

# **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

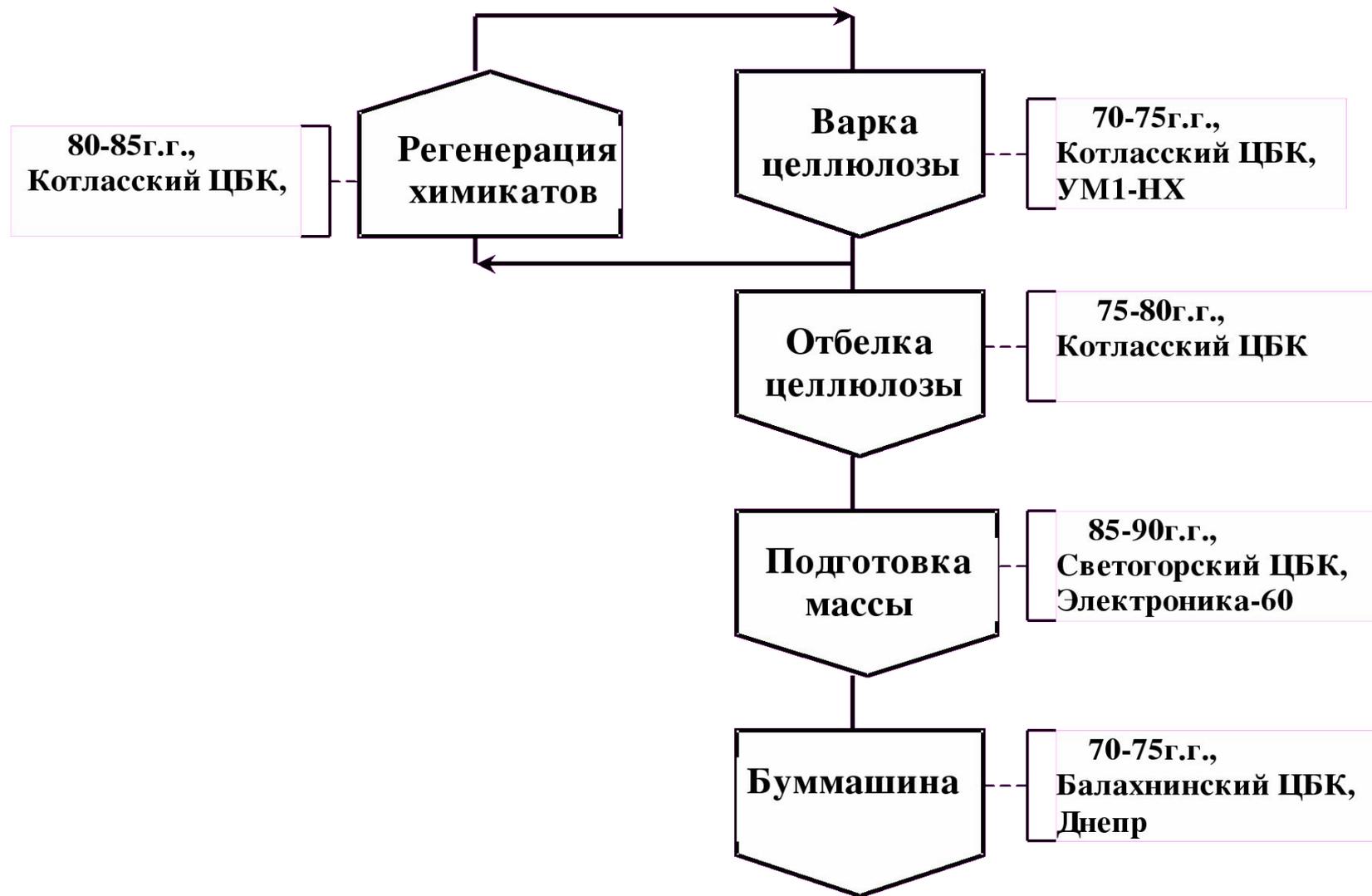


Рис. 1.3 Разработка головных образцов отечественных АСУТП целлюлозно-бумажной промышленности

## • 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).

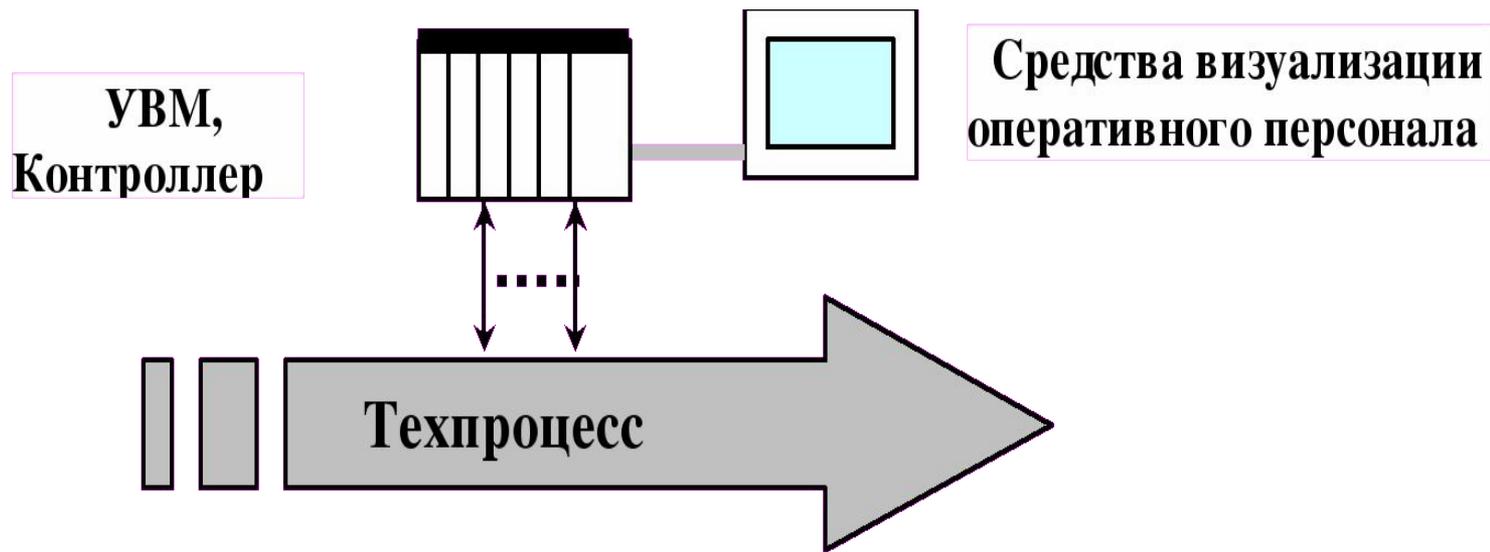


Рис.2.1. Организационная структура централизованной АСУТП

- 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.

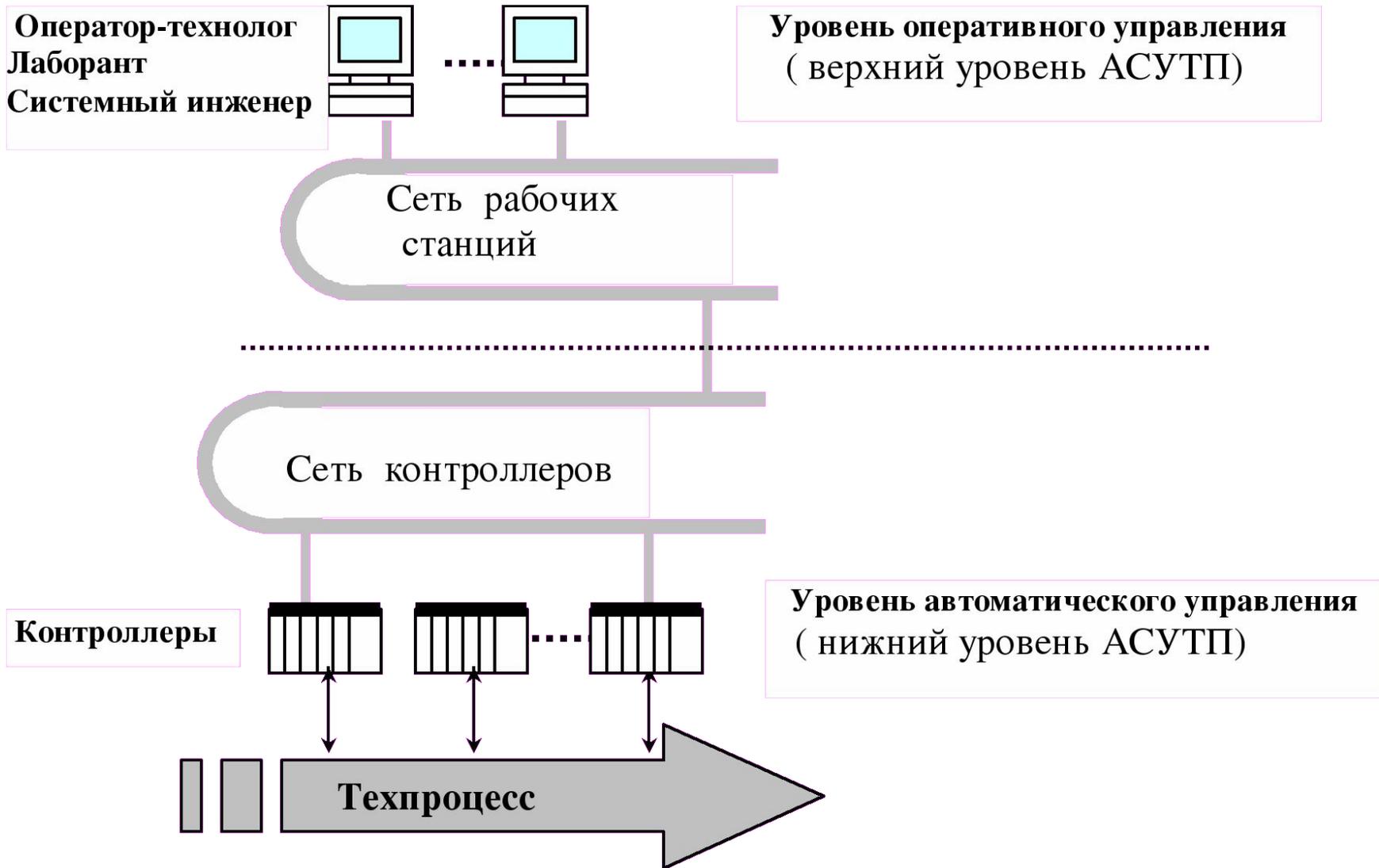


Рис.2.2. Организационная структура распределенной АСУТП

- 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:

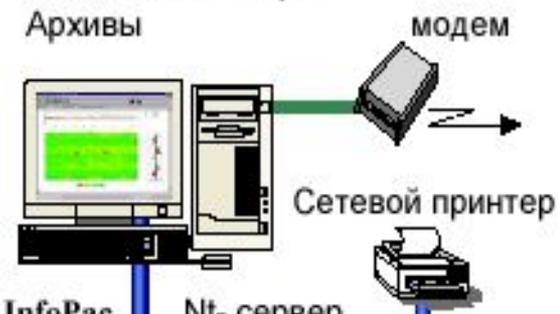
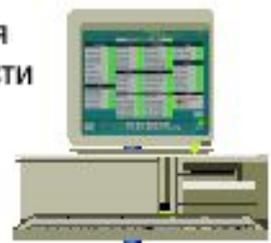
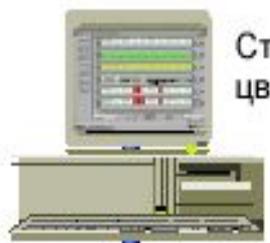
ИЧМ  
InTouch

ОС сухой части    ОС мокрой части

управление качеством

Инженерная  
станция

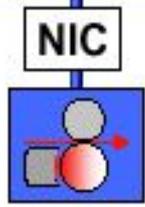
Графический анализ качества  
Автоматический генератор отчетов  
Удаленный доступ  
Архивы



Nt- рабочие станции  
Ethernet TCP/IP

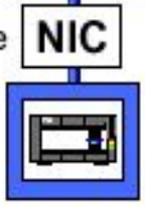
Nt- рабочие станции

InfoPac    Nt- сервер



Автоматическое управление поперечным профилем толщины на каландре

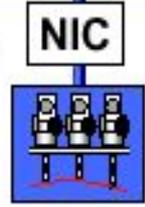
UltraJet



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

O-Frame Scanner

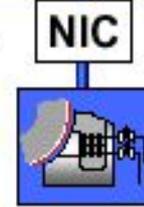
Quality Sensors



Автоматическое управление поперечным профилем базового веса

DynaStep II

Profilmatic L Headbox



Автоматическое управление поперечным профилем влажности

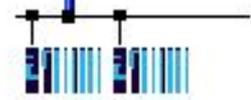
ModuleSteam

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.
-

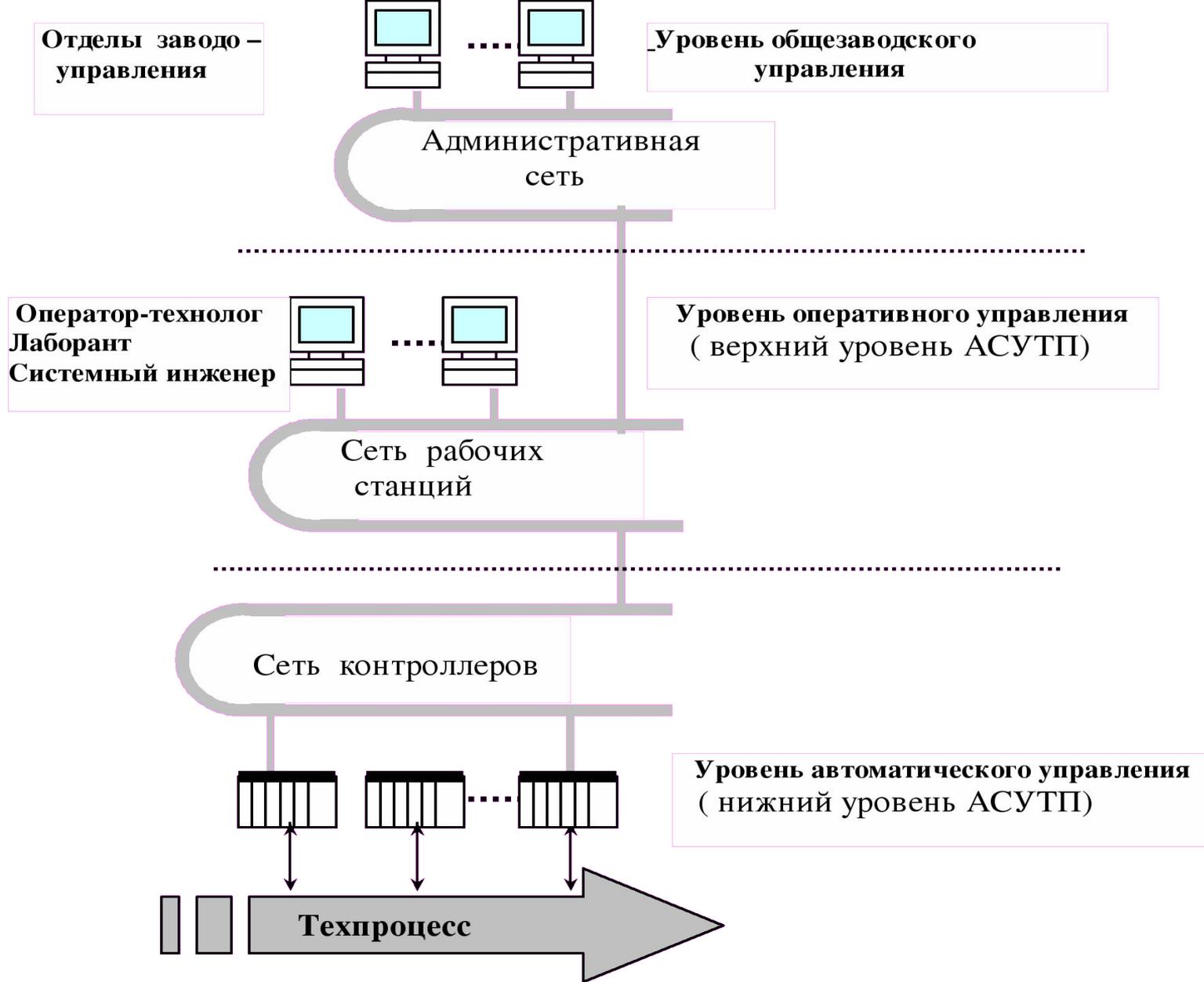


Рис.2.4. Организационная структура интегрированной АСУТП

- **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.

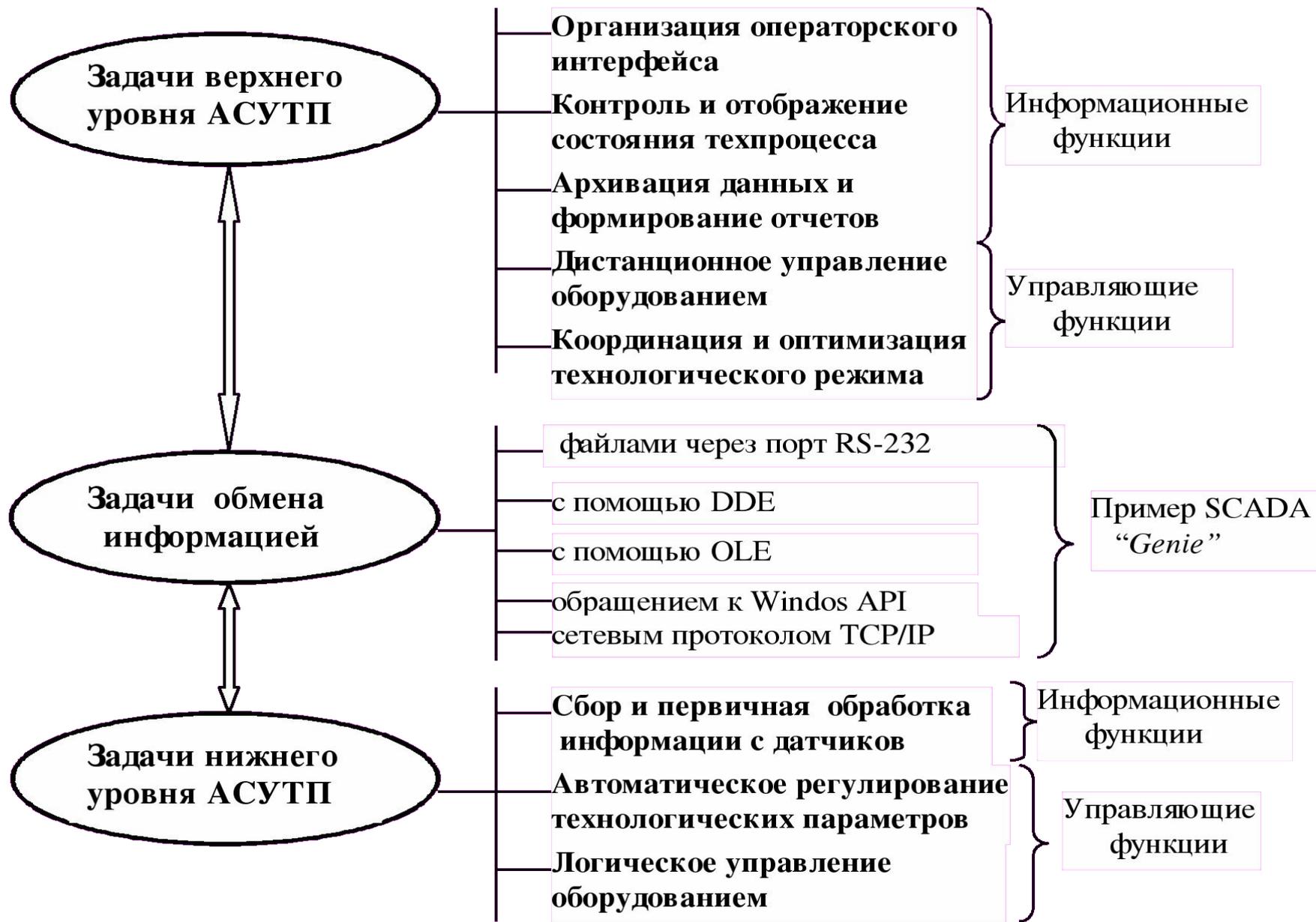


Рис.2.5 Функции распределенной двухуровневой АСУТП

- 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 глубину 150 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/Конденсат	
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	

ОБЪЕКТЫ

CTRL\_PID стандарт

Режим ручное

SP 0,2000 Бар

PV 0,0616

MAN 0,0000 %

OUT 0,0000

MAN 100

OUT

СУШИЛЬНАЯ ЧАСТЬ 121

RV 19.2

RV 22

105.0 °C

настройки

PI 0,7000

IM 6,0000

TD 6,0000

Скорость SP

верх 1,0000 Бар/ч

низ 1,0000 Бар/ч

Контроль пакета

соединено

заката

Пакет

Имя

Шаг № 0

параметры

нач.уст. 0,0050 Бар

пистона 1,0000 Бар

задержка 1,0000

шкала

HR 0,5000

LR 0,0000

задание

режимное

Мониторинг сигналов аварий

Отключено

Высокий ур. 100,00

Низкий ур. -100,00

пистона 0,1000

Относ. 0,1334

авария

АН 0,5000

МН 0,5000

ВЛ 0,0000

АЛ 0,0000

заката

HR 0,5000

LR 0,0000

ручное

HR 100,00

LR 0,0000

Date	Time	Status	Event
Не задан дисплей графиков			

- 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**



Блокировка

**MOTOR IN TEST**

Индикация состояния привода (стоит в ожидании пуска)

Столбиковая диаграмма тока нагрузки, %

## ***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.

