

**Автоматизированные системы
управления электротехническим
оборудованием
электростанций и подстанций**

Оборудование электростанций и подстанций

По назначению оборудование электрических установок разделяют на две группы:

- ❑ **Оборудование первичных электрических цепей** принимает непосредственное участие в производстве, преобразовании и передаче электрической энергии (генераторы, трансформаторы, электродвигатели, выключатели, разъединители).
- ❑ **Оборудование вторичных электрических цепей** обеспечивает управление первичным оборудованием, автоматизацию его работы и контроль в процессе эксплуатации (контрольно-измерительные приборы, аппаратура защиты, автоматики, управления и сигнализации, щитовые устройства, контрольные кабели).

Примеры первичного оборудования:

Генератор



Электродвигатель собственных нужд

Силовой трансформатор



Примеры вторичного оборудования:

Панели управления и защит

Релейный отсек шкафа КРУ-10кВ

Контрольные кабели



Реализация систем контроля и управления (СКУ)

Традиционно для реализации систем контроля и управления первичным оборудованием использовалась *релейная техника*.

В настоящее время при модернизации систем управления и при вводе нового оборудования обычно внедряются автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУ ТП) на основе *микропроцессорных программно-технических комплексов (ПТК)*.

Объект изучения – АСУ ТП электроустановок.

Основные особенности при переходе к ПТК

При реализации СКУ на традиционных средствах рабочей документации проектной организации было достаточно для закупки аппаратуры, монтажа и наладки системы, а всю логику, реализованную на реле, можно было «потрогать руками».



При реализации алгоритмов на микропроцессорной технике существенная часть проекта уходит в область информационных технологий.

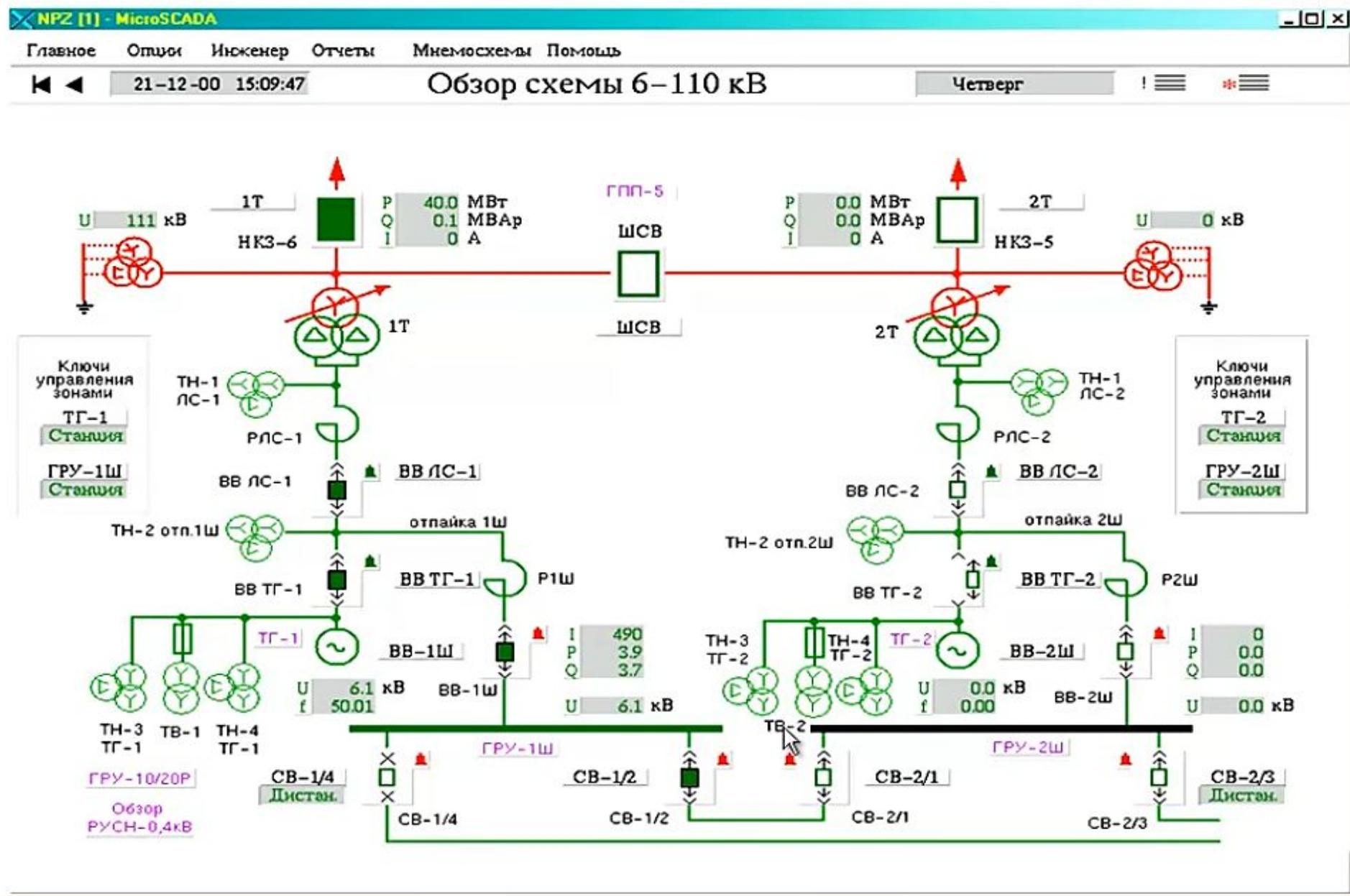
Проекты разделились на:

- ❑ *проекты нижнего (полевого) уровня*, реализуемые проектными, монтажными и наладочными организациями;
- ❑ *проекты верхнего (микропроцессорного) уровня*, реализуемые обычно поставщиками программно-технических комплексов или инжиниринговыми организациями.

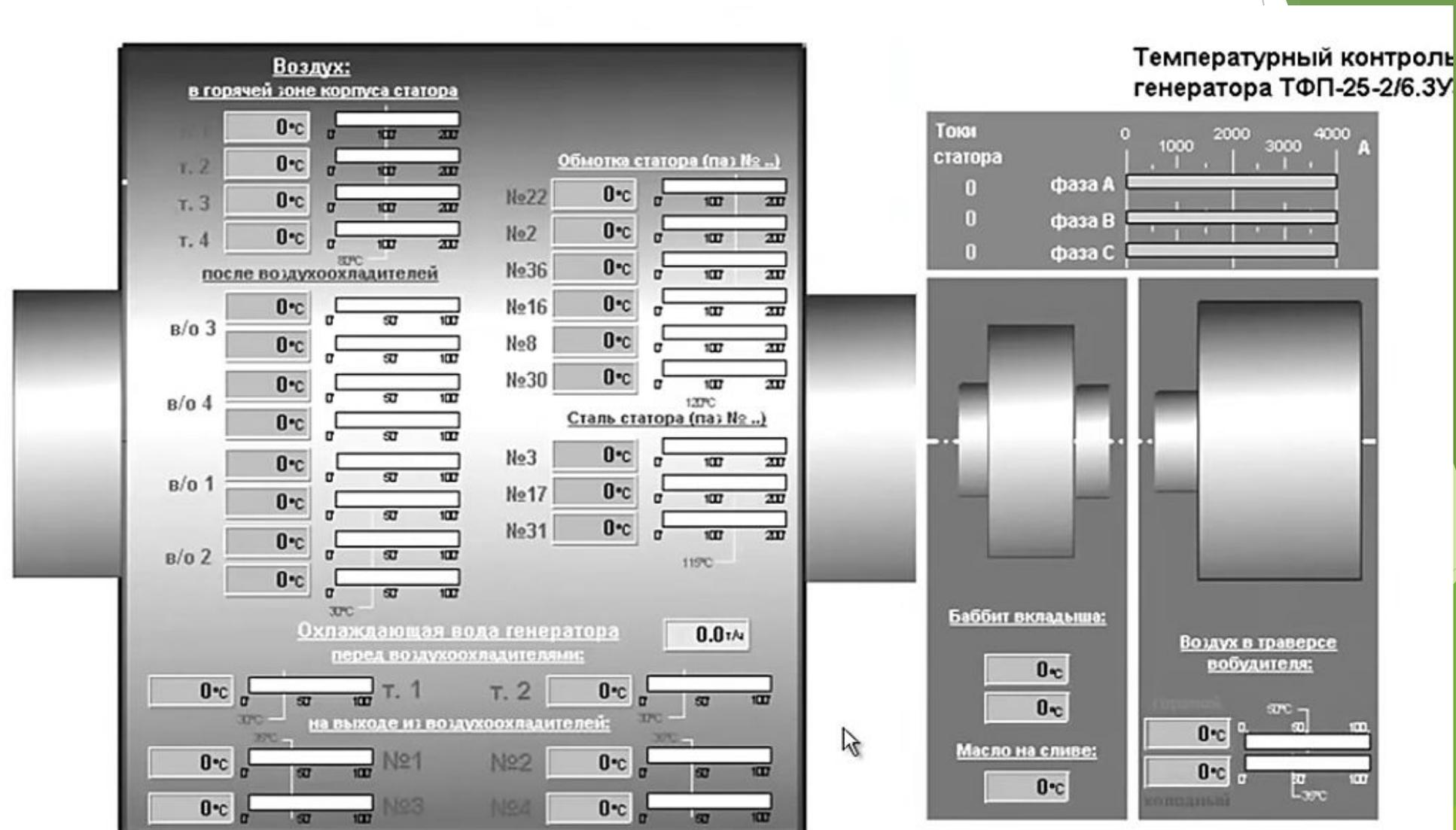
Щит управления с автоматизированными рабочими местами (АРМ) оперативного персонала



АРМ оперативного персонала (мнемосхема)



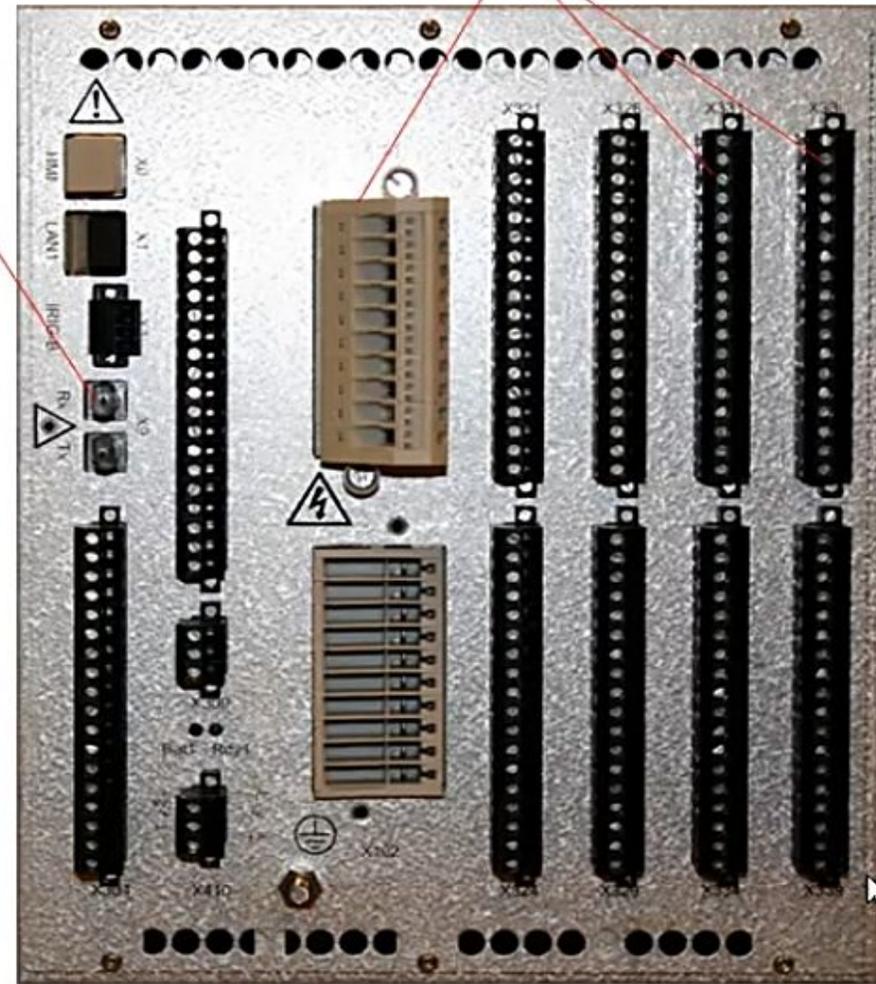
АРМ оперативного персонала (мнемосхема)



Микропроцессорное устройство (ИЭУ)

Цифровые каналы

Разъёмы модулей устройства
сопряжения с объектом (УСО)



Программирование контроллеров с «жесткой» логикой

Пароли Диагностика Seram Состояние входов, выходов и ламп Состояние телесигналов

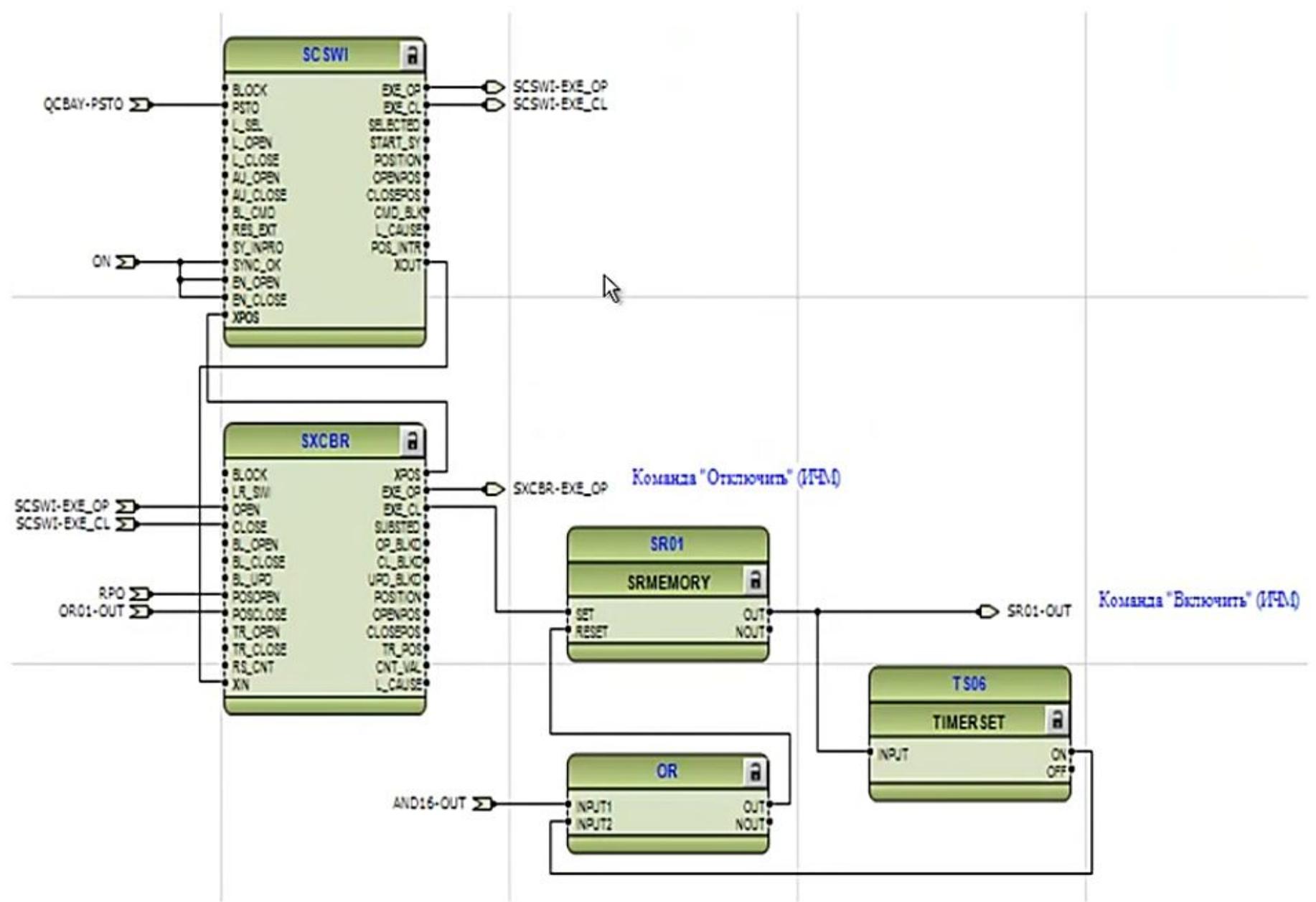
Конфигурирование Seram Настройки Основные характеристики **Логика управления**

Установка параметров логики управления

	ВКЛ	Удерж.	01	02	03	04	011	012	013	014	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	Запись ос
50/51-1	X										X								X	X
50/51-2	X											X							X	X
50N/51N-1													X						X	X
50N/51N-2		X												X					X	X
46		X																	X	X
79 Успешное АПВ																				
79 Неуспешное АПВ																				
I11	X																X			
I12	X																	X		
I13																				
I14	X																			
I21	X																			
I22																				
I23																				
I24																				
I25																				
I26																				
TCS	X																			
Повр. цепи упр.	X																			
Запуск защит	X																			X
Готовность SERAM	X					X														

Редктирование назначения ламп Применить Отмена

Фрагмент программы ИЭУ



Сетевые коммутаторы



Цифровые протоколы

Существует большое количество протоколов обмена. Среди них:

- ❑ Протокол Modbus является одним из самых распространенных в мире. Одним из преимуществ Modbus является сетевой обмен по типу «ведущий/ведомый».
- ❑ Протокол МЭК 104 (МЭК 101) использует принцип передачи измерений, принятый в телемеханике.
- ❑ Протокол МЭК 61850 («Сети и системы связи на подстанциях») – это набор стандартов для систем автоматизации подстанций.

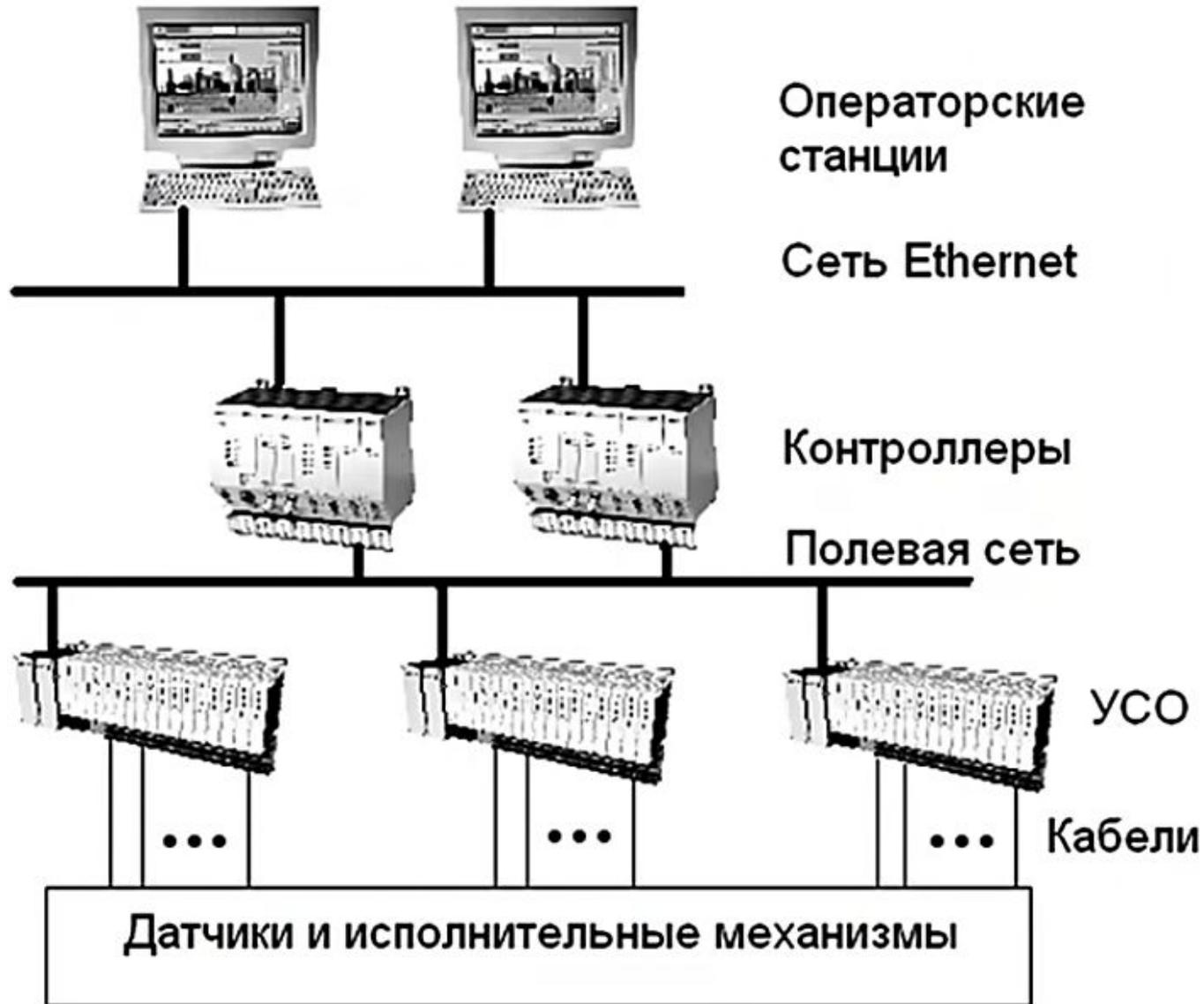
Управление электротехническим оборудованием

При автоматизации тепловой и электрической частей электростанций используются различные подходы и предъявляются разные требования к ПТК, так как динамика электрических процессов на порядки выше тепловых.

Контроль и управление электродвигателями собственных нужд обычно ведется в рамках технологических АСУ ТП.

Другие присоединения электростанций, а также оборудование на подстанциях управляются в рамках АСУ электротехническим оборудованием.

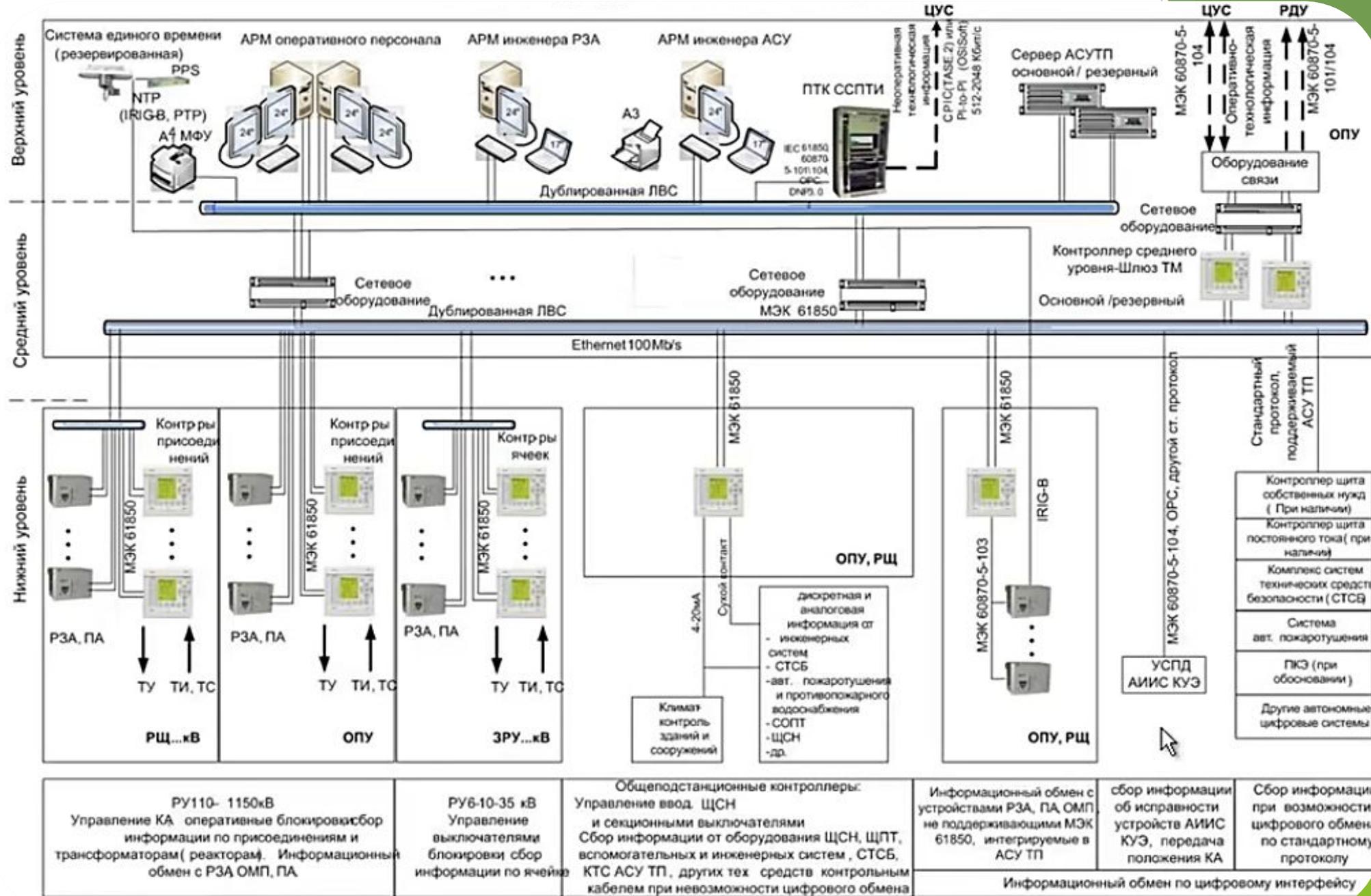
Пример структуры АСУ ТП ТМО ТЭС



Шкафы контроллеров и УСО



Типовая структурная схема АСУТП подстанции



Шкаф серверного и сетевого оборудования. Панели защит и управления



Программное обеспечение

Разработка программного обеспечения АСУ ТП требует сочетания знаний по информационным технологиям и специальным дисциплинам.

Разработку прикладного программного обеспечения АСУ ТП можно условно разделить на три части:

- ❑ программирование пользовательского интерфейса;
- ❑ программирование ИЭУ;
- ❑ конфигурирование цифрового обмена, формирование базы данных переменных.

Программное обеспечение верхнего уровня

Для программирования операторских станций и отображения на них информации при эксплуатации используются SCADA-системы (Supervisory Control and Data Acquisition).

SCADA-системы обеспечивают работу двух режимах: исполнения и проектирования.

В режиме исполнения осуществляется отображение информации на мнемосхемах операторских станций, прием управляющих команд от операторов для воздействия на исполнительные органы, формирование предупредительной и аварийной сигнализации, формирование и просмотр архивной информации.

В режиме проектирования с помощью специальных средств осуществляется разработка пользовательского интерфейса: прорисовка мнемосхем, описание трендов, условий возникновения событий и пр.

Программирование контроллеров по МЭК 61131

- ❑ **LD (Ladder Diagram)** является графическим языком, программа которая представляет собой аналог релейно-контактной схемы.
- ❑ **FBD (Functional Block Diagram)** является графическим функциональным языком программирования, использующим аналогию с цифровыми схемами. Программа на этом языке представляет собой совокупность функциональных блоков, соединенных линиями связи.
- ❑ **SFC (Sequential Function Chart)** является графическим языком, в котором программа описывается в виде последовательности шагов, объединенных переходами. Этот язык удобен когда нужно описывать последовательность различных операций, разнесенных во времени, с проверкой возникновения условий для их выполнения.
- ❑ **ST (Structured Text)** представляет собой текстовый язык высокого уровня.
- ❑ **IL (Instruction List)** являясь ассемблером виртуальной машины.

Основная задача курса

Изучить принципы организации АСУ ТП электроустановок и взаимодействия оборудования всех уровней:

- ❑ Схематические вопросы подключения датчиков и исполнительных устройств к модулям УСО программно-технического комплекса (ПТК)
- ❑ Конфигурирование ПТК
- ❑ Принципы разработки прикладного программного обеспечения для АРМ и ИЭУ
- ❑ Принципы организации цифрового обмена.

Основные разделы курса

- ❖ Микропроцессорные устройства защиты и управления для различных видов присоединений. Входные и выходные сигналы. Реализуемые функции.
- ❖ Конструктивное исполнение ИЭУ. Модули УСО. Цифровые интерфейсы.
- ❖ Организация цифровых сетей. Сетевые концентраторы Ethernet. Оптические и медные связи. Сеть на основе RS-485. Преобразователи интерфейсов.
- ❖ Протоколы цифрового обмена. Стандарт МЭК 61850.
- ❖ Операторский интерфейс ИЭУ. Органы контроля и управления. Графический экран. Работа с меню. Местное управление присоединением с помощью ИЭУ.
- ❖ Программные инструменты конфигурирования ИЭУ.
- ❖ Основные функции в системе наблюдения и управления SCADA.
- ❖ Разработка системы управления. Формирование базы данных переменных. Организация связи с ИЭУ. Создание пользовательского интерфейса.