**Современная модель иерархической структуры АСУ ТП**

Иерархическая структура автоматизированной системы управления технологическим процессом (АСУ ТП) делится на три уровня:

1. **Полевой уровень** — датчики, исполнительные механизмы, контроллеры, подключенные к объектам управления.
2. **Уровень управления** — программируемые логические контроллеры (ПЛК), осуществляющие обработку данных с полевого уровня.
3. **Уровень диспетчерского контроля** — SCADA-системы для визуализации, мониторинга и управления процессами.

**Компоненты АСУ ТП:**

* Датчики и исполнительные механизмы.
* Программируемые логические контроллеры (ПЛК).
* Коммуникационные сети (Modbus, OPC и др.).
* SCADA-системы для диспетчеризации.
* Серверы и рабочие станции.

**Программируемый логический контроллер (ПЛК)**

**Виды ПЛК:**

* **Компактные ПЛК:** Все компоненты интегрированы в одном корпусе.
* **Модульные ПЛК:** Компоненты устанавливаются в виде отдельных модулей.
* **Расширяемые ПЛК:** Позволяют добавлять модули для увеличения функциональности.

**Основные компоненты ПЛК:**

* Процессорный модуль (CPU).
* Модули ввода/вывода.
* Коммуникационные модули.
* Источник питания.

**Функции ПЛК:**

* Сбор и обработка данных.
* Управление технологическими процессами.
* Взаимодействие с устройствами через протоколы связи.
* Архивирование данных.

**Функции процессорного модуля ПЛК:**

* Выполнение программ пользователя.
* Обработка прерываний.
* Диагностика состояния системы.

**Роль языка Си:**

* Язык Си используется для написания сложных алгоритмов, требующих высокой производительности и гибкости.

**Развитие программного обеспечения ПЛК:**

* Переход от локальных систем к облачным и IoT-системам.
* Интеграция с современными языками программирования.

**Программный цикл системы управления ПЛК:**

1. Сбор данных с устройств.
2. Обработка программы пользователя.
3. Обновление выходных данных.
4. Диагностика и архивирование.

**Способы отладки и удаленной разработки:**

* Симуляция работы контроллера в IDE.
* Удаленный доступ через VPN.
* Использование встроенных отладчиков.

**Резервированные системы**

* **1OO2** (один из двух) — резервная система с повышенной надежностью.
* **2OO2** (два из двух) — система с высокой степенью отказоустойчивости.

**Стандарт МЭК 61131-3**

**Прямо представленные переменные:** Определяются типом данных (BOOL, INT, REAL и др.).

**Секции переменных:**

* VAR — общие переменные.
* VAR\_INPUT — входные данные.
* VAR\_OUTPUT — выходные данные.
* VAR\_TEMP — временные переменные.

**Пользовательские типы данных:** Структуры, перечисления и массивы.

**Массивы:** Определяются как набор элементов одного типа, доступных по индексу. Прямо представленный массив: массив, значения которого связаны с физическими адресами.

**Сохраняемые переменные:**

* **Глобальные** — доступны во всей программе.
* **Локальные** — видимы только в пределах определенной области кода.

**Протоколы Modbus**

**Modbus-TCP:** Используется в сетях Ethernet.

**Модель OSI:** Протокол работает на транспортном уровне.

**Структура кадра:**

* Заголовок MBAP (Modbus Application Protocol Header).
* Данные.

**Modbus-RTU:** Используется для последовательной передачи данных.

**Структура кадра:**

* Адрес устройства.
* Код функции.
* Поле данных.
* CRC.

**Modbus-ASCII:** Форматирует данные в ASCII-символах.

**Коды функций Modbus:** Определяют тип операции (чтение, запись и т.д.).

**Отличия протоколов:**

* Modbus-RTU и Modbus-ASCII работают на физическом уровне.
* Modbus-TCP использует Ethernet.

**SCADA-системы**

**Назначение:**

* Мониторинг и управление технологическими процессами.

**Особые состояния:**

* Обработка аварий.
* Уведомления операторов.

**Примеры SCADA-систем:** Wonderware, MasterSCADA, WinCC.

**Компоненты SCADA:**

* **Режим разработки:** Инструменты для создания интерфейсов и логики.
* **Режим исполнения:** Работа системы в реальном времени.

**Функции SCADA:**

* Визуализация процессов.
* Архивирование данных.
* Уведомления.

**ПО MasterSCADA 4D:**

* **Назначение:** Создание визуализации и управления процессами.
* **Функции:** Тренды, оповещения, встроенные библиотеки.

**Стандарты OPC**

**Применение OPC:** Связь между устройствами различных производителей.

**OPC туннель:** Передача данных через защищенные соединения.

**Архитектура OPC UA:**

* Использует шифрование и сертификацию.

**Отличия:**

* OPC UA поддерживает более сложные структуры данных.
* OPC DA ограничен работой с реальными значениями.

**Шифрование пакетов:** Используется для обеспечения безопасности передачи данных.