



# Тренажер узловой подстанции 110/35/6кВ



## СОСТАВ УЗЛОВОЙ ПОДСТАНЦИИ 110/35/6кВ:

- ОРУ-110 кВ;
- ОРУ-35 кВ;
- КРУ-6 кВ;
- 2 трансформатора.

Акционерное общество  
«Тренажеры электрических станций и сетей»

117587, г. Москва,  
Варшавское шоссе, д. 125 Ж, корп. 6  
Тел. (495) 665-76-00, факс (495) 382-79-74  
e-mail: magid@testenergo.ru, www.testenergo.ru

## ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ

### Описание объекта.

**Полное наименование системы:** «Компьютерный тренажерно-аналитический комплекс – «Узловая подстанция 110/35/6 кВ районной электрической сети».

**Условное обозначение:** «Тренажер подстанции 110/35/6 кВ».

**Год выпуска:** 2011 год.

Компьютерный тренажерно-аналитический комплекс «Узловая подстанция 110/35/6 кВ районной электрической сети» построен на основе схемы ПС №16 НЯЦ Талгарской РЭС. Два трехобмоточных трансформатора связи объединяют три расщепленного устройства 110 кВ, 35 кВ и 6 кВ в единую электрическую схему.

Схема ОРУ-110 кВ, где семнадцать ячеек, из которых двенадцать линейных, две трансформаторных, одна обходного выключателя, одна шиносоединительного и одна резервная, представляет собой две системы сборных шин с обходной системой. Первая и вторая системы шин могут объединяться между собой посредством включения шиносоединительного выключателя. Обходной выключатель совместно с обходной системой шин позволяет вывести выключатель любого присоединения в ремонт без перерыва питания путем замещения его на обходной. Предусмотрена схема АВР, собранная на шиносоединительный выключатель, включающая его автоматически при исчезновении напряжения на одной из систем сборных шин.

Распределительное устройство 35 кВ состоит из двух секций, от которых питаются четыре воздушных линии 35 кВ. Два трансформатора связи являются источником рабочего питания двух секций, которые могут объединяться включением секционного выключателя 35 кВ, заведенного под схему АВР включающей выключатель при обесточивании одной из секций и отключении выключателя рабочего ввода питания. Таким образом осуществляется неявный резерв питания первой и второй секции 35 кВ. Аналогичным образом выглядит схема расщепленного устройства 6 кВ, которое питает фидеры потребителей и трансформаторы собственных нужд 6/0,4 кВ.

Как видно из вышесказанного, схема является достаточно гибкой и надежной, позволяющей осуществлять бесперебойное питание потребителей, выводить оборудование в ремонт без перерыва питания и эффективно ликвидировать аварийные ситуации.

### Состав тренажера:

В состав тренажера «Узловой подстанции 110/35/6 кВ районной электрической сети» входят:

1. Следующий графический материал:

1.1. *Главная мнемосхема.* На этой мнемосхеме изображена главная схема электрических соединений подстанции.

1.2. *Мнемосхема центрального щита управления* с ключами управления, приборами, мнемосхемами ОРУ-110, ОРУ-35, КРУ-6 и панелями сигнализации. Данная мнемосхема выполнена в полном соответствии с реальным щитом управления.

1.3. *Оперативная схема электрических соединений.* Отражены все присоединения на шинах, выведены параметры частоты, напряжений на шинах, мощностей и токов по присоединенным линиям, через трансформаторы.

1.4. *Мнемосхемы распределительных устройств* ОРУ-110кВ, ОРУ-35 кВ, КРУ-6кВ. На данных мнемосхемах отображаются коммутационные аппараты (выключатели, разъединители, заземляющие ножи), силовые и измерительные трансформаторы, а также электрические параметры работы оборудования (напряжения, токи, мощности, частота).

Все графические элементы (выключатели 110 кВ, разъединители 110 кВ, выключатели 6 кВ, трансформаторы) изображены по фотографиям реальных объектов, установленных на подстанции.

1.5. *Мнемосхема трансформаторов Т-1, Т-2.*

1.6. *Мнемосхемы, отображающие панели релейной защиты и автоматики.*

Данные мнемосхемы содержат:

- панели защит и автоматики воздушных линий 110 кВ;
- панели защит и автоматики трансформаторного оборудования;
- панели защит и автоматики ОРУ-110 кВ;
- панели защит и автоматики генераторов.

1.7. Средства для ведения телефонных переговоров.

1.8. Средства для проведения обходов, осмотров оборудования.

1.9. Средства по технике безопасности.

2. Всережимная математическая модель главной электрической схемы станции.
3. Модель защит, блокировок, сигнализаций и автоматики.
4. Развитая конфигурация сети.
5. Пульт инструктора.
6. Комплект аварийных ситуаций (задание с помощью специальной таблицы вводных).
7. Комплект автоматизированных сценариев тренировок с оценкой.
8. Сохранение режимов и запуск тренажера из любого сохраненного состояния.
9. Протоколирование: действий оператора, ошибок, сигнализаций, защит, блокировок.
10. Система поддержки оператора.
11. Простота запуска и выключения тренажера.
12. Оптимизация программного обеспечения (с применением современных информационных технологий и современных методов моделирования) с возможностью установки тренажера на одном компьютере.

#### **Математическое описание тренажера.**

В состав тренажера входят математические модели:

- электрической цепи;
- трансформаторов;
- коммутационных аппаратов;
- средств РЗА.

Модель электрической цепи основана на системе дифференциальных уравнений, выражающих законы Кирхгофа, и описывает динамику напряжений, токов и частоты во всех режимах, включая аварийные.

В состав математического описания тренажера входят следующие подсистемы:

1. ОРУ-110 кВ.
2. ОРУ-35 кВ.
3. КРУ-6 кВ.
4. Трансформатор Т-1.
5. Трансформатор Т-2.
6. Релейные защиты.
7. Сигнализация.

#### **Состав базовых автоматизированных сценариев тренировок.**

Каждое задание составлено на основе эксплуатационных инструкций, действующих на электростанции, и представляет собой одну из стандартных технологических операций. Тренажер снабжен стандартным набором заданий для тренировок, после выполнения которых, автоматически выставляется оценка:

1. Вывод в ремонт ВЛ 110 кВ №118И.
2. Ввод в работу ВЛ 110 кВ №118И.
3. Вывод в ремонт Т-1.
4. Ввод в работу Т-1.
5. Вывод в ремонт 1 СШ 110 кВ.
6. Ввод в работу 1 СШ ОРУ-110 кВ.
7. Вывод в ремонт ВМ-110 кВ ВЛ-120И с включением линии через обходной выключатель.
8. Включение ВМ-110 кВ ВЛ-120И переводом с обходного на «свой» выключатель.
9. Вывод в ремонт 2 СШ 35 кВ.
10. Ввод в работу 2 СШ 35 кВ.
11. Вывод в ремонт 2 секции 6 кВ.
12. Ввод в работу 2 секции 6 кВ.
13. Вывод в ремонт ВМ-110 кВ Т-2 с включением Т-2 через ОВМ.
14. Ввод в работу ВМ-110 кВ Т-2 с переходом с ОВМ.

#### **Состав противоаварийных сценариев тренировок.**

Помимо базовых сценариев для тренировок в штатных режимах, в тренажере предусмотрены автоматизированные противоаварийные сценарии с контролем и компьютерной оценкой.

В каждое из этих заданий заложен один из наиболее распространенных аварийных режимов и пошаговое описание действий оператора в такой ситуации.

1. Аварийное отключение Т-1 из-за КЗ в трансформаторе.
2. Отключение 1 СШ 110 кВ из-за КЗ на СШ.
3. Отключение 1 СШ из-за КЗ на присоединении и отказа выключателя присоединения.
4. Аварийное отключение ВЛ-110 кВ №118И из-за короткого замыкания на этой ЛЭП.

#### **Состав аварийных ситуаций.**

В тренажер включен стандартный набор аварийных ситуаций, служащих для подготовки оперативного персонала к парирующим действиям:

- короткие замыкания, в том числе однофазные и межфазные, на всех линиях, шинах, трансформаторах;
- отказы в работе любых коммутационных аппаратов, защит, блокировок.

Аварии и отказы в работе оборудования задаются с помощью таблиц вводных.

### **Технические требования**

Для функционирования тренажера необходимы:

процессор с частотой не менее 2ГГц;

оперативная память емкостью не менее 4Гб;

свободная дисковая память емкостью не менее 2 Гб;

видеокарта с внутренней памятью не менее 128 Мб;

монитор с разрешением не менее 1920×1080 (рекомендуемое разрешение 1920×1200), для удобства возможно использование нескольких мониторов;

звуковая карта и колонки;

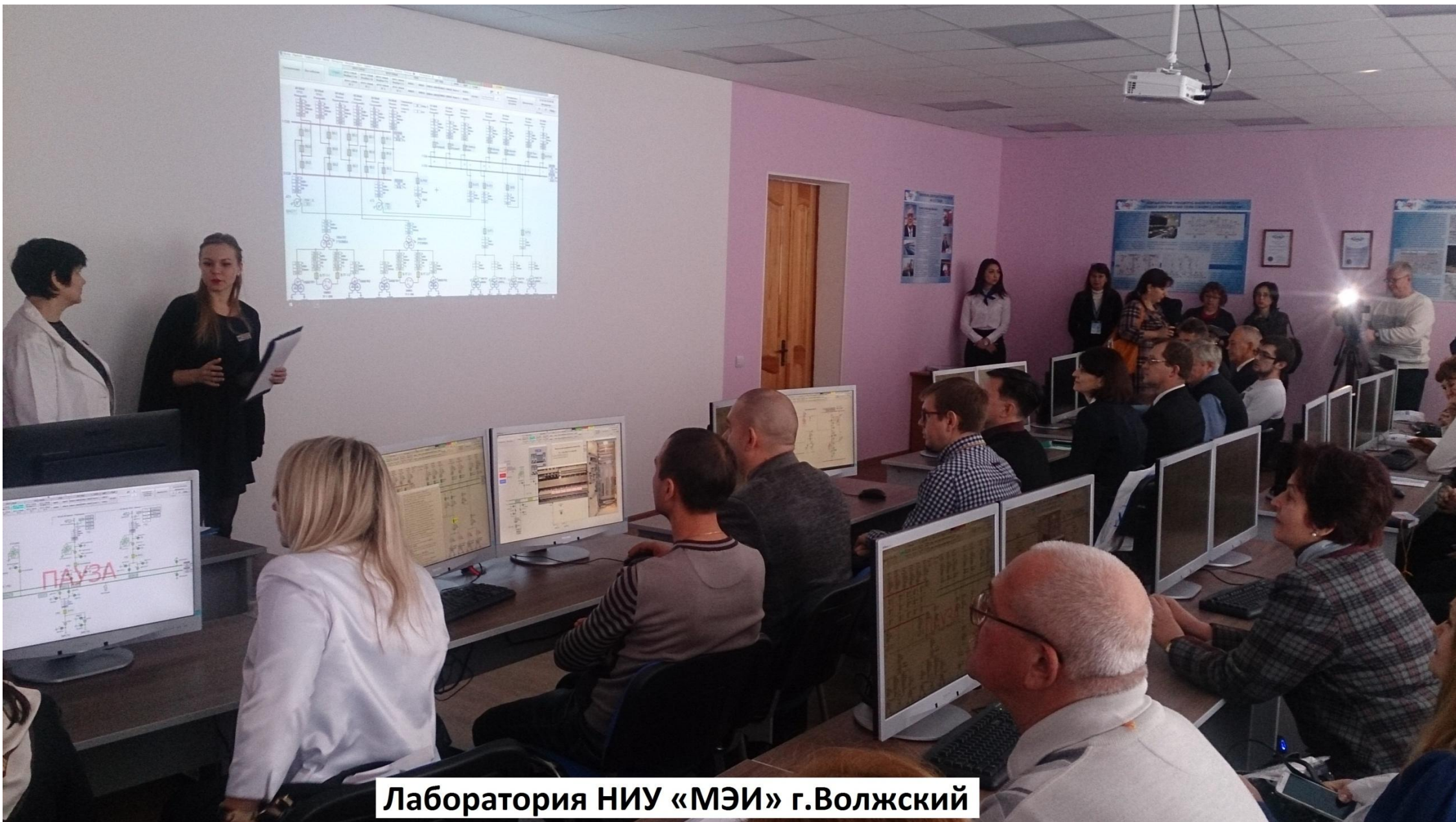
клавиатура, мышь;

сетевая карта 100Мбит (для сетевого варианта Тренажера);

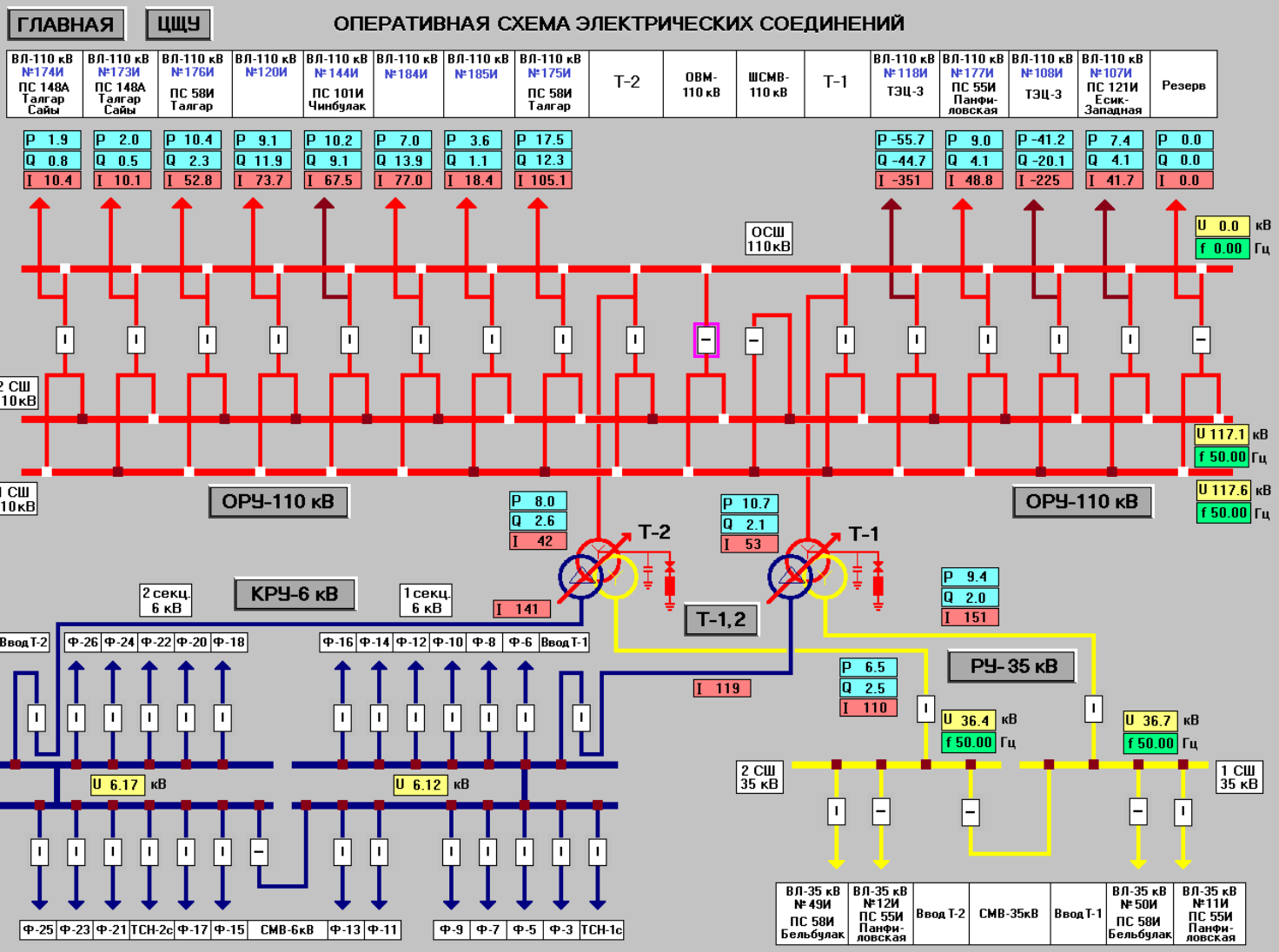
В случае, если требуется печать выходных документов (протоколов, графиков и т.п.), подключите к компьютеру принтер;

Тренажер предназначен для работы в среде Microsoft Windows 10/8/7/Vista/XP. Для работы Тренажера необходимо установить сервер баз данных MySQL.



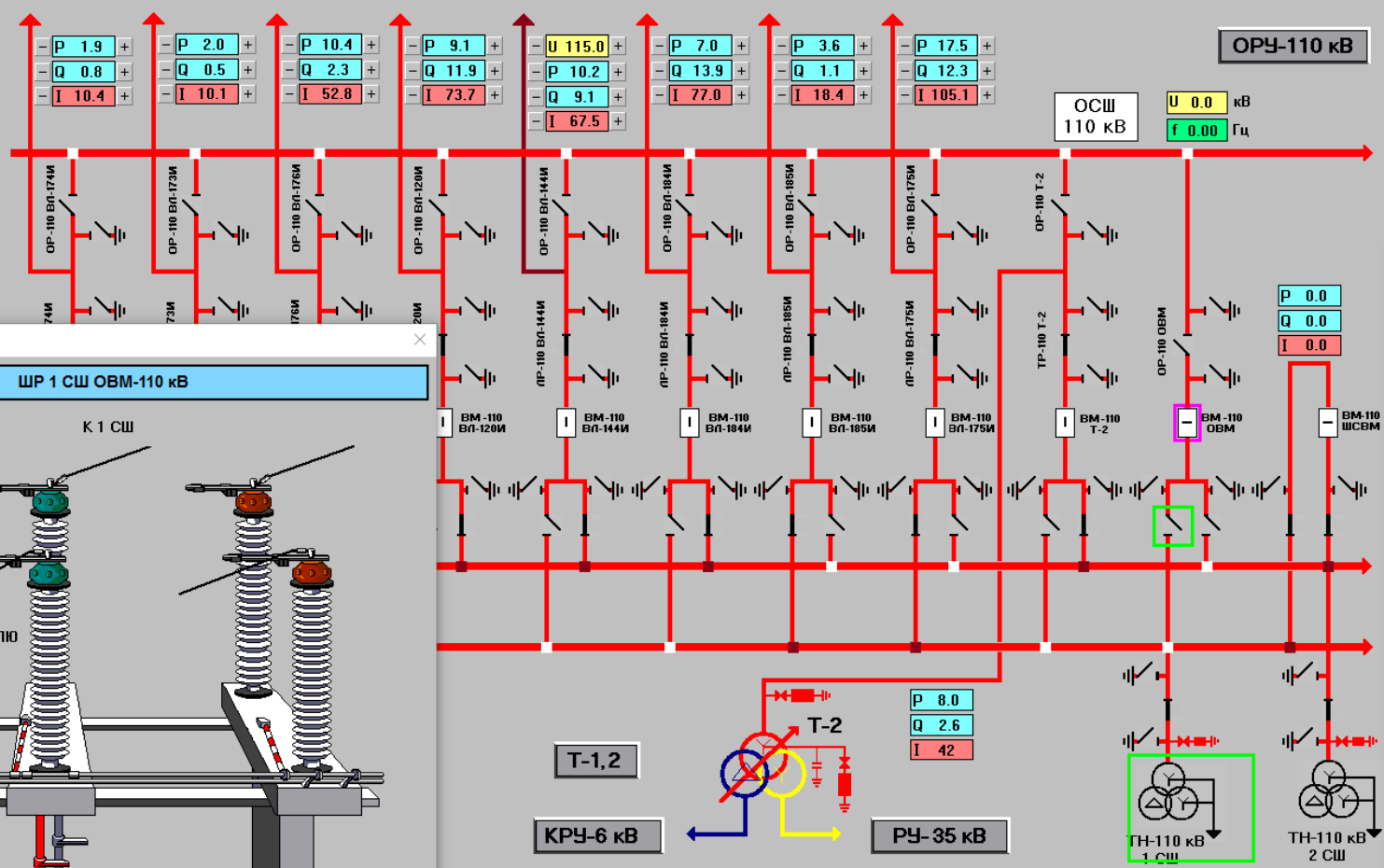


**Лаборатория НИУ «МЭИ» г.Волжский**



**ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СХЕМА ОРУ-110 кВ**

ВЛ-110 кВ №174И ПС 148А Талгар Сайы	ВЛ-110 кВ №173И ПС 148А Талгар Сайы	ВЛ-110 кВ №176И ПС 58И Талгар	ВЛ-110 кВ №120И	ВЛ-110 кВ №144И ПС 101И Чинбулак	ВЛ-110 кВ №184И	ВЛ-110 кВ №185И	ВЛ-110 кВ №175И ПС 58И Талгар	Т-2	ОВМ-110 кВ	ШСВМ-110 кВ
-------------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------	-----------------	----------------------------------	-----------------	-----------------	-------------------------------	-----	------------	-------------



**ВЛ-110 кВ №174И ПС 148А**

± ШП    питание блокировки разьед. и з/н    питание привода разьед.

ШР I СШ    ШР II СШ    ЛР    ОР

Осмотр

Разъединитель ШР 1 СЩ ОВМ-110 кВ

Осмотр

**ШР 1 СЩ ОВМ-110 кВ**

НЕТ ПИТАНИЯ БЛОКИРОВОК

К 1 СШ

К ВЫКЛЮЧАТЕЛЮ

ЗН ШР 1 СЩ ОВМ-110 кВ

**ТН - 110 кВ 1 СЩ**

питание блокировки разьед. и з/н    питание привода разьед.

ГЛАВНАЯ

ЦЩУ

ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СХЕМА ОРУ-110 кВ

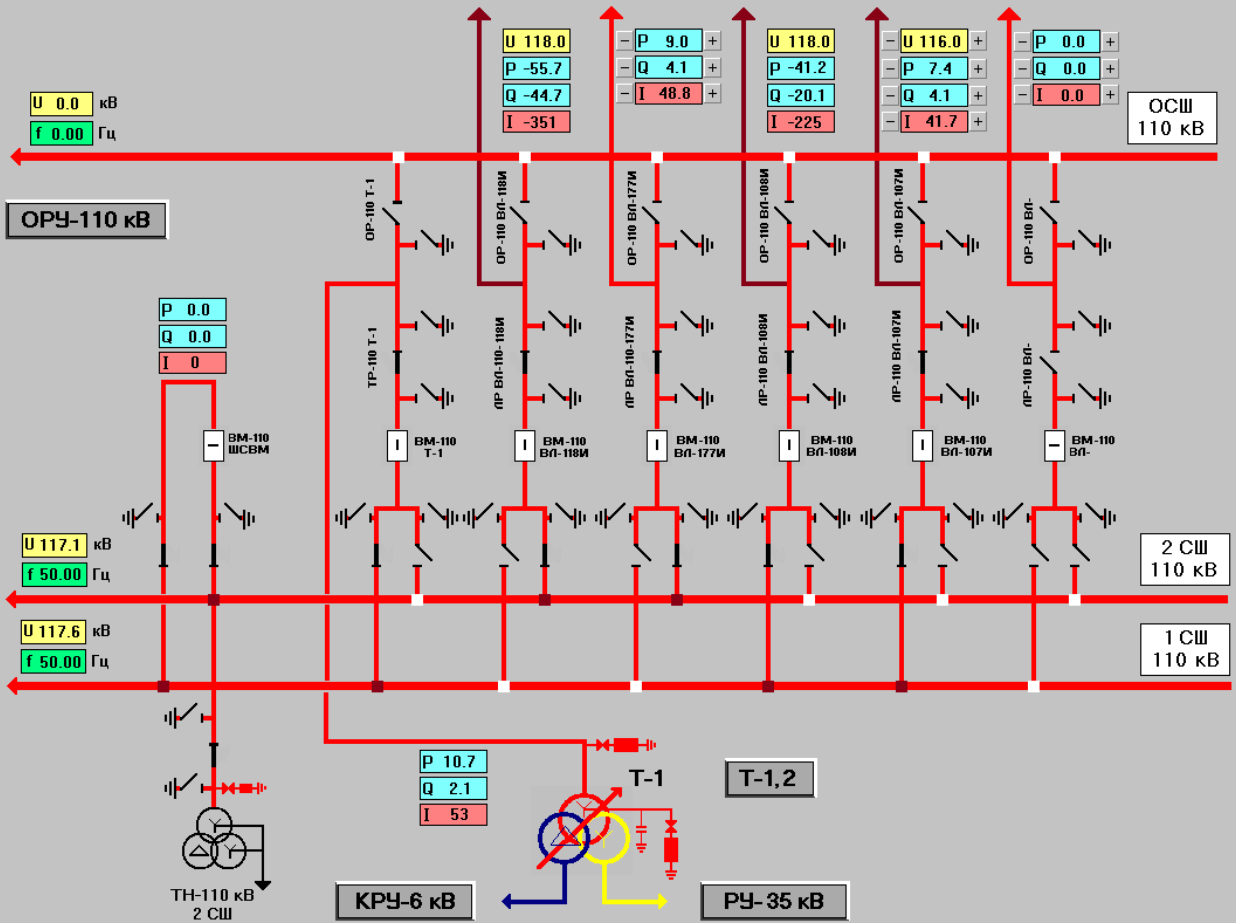
Напряжение на шинах ТЭЦ-3

U 118.0

ШСВМ-110 кВ	Т-1	ВЛ-110 кВ №118И ТЭЦ-3	ВЛ-110 кВ №177И ПС 55И Панфиловская	ВЛ-110 кВ №108И ТЭЦ-3	ВЛ-110 кВ №107И ПС 12И Есик-Западная	Резерв
-------------	-----	-----------------------	-------------------------------------	-----------------------	--------------------------------------	--------

Указатели напря...

6-10 35 110



Плакаты

СТОЙ НАПРЯЖЕНИЕ

РАБОТАТЬ ЗДЕСЬ

ЗАЗЕМЛЕНО

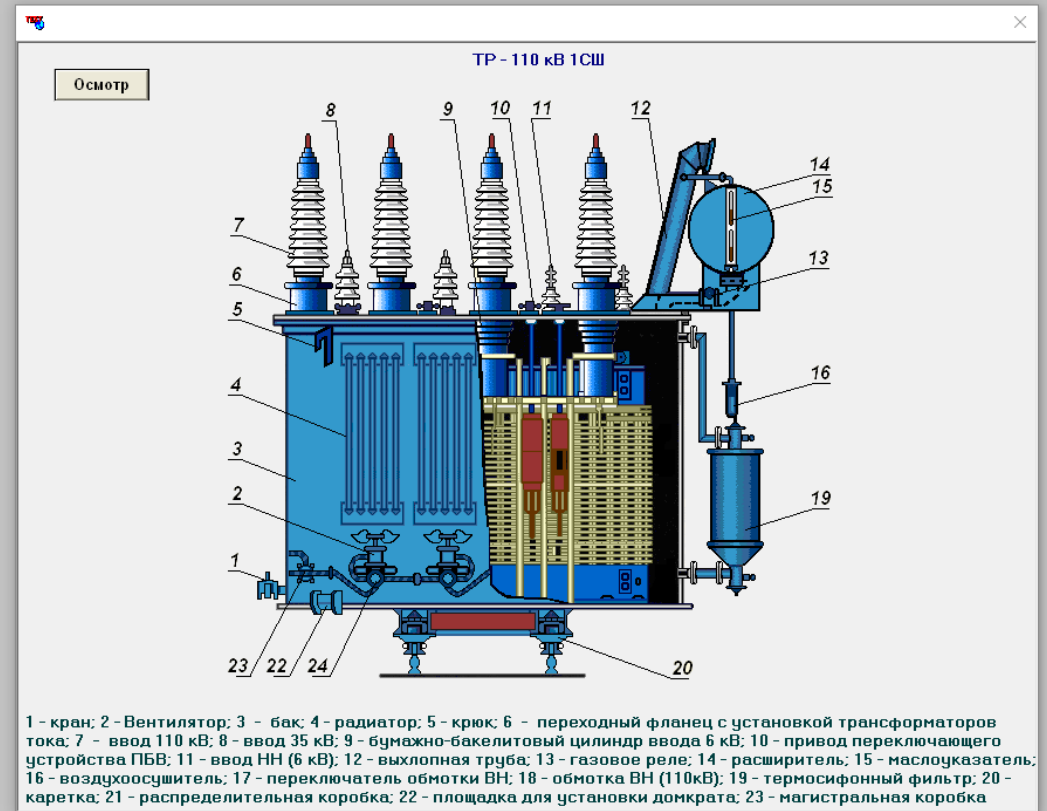
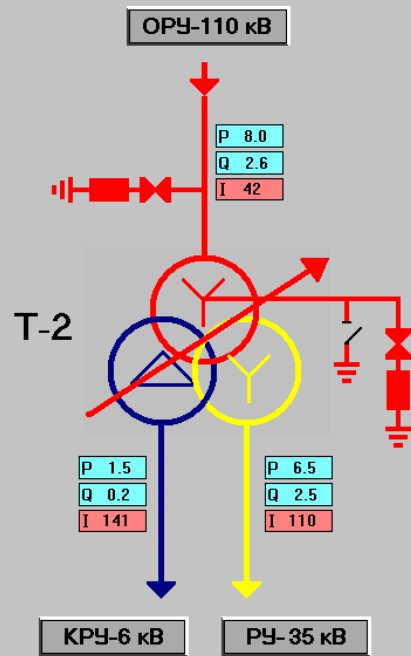
НЕ ВКЛЮЧАТЬ РАБОТАЮТ ЛЮДИ

НЕ ВКЛЮЧАТЬ РАБОТА НА ЛИНИИ

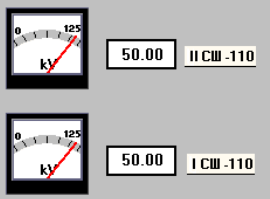


ГЛАВНАЯ ЦЩУ

ТРАНСФОРМАТОРЫ Т-1, Т-2



1У ЦЕНТРАЛЬНАЯ СИГНАЛИЗАЦИЯ

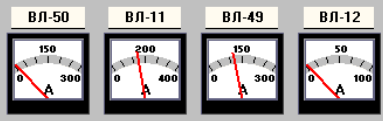


Неиспр. ТН шин 110 кВ	Работа ДЗШ 110 кВ	Потеря питания шинок ЦС	Неиспр. участков авт. ЦС	Работа или неисправн. осциллогр.	Работа АВР 110 кВ
Неиспр. ДЗШ-110 кВ	Работа ФИП	Переключ. КР в полож. "Опробов."	АЧР-110, 6 кВ	Неиспр. УРОВ 110 кВ	Работа УРОВ 110 кВ

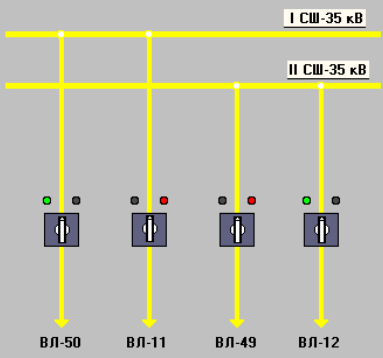
Резерв	Неиспр. ТН-35 кВ ТН-6 кВ	АВР выведен СВМ-35 кВ 1 секц.	АВР выведен СВМ-35 кВ 2 секц.	Неиспр. СВМ-35 кВ	Работа указ. повр. фазы прис. 110 кВ
Резерв	Резерв	АВР выведен СВМ-6 кВ 1 секц.	АВР выведен СВМ-6 кВ 2 секц.	Неиспр. СВМ-6 кВ	Сигнализ. на подстанц. включена

Неиспр. на щите пост. тока	Неиспр. на щите перем. тока	Резерв	Неисправ. блокировка разъединит.	Контроль изоляции 110 кВ	Неисправн. РУ 6 кВ
Частотомер	Резерв	Резерв	Резерв	Кнопка переключения питания ЦС	Кнопка пер-ль ШС центр. сигнала.
Резерв	Переключ-ль участка ЦС	Переключ-ль 1 участка ЦС (упр. со щита)	Переключ-ль 2 участка ЦС (общ. на сигн.)	Переключ-ль 3 участка ЦС (резерв)	Переключ-ль 4 участка ЦС (резерв)
Кнопка смена сигнала.	Кнопка смена звука	сьем сигн. при потере питания на шинках ЦС	кнопка опробов. аварийной сигнала.	кнопка опробов. предупр. сигнала.	

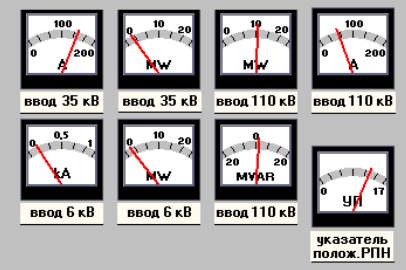
2У УПРАВЛЕНИЕ ВЛ 35кВ



Неисправн. авария ВЛ-35-50	Неисправн. авария ВЛ-35-11	Неисправн. авария ВЛ-35-49	Неисправн. авария ВЛ-35-12
----------------------------	----------------------------	----------------------------	----------------------------

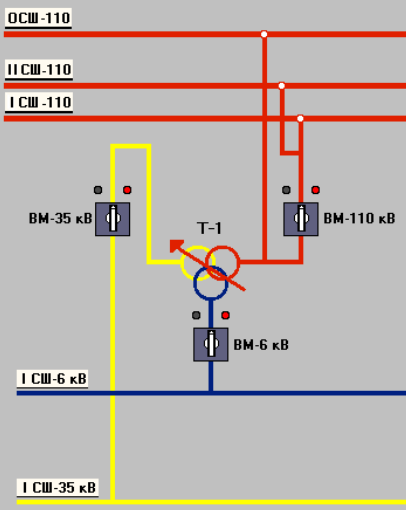


3У УПРАВЛЕНИЕ Т-1

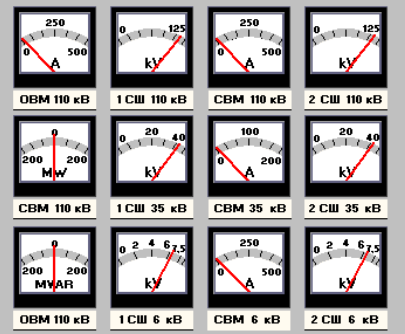


введ.	введ.	авт.	откл.	дист.	приоб.	уб.
SAC-1 АВР 6 кВ	SAC-1 АВР 35 кВ	КР ключ режима упр. РПН Т-1	КР ключ дист. упр. РПН Т-1			

Неисправн. авария Т-1	Неисправн. авария РПН Т-1
-----------------------	---------------------------

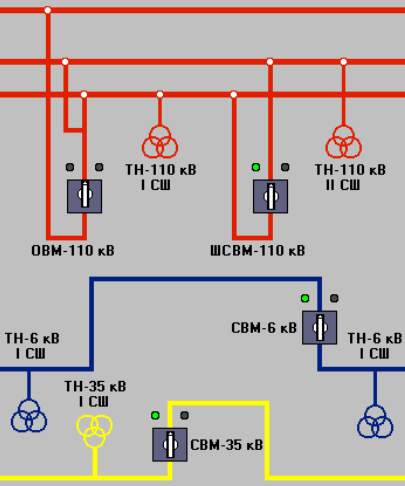


4У УПРАВЛЕНИЕ ША-110,35,6 кВ

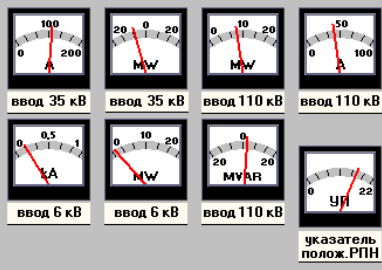


АВ ВС СА	АВ ВС СА	АВ ВС СА	АВ ВС СА	АВ ВС СА	АВ ВС СА
АО ВО СО	АО ВО СО	АО ВО СО	АО ВО СО	АО ВО СО	АО ВО СО
ПИ I СШ 110 кВ	ПИ I СШ 35 кВ	ПИ I СШ 6 кВ	ПИ II СШ 110 кВ	ПИ II СШ 35 кВ	ПИ II СШ 6 кВ

Неисправн. авария ОВ-110	Неисправн. авария ШСВ-110
--------------------------	---------------------------



5У УПРАВЛЕНИЕ Т-2



введ.	введ.	авт.	откл.	дист.	приоб.	уб.
SAC-2 АВР 6 кВ	SAC-2 АВР 35 кВ	КР ключ режима упр. РПН Т-2	КР ключ дист. упр. РПН Т-2			

Неисправн. авария Т-2	Неисправн. авария РПН Т-2
-----------------------	---------------------------

