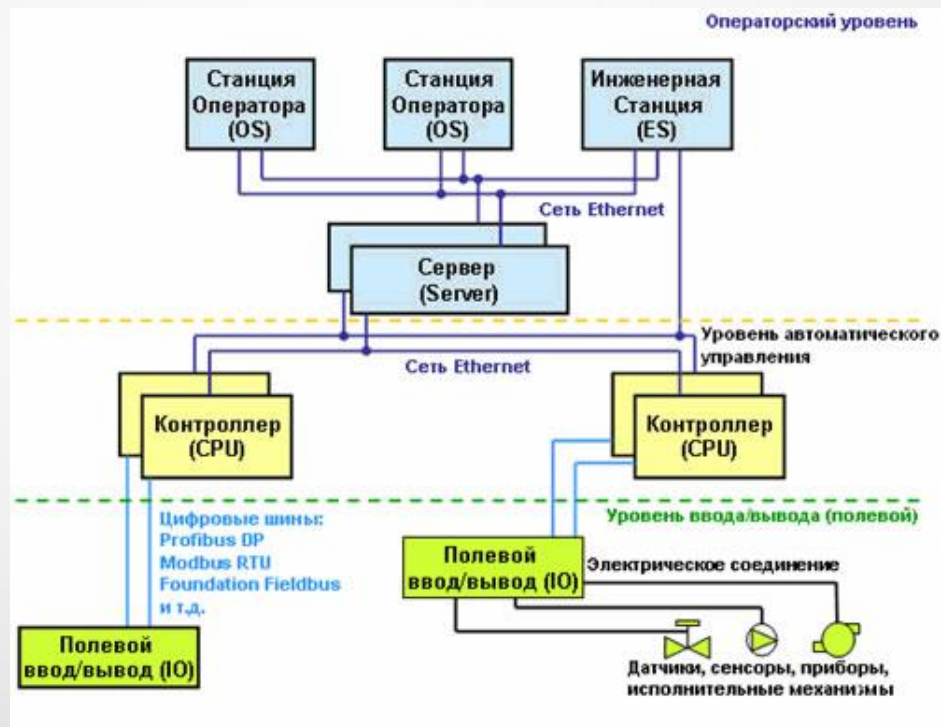




SCADA-системы. Средства HMI

Архитектура АСУ ТП: уровни

Три уровня АСУ ТП



Средний уровень АСУ ТП — программируемые логические контроллеры (ПЛК): функции, принципы работы, архитектура, разновидности, связь с КИП. Устройства сбора и передачи данных (УСПД)

Верхний уровень АСУ ТП — человеко-машинный интерфейс (HMI): операторские панели, SCADA-системы, связь с ПЛК

Средний уровень (СУ) АСУ ТП

Уровень оперативного контроля и управления технологическими объектами

Включает оборудование, выполняющее следующие задачи:

получение данных (сигналов состояния) от устройств нижнего уровня (полевых, КИП)

обработка данных согласно заданной программе: принятие решений на основе полученной информации и формирование управляющих команд

передача данных (управляющих команд) устройствам нижнего уровня (исполнительным механизмам и КИП)

агрегация и передача данных другим устройствам среднего уровня и на верхний уровень АСУ ТП

Устройства среднего уровня АСУ ТП

К СУ относят, в основном, разнообразное контроллерное оборудование, выполняющее различные задачи:

- программируемые логические контроллеры (ПЛК),
- коммуникационные контроллеры,
- контроллеры УСО (устройств сопряжения с объектом),
- контроллеры присоединения (на энергетических подстанциях)
- устройства сбора и передачи данных (УСПД),
- регуляторы (например, терморегуляторы)
- программируемые реле (ПР)
- и др. устройства, способные выполнять перечисленные задачи

ПЛК

PLC, programmable logic controller

Программируемый логический контроллер

Один из ключевых компонентов АСУ ТП

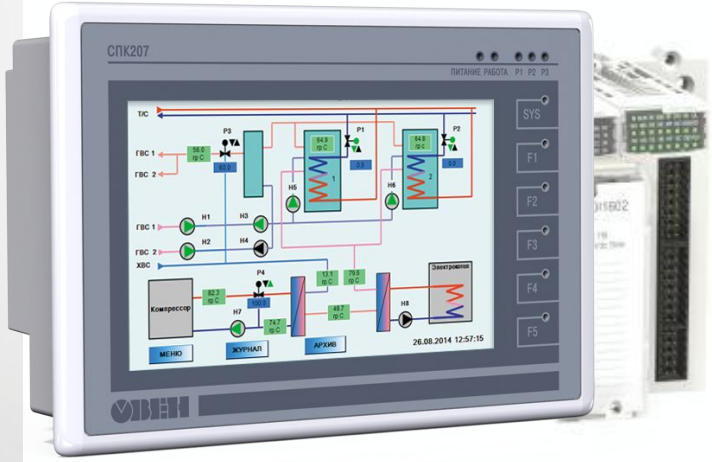
устройство, предназначенное для выполнения алгоритмов управления, записанных пользователем в виде программы в память контроллера

программа может быть многократно изменена пользователем и загружена в ПЛК с помощью ПО среды разработки

обладают памятью (внутренней, внешней – SD, USB и др.)

Принцип работы: сбор и обработка данных по программе пользователя с выдачей управляющих сигналов на исполнительные устройства

Существует множество производителей, моделей и типов ПЛК



ПЛК

Построены на микропроцессорах или микроконтроллерах

По сравнению с обычными ПК обладают большей надёжностью и меньшим временем реакции (порядка мили- и даже микросекунд)

Могут иметь:

- входы/выходы для сигналов, измерений и т.п.

- различные коммуникационные порты (Ethernet, оптика, RS-232, RS-485 и др.)

- встроенную операторскую панель (HMI). Бывают панельные ПЛК

Часто имеют модульную архитектуру – съёмные модули решают различные задачи (аналоговый/цифровой ввод/вывод и т.п.)

Различное исполнение: крепятся на DIN-рейку, устанавливаются в стойку или шкаф

Производители ПЛК

Siemens

Schneider Electric

B&R

ABB

Emerson

Rockwell automation

Allen Bradley

Honeywell

Mitsubishi

Yokogawa

Овен

Прософт-системы

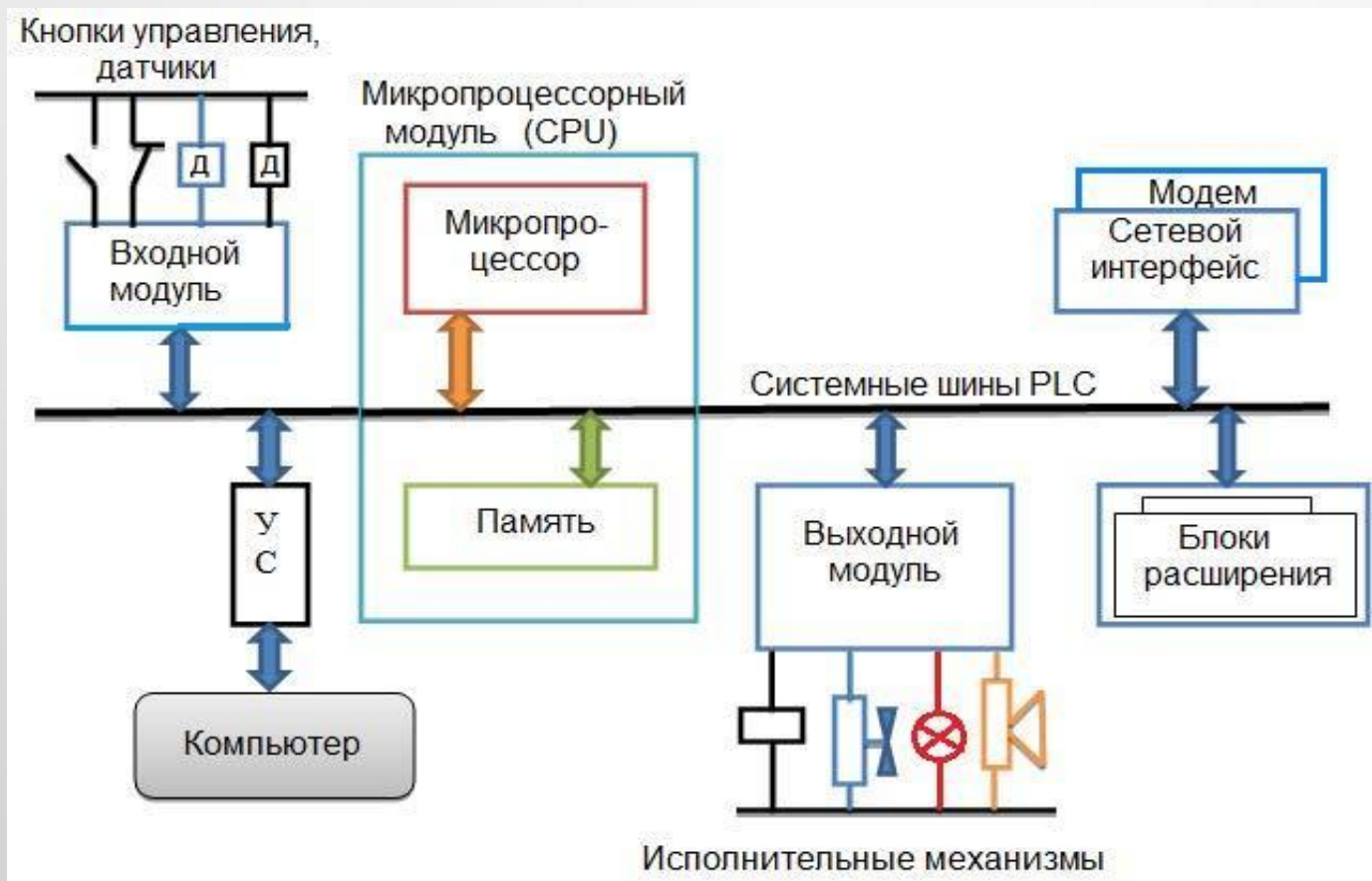
RealLab

Trei

и др.



Структурная схема ПЛК



Промышленные КОМПЬЮТЕРЫ

Industrial Personal Computer, IPC

предназначен для работы в производственных условиях в режиме реального времени, т.е. при возникновении какого-то случайного события должен незамедлительно реагировать на него,

способен длительно работать в условиях повышенной вибрации, загрязнённости, перебоев в электропитании, в тяжелых температурных режимах.

должен иметь минимум движущихся частей, желательно вообще обойтись без них, (SSD), вентиляторы не применяются, тепло отводится на наглухо закрытый корпус-радиатор,



Промышленные компьютеры



· стараются применять процессоры с минимальным TDP (*thermal design power*- предельно потребляемая мощность).

· Должны быть снабжены устройствами сопряжения с различными периферийными устройствами (сканеры, панели HMI и др.), иметь сторожевой таймер (*watchdog*), позволяющего машине самостоятельно перезагружаться при зависании

· есть разные варианты исполнения (например, крепление в стойку 19")

· имеют значительно большую стоимость по сравнению с обычными ПК

Коммуникационные контроллеры (КК)

- как правило, не имеют сигнальных входов/выходов

- предназначены для сбора данных с интеллектуальных электронных устройств (IED) и других устройств нижнего уровня,

- конвертации протоколов,

- передачи данных в SCADA-системы и диспетчерские центры,

- взаимодействия с другими системами в стандартных протоколах.

Коммуникационные контроллеры (КК)



УСПД

устройство сбора и передачи данных

предназначено для получения информации со множества КИП (например, счётчиков электроэнергии) и передачи другим устройствам (ПЛК) или на верхний уровень АСУ ТП

не имеет программы, не выполняет задач обработки данных

конфигурируются с помощью спец. ПО с ПК

может выполнять агрегацию (объединение) данных

не имеют сигнальных входов/выходов, только коммуникационные порты (RS-485, Ethernet и др.)

Например, СИКОН, ЭКОМ

УСПД



Программируемые реле (ПР)

- по задачам аналогичны ПЛК

- предназначены для простых локальных задач управления

- могут работать автономно или передавать данные другим устройствам или ПО

- имеют меньшее кол-во входов и выходов, меньшее кол-во возможных функций в программе

- часто имеют встроенный дисплей (HMI)

- как правило, монолитные, но могут иметь модули расширения

- например, Siemens Logo, Schneider ZelioLogic, Овен ПР и др.

- дешевле и проще, чем ПЛК

Программируемые реле (ПР)



Регуляторы

узко-специализированные контроллеры

выполняют измерение и регулирование какой-либо физической величины в технологических процессах

например, температуры, давления, влажности, расхода и других физических величин в системах отопления и водоснабжения, в сушильных шкафах, печах, пастеризаторах, в холодильной технике и другом технологическом оборудовании

к ним подключаются датчики (например, термопара) и могут подключаться исполнительные механизмы (например, нагреватели, охладители, задвижки и др.)

обычно содержат цифровой дисплей для отображения текущих значений и кнопки управления для настройки оператором

также могут быть сконфигурированы с ПК

дешевле и проще, чем ПЛК и ПР

например, терморегуляторы ОВЕН ТРМ

Регуляторы



Монтаж оборудования в шкафы

Как правило, оборудование среднего уровня АСУ ТП монтируется в специальные шкафы и щитки управления

размеры могут быть разными

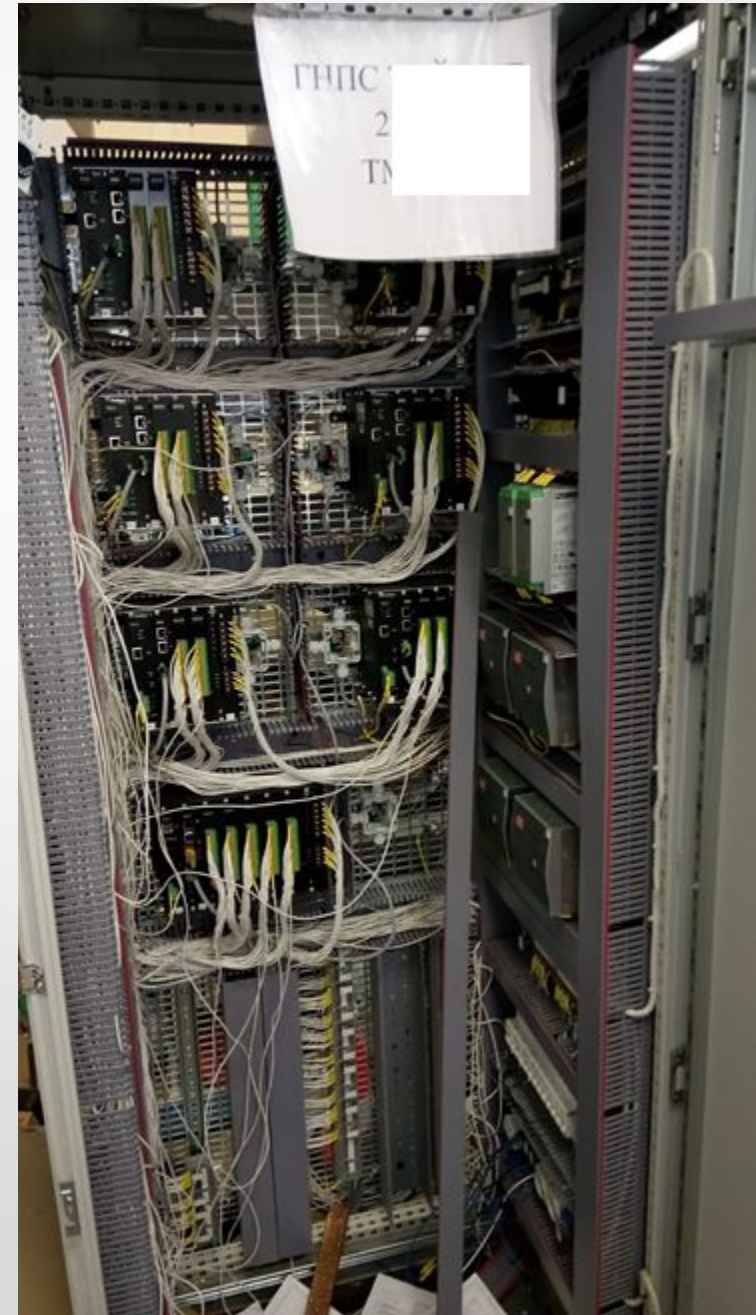
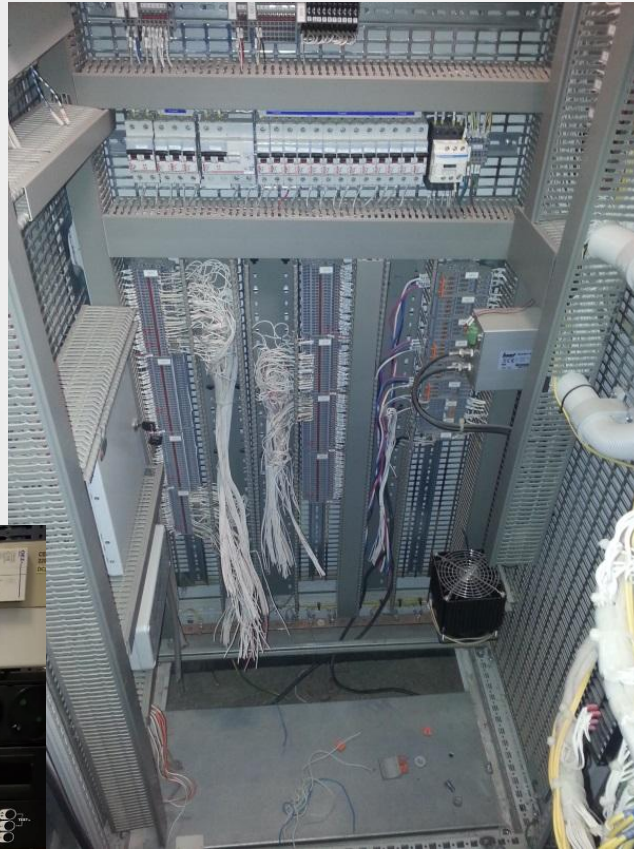
в основном – шкафы шириной 19” (как телекоммуникационные стойки)

некоторые устройства имеют ширину 19” и крепятся на раму

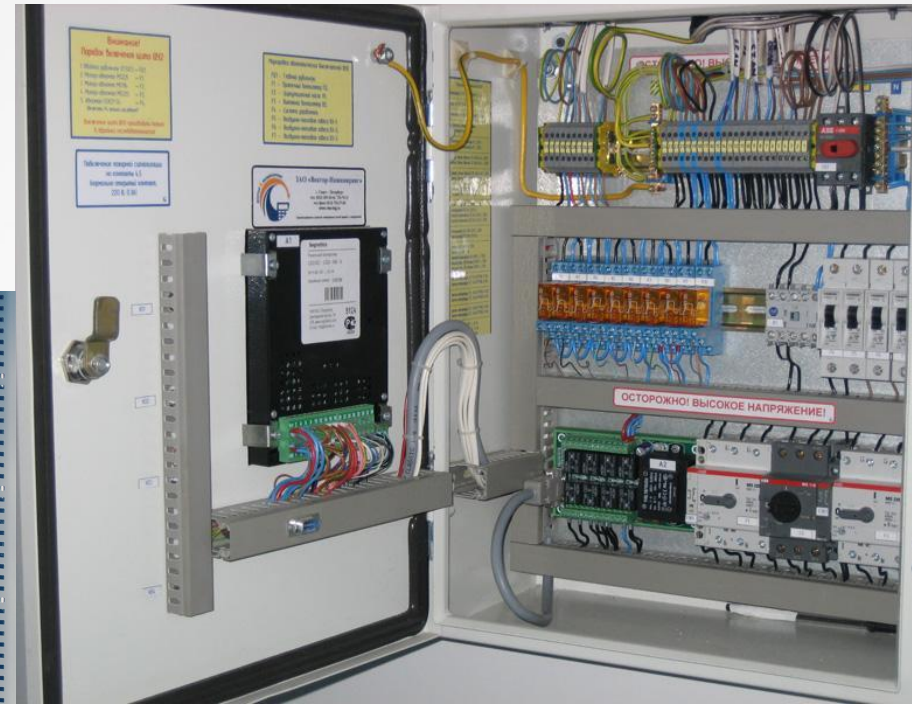
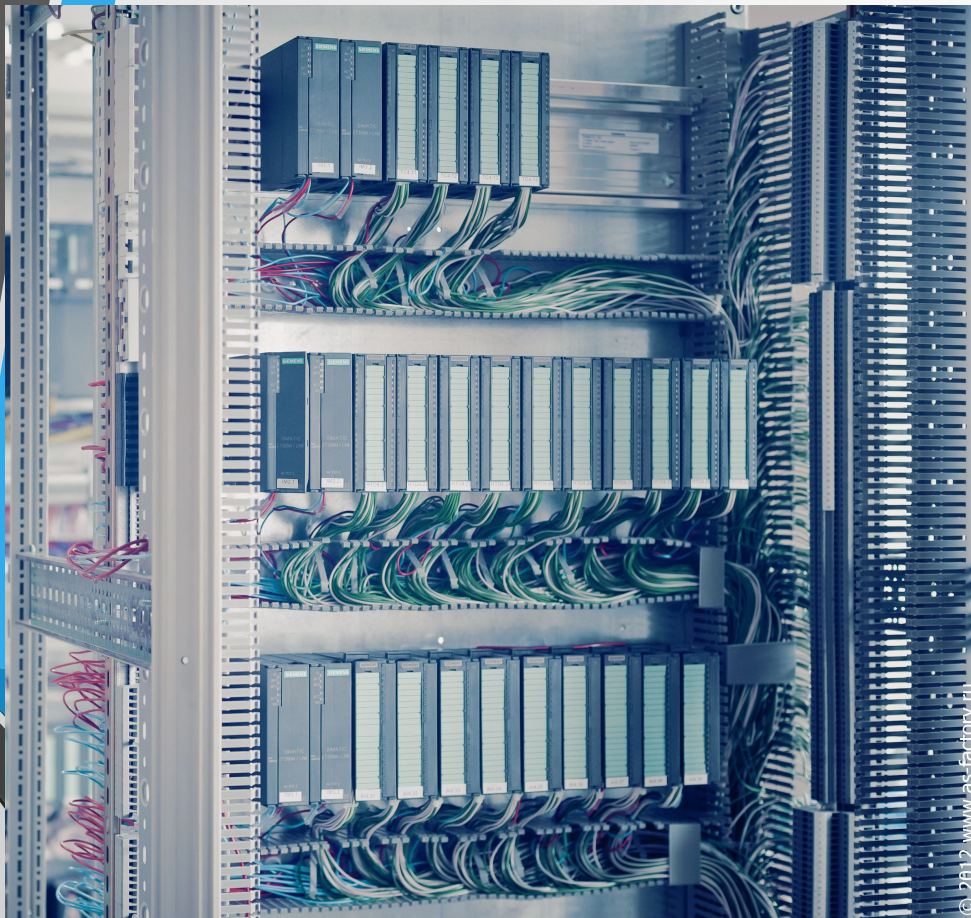
другие имеют меньшие размеры и крепятся на DIN-рейки и перфорированные панели

сборку шкафов осуществляют инженеры-наладчики в соответствии с конструкторской документацией (КД), требованиями ПУЭ и другими регламентными документами

Монтаж оборудования в шкафы



Монтаж оборудования в шкафы



Резервирование устройств СУ

Для обеспечения высокой надёжности и отказоустойчивости АСУ ТП некоторые особо важные компоненты дублируются (**резервируются**)

например, центральные контроллеры, коммутаторы, блоки питания и т.д.

«горячий резерв» предполагает быстрое переключение с основного устройства на резервное (это время может измеряться в мс)

Верхний уровень (ВУ) АСУ

ТП

Задачи:

сбор, агрегация и хранение данных, полученных со среднего уровня

обеспечение человеко-машинного интерфейса (ЧМИ, **НМИ**)

визуализация течения ТП в виде мнемо-схем для оперативного контроля и управления оператором

отображение графиков изменения контрольных величин (**трендов**)

оповещение в случае аварийных и нестандартных ситуаций (**алармы, тревоги**)

выполнение обработки данных согласно программам (сценариям)

передача данных в другие системы (MES, ERP, другие SCADA)

На Верхнем Уровне задействован человек, осуществляющий принятие решений

Верхний уровень (ВУ) АСУ

ТП

Состав:

SCADA-системы

- сервер SCADA

- АРМы (автоматизированные рабочие места, ПК) пользователей – операторов, диспетчеров и др.

операторские панели



SCADA-система

Supervisory Control And Data Acquisition

система диспетчерского управления и сбора данных

программный пакет, предназначенный для разработки или обеспечения работы в реальном времени систем сбора, обработки, отображения и архивирования информации об объекте мониторинга или управления

Узлы SCADA

SCADA используется в 2х режимах – разработки (develop) и выполнения (runtime)

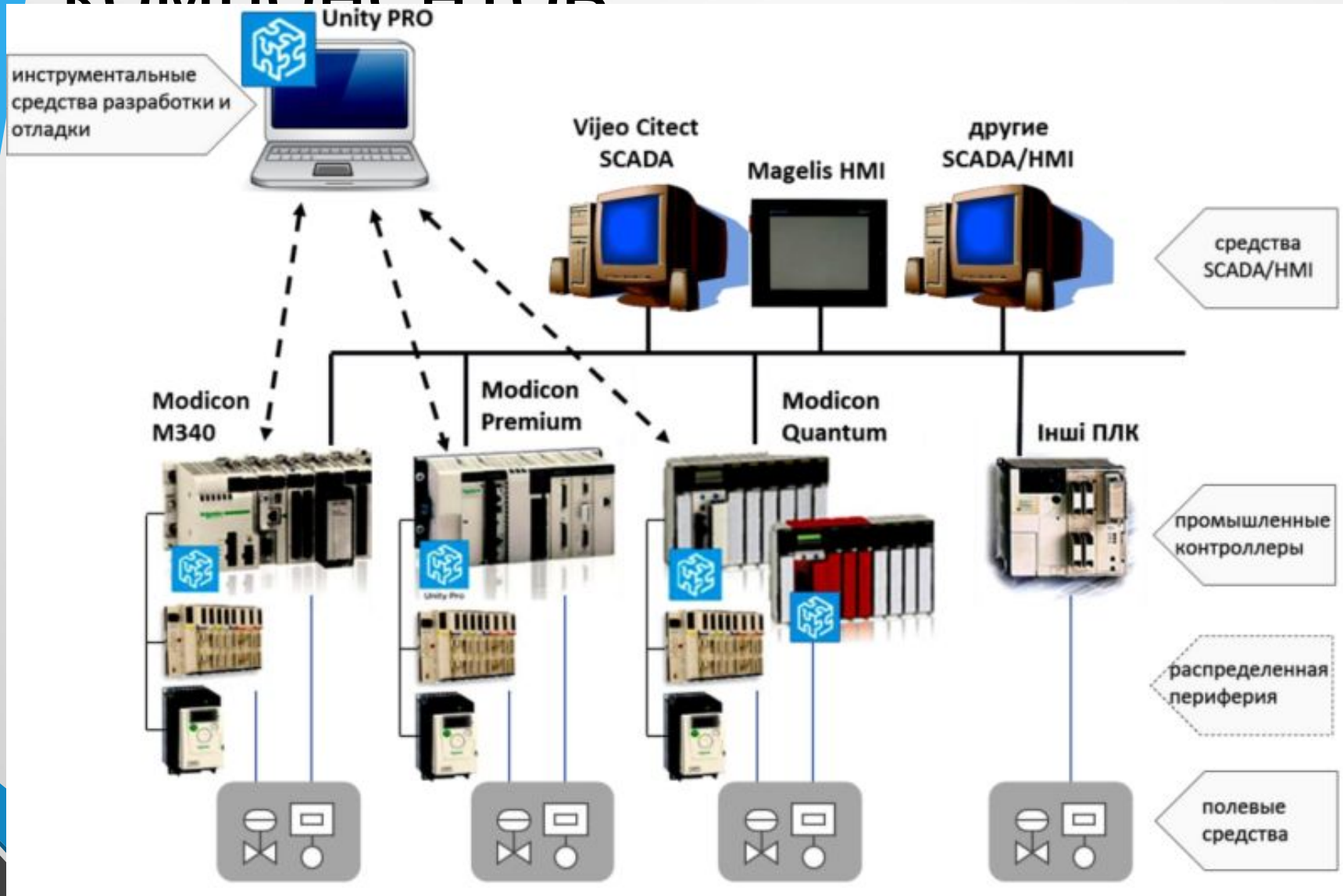
Программное Обеспечение SCADA может выполняться:

на компьютере разработчика

на сервере

на ПК АРМ пользователей

Типовая схема компонентов



Задачи SCADA



· Мониторинг ТП (отрисовка и анимация мнемосхем)

· Уровни доступа (разграничение по пользователям)

· Телеуправление

· Журналирование (фиксация сработки всех сигналов и действий пользователей)

· Тренды (вывод текущих и архивных телеизмерений на графике и установка контрольных точек)

· Архивирование (все журналы и тренды архивируются в БД)

Примеры SCADA-систем

Siemens WinCC

Siemens WinCC Open Architecture (OA)

Schneider Vijeo Citect

B&R APROL (PCU)

Wonderware InTouch

Infinity

ARIS SCADA

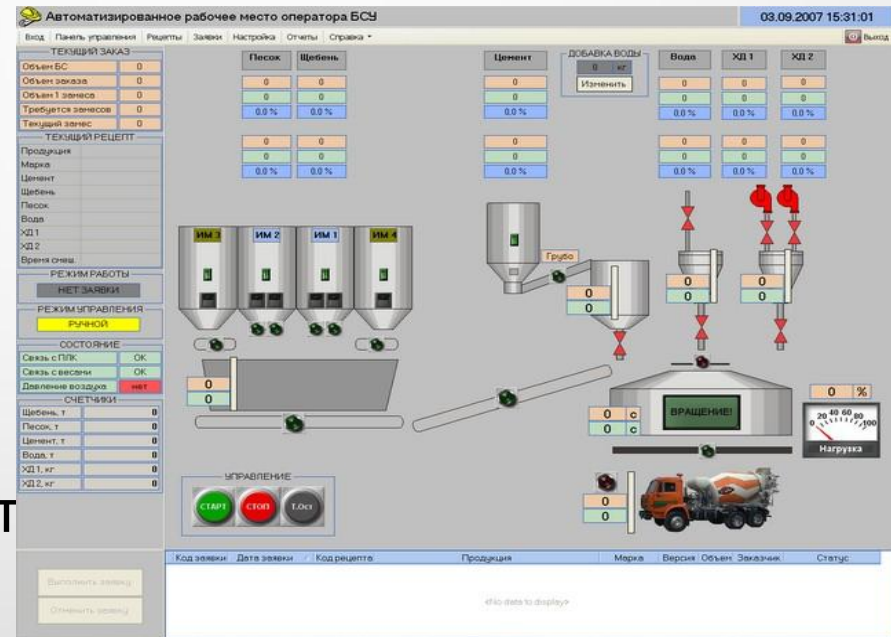
RedKit (ProsoftSystems)

MasterSCADA

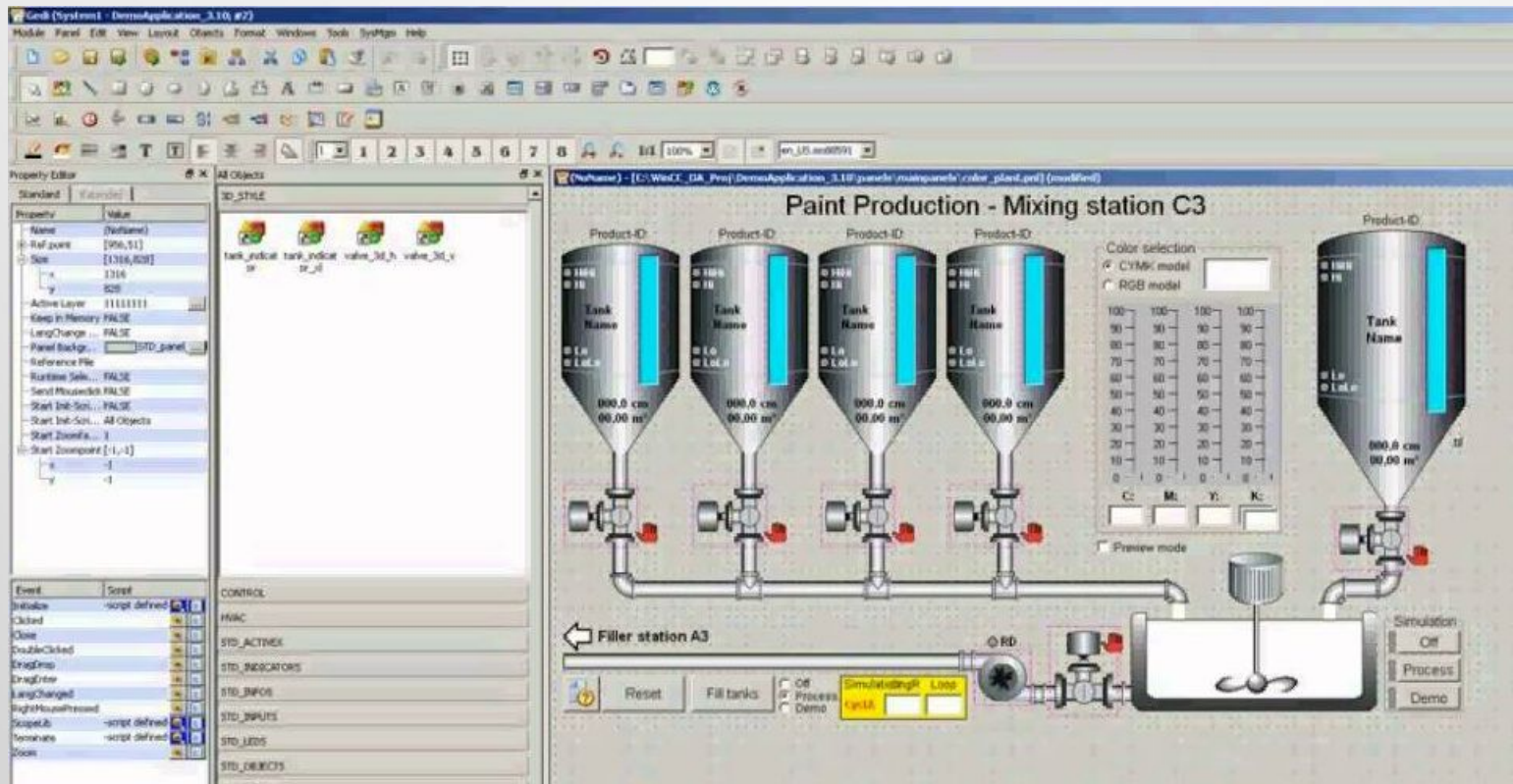
Овен Телемеханика Лайт

TraceMode

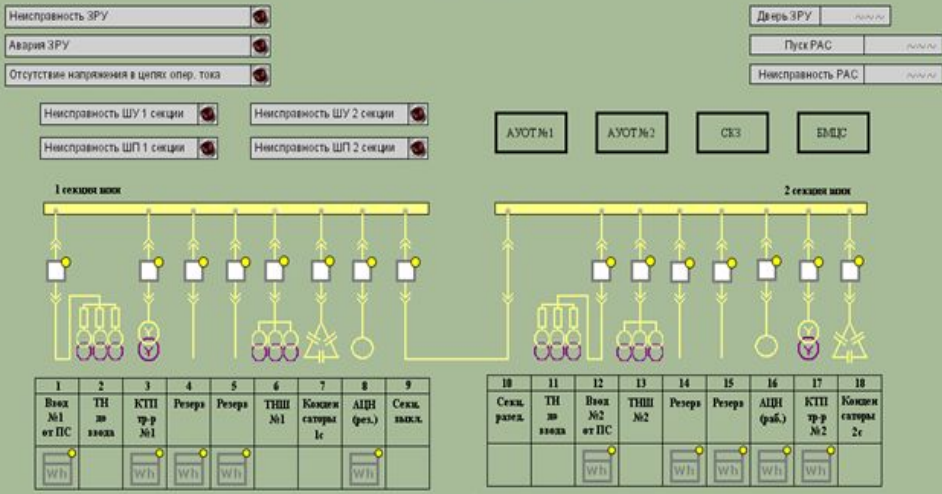
и др.



Среда разработки SCADA



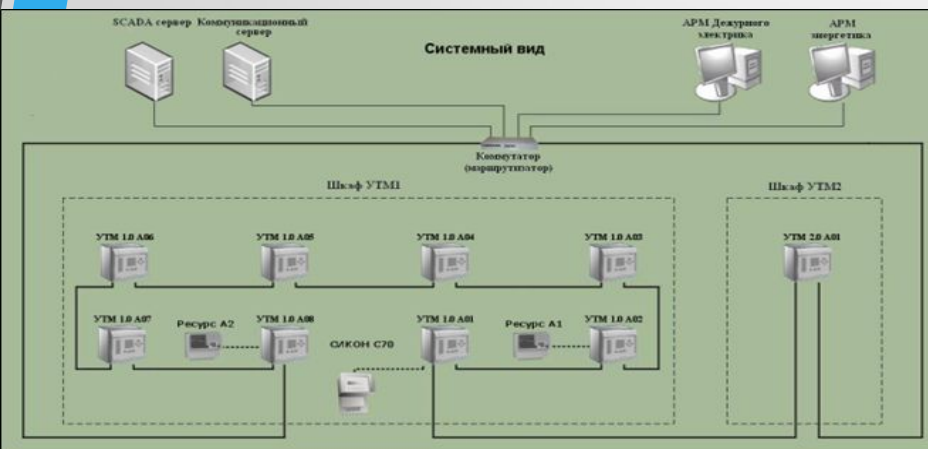
ЗРУ - 10 кВ



Мнемосхемы ТП

Мнемосхемы визуализируют контролируемые и управляемые процессы, упрощают идентификацию и поиск нужной информации, способствуют незамедлительному принятию оператором правильных решений.

Мнемосхема отображает схему системы в целом и взаимосвязь между основными системными объектами, предоставляет подробную информацию о состоянии отдельных составляющих.



Мнемосхемы ТП

Мнемосхемы помогают оператору, который сталкивается с большим количеством материала, упростить работу с поиском информации. Возможность видеть реальные данные о параметрах производственного объекта облегчают систематизацию и обработку поступающей информации, помогают проводить техническую диагностику при наличии отклонений от нормы, повышают эффективность принятия оператором решений.

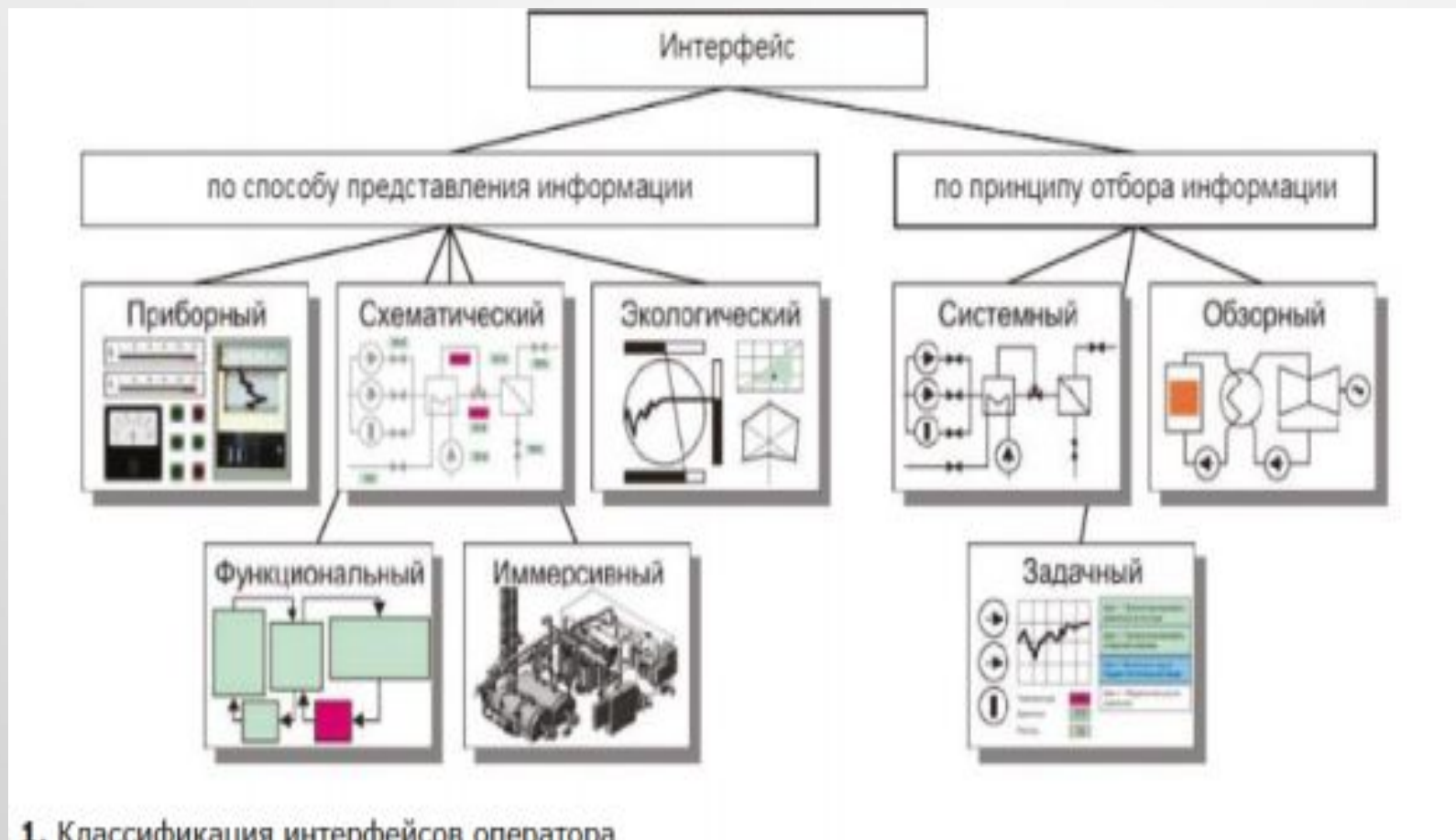
https://youtu.be/sKOlURbnT_4

- Мнемосхемы реализуются с помощью разных типов средств отображения информации (мониторы компьютеров, дисплеи НМІтерминалов, стрелочные и цифровые индикаторы, проекционная техника и т. д.) и их комплексов.
- Мнемосхемы широко используются в диспетчерских пунктах управления энергетическими объектами и системами, пунктах управления технологическими процессами в различных отраслях промышленности

Человеко-машинный интерфейс (НМИ)

- Понятие «интерфейс» отражает формы, средства и возможности обеспечения взаимодействия двух или более систем (их компонентов) между собой независимо от их физической или ментальной природы в процессе достижения их целей.
- **Человеко-машинный интерфейс** – это методы и средства обеспечения непосредственного взаимодействия между оператором и технической
- системой, предоставляющие возможности оператору управлять этой системой и контролировать ее работу. Обычно именно этот термин используется по отношению к взаимодействию между оператором и программным обеспечением ЭВМ, с которым он работает.

Человеко-машинный интерфейс (HMI)



- Сегодня существует три основных способа создания НМИ.
- Первый и традиционный способ — это применение светосигнальной арматуры (рис. 1) в виде переключателей, кнопок, сигнальных ламп, маячков, колонн и т. д. Преимуществами такого метода являются относительно низкая стоимость реализации, высокая надежность и ремонтпригодность. Он подходит для отдельных технических агрегатов и установок (электродвигатели, насосные агрегаты, вентиляторы и т. д.), на которых реализованы несложные технологические процессы и где используются системы управления на базе релейно-контактных схем.



- Второй способ является развитием первого.
- Дело в том, что для управления сложными технологическими объектами с большим количеством сигналов контроля и управления применение НМІ, реализованных только на базе светосигнальной арматуры, будет неэффективным решением. Громоздкие пульты управления с множеством сигнальных ламп, переключателей, тумблеров не способствуют повышению качества взаимодействия с оперативным персоналом. Поэтому второй метод основан на применении таких технических решений, как панельные компьютеры и панели оператора

Человекомашинные интерфейсы. НМІ на базе рабочих станций оператора

Очень важным моментом в системе управления является организация взаимодействия между человеком и программно-аппаратным комплексом. Обеспечение такого взаимодействия является задачей человекомашинного интерфейса. (***HMI - human machine interface***).

Чем лучше организован НМІ, тем эффективнее взаимодействие человек — система управления.

В современных АСУ ТП НМІ реализуется двумя способами:

- 1) на базе специализированных рабочих станций оператора, устанавливаемых в центральной диспетчерской;
- 2) на базе панелей локального управления, устанавливаемых непосредственно на технологических объектах.

Операторская панель (ОП)

предназначена для отображения HMI (визуализации ТП и ввода команд) в непосредственной близости от технологического объекта

как правило, имеет дисплей

для ввода команд может иметь кнопки или сенсорный дисплей

имеет повышенную защиту от воздействий ТП (температуры, пыли, влаги, вибрации и т.д.)

связана с оборудованием среднего уровня (ПЛК, ПР и др.) посредством стандартных пром. интерфейсов

интерфейс для отображения на ОП разрабатывается пользователем в специальной среде и загружается с ПК

НМІ на базе панелей локального управления

В большинстве случаев рабочие станции устанавливаются централизованно в диспетчерском центре (операторной), охватывающем одну технологическую установку, производственный участок, а иногда и целое предприятие.

Пункты локального управления называются **операторскими панелями локального мониторинга и управления**.

Операторская панель представляет собой компактную вычислительную машину со встроенным жидкокристаллическим дисплеем.

Типовая панель предоставляет пользователю следующие возможности:

- 1) визуализация параметров технологического процесса в текстовом или графическом режимах;
- 2) управление и обработка аварийных сообщений, регистрация времени и даты возникновения аварийных сообщений;
- 3) ручное управление с помощью функциональных кнопок или сенсорного экрана;
- 4) возможность свободного программирования графики и настройки функциональных клавиш;
- 5) построение диаграмм и трендов, отображение сводных отчетов.

Операторская панель



В графическом режиме визуализация процесса происходит с помощью интерактивных мнемосхем, очень похожих на те, которые имеются в операторских станциях, только более компактных (это связано с ограниченным разрешением экрана).

В текстовом режиме процесс отображается в виде строк или в виде специальных таблиц. Поскольку текстовый формат представления данных недостаточно нагляден и информативен, графические панели получили большее распространение.

Операторские панели разных моделей различаются типом и размером экрана (монохромный или цветной), организацией управления (сенсорный экран или функциональные кнопки), количеством поддерживаемых сетевых коммуникационных протоколов, быстродействием процессора и объемом встроенной *Flash-памяти*. Интеграция операторской панели в систему управления зависит от поддерживаемых сетевых протоколов и наличия соответствующих коммуникационных интерфейсов. Большинство современных панелей поддерживают, по меньшей мере, два сетевых протокола: один служит для подключения панели к полевой шине (*Profibus*, *Modbus* и т.д.), другой — для интеграции в сеть верхнего уровня (*Industrial Ethernet*).

Подключенная к шине панель может выступать и как ведущий узел, и как ведомый.

Мобильные панели оператора SIMATIC Mobile Panel 177 / 277 / 277 IWLAN

Панели оператора SIMATIC Mobile Panel предназначены для решения задач оперативного управления и мониторинга и позволяют выполнять весь объем функций человеко-машинного интерфейса из различных точек производственного предприятия. Панели могут использоваться с программируемыми контроллерами SIMATIC S5/ S7, системами компьютерного управления WinAC, программируемыми контроллерами других производителей



Человеко-машинные интерфейсы Omron HMI на базе ПК

Основные характеристики:

Обеспечение RAS компании Omron.

Процессор Intel Celeron 1,3 ГГц в промышленном исполнении.

Устройство хранения информации на основе флеш-памяти размером 1 Гб, использование карт CF для дополнительного хранения информации.

Безвентиляторный радиатор охлаждения для повышения надежности.

Использование курьерской службы для отправки в ремонт, 3 года гарантии, поставки на протяжении 5 лет, возможность ремонта - 7 лет.





Человеко-машинный интерфейс Omron HMI + Управление NSJ12 - это программируемый терминал с 12-дюймовым экраном в комбинации с ПЛК и сетевым интерфейсом. Omron HMI + Управление NSJ12 с экраном на 256 цветов (32768 при отображении объектов растровой графики) снабжена двумя USB-портами для загрузки экранов или их вывода на печать, а также разъемом для подключения дополнительной платы Ethernet. Программируемый терминал объединен в одном корпусе с ПЛК CJ1G-CPU 45H и сетевым интерфейсом DeviceNet или Profibus. Компактный корпус этого комбинированного устройства занимает меньше места, чем входящие в него отдельные продукты. Архитектура Sysmac One полностью прозрачна, поэтому и ПЛК, и сеть (включая полевые устройства), и программируемый терминал доступны через один порт, что, при дистанционном обслуживании системы, является большим преимуществом.

- Третий способ — это реализация HMI на базе автоматизированных рабочих мест (АРМ), представляющих собой персональный компьютер (ПК) с развернутой SCADA-системой .
- Выбор того или иного способа организации HMI зависит от ряда факторов: сложности и архитектуры автоматизированной системы, целесообразности применения тех или иных технических решений и др.
- <https://youtu.be/DgO6n6ndu7U>

Рассмотренные вопросы

Средний уровень АСУ ТП — программируемые логические контроллеры (ПЛК): функции, принципы работы, архитектура, разновидности, связь с КИП. Устройства сбора и передачи данных (УСПД)

Верхний уровень АСУ ТП — человеко-машинный интерфейс (HMI): операторские панели, SCADA-системы, связь с ПЛК

Контрольные вопросы

1. Какие устройства относятся к среднему уровню АСУ ТП? Какие задачи они решают?

2. Опишите архитектуру и функции ПЛК.

3. Для чего резервируются элементу системы управления? Что такое «горячий резерв»?

4. Какие разновидности контроллеров используются на среднем уровне АСУ ТП и какие задачи они решают?

5. Какие задачи решают программируемые реле и регуляторы? В чём их отличия от ПЛК?

6. Какое оборудование и ПО относят к верхнему уровню АСУ ТП? Какие задачи оно решает?

7. Опишите состав и функции SCADA-системы

8. Что такое мнемосхема и ее функции

9. Дайте определение HMI. Какие средства HMI используются в SCADA.