

**Система испытания изоляции приложенным напряжением промышленной частоты
ИСПН- 5000/500**

Введение

Компания ЭЛЕКТРОМАШ является профессиональным производителем высоковольтного испытательного оборудования и имеет высокую репутацию качества и надежности своей продукции благодаря огромному опыту конструкторской разработки и производства. Компания ЭЛЕКТРОМАШ поставляет испытательное, измерительное и диагностическое оборудование для широкого применения в испытательных лабораториях, для научно-исследовательских целей, на производстве и на объектах в полевых условиях.

Область применения

Испытательная система на переменном напряжении предназначена для заводских испытаний объектов со средней емкостью, для испытаний, требующих стабильного напряжения, даже в случаях изменения нагрузки в ходе испытаний (интенсивный коронный разряд, испытания во влажной и загрязненной среде), или в случаях индуктивного характера нагрузки (индуктивные трансформаторы напряжения). Возможность каскадного соединения нескольких таких трансформаторов с вертикальной компоновкой позволяет получать очень высокие напряжения при относительно небольшой занимаемой площади.

Состав системы:

№	Модель	Наименование	Описание	Кол-во
1.	ИТЦ-5000/500	Испытательный трансформатор цилиндрической формы	5000 кВА, выход: 500 кВ, 10 А; вход: 10 кВ, 500 А, уровень ЧР<5 пКл, $U_k\% < 6\%$, однофазный, 50 Гц	1
2.	РН-1500/10/0 ~ 10.5	Регулятор напряжения	1500 кВА, выход: 0-10.5 кВ, 0-150 А, вход: 10 кВ, 0-150 А, уровень ЧР<5 пКл, $U_k\% < 12\%$, однофазный, 50 Гц	1
3.	ДНЕ-500/500	Емкостный делитель напряжения	500 кВ, 500 пФ, уровень ЧР<5 пКл, $tg\delta < 0.2\%$, коэффициент деления: 2000:1, 50 Гц	1
4.	РД-500-10/0.5	Демпферный резистор	500 кВ, 10 А, 500 Ом, <5 пКл, 50 Гц	1
5.	ФПН-5000/10	Силовой фильтр помех	10 кВ, 500 А, 50 Гц, однофазный, 10 кГц-1000 кГц ≥ 60 дБ	1
6.	РУ-12-1	Высоковольтное распределительное устройство	D1 10 кВ/630 А (вход регулятора напряжения)	1
7.	РУ-12-2	Высоковольтное распределительное устройство	D2 10 кВ/630 А (выход регулятора напряжения)	1
8.	КБ-3775/10	Батарея конденсаторов компенсирующая	10кВ, 25кВАр/50кВАр/100кВАр/200кВАр/400кВАр/600кВАр/800кВАр/1600кВАр, механизированный переключатель отводов, 50 Гц	1

9.	БУЗ-2000	Быстродействующее устройство защиты от перенапряжения	10 кВ, 2.5 кА, время задержки сигнала: <100 мкс.	
10.	ЦАСУИ-2000	Автоматическая цифровая система управления и измерения	LABVIEW, MISUBISHI PLC, SIEMENS компоненты, 16 бит, АЦП	1
Дополнительные устройства и элементы		Некоронирующий высоковольтный кабель 300 мм (20 м), силовой кабель 10 кВ 40 мм ² (100 м), силовой кабель 10 кВ 185 мм ² (40 м), экранирующий кабель управления (200 м), экранирующий измерительный кабель (100 м), заземляющий кабель: толщина 0.2 мм, ширина 120 мм (50 м), заземлитель ручной (2 м)		

Требования к энергосистеме:

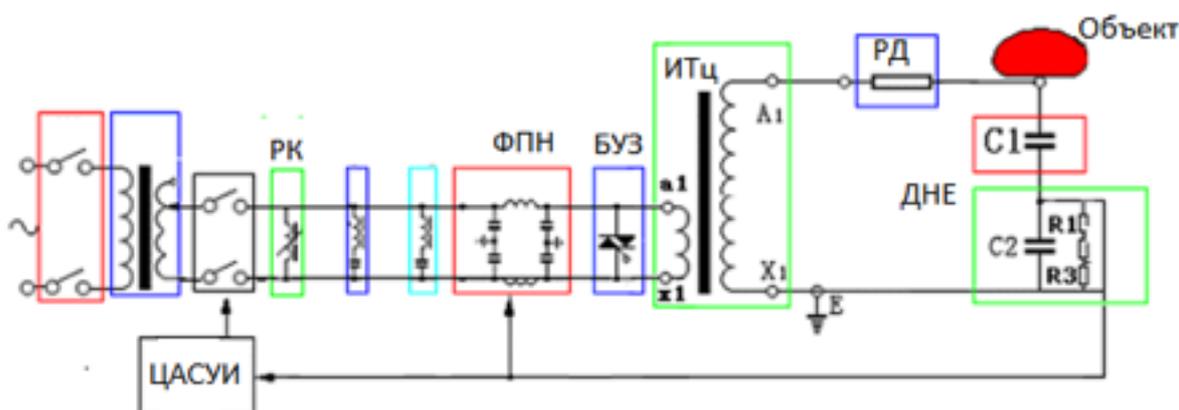
Отвод 1: 0.38 кВ/50 Гц/двухфазная/10 кВА

Отвод 1: 10 кВ/50 Гц/двухфазная/1500 кВА

Условия эксплуатации испытательной системы

Высота над уровнем моря:	≤ 1000 м
Рабочая температура высоковольтных компонентов:	-5 °С ÷ +45°С
Эксплуатация оборудования:	Внутри/снаружи
Сейсмостойкость:	≤7.5
Сопротивление цепи заземления:	≤ 0,5 Ом
Коэффициент нелинейных искажений:	≤3%
Фоновый частичный разряд	≤5 пКл

Конструкция



Технические характеристики испытательной системы ИСПН- 500 кВ/10 А

Номинальное напряжение:	Входное: 10 кВ Выходное: 500 кВ (среднекв.)
-------------------------	--

Номинальный ток:	Входной: 150 А Выходной: 10 А
Номинальная мощность:	Входная: 1500 кВА Выходная: 5000 кВА
Количество фаз:	На входе: 2 На выходе: 1
Номинальная частота:	50 Гц
Уровень шума:	≤75дБ
Коэффициент нелинейных искажений:	<2%
Испытательное напряжение:	1.1 U _{ном} в течение 1 минуты
Уровень ЧР:	<5 пКл
Режим работы:	1 час работы, 1 час остановка, 8 циклов в день

Технические характеристики основных компонентов испытательной системы

1. Испытательный трансформатор цилиндрической формы

Модель: ИТЦ-5000/400

Конструктивное исполнение:	Маслонаполненный, стеклоэпоксидный, цилиндрической формы
Номинальное напряжение:	Входное: 10 кВ Выходное: 500 кВ (среднеквадр.)
Номинальный ток:	Входной: 500 А Выходной: 10 А
Номинальная мощность:	Входная: 5000 кВА Выходная: 5000 кВА
Количество фаз:	однофазный
Номинальная частота:	50 Гц
Уровень шума:	<75дБ
Коэффициент диэлектрических потерь (tgδ):	< 0.3%
Коэффициент нелинейных искажений:	< 2%
Напряжение короткого замыкания:	< 6 %
Испытательное напряжение:	1.1 U _{ном} в течение 1 минуты
Уровень ЧР:	<5 пКл
Способ охлаждения:	естественное масляное/естественное воздушное охлаждение
Допустимая токовая перегрузка:	Ниже 150% I _{ном} в течение 300 секунд
Допустимое перенапряжение:	При 110% U _{ном} в течение 180 секунд
Режим работы:	При 100% U _{ном} , I _{ном} 1 час работа, 1 час остановка, 8 циклов в день. При 50% I _{ном} непрерывная работа

2. Регулятор напряжения

Модель: РН-1500/10/0~10.5

Конструктивное исполнение:	Контактный, с автотрансформатором
Количество фаз:	Однофазный
Номинальная частота:	50 Гц
Способ охлаждения:	естественное масляное/естественное воздушное охлаждение
Способ регулирования напряжения:	Сервоприводом
Номинальная мощность:	1500 кВА
Номинальное напряжение:	Входное напряжение: 10 кВ Выходное напряжение: 0~10.5 кВ
Номинальный ток:	Входной ток: 150 А Выходной ток: 150 А
Уровень шума:	<75дБ
Коэффициент нелинейных искажений:	≤2%
Напряжение короткого замыкания:	≤12%
Уровень ЧР:	≤5 пКл
Режим работы:	При 100% $U_{ном}$, $I_{ном}$ 1 час работа, 1 час остановка, 8 циклов в день. При 50% $I_{ном}$ непрерывная работа

3. Емкостный делитель напряжения

Модель: ДНЕ-500/500

Высоковольтный делитель

Номинальное напряжение:	500 кВ
Испытательное напряжение (1 минута):	550 кВ
Номинальная емкость (высоковольтное плечо)	500 пФ
Номинальная емкость (низковольтное плечо)	1 мкФ
Коэффициент деления:	2000:1
Точность коэффициента деления:	0.2%
Уровень ЧР:	≤5 пКл
Номинальная частота:	50 Гц
Режим работы:	При 100% $U_{ном}$, $I_{ном}$ 1 час работа, 1 час остановка, 8 циклов в день. При 50% $I_{ном}$ непрерывная работа

Высоковольтное плечо

Номинальное напряжение:	500 кВ
Испытательное напряжение (1 минута):	550 кВ
Номинальная емкость:	±3%
Погрешность измерения емкости C1:	±0.08%
Коэффициент диэлектрических потерь C13 (tgδ):	≤2 x 10 ⁻⁴

Уровень	ЧР : ≤ 5 пКл
Номинальная частота:	50 Гц
Давление элегаза:	0.4 МПа \pm 0.05 МПа
Температурный коэффициент:	$\leq 3 \times 10^{-4}/C^0$
Коэффициент напряжения:	$\leq 3 \times 10^{-4}$
Сопротивление изоляции С относительно земли:	>1 ГОм (5 кВ постоянного тока)

Низковольтное плечо

Номинальное напряжение:	0.5 кВ
Испытательное напряжение (1 минута):	0.75 кВ
Номинальная емкость:	1 мкФ
Погрешность измерения емкости:	$\pm 3\%$
Погрешность измерения емкости С2:	$\pm 0.1\%$
Коэффициент диэлектрических потерь С13 (tg δ):	$\leq 1 \times 10^{-4}$
Уровень ЧР:	≤ 5 пКл
Номинальная частота:	50 Гц
Соединитель:	LEMO 75

4. Демпфирующий резистор

Модель: РД-500-10/0.5

Номинальная частота:	50 Гц
Номинальное напряжение:	500 кВ
Номинальный ток:	10 А
Номинальное сопротивление:	0.5 Ом
Теплостойкость:	135 $^{\circ}$ С (Т-уровень)
Уровень ЧР:	≤ 5 пКл
Температура нагрева:	Ниже 100% $U_{ном}$, $I_{ном}$ непрерывная работа, температура перегрева $\leq 135C$.
Режим работы:	При 100% $U_{ном}$, $I_{ном}$ 1 час работа, 1 час остановка, 8 циклов в день. При 50% $I_{ном}$ непрерывная работа

5. Силовой фильтр помех

Модель: ФПН-5000/10

Номинальное напряжение:	10 кВ
Номинальный ток:	500А
Количество фаз:	двухфазный
Номинальная частота:	50 Гц

Полоса подавления помех:	≥ 60 дБ в частотном диапазоне 10 кГц~1000 кГц
Режим работы:	При 100% $U_{ном}$, $I_{ном}$ 1 час работа, 1 час остановка, 8 циклов в день. При 50% $I_{ном}$ непрерывная работа

6. Высоковольтное распределительное устройство (вход регулятора напряжения)

Модель: РУ-12-1

Номинальная частота:	50 Гц
Количество фаз:	двухфазное
Номинальное напряжение:	10 кВ (междуфазное)
Номинальный ток:	630 А
Степень защиты:	IP22
Рабочее напряжение:	220 В
Режим работы:	непрерывный

Распределительный шкаф первичных переключений РУ-12 оборудован устройством повторного включения. Он представляет собой стандартный распределительный шкаф, соответствующий требованиям ГОСТ. Каркас и панели изготовлены из оцинкованной стали. В шкафу установлены вакуумный контактор, высоковольтные предохранители, трансформаторы напряжения, трансформаторы тока и другие устройства производства АВВ.

7. Высоковольтное распределительное устройство (выход регулятора напряжения)

Модель: РУ-12-2

Номинальная частота:	50 Гц
Количество фаз:	двухфазный
Номинальное напряжение:	10 кВ (междуфазное)
Номинальный ток:	630 А
Степень защиты:	IP22
Рабочее напряжение:	220 В
Режим работы:	непрерывный

Распределительный шкаф первичных переключений РУ-12 оборудован устройством повторного включения. Он представляет собой стандартный распределительный шкаф, соответствующий требованиям ГОСТ. Каркас и панели изготовлены из оцинкованной стали. В шкафу установлены вакуумный контактор, высоковольтные предохранители, трансформаторы напряжения, трансформаторы тока и другие устройства производства АВВ.

8. Батарея конденсаторов компенсирующая

Модель: КБ-3775/10

Конструктивное исполнение:	Сухой, с механизированным переключателем отводов
Номинальное напряжение:	10 кВ
Номинальная частота:	50 Гц
Номинальная мощность:	25/50/100/200/400/600/800/1600 кВАр

Диапазон мощности:	25-3775 кВАр
Мощность конденсатора:	25 кВАр
Температура перегрева:	<45С
Уровень шума:	<65 дБ
Режим работы:	При 100% $U_{ном}$, $I_{ном}$ 1 час работа, 1 час остановка, 8 циклов в день. При 50% $I_{ном}$ непрерывная работа

9. Быстрodeйствующее устройство защиты от перенапряжения

Модель: БУЗ-2000

Номинальное напряжение:	10 кВ
Макс. переходной ток	2.5 кА
Время задержки сигнала:	<100 мкс
Время срабатывания защиты:	>200 мкс (регулируемое)
Чувствительность:	10-100% (регулируемая)
Режим работы:	При 100% $U_{ном}$, $I_{ном}$ 1 работа в течение 5 минут, 3 минуты остановка, 100 циклов в день

10. Автоматическая цифровая система управления и измерения

Модель: ЦАСУИ-2010

Функции системы управления:

- Ручное и автоматическое управление
- Точность измерений: уровень 1 (высоковольтная измерительная часть).
- Защита от перенапряжения и токовой перегрузки.
- Установка времени испытания приложенным напряжением
- Автоматическое повышение напряжения соответствует требованиям ГОСТ; скорость повышения напряжения управляется автоматически. Скорость повышения напряжения задается высокой до достижения 75% испытательного напряжения, после этого напряжение повышается со скоростью 2 % в секунду.

Функции системы измерения и анализа

Основные функции цифровой системы измерения и анализа высоковольтного переменного напряжения соответствуют ГОСТ, устанавливающих требования к измерениям переменного напряжения. Эта система может записывать форму испытательного напряжения, анализировать параметры измеренного напряжения, формировать отчеты и т.д.

Программное обеспечение основывается на виртуальном отображении измерительной системы. Применяется для контроля испытательного переменного напряжения, для измерения амплитуды напряжения среднеквадратичного значения, для расчета гармонических составляющих напряжения (анализ с 1 по 40 гармоник), для расчета коэффициента нелинейных искажений и др.

Аппаратная часть системы измерения

Промышленный компьютер, ЦП серии CPU, оперативная память 2 Гб, жесткий диск 500 Гб или конфигурация согласно требованиям Заказчика.

Плата сбора данных, с полной оптоэлектронной развязкой

Изолирующий трансформатор, система защиты

Лазерный принтер HP с портами LPT и USB

Экранированный шкаф, резервная память и другие устройства

Разрешение АЦП:	16 бит
Время опроса АЦП:	≤ 10 мкс
Дискретность:	100 кГц/с

Время переключения каналов: ≤ 5 мкс

Общая системная погрешность: $\leq 0,2\%$

Программное обеспечение системы измерения

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, печати протоколов испытаний и т.д. Реализуется принцип "прибор в программе". Значения измеренного напряжения отображаются в реальном масштабе времени; анализ содержания гармоник и искажений формы сигнала, 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. Можно сохранять данные формы сигналов в графических файлах и в файлах данных, которые используются для формирования протоколов испытаний и анализа гармоник.

После испытания можно построить график зависимости напряжения от времени для анализа испытаний. Сохраненные документы можно обрабатывать и анализировать в режиме off-line через окно контроля испытательного напряжения.

Функции анализа данных

Запись сигнала испытательного напряжения:

Измерительное программное обеспечение может записывать данные испытаний и формировать файлы данных, которые сохраняются в назначенной директории.

Цифровой фильтр:

Применяется многоточечное сглаживание, цифровые окна, адаптивные фильтры и т.д. для эффективного подавления внешних помех и защиты оборудования.

Анализ испытательного напряжения:

Расчет текущего значения испытательного напряжения и пикового напряжения в реальном масштабе времени, отслеживание графика изменения испытательного напряжения.

Регистрация и анализ сигналов переходных процессов:

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

Анализ гармоник испытательного напряжения:

При низком испытательном напряжении возникает высокое содержание гармоник из-за малого насыщения магнитного сердечника. ГОСТ регламентирует содержание гармоник в испытательном напряжении. Поэтому необходимо контролировать содержание гармоник в ходе испытаний.

Формирование и печать протоколов испытаний:

Имеются шаблоны, учитывающие специфику испытаний, печать протоколов испытаний и сигналов испытательных напряжений.

Прочие функции анализа данных:

На основе различных программ испытаний можно расширять функции обработки данных, которые требуются пользователю.

Система испытания приложенным напряжением промышленной частоты ИСПН изготавливается в соответствии с требованиями стандартов РФ. Вся документация и программное обеспечение выполнена на русском языке. Проводится метрологическая поверка и помощь при аттестации в Ростехнадзоре.

Гарантийное и сервисное обслуживание в течение срока службы оборудования. Бесплатное обновление программных продуктов.

1. Упаковка

Оборудование упаковывается в различные виды упаковочного материала, такие как коробки, мешки, деревянные коробки, оптоволоконная водонепроницаемая пленка, упаковочный материал.

Оборудование упаковано в соответствии с требованиями при транспортировке железнодорожными/морскими путями или автомобильным транспортом. Имеется полный пакет документации, руководство по монтажу, сертификат качества оборудования, габаритные чертежи, перечень запчастей, необходимых при демонтаже, упаковочный лист. Блок-схемы или планка с заводской маркировкой и перечень запасных частей упаковываются вместе для защиты от влаги.

На ящиках должны быть маркировки: "Монтажная петля", "Хрупкие предметы", "Не переворачивать" или "Избегать повреждений", "Спец. оборудование" или "Спец. инструмент".

Поставщик несет ответственность за все дефекты, возникшие в результате некачественной упаковки.

2. Транспортировка

Транспортировка осуществляется согласно условиям поставки, определенным в договоре. После отгрузки оборудования поставщик предоставляет счет, упаковочный лист и прочие документы, необходимые для таможенного оформления.

3. Монтажные и пуско-наладочные работы

Требования к монтажу и вводу в эксплуатацию установлены для каждой единицы оборудования.

Монтаж и ввод в эксплуатацию оборудования в течение 7 дней. В зависимости от требований Заказчика предлагается комплексное решение под ключ.

4. Окончательная приемка

Окончательная приемка подтверждает, что поставщик выполнил все обязательства в соответствии с договором. Обе стороны подписывают акт об окончательной приемке оборудования.

5. Обучение персонала

После окончательной приемки в течение 2 дней Заказчик проходит обучение по эксплуатации оборудования.