенной системы управления (РСУ)**

Типовая структура технических средств РСУ представлена на рисунке 1.1. На этой схеме можно выделить три уровня иерархии.

Первый, самый нижний (полевой) уровень составляют датчики технологических переменных объекта  $D_i$  и исполнительные устройства (механизмы)  $ИМ_i$ , реализующие управляющие воздействия.

Второй, средний уровень. Это группы модулей сбора данных и управляющих контроллеры, объединенные промышленными цифровыми сетями, для каждой группы, как правило, своя сеть.

На третьем, верхнем уровне находятся рабочие станции операторов-технологов (АРМ операторов-технологов), инженерные станции, серверы и другие узлы. Технические средства второго и третьего уровней объединяются также промышленной сетью, обычно это изернет (итернет) (Ethernet).

Рассмотрим коротко состав и работу приборов каждого уровня.

Нижний уровень. Это датчики и исполнительные механизмы. об этих элементах мы будем говорить позже.

Средний уровень. Это модули сбора данных и управляющие контроллеры. *Контроллеры содержат микропроцессорные вычислители, средства связи, они оснащаются дисплеями и клавиатурами в промышленном исполнении, достаточные для отображения параметров и настройки системы автономно, по месту установки контроллеров.*

*Функции приборов второго уровня:*

- 1) сбор и обработка данных от модулей сбора данных и приборов 1-го уровня;
- 2) реализация алгоритмов локальных систем регулирования;
- 3) поддержание единого времени в системе и синхронизация работы подсистем;
- 4) организация архивов по выбранным параметрам;
- 5) обмен данными между нижним и верхним уровнем;
- 6) работа в автономном режиме при нарушениях связи с верхним уровнем;
- 7) связь разнородных сетей.

Модули сбора данных через промышленную сеть обмениваются цифровой информацией с управляющими контроллерами, воспринимают и передают аналоговую и цифровую информацию к устройствам нижнего уровня (датчикам и исполнительным механизмам). Такая сеть называется еще fieldbus (переводится: полевая шина).

*Итак: Цифровые сети, обеспечивающие информационные потоки между датчиками, контроллерами и исполнительными механизмами, называются «промышленные сети» (Fieldbus, полевая шина). На схеме рис. 1.1 модули цифровой сети условно показаны в виде прямоугольников, без расшифровки ее составных элементов (коммутаторы, маршрутизаторы, распределители и т. д.).*

Верхний уровень. Это автоматизированные рабочие станции (АРМ) операторов-технологов, инженерные станции, серверы. *АРМ – это, как правило, персональный компьютер в обычном или промышленном исполнении. На мониторе АРМ отображается информация о процессе в наглядном виде. Это мнемосхемы с цифровыми параметрами, таблицы, графики и другие материалы по требованию оператора. Сервер – специально выделенный компьютер повышенной надежности для хранения информации, обмена информацией между элементами цифровых сетей и для других функций. Назначение инженерной станции –настройка, обслуживание и управление АСУ ТП. Работать на инженерной станции может только Администратор Системы.*

Конечно, на рисунке 1.1 представлена типовая структура, РСУ конкретных объектов могут отличаться от нее и друг от друга, каких-то блоков там может не быть или могут быть добавлены другие блоки. Это определяется при проектировании, но общая идеология построения РСУ соблюдается. Варианты РСУ показаны на рисунках 1.2, 1.3.

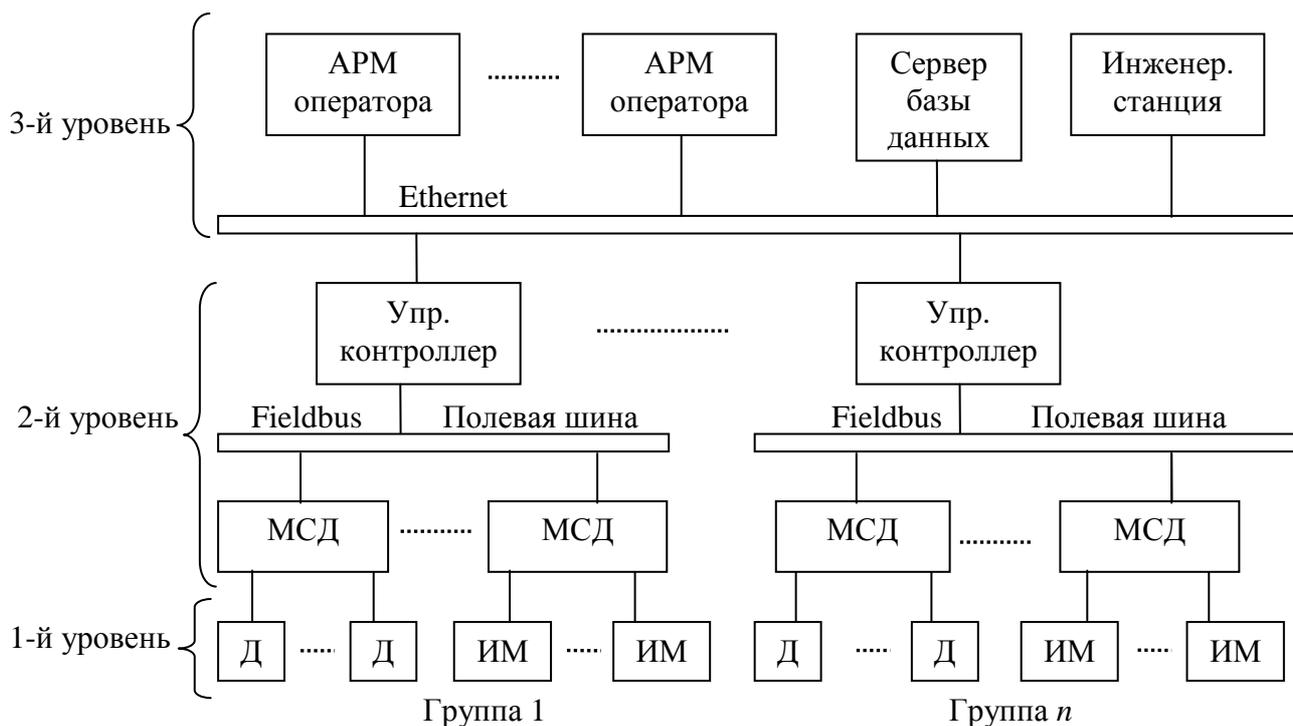


Рисунок 1.1 – Типовая техническая структура PCSU.

АРМ – автоматизированное рабочее место; Упр. – управляющий; МСД – модуль сбора данных; Д – датчик, ИМ – исполнительный механизм.

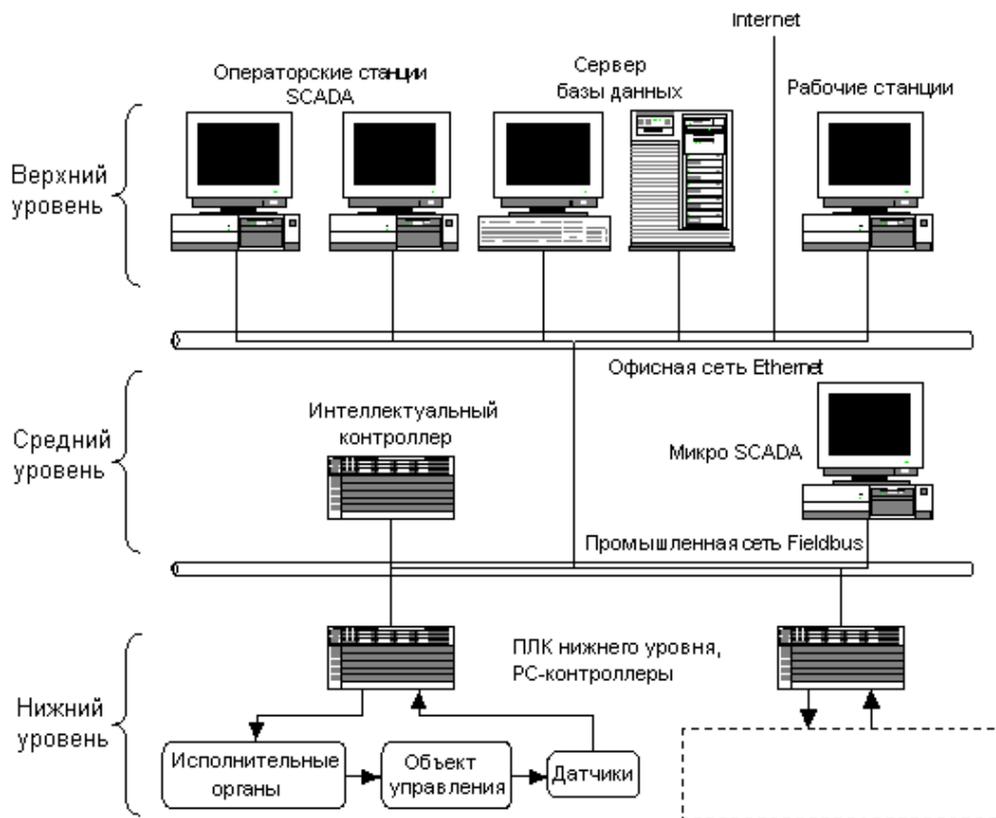


Рисунок 1.2 – Вариант технической структуры PCSU

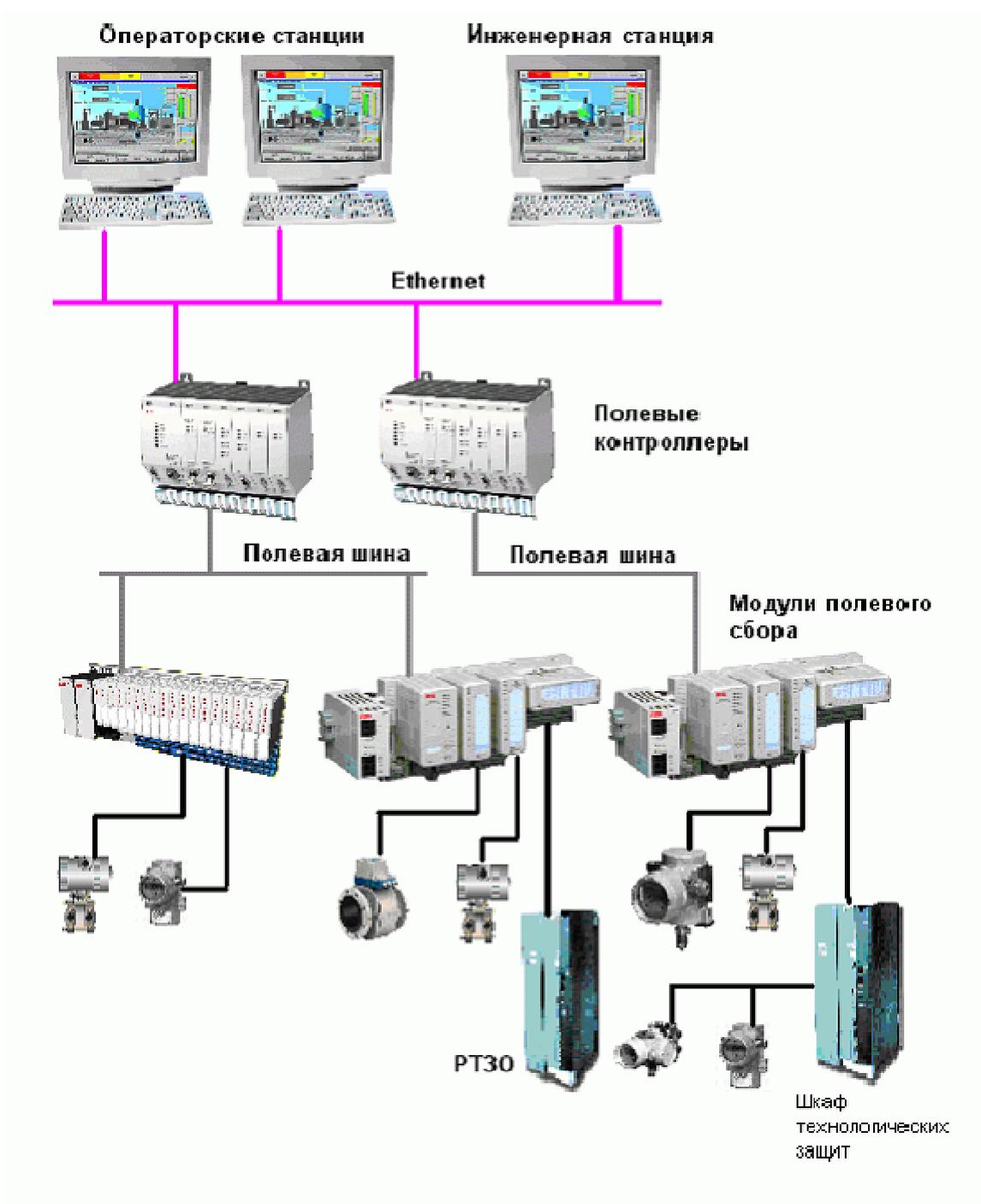


Рисунок 1.3 – Вариант технической структуры PCU