

Лекция №9 СОВРЕМЕННЫЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ

Учебные вопросы:

- 1. Структура и виды современных АСУ ТП.**
- 2. Промышленные сети передачи данных.**
- 3. Человекомашины интерфейсы.**

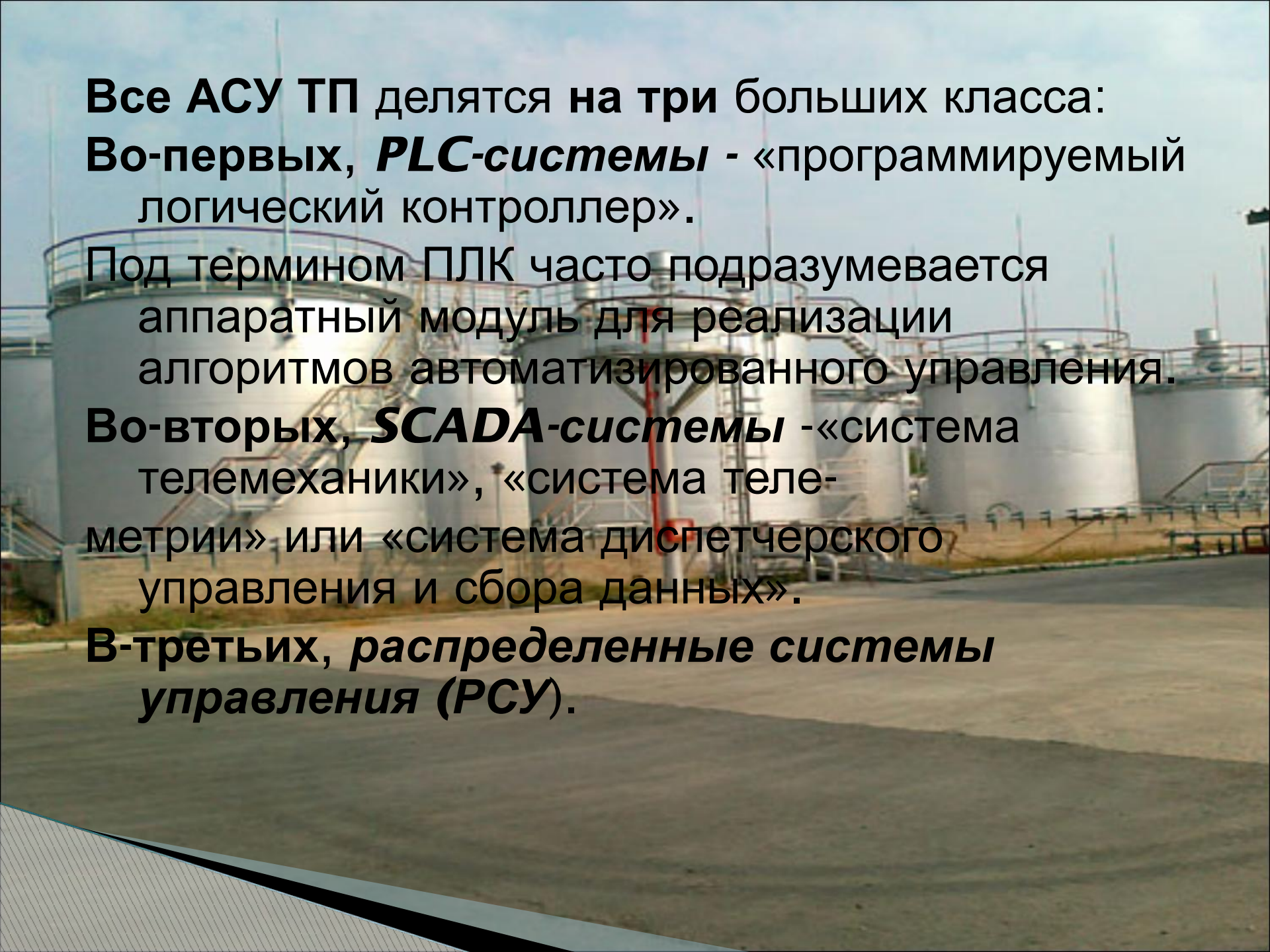
Структура и виды современных АСУ ТП

Автоматизированная система управления технологическим процессом (АСУ ТП) — это комплекс программных и технических средств, предназначенный для автоматизации управления технологическим оборудованием на предприятиях.

«**Автоматизированная**» означает, что система управления не полностью автономна и требует участия человека для реализации определенных задач.

Системы автоматического управления, предназначены для работы без какого-либо контроля со стороны человека и полностью автономны.

В этом заключается принципиальная разница между АСУ и САУ.



Все АСУ ТП делятся на три больших класса:

Во-первых, ***PLC-системы*** - «программируемый логический контроллер».

Под термином ПЛК часто подразумевается аппаратный модуль для реализации алгоритмов автоматизированного управления.

Во-вторых, ***SCADA-системы*** - «система телемеханики», «система телеметрии» или «система диспетчерского управления и сбора данных».

В-третьих, ***распределенные системы управления (PCU)***.

PLC-системы

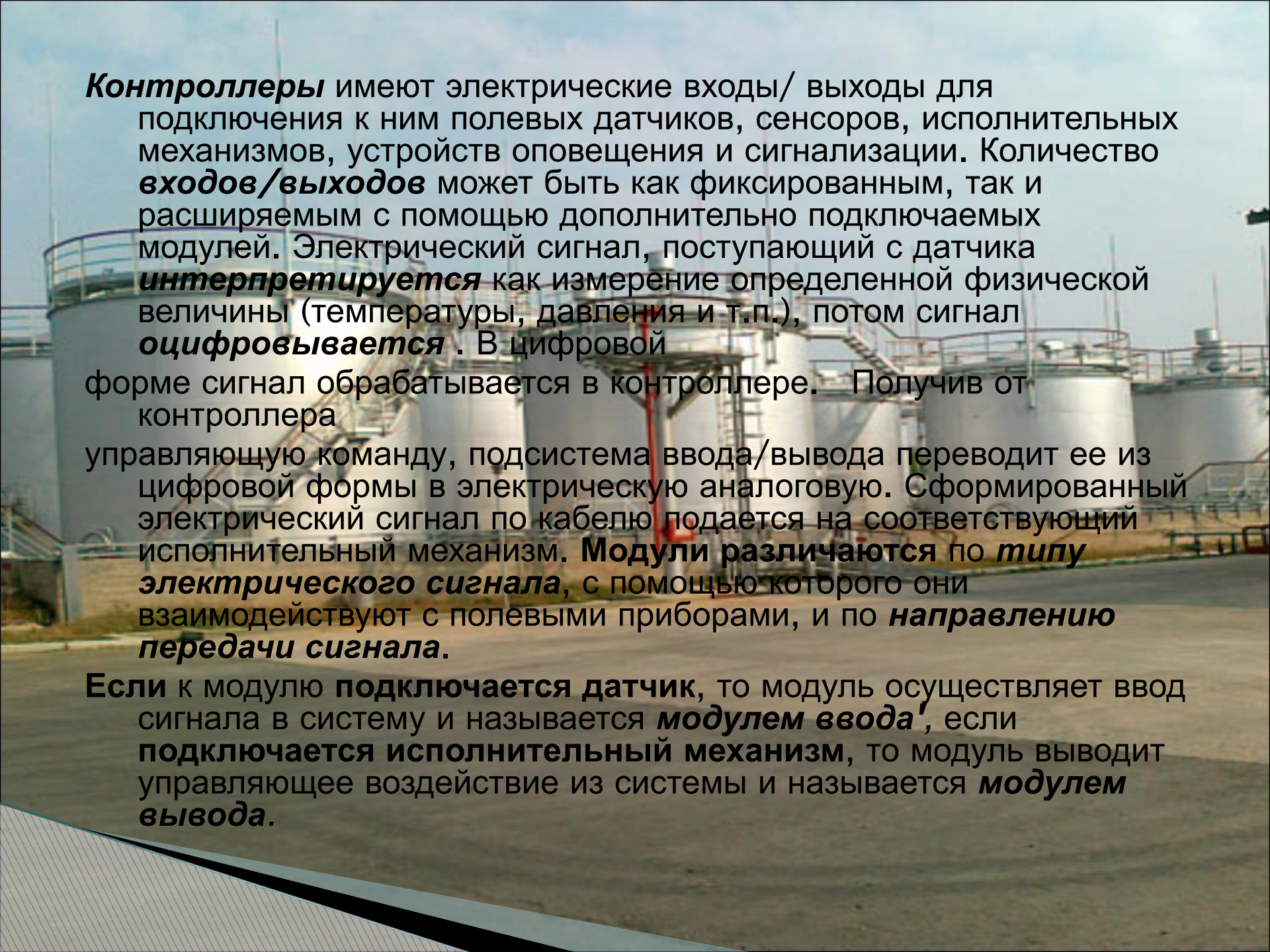
Основным компонентом этих систем является программируемый **логический контроллер**.

Типовые задачи систем PLC:

- управление конвейерными производствами;
- управление робототехникой;
- высокоскоростное управление приводами;
- управление позиционирующими устройствами
- сигнализация;
- оповещение.

системы PLC не требуют непрерывного контроля со стороны диспетчера. **Уровень диспетчерского управления** сводится к установке кнопочного пульта управления для запуска/остановки того или иного технологического участка и отображения аварийных сигнализаций.

Структура системы PLC довольно проста: один или несколько программируемых логических контроллеров, объединенных в единую сеть с помощью цифровой шины. При необходимости к системе можно подключить пульт локального управления. Как правило, система структурирована так, что каждая технологическая установка управляется своим **контроллером**.



Контроллеры имеют электрические входы/ выходы для подключения к ним полевых датчиков, сенсоров, исполнительных механизмов, устройств оповещения и сигнализации. Количество **входов/выходов** может быть как фиксированным, так и расширяемым с помощью дополнительно подключаемых модулей. Электрический сигнал, поступающий с датчика **интерпретируется** как измерение определенной физической величины (температуры, давления и т.п.), потом сигнал **оцифровывается**. В цифровой форме сигнал обрабатывается в контроллере. Получив от контроллера управляющую команду, подсистема ввода/вывода переводит ее из цифровой формы в электрическую аналоговую. Сформированный электрический сигнал по кабелю подается на соответствующий исполнительный механизм. **Модули различаются по типу электрического сигнала**, с помощью которого они взаимодействуют с полевыми приборами, и по **направлению передачи сигнала**.

Если к модулю **подключается датчик**, то модуль осуществляет ввод сигнала в систему и называется **модулем ввода**, если **подключается исполнительный механизм**, то модуль выводит управляющее воздействие из системы и называется **модулем вывода**.

Для систем класса PLC характерны следующие особенности:

- 1) высокоскоростное управление дискретными операциями;
- 2) практическое отсутствие операторского уровня;
- 3) быстрая реакция на дискретные события;
- 4) жесткая временная синхронизация работы нескольких узлов;
- 5) работа в реальном времени.

Понятие реального времени в системах автоматизации включает жесткое задание времени реакции системы на различные события на объекте управления (замыкание/размыкание контактов, повышение/понижение технологических параметров). При этом превышение времени реакции системы управления может рассматриваться как ее неисправность, так как потенциально может привести к аварийной ситуации на объекте управления.

Разработка, отладка и исполнение программ управления для PLC осуществляются с помощью специализированного программного обеспечения. К этому классу инструментального ПО относятся пакеты ISaGRAF (CJ International) — Франция/США, Conrol (Wonderware) — США, Paradym 31 (Intellution) — США и другие.

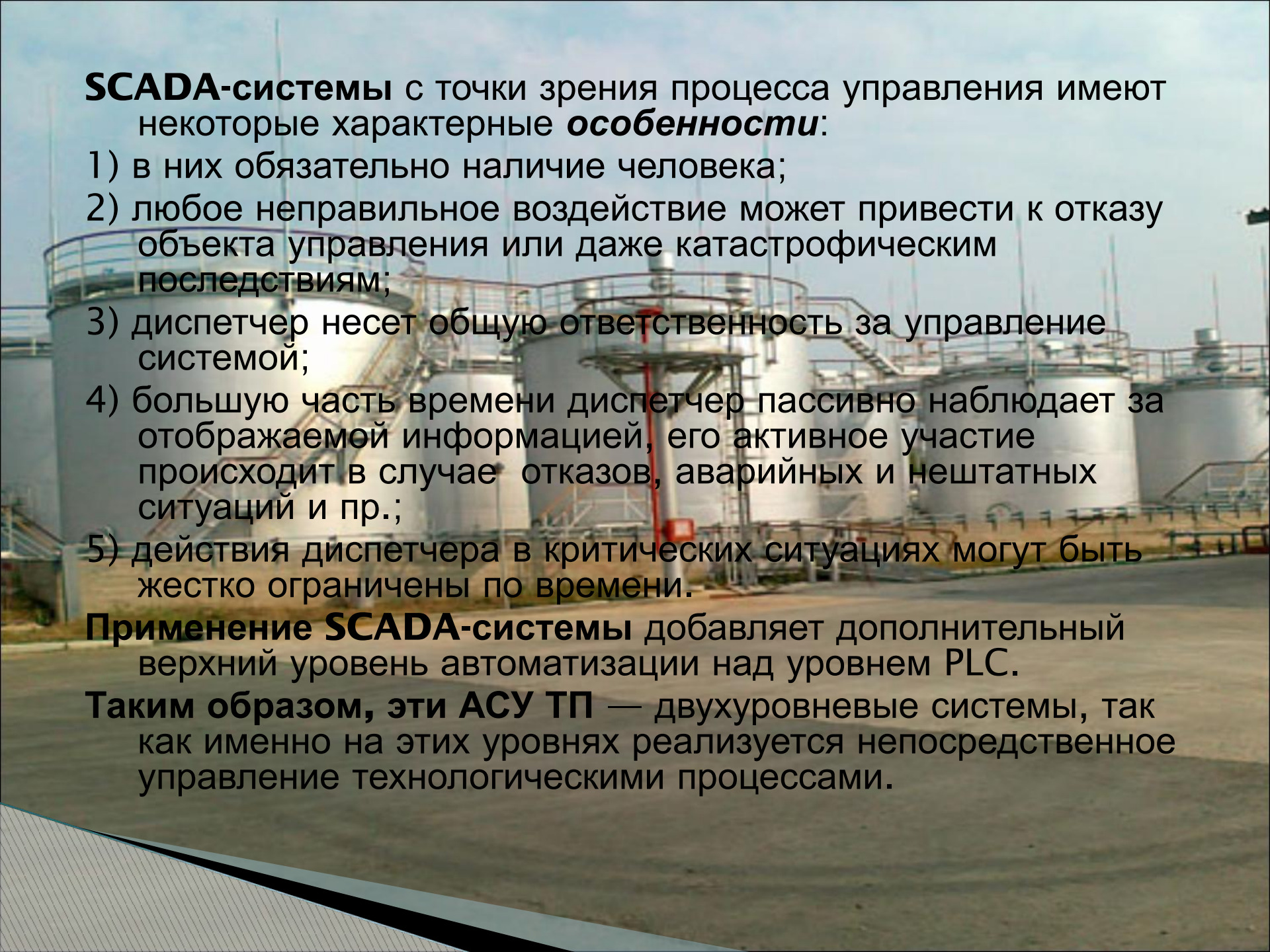
SCADA-системы

Предшественниками SCADA-систем были так называемые *телеметрические системы для дистанционного мониторинга* небольшого числа параметров.

Для построения эффективных и надежных систем диспетчерского управления необходимо применение нового подхода при разработке таких систем:

human-centered design (сверху вниз), т.е. ориентация в первую очередь на человека-оператора (диспетчера) и его задачи, вместо традиционного и повсеместно применявшегося подхода ***hardware-centered*** (снизу вверх), в котором при построении системы основное внимание уделялось выбору и разработке технических средств.

Классическими объектами управления с применением SCADA- систем являются нефтепроводы, газопроводы, водопроводы, удаленные электрораспределительные подстанции и т.д.

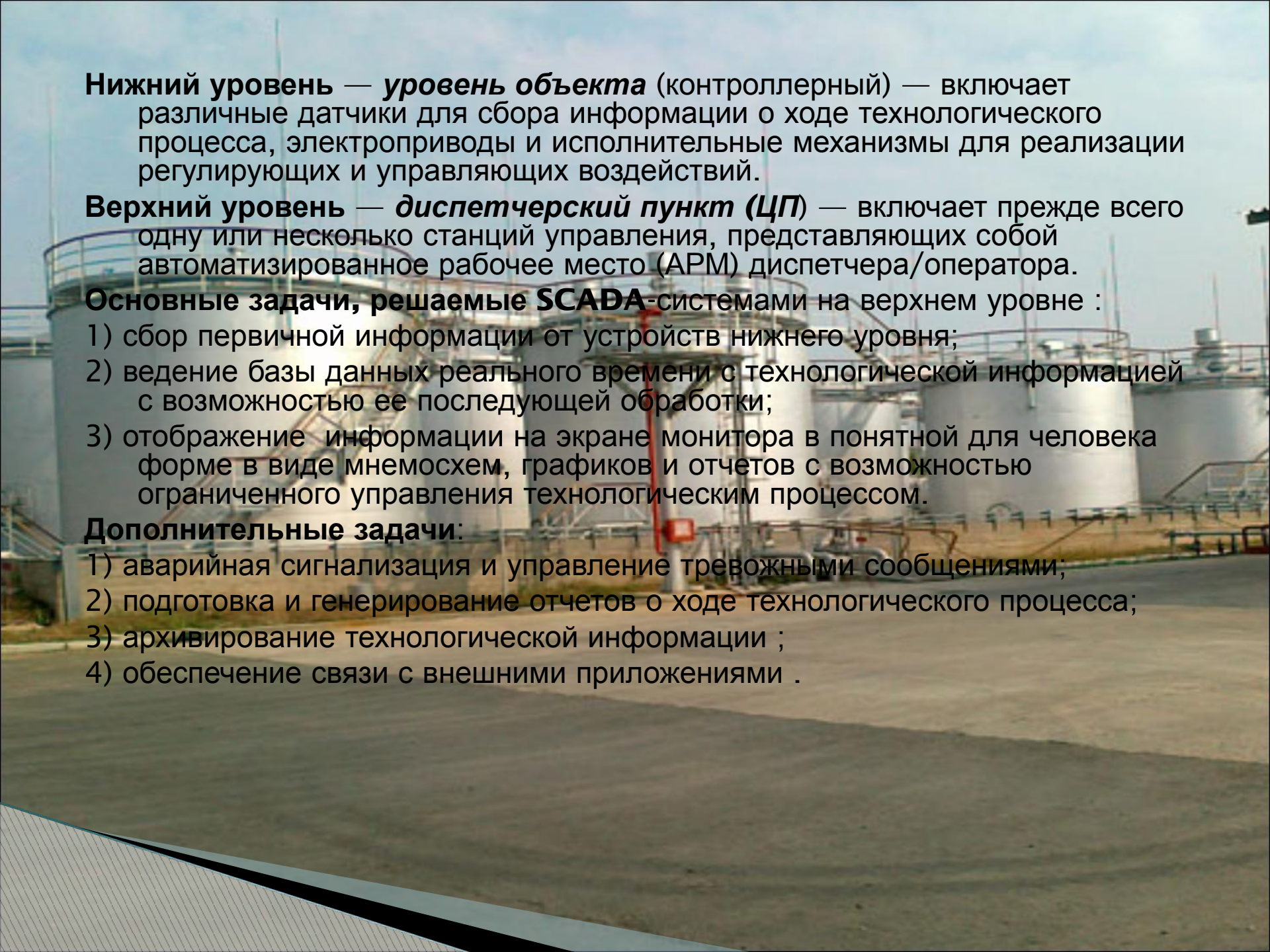


SCADA-системы с точки зрения процесса управления имеют некоторые характерные **особенности**:

- 1) в них обязательно наличие человека;
- 2) любое неправильное воздействие может привести к отказу объекта управления или даже катастрофическим последствиям;
- 3) диспетчер несет общую ответственность за управление системой;
- 4) большую часть времени диспетчер пассивно наблюдает за отображаемой информацией, его активное участие происходит в случае отказов, аварийных и нештатных ситуаций и пр.;
- 5) действия диспетчера в критических ситуациях могут быть жестко ограничены по времени.

Применение SCADA-системы добавляет дополнительный верхний уровень автоматизации над уровнем PLC.

Таким образом, эти АСУ ТП — двухуровневые системы, так как именно на этих уровнях реализуется непосредственное управление технологическими процессами.



Нижний уровень — уровень объекта (контроллерный) — включает различные датчики для сбора информации о ходе технологического процесса, электроприводы и исполнительные механизмы для реализации регулирующих и управляющих воздействий.

Верхний уровень — диспетчерский пункт (ЦП) — включает прежде всего одну или несколько станций управления, представляющих собой автоматизированное рабочее место (АРМ) диспетчера/оператора.

Основные задачи, решаемые SCADA-системами на верхнем уровне :

- 1) сбор первичной информации от устройств нижнего уровня;
- 2) ведение базы данных реального времени с технологической информацией с возможностью ее последующей обработки;
- 3) отображение информации на экране монитора в понятной для человека форме в виде мнемосхем, графиков и отчетов с возможностью ограниченного управления технологическим процессом.

Дополнительные задачи:

- 1) аварийная сигнализация и управление тревожными сообщениями;
- 2) подготовка и генерирование отчетов о ходе технологического процесса;
- 3) архивирование технологической информации ;
- 4) обеспечение связи с внешними приложениями .

Для решения этих задач у современных SCADA-систем имеются основные компоненты:

- 1) сервер ввода/вывода, обеспечивающий передачу данных между физическими устройствами ввода/вывода и остальными модулями

SCADA-системы;

- 2) база данных реального времени, которая собирает, хранит и отдает информацию по требованию других компонентов;
- 3) клиент визуализации, обеспечивающий операторский интерфейс: отображает данные, поступающие от других модулей SCADA-системы, и управляет выполнением команд оператора;
- 4) сервер тревог, который отслеживает данные, сравнивает их с допустимыми пределами, проверяет выполнение заданных условий ;
- 5) сервер трендов, который собирает и регистрирует трендовую информацию, позволяя отображать развитие процесса в реальном масштабе времени или в ретроспективе в виде графиков;
- 6) сервер отчетов, генерирующий отчеты по истечению определенного времени, при возникновении определенного события или по запросу оператора.

Программный пакет SCADA состоит из *двух частей*:

- среды разработки;
- среды исполнения.

Управляющие системы SCADA строятся с использованием аппаратной и программной технологий разных производителей и COTS-технологий, нормативная база которых развивается и поддерживается как в рамках международных, так и национальных организаций по стандартизации.

Программные продукты класса SCADA широко представлены на мировом рынке. Это несколько десятков SCADA-систем, многие из которых разрабатываются и в России. Наиболее популярные из них: *InTouch (Wonderware)* — США; *Citect (CI Technology)* — Австралия; *Genesis (Iconics Co)* — США; *Factory Link (United States Data Co)* — США; *TraceMode (AdAstrA)* — Россия.

Распределенные системы управления

Распределенные системы управления (РСУ) изначально были ориентированы на задачи обрабатывающей промышленности, в которых преобладали задачи **непрерывного управления**, что требовало больших вычислительных ресурсов и более сложных и дорогих компонентов систем автоматизации.

Для большинства РСУ характерна **трехуровневая модель** построения.

На нижнем уровне располагаются полевые приборы, которые с помощью электрических кабелей подключаются к подсистеме полевого ввода/вывода .

На среднем уровне находятся **контроллеры (CPU)**.

Верхний уровень — это уровень операторского управления, объединяющий серверы и операторские рабочие станции, и выполняющий функции, сходные со SCADA-системами.

Сферы применения РСУ многочисленны: нефте- и газопереработка, химия, нефтехимия, энергоснабжение, металлургия и т.п.

Программные продукты класса РСУ широко представлены на мировом рынке. Наиболее популярные из них: *DeltaV {Emerson Process Managment}*; *I/A Series {Foxboro}*; *CENTUM CS 3 000 {Yokogawa}*.

Понятие промышленной сети передачи данных, ее основные характеристики

Промышленные сети передачи данных — это базовый элемент для построения современных АСУ ТП.

Промышленная сеть — это среда передачи данных, набор стандартных протоколов обмена данными, позволяющих связать воедино оборудование различных производителей, а также обеспечить взаимодействие нижнего и верхнего уровней АСУ.

Устройства, подключенные к сети, используют ее для следующих **целей**:

- 1) передачи данных между датчиками, контроллерами и исполнительными механизмами;
- 2) диагностики и удаленного конфигурирования датчиков и исполнительных механизмов;
- 3) калибровки датчиков;
- 4) питания датчиков и исполнительных механизмов;
- 5) передачи данных между датчиками и исполнительными механизмами, минуя центральный контроллер;
- 6) связи между датчиками, исполнительными механизмами, ПЛК и верхним уровнем АСУ ТП;
- 7) связи между контроллерами и системами человекомашинного интерфейса.

Параметрами промышленных сетей являются:

- топология сети;
- объем информационного сервиса, предоставляемого сетью;
- способ доступа к физическому каналу передачи данных.

Сетевая топология означает способ (тип) сетевого объединения различных устройств.

Существует несколько топологий, отличающихся друг от друга по **трем основным критериям**: режим доступа к сети; средства контроля передачи и восстановления данных; возможность изменения числа узлов сети.

Эти топологии называются: общая шина, кольцо и звезда.

В топологии звезда вся информация передается через некоторый центральный узел, так называемый обрабатывающий компьютер.

В кольцевой структуре информация передается от узла к узлу по физическому кольцу.

Самым распространенным типом является общая шина. В шинной структуре все устройства подсоединены к общей среде передачи данных, или шине. В отличие от кольца адресат получает свой информационный пакет без посредников.



Информационный сервис, предоставляемый сетью, в соответствии с моделью Международной организации по стандартизации (*ISO/OSI*) имеет **семь уровней**.

1. **Физический уровень** - на нем определяются физические характеристики канала связи и параметры сигналов.
2. **Канальный уровень** - формирует основную единицу передаваемых данных — пакет — и отвечает за дисциплину доступа устройства к каналу связи и установление логического соединения.
3. **Сетевой уровень** - отвечает за адресацию и доставку пакета по оптимальному маршруту.
4. **Транспортный уровень** разбирается с содержимым пакетов, формирует ответы на запросы или организует запросы, необходимые для уровня сессий.
5. **Уровень сессий** - оперирует сообщениями и координирует взаимодействие между участниками сети.
6. **Уровень представления** - занимается преобразованием форматов данных, если это необходимо.
7. **Прикладной уровень** — это набор интерфейсов, доступных программе пользователя, он обеспечивает непосредственную поддержку прикладных процессов и программ конечного пользователя и управление взаимодействием этих программ с различными объектами сети передачи данных.

Большинство промышленных сетей ограничивается *тремя уровнями*: физическим, канальным и прикладным.

Тип доступа к физическому каналу определяет регламент использования отдельными устройствами общей линии связи. Существуют **два метода** упорядоченного доступа: **централизованный** и **децентрализованный**.

Наибольшее распространение получил децентрализованный доступ с переходящими функциями мастера от одного участника (узла сети) к другому. Во всем мире широко приняты и используются **две модели** децентрализованного доступа: **с коллизиями** и **без коллизий**.

Основная масса промышленных сетевых протоколов использует доступ без коллизий по принципу «запрос — ответ» или с помощью передачи маркера, обеспечивающий четкое и ритмичное сетевое взаимодействие.

В целом промышленная сеть имеет следующие **достоинства**:

- 1) в несколько раз снижается расход на кабель и его прокладку;
- 2) увеличивается допустимое расстояние до подключаемых датчиков и исполнительных устройств;
- 3) упрощается управление сетью датчиков и исполнительных механизмов;
- 4) упрощается модификация системы при изменении типа датчиков;
- 5) обеспечиваются дистанционная настройка и диагностика датчиков.

В качестве недостатков:- при обрыве кабеля теряется возможность получать данные и управлять не одним, а несколькими устройствами.

-для повышения надежности приходится резервировать каналы связи или использовать кольцевую топологию сети.

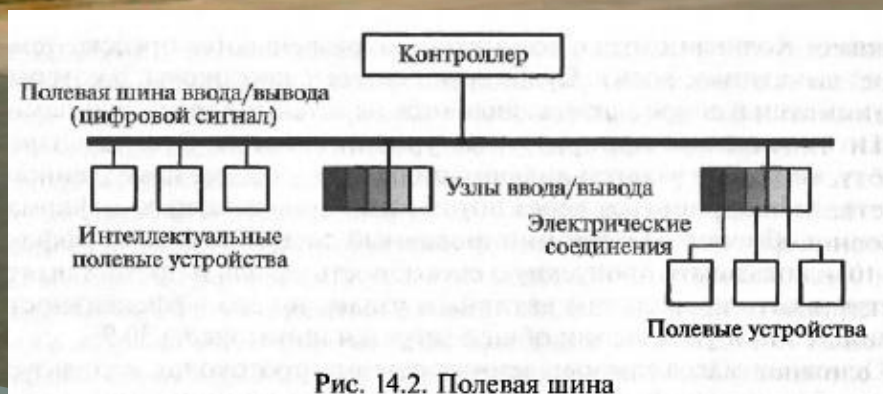
Обзор некоторых промышленных сетей

В зависимости от области применения весь спектр промышленных сетей можно разделить на два уровня:

- 1) сети верхнего (операторского) уровня ;
- 2) сети для системного уровня, или полевые шины, которые решают задачи по управлению процессом производства, сбором и обработкой данных на уровне промышленных контроллеров.

Главной функцией полевой шины (рис. 14.2) является обеспечение сетевого взаимодействия между контроллерами и удаленной. Помимо этого к

полевой шине могут подключаться различные контрольно-измерительные приборы, снабженные соответствующими сетевыми интерфейсами.



Современные полевые шины должны удовлетворять определенным техническим требованиям:

- 1) работа в реальном времени;
- 2) возможность использования в сетях большой протяженности ;
- 3) наличие защиты от электромагнитных наводок.

По типу физической среды полевые шины делятся на два типа:

- на базе оптоволоконного кабеля;
- на базе медного кабеля.

Преимущества оптоволокна очевидны: возможность построения протяженных коммуникационных линий; большая полоса пропускания; иммунитет к электромагнитным помехам; возможность прокладки во взрывоопасных зонах.

Недостатки: относительно высокая стоимость кабеля; сложность физического подключения и соединения кабелей, снижение надежности в условиях низких температур.

Человекомашинные интерфейсы. **HMI** на базе рабочих станций оператора

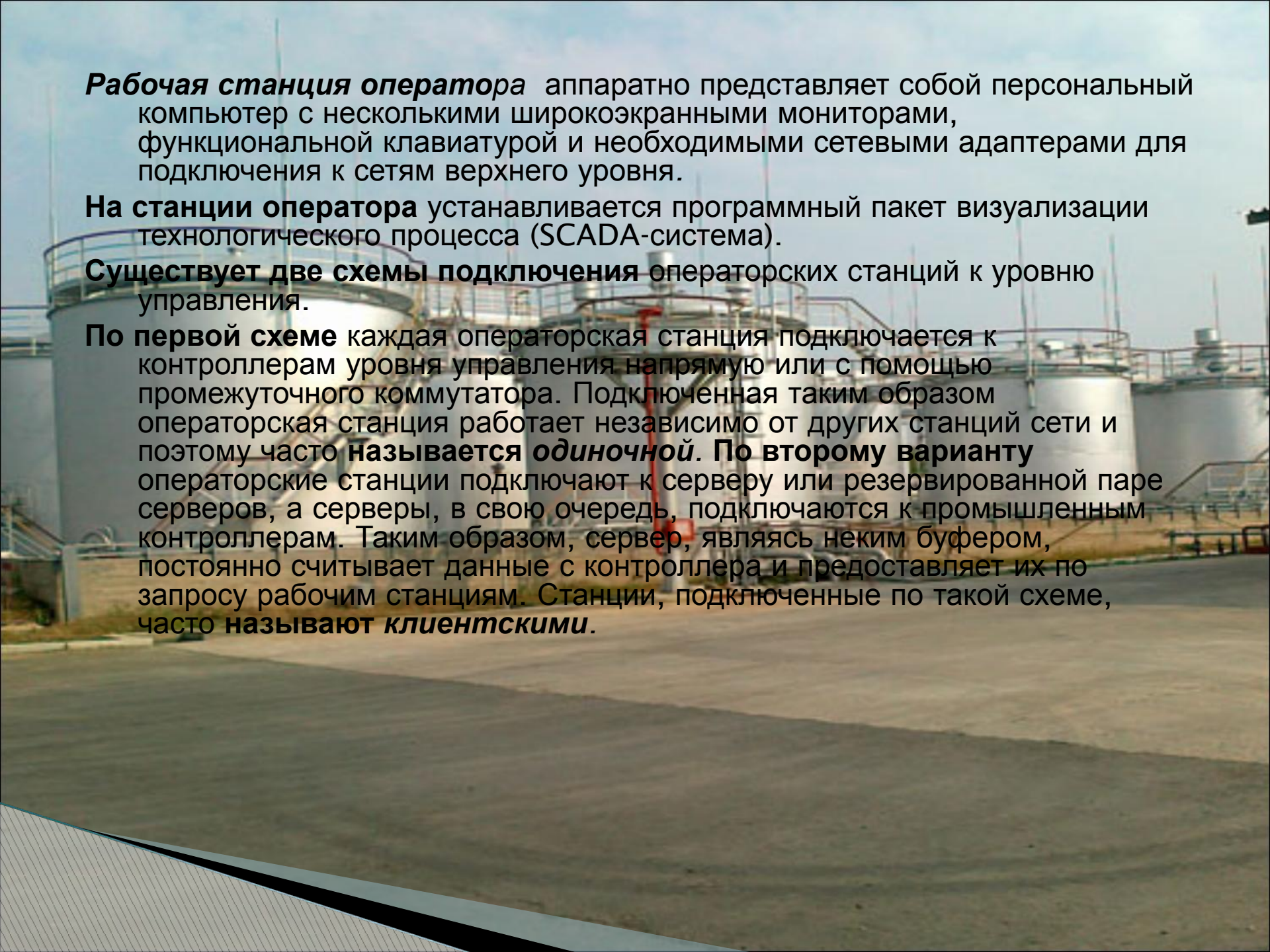
Очень важным моментом в системе управления является организация взаимодействия между человеком и программно-аппаратным комплексом. Обеспечение такого взаимодействия является задачей

человекомашиного интерфейса. (***HMI - human machine interface***).

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

В современных АСУ ТП HMI 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.



Рабочая станция оператора аппаратно представляет собой персональный компьютер с несколькими широкоэкранными мониторами, функциональной клавиатурой и необходимыми сетевыми адаптерами для подключения к сетям верхнего уровня.

На станции оператора устанавливается программный пакет визуализации технологического процесса (SCADA-система).

Существует две схемы подключения операторских станций к уровню управления.

По первой схеме каждая операторская станция подключается к контроллерам уровня управления напрямую или с помощью промежуточного коммутатора. Подключенная таким образом операторская станция работает независимо от других станций сети и поэтому часто **называется одиночной**. **По второму варианту** операторские станции подключают к серверу или резервированной паре серверов, а серверы, в свою очередь, подключаются к промышленным контроллерам. Таким образом, сервер, являясь неким буфером, постоянно считывает данные с контроллера и предоставляет их по запросу рабочим станциям. Станции, подключенные по такой схеме, часто называют **клиентскими**.

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.

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.