

# **Автоматизация в БЦП**

- **1. История развития систем автоматизации ЦБП в России.**
- Производства целлюлозы и бумаги всегда отличались высоким уровнем механизации.
- Практически человек выполняет здесь функции контроля и управления технологическим процессом.  
До появления ЭВМ в реализации этих функций ему помогали устройства локальной автоматики, распределенные по всему производству.
- Начиная с 60-х годов появляются специальные приборы: измерители концентрации массы и химикатов, датчики показателей качества бумаги (влажности, массы 1 м.кв.).
- Представление информации оператору осуществлялось показывающими и регистрирующими приборами, устанавливаемыми на щитах и пультах.
- С появлением промышленных управляющих вычислительных машин (УВМ) положение радикально меняется.
- Первая система управления с УВМ в ЦБП была установлена на бумагоделательной машине в Америке 1962г..
- Правда просуществовала 1 год и была демонтирована.
- В качестве причины указывалась экономическая неэффективность.

- Системы с УВМ стали называть “*^ Автоматизированные Системы Управления Технологическими Процессами*” или АСУТП.
  - В СССР первая АСУТП была разработана УКРНИИБом в 1970г. для картоноделательной машины Котласского ЦБК .
  - Часть функций контроля и автоматического регулирования выполнялась традиционной локальной автоматикой, а часть передавалась УВМ.
  - Какие существенные недостатки имела система:
  - работа велась в основном в режиме “ совета оператору“;
  - из-за отсутствия датчиков использовались данные лабораторных анализов.
  - резко увеличилось количество обслуживающего персонала ( вместо 1 лаборанта требовалось **6** );
  - очень неудобный человеко –машинный интерфейс.
  -
- В результате в режиме оперативного управления система проработала около полугода, затем остались только функции сбора и контроля информации.

## Технологические процессы ЦБП

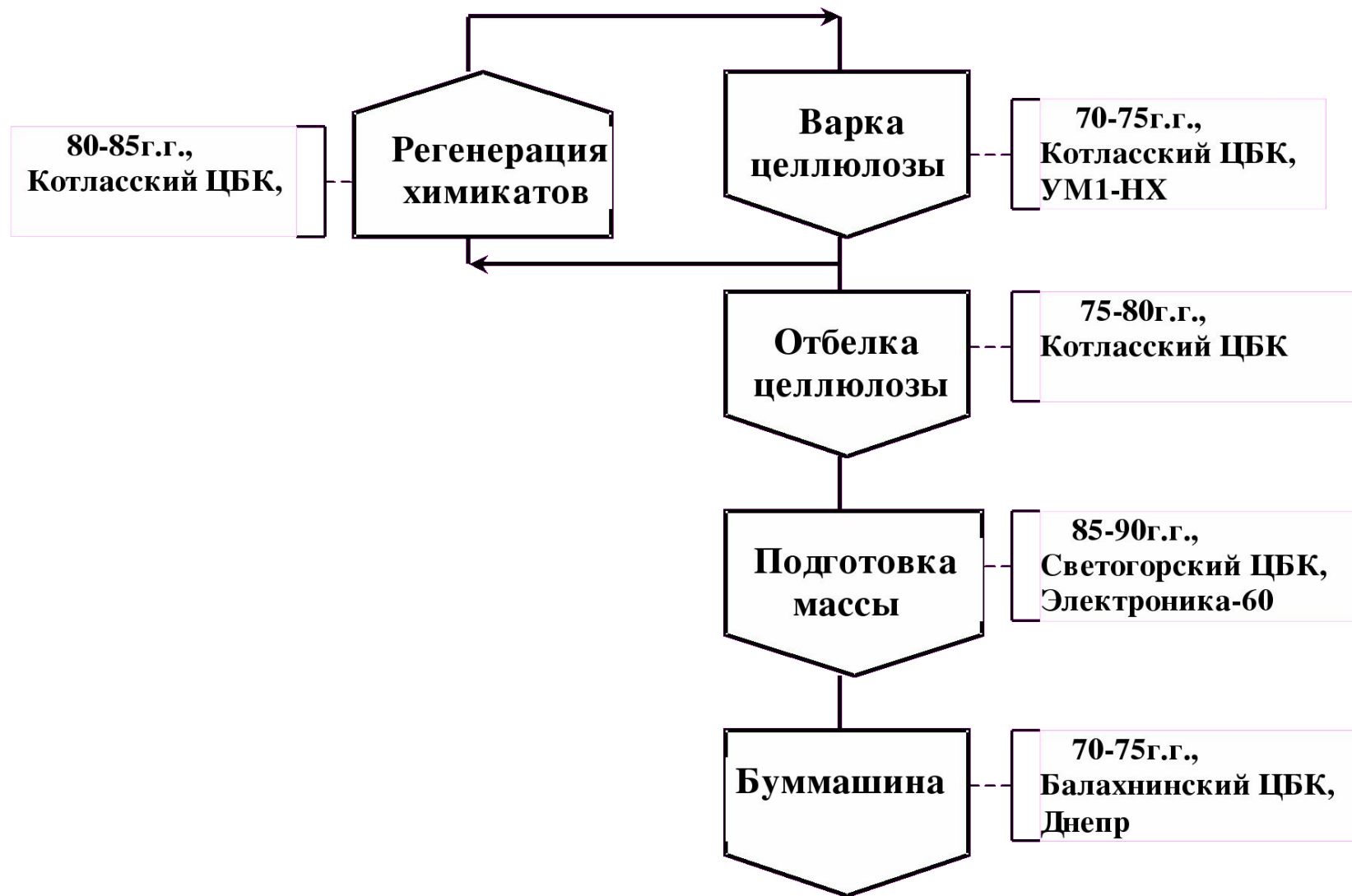


Рис. 1.3 Разработка головных образцов отечественных АСУТП целлюлозно-бумажной промышленности

## • 2. Основные характеристики АСУТП

### Организационная структура АСУТП

- АСУТП не является полностью автоматической системой управления.

Оперативный персонал (технолог, лаборант, системный инженер и др.) пока обязательный элемент системы.

^ *Организационной структурой АСУТП* называется структура, отражающая взаимодействие персонала в системе.

В период 1970- 1990-х годы использовались централизованные АСУТП.

В этих системах на одной -двух вычислительных машинах реализовывались как функции автоматического, так и оперативного управления (рис.2.1).

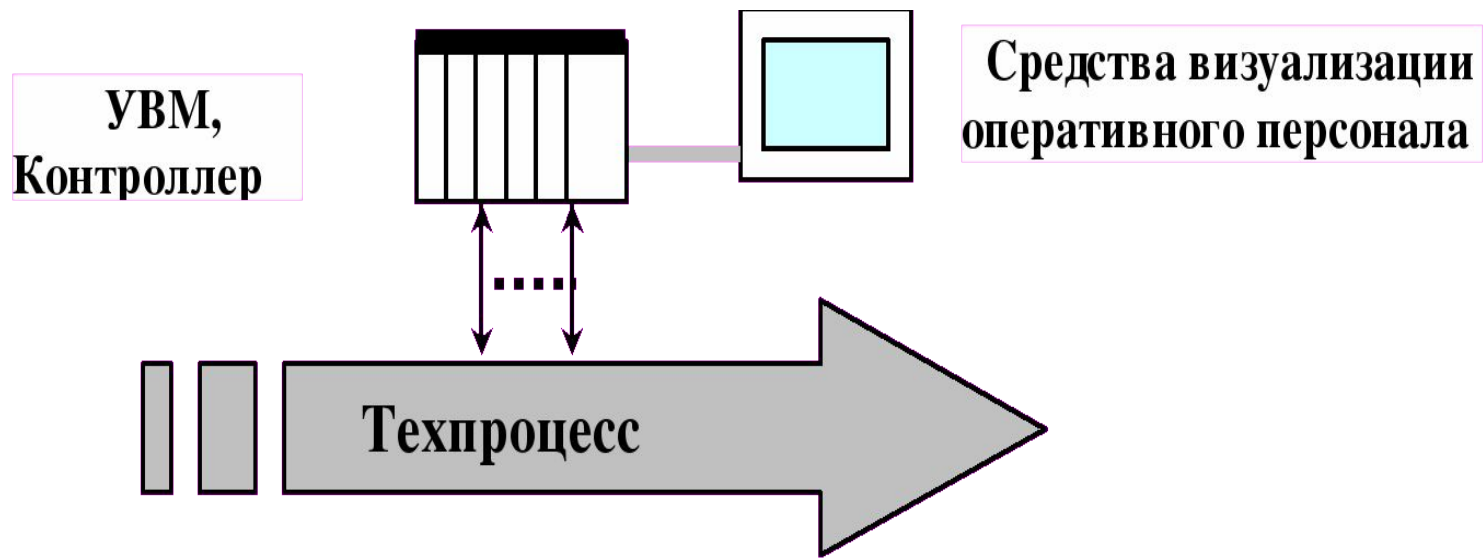


Рис.2.1. Организационная структура централизованной АСУТП

- В дальнейшем эти функции были распределены между разными средствами вычислительной техники.
- Появились распределенные АСУТП.
- Пока наиболее распространенной является распределенная двухуровневая структура АСУТП (рис.2.2).
- На нижнем уровне информация с измерителей параметров технологического процесса и с встроенных АСР поступает в контроллеры, процессорные станции.
- Здесь осуществляется: первичная обработка этой информации, автоматическое регулирование технологических параметров, логическое управление оборудованием, выдача управляющих воздействий на исполнительные устройства.
- **Уровень оперативного управления АСУТП.**
- Для операторов технологического процесса осуществляется вывод информации, собранной на нижнем уровне, в удобной графической форме.
- Здесь же (серверами) выполняется архивация всех параметров технологического режима.

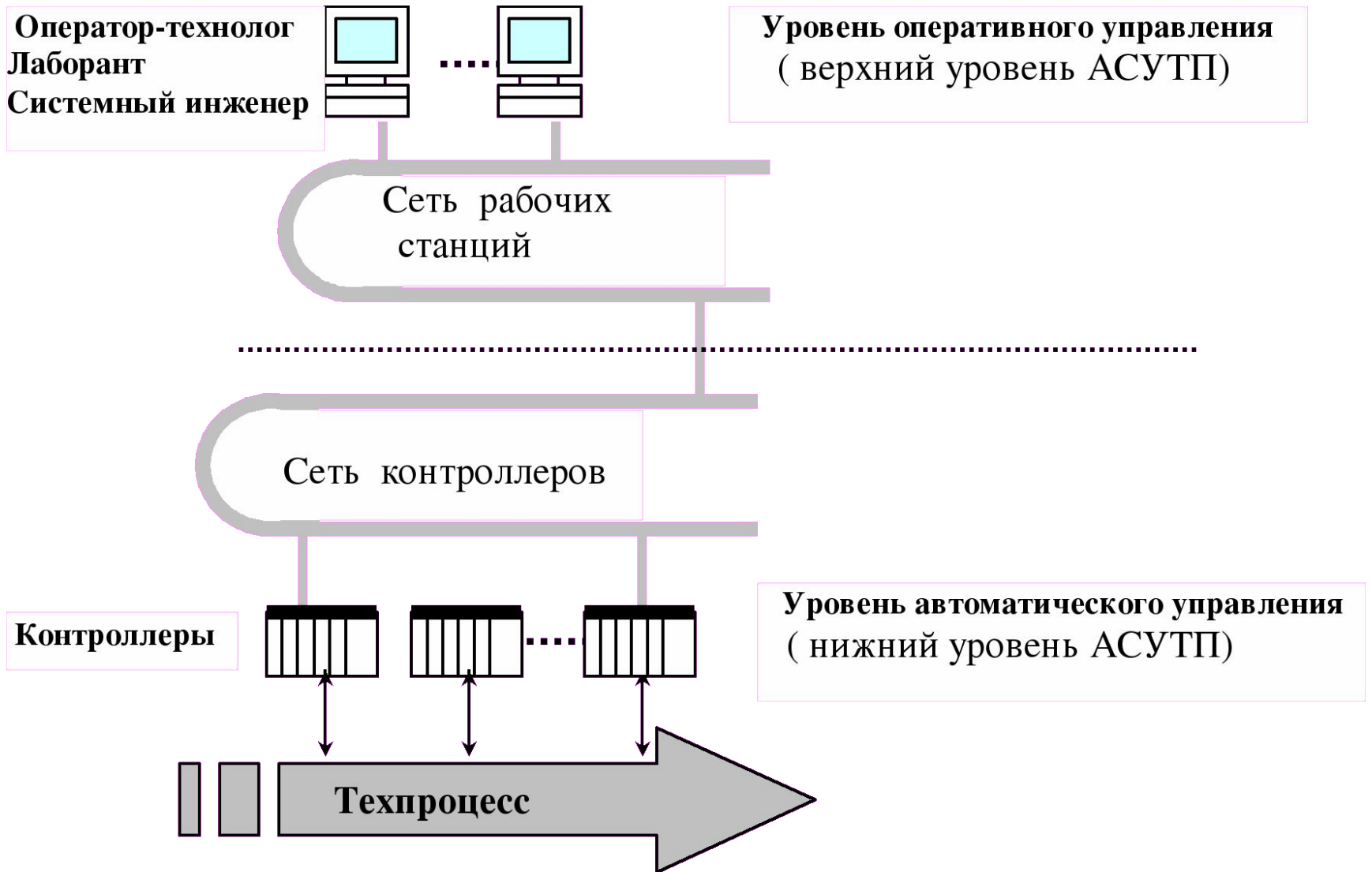


Рис.2.2. Организационная структура распределенной АСУТП



- Отсюда оператор-технолог выдает задания системам автоматического регулирования и осуществляет дистанционное управление оборудованием.
- Производится ввод данных лабораторного анализа, проводимого цеховыми лабораториями.
- Системный инженер, отвечающий за работоспособность АСУТП, ведет реконфигурацию системы, настройку программ, исправляет обнаруженные ошибки.
- Сетевые структуры АСУТП чрезвычайно разнообразны.
- Например, на рис.2.3 представлена организационная структура АСУТП фирмы *Voith Automation*.
- Система установлена на бумагоделательной машине Соликамского ЦБК и реализует функции управления качеством газетного полотна.

Соликамск

# Voith Automation QCM - Network:

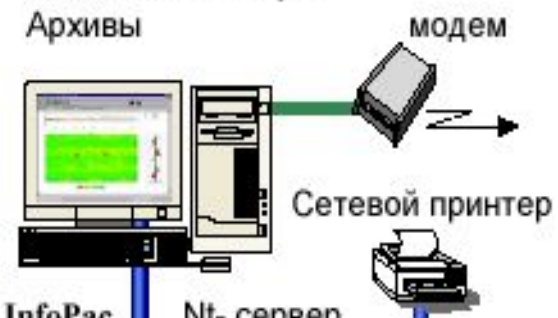
ИЧМ  
InTouch

ОС сухой части    ОС мокрой части

управление качеством

Инженерная станция

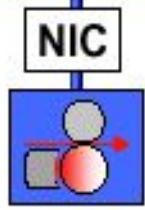
Графический анализ качества  
Автоматический генератор отчетов  
Удаленный доступ  
Архивы



Nt- рабочие станции  
Ethernet TCP/IP

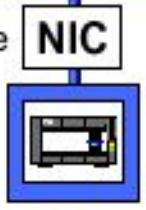
Nt- рабочие станции

InfoPac    Nt- сервер



Автоматическое управление поперечным профилем толщины на каландре

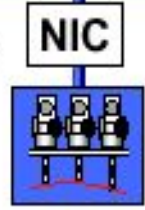
UltraJet



Сканер и датчики, измерение:  
- базовый вес;  
- влажность;  
- толщина;  
- температура

O-Frame Scanner

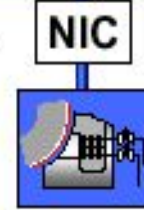
Quality Sensors



Автоматическое управление поперечным профилем базового веса

DynaStep II

Profilmatic L Headbox



Автоматическое управление поперечным профилем влажности

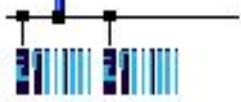
ModuleSteam

Profilmatic M Steambox



ER 50 on-line spectrophotometer

Непрерывное измерение:  
- L, a, b, dE;  
- белизна (TAPPI, CIE)  
- желтизна;  
- непрозрачность



S7 Simatic I/O-Level

Автоматическое управление в МН:  
- раздельное управление БВ/влажностью;  
- координированная смена скорости и сорта;  
- управление соотношением струя/сетка;  
- автоматическое управление сушкой при обрыве и пуске

- Видим, что к единой сети (**Ethernet, TCP/IP**) подключены рабочие станции операторов ( **Nt** ), инженерная станция и процессорные станции ( **NIC** ).
- Последние выполняют контроль и автоматическое управление качеством полотна по ширине, а также контроль цвета бумаги.
- Анализ качества бумажного полотна, формирование отчетов и архивация параметров технологического режима производится сервером.
- Контроллеры ( **S7 Simatic**), организованные в сеть (**Profibus**), осуществляют автоматическое управление весом и влажностью бумаги по длине полотна.
- Системы работают как в режиме нормальной эксплуатации, так и в переходных режимах: смене сорта и производительности, пусках и остановках бумагоделательной машины.
- В настоящее время наметились тенденции связывать между собой функции отдельных АСУТП с системами общезаводского уровня (АСУП).
- Такие системы называют **интегрированными**.

- В интегрированных системах управления предприятием часть информации из АСУТП передается на уровень общезаводского управления для отделов заводоуправления ( технологических, планирования, сбыта и т.д.).
- Обрато в АСУТП поступает информация, необходимая для принятия оперативных решений по управлению технологическим процессом.
-

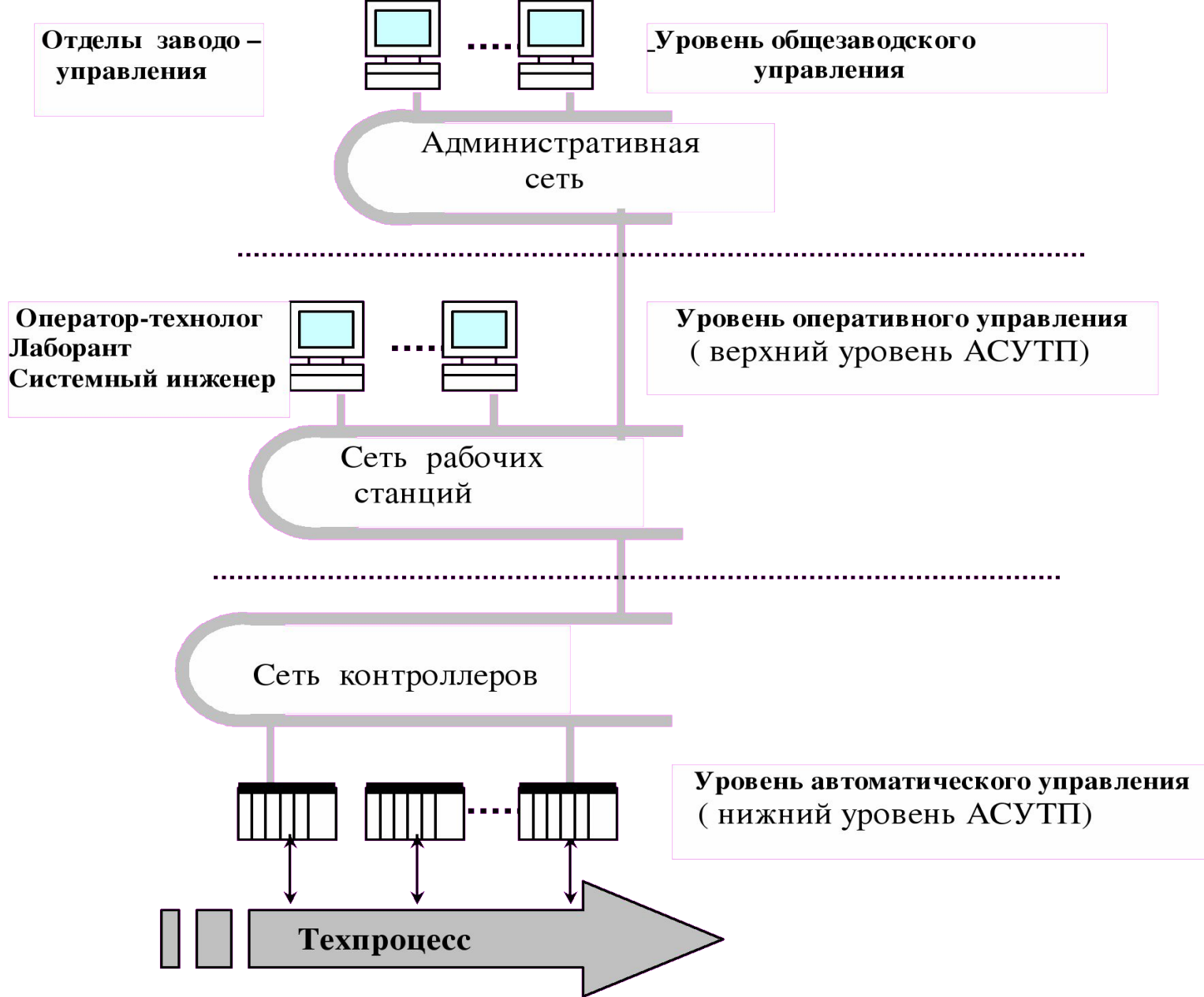


Рис.2.4. Организационная структура интегрированной АСУТП

- **2.2 Функции двухуровневой АСУТП.**
- На *верхнем* уровне АСУТП рабочими станциями решаются задачи отображения хода технологического процесса и оперативного управления .
- На *нижнем* уровне контроллерами решаются задачи сбора информации с датчиков, непосредственного управления оборудованием и исполнительными устройствами, установленными на технологическом объекте.
- Обмен информацией между задачами разных уровней АСУТП осуществляется специальными сетевыми средствами.
- Используются механизмы передачи информации через файлы, через последовательные порты *RS232*, технологии *DDE* и *OLE Automation*.
- В соответствии с выполняемыми функциями в АСУТП можно выделить две подсистемы:
- **информационную и управляющую.**
- Это удобно при изучении методов разработки алгоритмов и программ АСУТП.

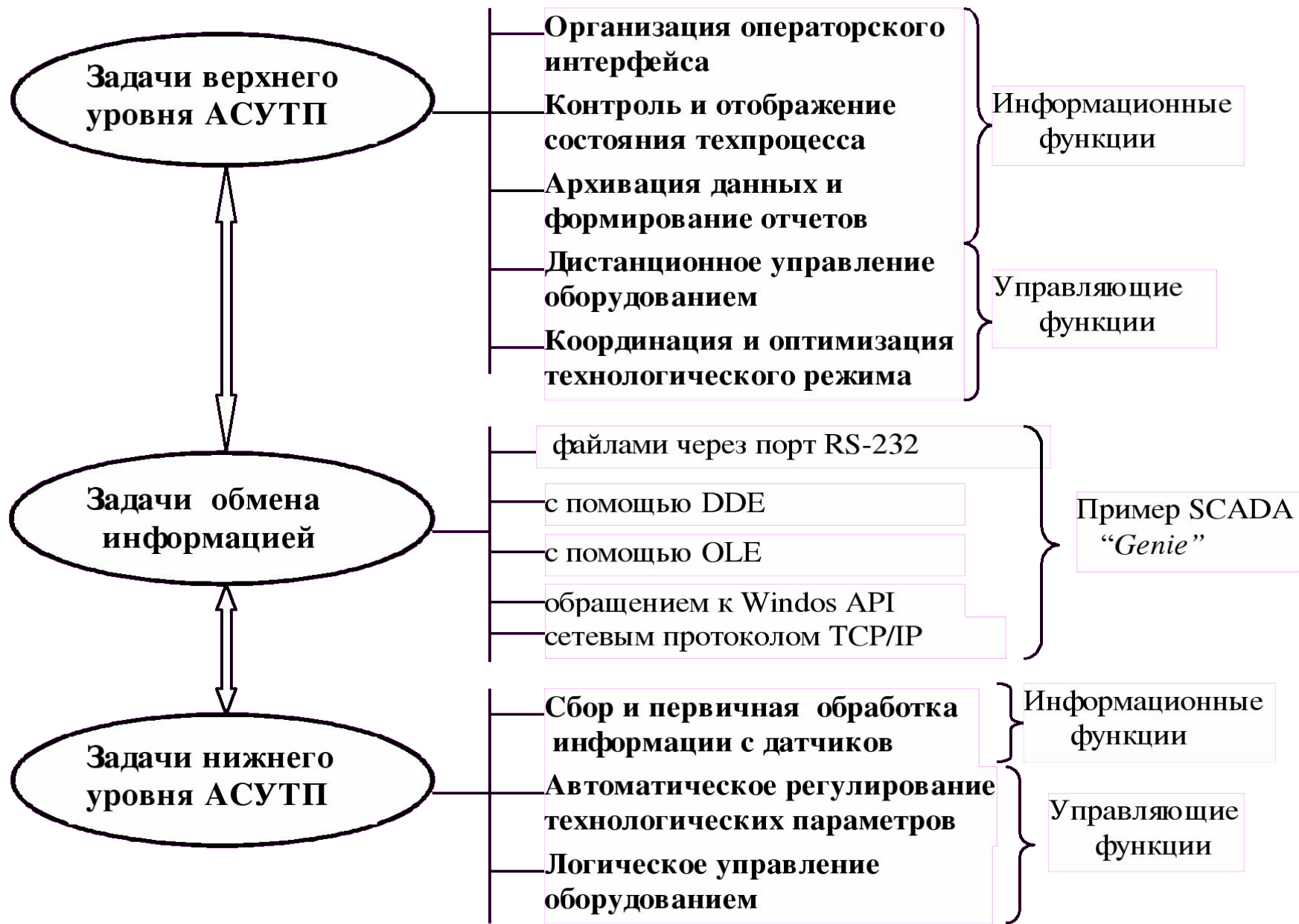


Рис.2.5 Функции распределенной двухуровневой АСУТП

- Для организации оперативного контроля и управления технологическим процессом рабочие места операторов оснащаются специальными средствами вычислительной техники, которые образуют автоматизированные рабочие места (АРМ).
- В состав АРМ оператора-технолога входят: рабочие станции и устройства ввода-вывода информации.
- Информация о технологическом процессе выводится оператору на экраны дисплеев и может быть зафиксирована печатающим устройством.
- Управлять процессом оператор может путем ввода в систему данных с помощью специальных устройств:
- клавиатуры, мыши, шаровых манипуляторов.
- Технические характеристики АРМ чрезвычайно разнообразны.
- В 70-80 г.г. в ЦБП они поставлялись в основном пультовом варианте и устанавливались непосредственно в цехе.



- В техническое обеспечение современного АРМ оператора-технолога входят:
- рабочая станция с процессорами *Intel* или *Motorola*, RAM не менее 128Мб, HDD не менее 5 Гб, CD-ROM, FDD, сетевые адаптеры;
- не менее трех мониторов с экраном 19 и более дюймов;
- печатающее устройство;
- сенсорная клавиатура со специализированными надписями, устойчивая к загрязнению.
- При выборе корпусов мониторов, компьютеров учитывают степень защиты их от окружающей среды.
- Используется система кодов стандарта IEC-529.

В таблице 3.1 представлены характеристики кода степени защиты IPXY:

- где X - степень защиты от твердых тел,
- Y - степень защиты от влаги.

# Характеристики степени защиты Таблица 3.1

Степень защиты	Защита от твердых тел -X	Защита от влаги -Y
0	отсутствует	отсутствует
1	от тел диаметром >50мм	от капель воды, падающих вертикально
2	от тел диаметром >12мм	от капель, падающих под углом до 15° от вертикали
3	от тел диаметром >2,5мм	от дождя, падающего под углом до 60° от вертикали
4	от тел диаметром >1мм	от брызг воды, падающих в произвольном направлении
5	проникновение пыли не приводит к нарушению работы	от струи воды с произвольным направлением
6	проникновение пыли полностью исключается	от сильной струи воды с произвольным направлением
7	---	при погружении на глубину150 мм
8	---	при погружении на глубину, указанную пользователем

- **Организация операторского интерфейса.**
- Вся информация о технологическом процессе отображается оператору на экране монитора в виде графических видеogramм.
- В ЦБП одна АСУТП обычно охватывает большой участок производства, поэтому количество видеogramм довольно велико.
- Поэтому дизайн операторского интерфейса должен учитывать психологические возможности операторов.
- Несмотря на большое количество видеogramм, их можно разбить на несколько типов.
- **1. Графические видеogramмы технологического процесса.**
- На технологических схемах показываются текущие значения параметров режима и состояния оборудования.
- Видеogramмы строятся по иерархическому принципу.

- **2. Видеограммы управления состоянием АСР.**
- Даётся информация о параметрах автоматических систем регулирования в алфавитно-цифровом и графическом виде.
- Оператору-технологу предоставляются возможности для любой АСР изменять:
  - режим АСР (автоматическое или ручное регулирование ),
  - задание стабилизируемого параметра,
  - положение регулирующего органа.
- Настройки АСР может изменять только системный инженер.
- Расширенный тип видеограммы АСР с настройками регулятора представлен на рис.3.4.

Шифр АСР

FIC21NJ17

РАСХОД ОТХОДОВ ФИБЕРА

A

2000

0

ИЗМ	784	l/min
ЗД	800	l/min
ВЫХ	28.4	%

Режим АСР  
(автоматич.  
управление)

Предельные  
значения  
сигнализации

Столбиковые диаграммы:  
измеренного, заданного  
расхода и положения  
регулирующего органа

Измеренный расход

Заданный расход

Положение регулирую-  
щего органа

121				122				Химический цех								Система	
121 Серная кислота				122 Серная кислота				Регенерация#1				Химикаты				PC ST	
121 НейтрПромывка				122 НейтрПромывка				Регенерация#2				Охлаждающая вода				Пар/Конд-сат	
121 Сушка				122 Сушка				Регенерация#3				Сода/Глицерин				Стояные воды	
1 2 3 4 РЕЦЕПТИ 21				1 2 3 4 РЕЦЕПТИ 22				Концентрация				1 2 3 4 5 6				Насосы	

0529/03/03

CTRL\_PID стандарт

Режим ручное

SP 0.2033 Бар

PV 0.0616

MAN 0.0333 %

OUT 0.0333

MAN 100

OUT

### СУШИЛЬНАЯ ЧАСТЬ 121

019/PCS019

Режим ручное

SP 0.2033 Бар

PV 0.0616

MAN 0.0000 %

OUT 0.0000

MAN 100

OUT

настройки

ПИ 0.7888

IM 6.8888

ID 6.8888

параметры

нач-цест 0.8850 Бар

пистерея 1.8800 Бар

задержка 1.8800

Скорость SP

верх 1.0000 Бар/ч

низ 1.0000 Бар/ч

шкала

HR 0.5000

LR 0.0000

Контроль пакета

соединено

заката

Пакет

Имя

Шаг-N 0

0529/03/03

режим

SP планов

SP след

SP скор. шаг

Мониторинг сигналов аварий

Отключено

Высокий ур. 100.00

Низкий ур. -100.00

пистерея 0.1800

Относ. 0.1334

авария

AL 0.5000

WL 0.5000

AL 0.0000

WL 0.0000

затворы

HR 0.5000

LR 0.8888

ручное

HR 100.00

LR 0.8888

%

Не задан дисплей графиков



Сервер SW2



- Рис.3.4 Видеограммы технологического процесса сушки бумаги на БДМ и АСР давления пара в сушильной группе ( *Siemens*): 1- данные АСР давления пара для оператора процесса, 2- для системного инженера.

- **3. Видеограммы управления состоянием оборудования.**  
Выводится информация о параметрах систем управления оборудованием в алфавитно-цифровом и графическом виде (рис.3.5).
- Оператором могут быть поданы команды изменить режим работы оборудования ( включить / выключить оборудование, установить / снять защиту).
  
- **4. Видеограммы технологической сигнализации.**
- Выдаются сообщения о технологических событиях : изменении режима систем управления, выход параметров за предупреждающие границы .
  
- **5. Видеограммы аварийной сигнализации.**
- Выдается сообщение о текущей аварийной ситуации на процессе. По требованию оператора предоставляется весь список аварийных сообщений в хронологическом порядке .
  
- **6. Видеограммы трендов.**
- Оператор может вывести графики изменений технологических параметров за некоторый отрезок 8 часов, сутки , месяц .÷ 30 мин, 2 ÷ времени: 15

Рис.3.5 Видеограмма управления двигателем ( в системе фирмы ABB)



Шифр привода

**M11ND09**

РЕДЖЕКТСОРТЕР

**M C % F**

**ВІМ**



Индикация состояния привода (стоит в ожидании пуска)



Столбиковая диаграмма тока нагрузки, %

Блокировка

**MOTOR IN TEST**

## ***7. Видеограммы контроля качества продукции.***

- В табличном виде дается информация о параметрах качества поступающей и готовой продукции .

## **3.3 Принципы проектирования операторского интерфейса**

Исследованиями и практической реализацией пользовательского интерфейса занимаются многие фирмы.

- **Выпустили стандарты и соглашения :**
- Международный комитет по телеграфии и телефонии (ИТТСС),
- Американский Национальный институт стандартов (ANSI) ,

- В целлюлознобумажной промышленности практически все фирмы разработчики АСУТП используют свои подходы по созданию АРМ оператора-технолога (*Accurey, Megurex, Honeywell, ABB, Mesto Automation, Siemens*).
- В результате пользовательские интерфейсы достаточно разнообразны.
- К сожалению проспекты фирм дают мало возможностей увидеть достоинства и недостатки конкретной реализации.
- При проектировании АРМ оператора –технолога не следует забывать об его основной задаче - повысить качество управления технологическим процессом.
- Создание операторского интерфейса требует от проектировщика знаний не только о технологическом процессе, системах управления, но и владения дизайнерским искусством.
- Можно указать несколько общих принципов проектирования пользовательского интерфейса.

- 1. *Интерфейс должен быть всегда дружелюбным.*

- 2. *Не усложнять интерфейс :*

- чем проще, тем эффективнее воздействие.

- 

- 3. *Стремиться к оптимуму информации:*

избыток информации также не желателен, как и её недостаток .

- 

- 4. *Максимум комфортности для оператора:*

- 

учитывать психофизиологические особенности восприятия человеком видеоинформации.

- 5. *Графика должна быть когнитивной:*

т.е. способствовать обнаружению закономерностей

(лат. *cognito* – познание, осознание).

## Дизайн операторского интерфейса

- Обычно разработку АРМ выполняют технологи и инженеры по автоматизации.
- Первые ориентируются на технологические схемы, вторые пользуются решениями, принятыми на фирме или в инструментальных системах проектирования.
- Но, что бы создать качественный операторский интерфейс, целесообразно дополнительно привлечь к разработке профессиональных дизайнеров.

Вот некоторые из рекомендаций дизайнеров.

- **1. Плотность заполнения экрана:**

- оставлять пустой примерно половину экрана;
- 5 пробелов÷оставлять в таблице пустую строку после пятой строки и 4 между столбцами.

- **2. Привлечение внимания:**

- размещать элементы, реализующие основную идею шага работы, в части экрана, которая визуально отличается, или в верхнем левом углу экрана, так как глаз сканирует с этой части экрана;
- следует визуально объединять логически взаимосвязанные элементы; например, рамкой, цветом;
- текстовые сообщения группировать справа, изображения – слева, это объясняется особенностями восприятия соответствующей информации левым и правым полушариями мозга.

- **3. Шрифт:**

- использовать ограниченное количество шрифтов и стилей.

