

## ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

### Трансформаторы напряжения электронные типа ДНЕЭ

#### Назначение средства измерений

Трансформаторы напряжения электронные типа ДНЕЭ (далее по тексту – трансформаторы) предназначены для масштабного преобразования высокого значения напряжения переменного тока промышленной частоты 50 Гц с заземленной нейтралью в низкое значение напряжения переменного тока промышленной частоты 50 Гц и передачи результатов преобразования на электрические измерительные приборы, в системы коммерческого учета электрической энергии, устройствам измерения (в том числе показателей качества электроэнергии), защиты, автоматики, сигнализации и управления.

#### Описание средства измерений

Принцип действия трансформаторов основан на измерении значения напряжения переменного тока с выхода встроенного емкостного делителя. Измерение напряжения производится при помощи специального выносного блока, помещаемого в основание колонны емкостного делителя и подключаемого к его средней точке. Соединение выносного блока и электронно-оптического блока обработки производится волоконно-оптическим кабелем, при этом питание электроники выносного блока осуществляется посредством оптического излучения, передаваемого по соединительному оптоволоконному кабелю из электронно-оптического блока, тем самым обеспечивается полная гальваническая развязка первичной и вторичной цепей, а также независимость системы измерений от наличия напряжения переменного тока в первичной сети. Выносной блок формирует цифровой код измеренного сигнала, который привязывается к сетке синхронизации электронно-оптического блока и дешифруется для дальнейшей обработки электронно-оптическом блоке, где цифровой код синхронно подается на цифро-аналоговый преобразователь напряжения (для выходов  $100/\sqrt{3}V$ ), цифро-аналоговый преобразователь напряжения (для потенциальных выходов). Логическая схема трансформаторов представлена на рисунке 1.

Трансформаторы включают в свой состав:

- выносные блоки измерения, расположенные в основаниях высоковольтных колонн емкостных делителей (рисунки 2, 3, 4);
- электронный блок (рисунок 5);
- блок вторичного преобразования измеренного сигнала в аналоговый вид (рисунки 6, 7)
- резервированный блок питания повышенной надежности (в варианном исполнении) (рисунки 8, 9).

Передача сигнала от чувствительного элемента (колонны емкостного делителя) до измерительного блока осуществляется по оптоволоконному кабелю на расстояние от 20 до 1200 м, что позволяет разместить измерительный блок в помещении с требуемыми условиями эксплуатации.

Трансформаторы могут выпускаться в резервированном исполнении, при этом к одной колонне высоковольтного емкостного делителя подключаются два независимых выносных блока, каждый из которых работает со своим электронно-оптическим блоком.

Для обеспечения возможности включения трансформаторов в систему онлайн-мониторинга работоспособности трансформаторы имеют специальный RS232/485 порт для чтения данных диагностики (доступных так же оператору на дисплее прибора). Порт диагностики работает только в режиме чтения данных и не имеет возможности изменения настроек прибора.

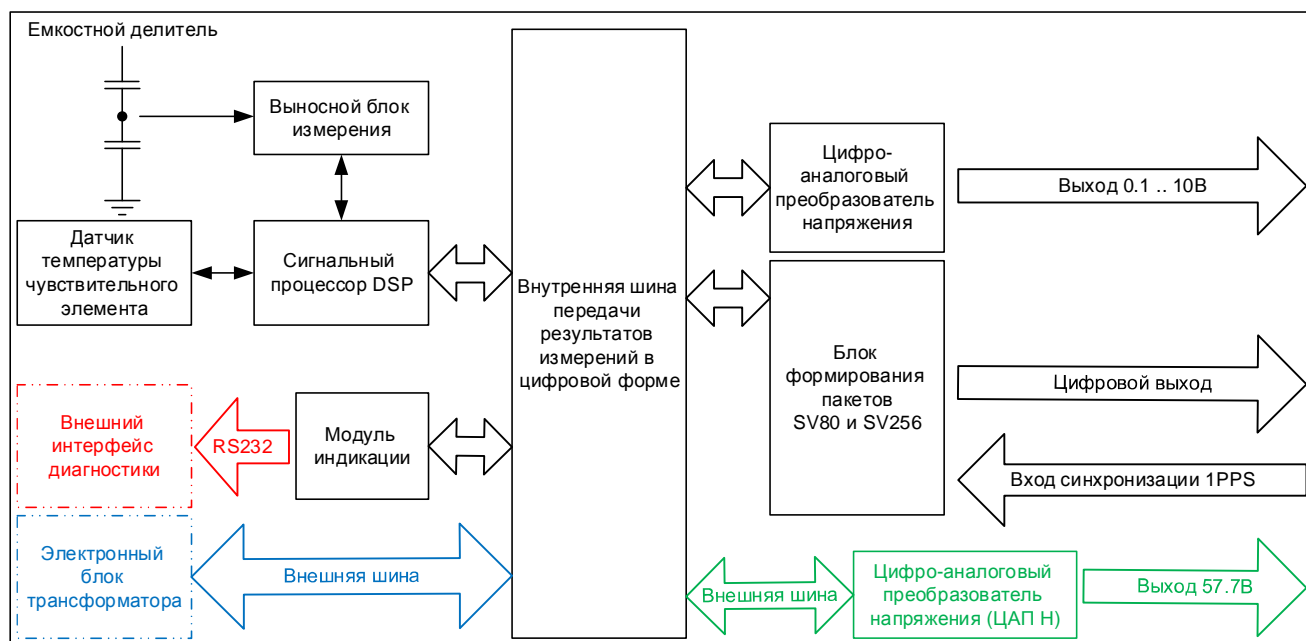


Рисунок 1 – Логическая схема трансформаторов

Трансформаторы выполняются в следующих исполнениях:

1. ДНЕЭ-110 – трансформатор опорного исполнения с номинальным фазным напряжением  $110/\sqrt{3}$  кВ. (рисунок 2)
2. ДНЕЭ-110-ВК – трансформатор опорного исполнения с номинальным фазным напряжением  $110/\sqrt{3}$  кВ с встроенным в изоляционную колонну компенсатором температурного расширения. (рисунок 3)
3. ДНЕЭ-220 – трансформатор опорного исполнения с номинальным фазным напряжением  $220/\sqrt{3}$  кВ. (рисунок 4)



Рисунок 2 – высоковольтный емкостной делитель ДНЕЭ-110



Рисунок 3 – высоковольтный емкостной делитель с встроенным в изолятор компенсатором температурного расширения ДНЕЭ-110ВК



Рисунок 4 – высоковольтный емкостной делитель ДНЕЭ-220



Рисунок 5 – Электронный блок трансформаторов (вид спереди)



Рисунок 6 – Электронный блок ЦАП Н для вывода пропорционального аналогового сигнала  $100/\sqrt{3}$  В трансформаторов



Рисунок 7 – Электронный блок ЦАП Н для вывода пропорционального аналогового сигнала  $100/\sqrt{3}$  В трансформаторов вид сзади



Рисунок 8 – Электронный блок резервированного блока питания повышенной надежности (вид спереди)



Рисунок 9 – Электронный блок резервированного блока питания повышенной надежности (вид сзади)

Условное обозначение трансформаторов представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Условное обозначение трансформаторов

ДНЕЭ	Обозначение типа: Трансформаторы напряжения электронные типа ДНЕЭ	
А	Исполнение	
	110	Опорного исполнения с высоковольтными колоннами 110 кВ
	220	Опорного исполнения с высоковольтными колоннами 220 кВ
	110-ВК	Опорного исполнения с высоковольтными колоннами 110 кВ с встроенным компенсатором температурного расширения

Продолжение таблицы 1

Б	Количество измерительных блоков в крейте электронно-оптического блока	
	1	Один модуль (однофазная сеть)
	2	Два модуля (две фазы)
	3	Три модуля (трехфазная сеть)
В	Классы точности	
Г	Диапазон рабочих температур чувствительного элемента	
	УХЛ1	УХЛ1 по ГОСТ 15150-69 (минус 60... плюс 40 °С)
	УХЛ1-Т	УХЛ1 по ГОСТ 15150-69 с расширенным температурным диапазоном (минус 60... плюс 60 °С)
Д	Типы используемых выходов, комбинация из символов	
	А	Аналоговый 100/√3 В
	П	Потенциальный выход
	М	2 Цифровых выхода с числом выборок 4000 и 12800 в секунду (80 и 256 выборок на период промышленной частоты)
Е	Тип примененного источника питания	
	1	Один универсальный вход 220 В постоянного или переменного тока
	2	Два универсальных входа 220 В постоянного или переменного тока
	В	Высоконадежный резервированный блок питания
Ж	Наличие резервирования	
	Без символа	Без резервирования – с одним электронно-оптическим блоком и одним комплектом выносных блоков в основании колонн делителей
	Р	С двойным резервированием – два электронно-оптических блока, каждый из которых подключается к своему комплекту выносных блоков в основании общих колонн емкостных делителей.

Пример обозначения:

ДНЕЭ – 220 – 3 – 0.2 – 3Р - УХЛ1-Т – МА – 2



## Программное обеспечение

Встроенное программное обеспечение (далее по тексту – ПО) трансформаторов представляет собой набор микропрограмм, предназначенных для обеспечения нормального функционирования аппарата, управления интерфейсом и т.д. Данное ПО имеет метрологически значимые и незначимые части.

Уровень защиты от непреднамеренных и преднамеренных изменений – «Высокий» в соответствии с Р 50.2.077-2014.

Идентификационные данные ПО трансформаторов представлены в таблицах 2 и 3.

Таблица 2 – Характеристики метрологически значимого ПО

Наименование ПО	Идентификационное наименование ПО	Номер версии (идентификационный номер) ПО	Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО
Встроенное ПО формирования данных замеров	FPGA_U.bin	2.09	D8D78B4767D2150 07EE64ED1F801EB A3	md5

Таблица 3 – Характеристики метрологически не значимого ПО

Наименование ПО	Идентификационное наименование ПО	Номер версии (идентификационный номер) ПО	Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО
Встроенное ПО формирования пакета данных МЭК 61850-9-2	Mod_61850.bin	2.08	E86E4BC58934D10 01E90AC3EC3C0B 618	md5
Встроенное ПО индикации состояния на экране устройства	MU_U.bin	2.17	06E771E1AC291E0 EB53E12F01343A1 FB	md5

## Метрологические и технические характеристики

Диапазоны измеряемых величин, технические характеристики, а также пределы допускаемых погрешностей измерений приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Метрологические и технические характеристики трансформаторов

Характеристика	Значение	
	Вариант исполнения	Фазное напряжение
Номинальное напряжение, кВ	ДНЕЭ-110	110/√3
	ДНЕЭ-110-ВК	110/√3
	ДНЕЭ-220	220/√3
Номинальное вторичное напряжение для аналогового выхода внешнего цифро-аналогового преобразователя, В	100/√3	
Классы точности по ГОСТ Р МЭК 60044-7-2010	0,2; 0,5; 1,0; 3Р	

Продолжение таблицы 4

Характеристика	Значение	
	Номинальная емкость, пФ	ДНЕЭ-110
	ДНЕЭ-110-ВК	1000±15 %
	ДНЕЭ-220	590±15 %
Номинальная нагрузка на аналоговом выходе внешнего цифро-аналогового преобразователя $S_{2ном}$ (коэффициент мощности $\cos\varphi = 1$ ), В·А	От 2,5 до 30	
Номинальная частота измеряемого тока, Гц	50	
Коэффициент безопасности внешнего цифро-аналогового преобразователя напряжения	3,0	
Номинальное напряжение потенциального выхода, В	От 0,1 до 10	
Минимальное входное сопротивление приборов, подключаемых к потенциальному выходу, кОм	400	
Количество измеряемых фаз	1 – 3	
Диапазон полосы пропускания частот при наличии гармоник в измеряемом сигнале, Гц	20 – 5000	
Рабочая температура, °С	Чувствительный элемент	Минус 60... плюс 60
	Электронные блоки	Минус 10... плюс 40
Относительная влажность воздуха, %	от 10 до 95	
Атмосферное давление, кПа (мм. рт. ст.)	от 60 до 106,7 (от 460 до 800)	
Группа механического исполнения по ГОСТ 17516.1-90	М40	
Высота над уровнем моря, м не более	1000	
Окружающая атмосфера	Не взрывоопасная, не содержащая токопроводящую пыль и агрессивные газы, типа II по ГОСТ 15150-69	
Нагрузка от тяжения провода, Н	2000	
Рабочее положение первичных датчиков напряжения	Вертикальное	
Длина соединительного кабеля, м	От 20 до 1200	
Напряжение питания измерительного блока, В	Исполнение с одним источником питания	220±44 Переменного или постоянного тока без резервирования
	Исполнение с двумя источниками питания	220±44 Переменного или постоянного тока с резервированием

Продолжение таблицы 4

Характеристика	Значение	
	Исполнение с источником питания для ответственных присоединений	220 ± 44 Переменного или постоянного тока с резервированием и возможностью горячей замены элементов и резервирования от кратковременных пропадания напряжения длительностью до 2 секунд
Номинальная частота питающей сети, Гц	50	
Потребляемая мощность электронного блока, Вт, не более	100	
Потребляемая мощность электронного блока ЦАП Н, Вт, не более	200	
Габаритные размеры электронных блоков (Д×Ш×В), мм	430×280×170	
Габаритные размеры высоковольтной колонны ДНЕЭ-110 (Д×Ш×В), мм, не более	350×350×1550	
Габаритные размеры высоковольтной колонны ДНЕЭ-110-ВК (Д×Ш×В), мм, не более	350×350×1550	
Габаритные размеры высоковольтной колонны ДНЕЭ-220 (Д×Ш×В), мм, не более	430×430×2750	
Масса электронного блока ДНЕЭ, кг, не более	11	
Масса электронного блока ЦАП Н, кг, не более	15	
Масса высоковольтной колонны ДНЕЭ-110, кг, не более	115	
Масса высоковольтной колонны ДНЕЭ-110-ВК, кг, не более	110	
Масса высоковольтной колонны ДНЕЭ-220, кг, не более	175	
Средний срок службы, лет	25	
Наработка на отказ, ч	120000	

### Знак утверждения типа

Знак утверждения типа наносят на табличку трансформаторов методом термопечати или трафаретной печати и на титульные листы паспорта типографским способом.

### Комплектность средства измерений

Комплект поставки приведён в таблице 5.

Таблица 5 – Комплект поставки трансформаторов

Наименование изделия	Кол-во
Измерительный блок	1 – 2 шт.
Цифро-аналоговый преобразователь напряжения	0 - 2 шт.
Внешний резервированный блок питания с защитой от кратковременного пропадания напряжения и возможностью замены блоков в горячем режиме	0 - 2 шт
Высоковольтные колонны	По числу фаз
Шкаф с оптической кабельной муфтой	1-2 шт.
Комплект соединительных кабелей	1-2 шт.
Паспорт	1 шт.
Инструкция по монтажу и наладке	1 шт.

## Поверка

осуществляется в соответствии с документом МП 60488-15 «Трансформаторы напряжения электронные типа ДНЕЭ. Методика поверки», утвержденным ФГУП «ВНИИМС» в январе 2015 г.

Основные средства поверки приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Основные средства поверки трансформаторов

Наименование и тип средства поверки	Требуемые характеристики
Трансформатор напряжения измерительный эталонный 4820spez	Номинальные напряжения: 110000: $\sqrt{3}/100$ : $\sqrt{3}$ В, 220000: $\sqrt{3}/100$ : $\sqrt{3}$ В, 250000: $\sqrt{3}/100$ : $\sqrt{3}$ В, 500000: $\sqrt{3}/100$ : $\sqrt{3}$ В, класс точности 0,02
Прибор сравнения КНТ-05 (КНТ-03)	Пределы допускаемой относительной погрешности $\pm 0,0005$ %; пределы допускаемой абсолютной угловой погрешности $\pm 0,005$ мин.
Магазин нагрузок МР 3025	Пределы допускаемой погрешности от номинального значения нагрузки $\pm 4$ %
Прибор электроизмерительный эталонный многофункциональный Энергомонитор-3.1 КМ	Пределы допускаемой относительной погрешности измерения напряжения переменного тока $\pm[0,01+0,002 \cdot (1,2 \cdot U_H/U-1)]$ %; пределы допускаемой относительной погрешности измерения напряжения постоянного тока $\pm[0,01+0,005 \cdot (1,7 \cdot U_H/U-1)]$ %; пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения угла фазового сдвига $\pm 0,01$ градуса

## Сведения о методиках (методах) измерений

Сведения о методиках (методах) измерений приведены в паспорте.

## Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к трансформаторам напряжения электронным типа ДНЕЭ

- ГОСТ Р МЭК 60044-7-2010 «Трансформаторы измерительные. Электронные трансформаторы напряжения».
- ГОСТ 1983-2001 «Трансформаторы напряжения. Общие технические условия».
- ТУ 6681-001-69571383-2014 Технические условия «Трансформаторы напряжения электронные типа ДНЕЭ».



## **Рекомендации по областям применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений**

При выполнении работ по оценке соответствия продукции и иных объектов обязательным требованиям в соответствии с законодательством Российской Федерации о техническом регулировании.

### **Изготовитель**

Закрытое акционерное общество «Профотек» (ЗАО «Профотек»), г. Москва.  
Адрес: 123104, Россия, г. Москва, Тверской б-р, д.13, стр.1  
Тел: (495) 775-83-39  
E-mail: [info@profotech.ru](mailto:info@profotech.ru)  
<http://www.profotech.ru>

### **Испытательный центр**

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы» (ФГУП «ВНИИМС»)  
Адрес: 119361, г. Москва, ул. Озерная, д.46  
Тел./факс: (495)437-55-77 / 437-56-66;  
E-mail: [office@vniims.ru](mailto:office@vniims.ru), [www.vniims.ru](http://www.vniims.ru)  
Аттестат аккредитации ФГУП «ВНИИМС» по проведению испытаний средств измерений в целях утверждения типа № 30004-13 от 26.07.2013 г.

Заместитель  
Руководителя Федерального  
агентства по техническому  
регулированию и метрологии

С.С. Голубев

М.п. « » \_\_\_\_\_ 2015 г.