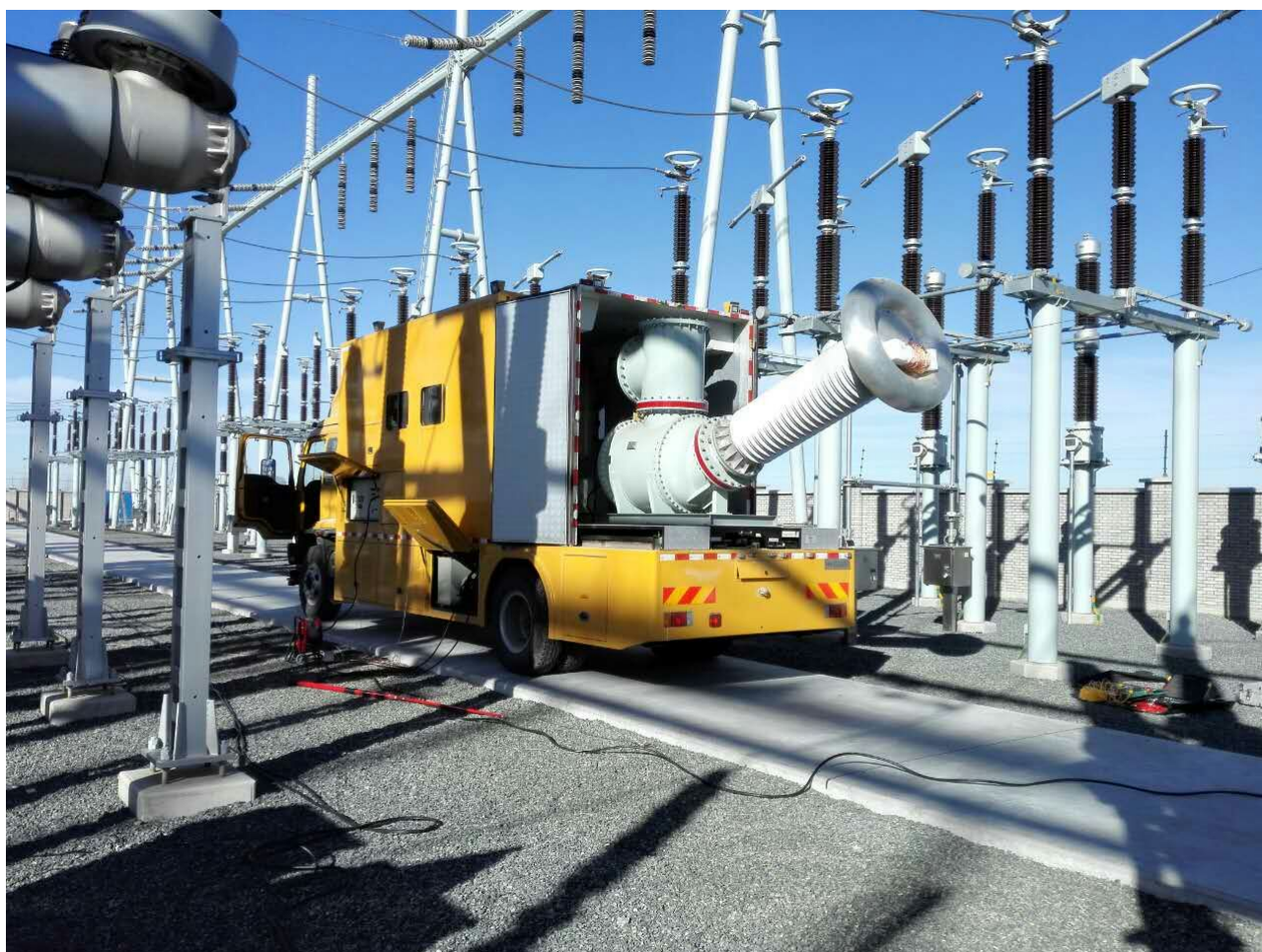


## Установка поверочная трансформаторов напряжения 220-750 кВ УПТН-750



Новочеркасск 2019

## Введение

Наше предприятие является профессиональным изготовителем и поставщиком высоковольтного испытательного оборудования уже более 20 лет. Наше предприятие изготавливает испытательное, измерительное и диагностическое оборудование для различного электротехнического оборудования. Мы изготавливаем испытательные системы для применения в лабораторных условиях, в промышленных условиях и на объектах. НПП «ЭЛЕКТРОМАШ» выполняет комплекс задач от проектирования, изготовления, монтажа и пуско-наладки до сервисного и гарантийного обслуживания.

## Область применения

Установка поверочная высоковольтная в элегазовой изоляции спроектирована для поверки трансформаторов напряжения промышленной частоты класса 220-750 кВ согласно ГОСТ-8.216-2011 ГСИ в полевых условиях и стационарно. УПТН-750 для поверки в полевых условиях выполнена на базе платформы грузового автомобиля ГОСТ-12.3.019-80, ГОСТ-22261-94, ГОСТ 1983-2001. На рисунке ниже приведена структурная схема поверочной установки.

## Преимущества

- быстрое подключение без сложной сборки к поверяемому трансформатору напряжения в полевых условиях
- однократное подключение к поверяемому трансформатору напряжения для калибровки и поверки
- конструкция выполнена для наружного использования в исполнении IP30
- конденсатор в элегазовой изоляции обеспечивает высокую безопасность установки
- УПТН-750 проста для монтажа и демонтажа на месте эксплуатации.

## Конфигурация системы

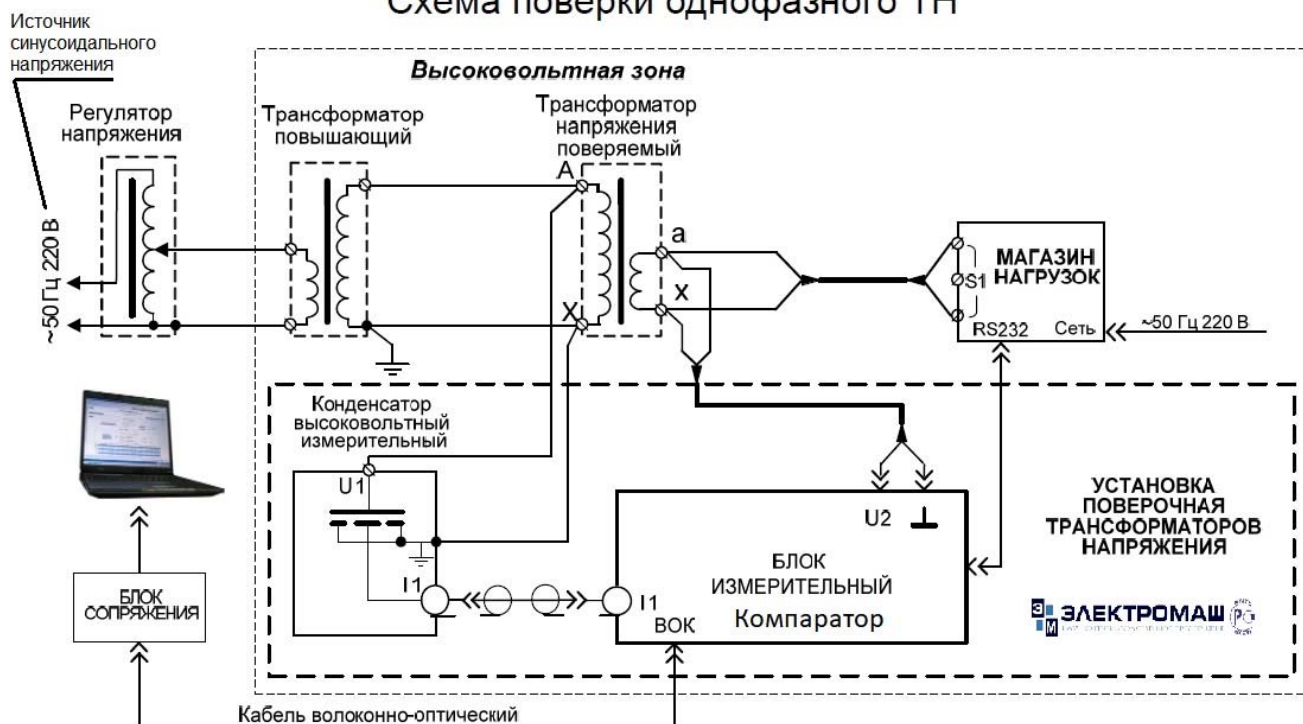
1. ИТэ-500/500	Элегазовый испытательный трансформатор
2. РН-100/0.38/0~0.65	Регулятор напряжения
3. ФПВ-500	Высоковольтный фильтр, эталонный конденсатор, емкостной делитель напряжения (встроенный)
4. ФПН-100/0,6	Помехозащитный фильтр
5. ШРН-12	Первичный высоковольтный распределительный шкаф
6. РД-1200-3/2	Демпфирующий резистор
7. АСУ-2000	Цифровая автоматическая контрольно-измерительная система
8. КЭ-00СR	Низковольтный измерительный прибор для эталонного конденсатора
9. КА-98	Автоматический компаратор для поверки трансформатора напряжения

10. Высоковольтный кабель (7.5 метров), основной кабель управления, заземляющий проводник, измерительный кабель и силовой кабель

## Условия эксплуатации оборудования для испытаний на переменном напряжении

Высота над уровнем моря	$\leq 1000$ метров
Температурный диапазон для высоковольтных компонентов	$-5\text{ }^{\circ}\text{C} \div +40\text{ }^{\circ}\text{C}$
Относительная влажность воздуха в основном зале	$< 90\%$ (при $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ , без конденсации)
Максимальные суточные колебания температуры	$< 25\text{ }^{\circ}\text{C}$
Установка оборудования	наружная
Среда без токопроводящей пыли	
Отсутствие угрозы пожароопасности и взрывоопасности	
Форма переменного напряжения питания должна быть синусоидальной с коэффициентом нелинейных искажений $< 3\%$	
Должно быть обеспечено надежное заземление с сопротивлением цепи заземления $< 0,5$ Ом	
Фоновый частичный разряд	$< 2$ пКл

## Схема поверки однофазного ТН



## Технические данные основных компонентов

### 1. Элегазовый испытательный трансформатор

Модель: ИТэ-500/500

Конструктивное исполнение:	В корпусе заполненном элегазом
Количество фаз:	Однофазная система
Номинальная частота:	50 Гц
Номинальная мощность:	500 кВА
Номинальное выходное напряжение:	500 кВ
Номинальное входное напряжение:	0,38 кВ
Номинальный входной ток:	666,6 А
Номинальный выходной ток:	1 А
Коэффициент диэлектрических потерь $\text{tg}\delta$ :	$< 0,3\%$
Допустимая токовая перегрузка:	При токе $200 I_n$ в течение 60 секунд .
Допустимое перенапряжение:	При напряжении $110\% U_n$ в течение 60 секунд.
Импеданс	$< 8\%$
Рабочее давление элегаза	$0,4 \text{ МПа} \pm 0,05 \text{ МПа}$
Рабочий цикл:	$100\% U_n, 100\% I_n$ в течение 30 мин., 8 циклов в день. Непрерывно при $80\% U_n$ и $50\% I_n$ .

### 2. Регулятор напряжения

Модель: РН-100/0.38/0~0.65

Количество фаз:	Однофазное исполнение
Номинальная частота:	50 Гц
Режим охлаждения:	ONAN
Метод регулировки напряжения:	Электрическая регулировка
Номинальная мощность:	100 кВА
Номинальное напряжение:	Входное напряжение: 0,38 кВ Выходное напряжение: $0 \div 0,65$ кВ
Номинальный ток:	Входной ток: 1579 А Выходной ток: 923 А
Импеданс при коротком замыкании:	$\leq 8\%$
Рабочий цикл:	Совместно с испытательным трансформатором

### 3. Высоковольтный фильтр и емкостный делитель напряжения

Модель: ФПВ-500

Номинальное напряжение:	500 кВ
Номинальная частота:	50 Гц
Номинальная емкость:	50 пФ + 100 пФ
Коэффициент деления:	2000:1
Погрешность коэффициента деления:	$\leq \pm 1\%$
Коэффициент диэлектрических потерь ( $\text{tg}\delta$ ):	$< 0,01\%$
Полоса пропускания	$10 \text{ кГц} - 300 \text{ кГц} \geq 8 \text{ вБ}$
Рабочее давление элегаза	$0,4 \text{ МПа} \pm 0,05 \text{ МПа}$
Рабочий цикл:	Совместно с испытательным трансформатором

## Компоненты ФПВ-500

### 3.1. Элегазовый высоковольтный емкостный делитель

**Модель: ДНУ-500/100**

Номинальное напряжение:	500 кВ
Номинальная емкость:	100 пФ
Номинальная частота:	50 Гц
Коэффициент деления:	2000:1
Погрешность коэффициента деления:	$\leq \pm 1\%$
Рабочее давление элегаза	0,4 МПа $\pm$ 0.05 МПа

### 3.2. Элегазовый высоковольтный эталонный конденсатор

**Модель: КЭ-500-50**

Номинальное напряжение:	500 кВ
Номинальная емкость:	50 пФ
Допуск отклонения от номинальной емкости	$\leq \pm 0,5\%$
Температурный коэффициент емкости ТКЕ	$\leq 3 \times 10^{-5}/\text{C}$
Коэффициент изменения емкости от давления	$\leq 2.2 \times 10^{-3}/\text{МПа}$
Коэффициент изменения емкости по напряжению (0-U <sub>n</sub> )	$\leq 3 \times 10^{-5}$
Номинальная частота:	50 Гц
Коэффициент диэлектрических потерь (tg $\delta$ ):	$< 0,001\%$
Рабочее давление элегаза	0,4 МПа $\pm$ 0.05 МПа

### 3.3. Индуктивность изолированная

**Модель: ИИ-200/1**

Номинальная индуктивность:	100 мГн
Номинальный ток:	1 А
Условия работы	Длительный режим

## 4. Помехозащитный фильтр

**Модель: ФПН-100/0.6**

Номинальное напряжение:	0,6 кВ
Номинальная мощность:	100 кВА
Номинальный ток:	166,6 А
Номинальная частота:	50 Гц
Подавление помех:	$\geq 40$ дБ в частотном диапазоне 10 кГц $\div$ 100 кГц $\geq 60$ дБ в частотном диапазоне 100 кГц $\div$ 2 МГц
Рабочий цикл:	Совместно с испытательным трансформатором

## 5. Первичный высоковольтный распределительный шкаф (вход регулятора)

**Модель: ШРН-12**

Номинальная частота:	50 Гц
Номинальное напряжение:	0,38 кВ
Номинальный ток:	300 А
Степень защиты:	IP 20
Первичный распределительный шкаф ШРН-12 оборудован устройством повторного включения. Он представляет собой стандартный шкаф, соответствующий стандарту ШРН-12. Каркас и панели изготовлены из листового металла, оцинкованного горячим способом. В шкафу установлены вакуумный контактор, высоковольтные предохранители, трансформаторы напряжения, трансформаторы тока и другие устройства, а также устройство повторного включения с подавлением бросков напряжения.	

## 6. Компенсирующий реактор

Модель: РК-350/0.6

Номинальная реактивная мощность:	50 квар ÷ 350 квар (5 отводов с переключением)
Номинальное напряжение:	0,6 кВ
Номинальная частота:	50 Гц
Повышение температуры:	< 45К
Рабочий цикл:	Совместно с испытательным трансформатором

## 7. Цифровая автоматическая контрольно-измерительная система

Модель: АСУ-2000

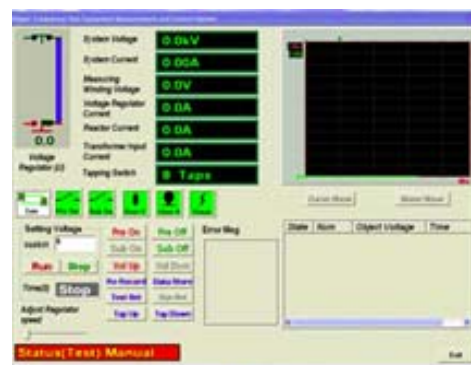
### Функции системы управления

Ручное и автоматическое управление

Точность измерений: уровень 1 (высоковольтная измерительная часть)

Защита от перенапряжения и токовой перегрузки

Автоматическое повышение напряжения соответствует ГОСТ-1516, ГОСТ-Р-55295 и МЭК. Повышением напряжения можно управлять автоматически: скорость повышения напряжения остается высокой до 75% испытательного напряжения, после чего напряжение повышается со скоростью 2% в секунду.



### Функции системы измерения и анализа

Основные функции цифровой системы измерения и анализа высоковольтного переменного напряжения питания соответствуют ГОСТ в отношении испытаний на переменном напряжении для выполнения программ анализа относительных измерений. Эта система может регистрировать сигналы испытательного напряжения, анализировать значения напряжения, печатать отчеты и т.д.

Программа измерения и анализа высоковольтного переменного напряжения питания базируется на цифровой системе измерения и анализа "виртуального оборудования". Она используется в основном для контроля процесса высоковольтных испытаний на переменном напряжении, для измерения пиковых и эффективных значений напряжения, для вычисления частоты изменений напряжения в переходных процессах, для анализа гармоник (от первой до сотковой), для вычисления коэффициента нелинейных искажений и т.д.

### Структура оборудования измерительной системы

Промышленный компьютер, центральный процессор серии Core, оперативная память не менее 256 Мбайт, жесткий диск 40 Гбайт или конфигурация согласно требованиям Заказчика.

Плата сбора данных, три шины, полная оптоэлектронная развязка, виртуальный импорт

Разрешение аналого-цифрового преобразования:	16 бит
Время преобразования АЦП:	≤ 10 мкс
Максимальная частота дискретизации:	66 кГц/с
Время переключения каналов (моделированное время действия привода переключателя + время установления усилителя):	≤ 5 мкс
Общая системная погрешность:	≤ 0,2% от предела шкалы

Разделительный трансформатор, защита и изоляция питания системы

Принтер HP, лазерный принтер с портами LPT и USB

Экранирующий шкаф, резервные компьютеры и другие устройства

### Программное обеспечение измерительной системы

Измерительная система использует концепцию виртуальных приборов путем замены аппаратной приборной панели на программную панель для выполнения установок параметров

измерительной системы, анализа формы сигналов, регистрации значений напряжения, распечатки протоколов испытаний и т.д. Здесь реализуется идея "программы в приборе". Благодаря использованию программного обеспечения вместо оборудования виртуальный прибор не только позволяет снизить инвестиции пользователя, но также изменяет ситуацию, когда определения приборных функций задаются изготовителем. Пользователи могут расширить использование этой ситуации для адаптации отдельных приборных функций с учетом других требований.

Оператор-испытатель контролирует пробный процесс трансформации сигнала через окно. Здесь обеспечивается доступ в реальном масштабе времени к измерению значений напряжения, анализ содержания гармоник и искажений формы сигнала, а также регистрация значений напряжения и времени выдержки под напряжением.

Некоторые сигналы переходных процессов формируются на этапе выдержки под напряжением или при поверхностном пробое (перекрытии дугой) объектов испытаний. Мы можем сохранять данные формы сигналов в графических файлах и в файлах данных, которые используются для генерирования отчетов об испытаниях (протоколов испытаний) и автономного (off-line) анализа.

После испытания вы можете построить график зависимости напряжения от времени для анализа испытаний.

Некоторые хронологические документы можно контролировать в режиме off-line через окно управления испытательным напряжением.

## **Функции анализа данных испытаний**

Регистрация сигналов:

Программное обеспечение измерений может полностью регистрировать данные испытаний и генерировать файлы данных, которые сохраняются в назначенной директории.

Цифровой фильтр:

Применяется многоточечное сглаживание, цифровые окна фильтрации, адаптивная фильтрация и т.д. Это обеспечивает эффективное подавление внешних помех и защиту оборудования.

Анализ испытательного напряжения:

Вычисление в реальном масштабе времени текущего значения испытательного напряжения и пикового напряжения, а также отслеживание графика изменения испытательного напряжения.

Регистрация и анализ сигналов переходных процессов:

На основе различных программ испытаний – установка параметров определенных типов регистрации и анализа сигналов переходных процессов. Вычисление таких значений, как пиковое напряжение, градиент напряжения, длительность, минимальное значение и т.д.

Анализ гармоник испытательного напряжения:

При низком испытательном напряжении получается высокое содержание гармоник ввиду отсутствия насыщения сердечника. Существуют национальные стандарты на содержание гармоник в испытательном напряжении. Поэтому крайне необходимо контролировать содержание гармоник в ходе испытаний.

Генерирование и распечатка отчетов (протоколов испытаний):

Имеются шаблоны, учитывающие специфику испытаний, распечатки протоколов испытаний и испытательных сигналов.

Прочие функции анализа данных:

На основе различных программ испытаний здесь удобно добавлять функции обработки данных, которые требуются пользователю.

## 8. Низковольтный элемент эталонного конденсатора делителя

### Модель: ИЭ-00СR

Входной ток (диапазон):	0.1...30мА
Входной импеданс, приблиз	5МОм
Задание номинального значения высокого напряжения	1кВ...999.99 кВ
Задание разрешения высокого напряжения	50 В
Задание значения эталонного конденсатора	10 ... 9999,99 пФ
Номинальное выходное напряжение:	100 В
Максимальное выходное напряжение:	120 В
Выходная мощность при 100 В	5 ВА (2 кВА = 0,5 мс)
Номинальная частота:	50 Гц
Нестабильность коэффициента деления	$\pm 0.02$ при 0.1...1.2 Un
Изменение фазового сдвига	$\pm 0.02$ рад при 0.1...1.2 Un
Погрешность измерения первичного и вторичного напряжения	$\pm 3\%$
Cos F	2,5x10-6/ мА при 100 В



### Условия хранения

Температура	23°C $\pm$ 2°C
Относительная влажность воздуха	45...75%
Атмосферное давление	101,3 кПа
Температурная зависимость	$\pm 25$ ppm / К

### Условия эксплуатации

Температура	5 °C $\div$ +40°C
Относительная влажность воздуха	10...90% без конденсации
Атмосферное давление	70-106 кПа
Габаритный размер	500x470x192 мм
Вес	12 кг
Источник питания	115/230 В 50/60 Гц 240 ВА

## 9. Компаратор автоматический для поверки трансформатора напряжения

### Модель: КА-98

КА-98 это компаратор для измерительных трансформаторов напряжения ТН и тока ТТ который работает в автоматическом режиме.

Входные диапазоны напряжения и тока прибора составляют:

- 0,5 - 400 В для ТН





- 0,004 до 20 А для ТТ со в вторичным током 5 А или 0,004 до 4,0 А со вторичным током 1А. Компаратор может измерять при разнице коэффициента трансформации до 20% и для ТТ и ТН. Прибором можно управлять с помощью его клавиатуры или через RS232 порт с помощью компьютера IBM. Прибор имеет USB порт для принтера. Компаратор предназначен для сравнения ТТ / ТН с одинаковым номинальным коэффициентом трансформации. Компаратор КА-98 проводит измерения с нагрузкой на вторичных цепях. Это необходимо для построения кривой погрешности ТТ или ТН.

КА-98 соответствует классу точности ГОСТ, МЭК-S и др.

### Магазин нагрузок

#### Модель: НС-96

Магазин нагрузок НС-96 напряжением 110 вольт и 63,5 вольт рассчитаны на нагрузку от 0 до 207,5 ВА с шагом 2,5 ВА при коэффициенте мощности 0,8.



Пределы допускаемой основной погрешности установок без учета систематических значений ее погрешности в зависимости от класса точности поверяемого ТН согласно ГОСТ 8.216-2011

Класс точности поверяемого трансформатора	Пределы допускаемой основной погрешности измерения установок без учета систематических значений погрешностей, указанных в свидетельстве о ее поверке		
	Напряжения, $\delta K_{u(УП)}$	Угла фазового сдвига, $\Delta\varphi_{u(УП)}$	
		%	срад
0,05	$\pm 0,015$	$\pm 0,03$	$\pm 1,0$
0,1	$\pm 0,025$	$\pm 0,045$	$\pm 1,5$
0,2	$\pm 0,05$	$\pm 0,09$	$\pm 3,0$
0,5	$\pm 0,15$	$\pm 0,15$	$\pm 5,0$
1,0	$\pm 0,25$	$\pm 0,30$	$\pm 10,0$
3,0	$\pm 0,50$	$\pm 0,60$	$\pm 20,0$

