

## ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

### Делители напряжения емкостные электронные ДНЕЭ с цифровым выходом

#### Назначение средства измерений

Делители напряжения емкостные электронные ДНЕЭ с цифровым выходом (далее по тексту - ДНЕЭ) предназначены для измерения и 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 выработки сигнала измерительной информации согласно стандарту "IEC 61850-9-2:2011 на русском языке" (далее - IEC 61850-9-2) для передачи результатов измерений и преобразования на электрические измерительные приборы, в системы коммерческого учета электрической энергии, устройствам измерения (в том числе показателей качества электроэнергии), защиты, автоматики, сигнализации и управления в качестве электронных трансформаторов напряжения.

#### Описание средства измерений

Принцип действия ДНЕЭ основан на масштабном преобразовании (делении) напряжения переменного тока при помощи емкостного делителя и последующем его оцифровке АЦП. 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 по которому передаются опорные частоты синхронизации измерений и данные об измеренных величинах, самодиагностике в цифровом формате, 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 преобразуется для дальнейшей обработки электронно-оптическом блоке, где цифровой код синхронно подается на цифро-аналоговый преобразователь напряжения (для выходов  $100/\sqrt{3}V$ ), блок формирования цифровых пакетов данных по стандарту IEC 61850-9-2, цифро-аналоговый преобразователь напряжения (для потенциальных выходов) (см. рисунок 1).

ДНЕЭ представляют собой комплектное устройство, включающее электронный блок (рисунок б), подключенные к нему выносные блоки измерения, расположенные в основаниях высоковольтных колонн емкостных делителей (рисунки 2, 3, 4, 5), а также блок вторичного преобразования измеренного сигнала в аналоговый вид (рисунки 7 и 8) и (в вариантном исполнении) резервированный блок питания повышенной надежности (рисунки 9 и 10).

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.

ДНЕЭ 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 ДНЕЭ в систему онлайн-мониторинга работоспособности прибор имеет 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.

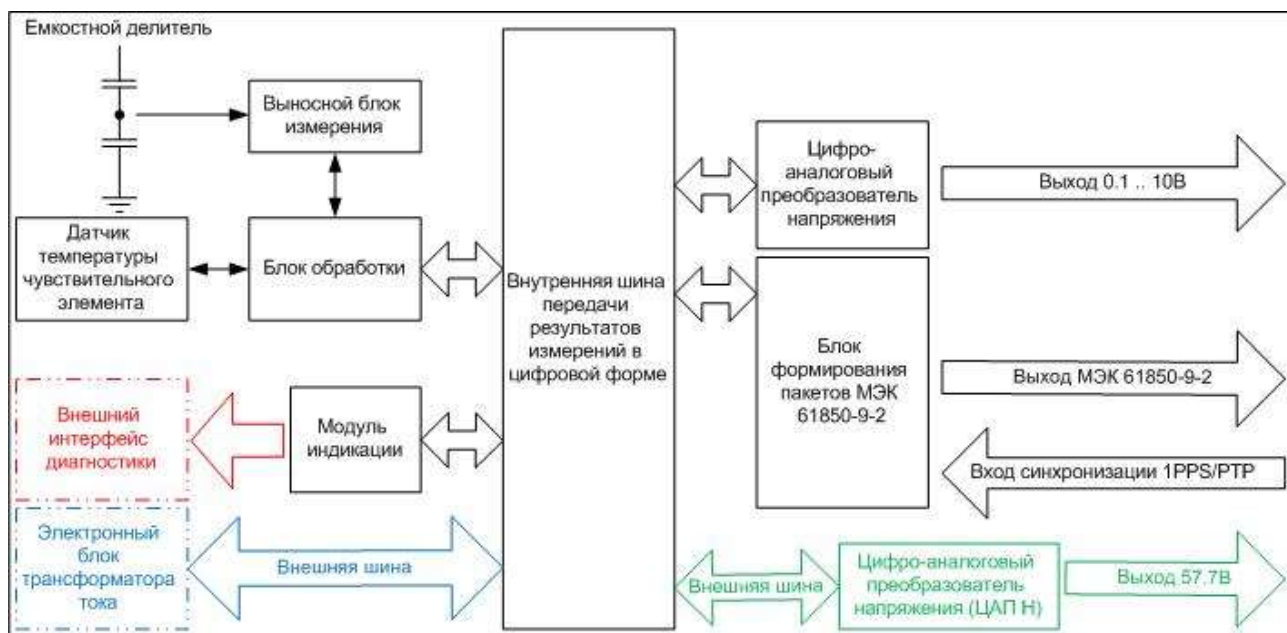


Рисунок 1 - Логическая схема ДНЕЭ

ДНЕЭ 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-123-М - трансформатор опорного исполнения с номинальным фазным напряжением  $110/\sqrt{3}$  и  $123/\sqrt{3}$  кВ с встроенным в изоляционную колонну компенсатором температурного расширения (рисунок 5).
4. ДНЕЭ-220 - трансформатор опорного исполнения с номинальным фазным напряжением  $220/\sqrt{3}$  кВ (рисунок 4).

Внешний вид ДНЕЭ в зависимости от исполнения приведен на рисунках 2-10.



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 - Высоковольтный емкостной делитель с встроенным в изолятор компенсатором температурного расширения ДНЕЭ-123-М



Место пломбировки от несанкционированного доступа

Рисунок 6 - Электронный блок ДНЕЭ (вид спереди) и схема пломбировки от несанкционированного доступа



Рисунок 7 - Электронный блок ЦАП Н для вывода пропорционального аналогового сигнала  $100/\sqrt{3}$  В ДНЕЭ



Рисунок 8 - Электронный блок ЦАП Н для вывода пропорционального аналогового сигнала  $100/\sqrt{3}$  В ДНЕЭ вид сзади

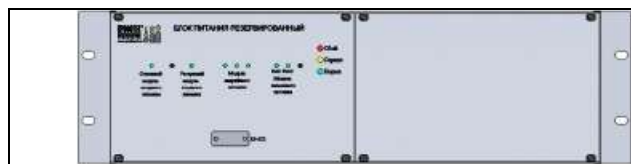


Рисунок 9 - Электронный блок резервированного блока питания повышенной надежности (вид спереди)



Рисунок 10 - Электронный блок резервированного блока питания повышенной надежности (вид сзади)

Условное обозначение ДНЕЭ при поставке:

ДНЕЭ - А - Б - В - Г - Д - Е - Ж,

где:

ДНЕЭ - Обозначение типа: Делители напряжения емкостные электронные с цифровым выходом;

А - Исполнение прибора:

- 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;
- 123-М Опорного исполнения с высоковольтными колоннами 123 (110) кВ с встроенным компенсатором температурного расширения;

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 (от минус 60 до 40 °С);
- УХЛ1-Т УХЛ1 по ГОСТ 15150-69 с расширенным температурным диапазоном

(от минус 60 до 60 °С);

Д - Типы используемых выходов, комбинация из символов:

- А Аналоговый  $100/\sqrt{3}$  В;
- П Потенциальный выход;
- М Цифровые выходы по стандарту IEC 61850-9-2 с числом выборок 4000 и 12800 в секунду (80 и 256 выборок на период промышленной частоты). Опционально может быть изменена частота дискретизации на одно из значений: 1000, 2000, 16000, 32000, 64000 выборок в секунду;

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.

Делитель напряжения емкостной электронный ДНЕЭ, в опорном исполнении на 220 кВ, трехфазный, имеющий класс точности 0,2 для коммерческого учета и класс точности 3Р для целей защиты, с расширенным температурным диапазоном температур от минус 60 до 60 °С, с аналоговым выходом  $100/\sqrt{3}$  В и цифровым выходом с двумя универсальными входами питания 220 В постоянного или переменного тока.

### Программное обеспечение

Программное обеспечение (ПО) ДНЕЭ является встроенным и представляет собой набор микропрограмм, предназначенных для обеспечения нормального функционирования аппарата, управления интерфейсом (и т.д). По своей структуре ПО ДНЕЭ разделено на метрологически значимую (таблица 1) и метрологически не значимую части. Встроенное ПО формирования пакета данных по стандарту IEC 61850-9-2 и встроенное ПО индикации состояния на экране устройства является метрологически не значимой частью ПО ДНЕЭ.

Влияние программного обеспечения учтено при нормировании метрологических и технических характеристик приборов.

Идентификационные данные ПО ДНЕЭ представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Характеристики метрологически значимого ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО (Встроенное ПО формирования данных замеров)	FPGA_U.bin
Номер версии (идентификационный номер) ПО	2.09
Цифровой идентификатор ПО	D8D78B4767D215007EE64ED1F801EBA3
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО	md5

Уровень защиты программного обеспечения от непреднамеренных и преднамеренных изменений - «высокий» в соответствии с рекомендациями по метрологии Р 50.2.077-2014.

**Метрологические и технические характеристики** приведены в таблице 2.

Таблица 2

Характеристика	Значение
1	2
Номинальное фазное напряжение, кВ ДНЕЭ-110 ДНЕЭ-110-ВК ДНЕЭ-123-ВК ДНЕЭ-220	$110/\sqrt{3}$
	$110/\sqrt{3}$
	$110/\sqrt{3}$ и $123/\sqrt{3}$
	$220/\sqrt{3}$
Номинальное вторичное напряжение для аналогового выхода внешнего цифро-аналогового преобразователя, В	$100/\sqrt{3}$

Продолжение таблицы 2

1	2
Классы точности по ГОСТ Р МЭК 60044-7-2010 (При коэффициенте искажения синусоидальной кривой не более 30 %)	0,2; 0,5; 1,0; 3Р
Частота дискретизации по выходу "МЭК 61850-9-2", выборка в секунду	4000, 12800 (стандартно) 1000, 2000, 16000, 32000, 64000 (специальное исполнение)
Количество одновременно передаваемых потоков по выходу "МЭК 61850-9-2" с различной частотой дискретизации	1; 2; 3 (специальное исполнение)
Тип входа синхронизации времени	1PPS оптический (спад/фронт), разъем ST MM 1PPS электрический (спад/фронт), разъем BNC PTP
Период удержания частоты при отсутствии внешней синхронизации, с, не менее	20
Номинальная емкость, пФ	
ДНЕЭ-110	830±15 %
ДНЕЭ-110-ВК	1000±15 %
ДНЕЭ-123-М	850±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
Число встроенных потенциального выходов	до 3 *
Номинальное напряжение потенциального выхода, В	От 0,1 до 10
Минимальное входное сопротивление приборов, подключаемых к потенциальному выходу (0,1 - 10 В), кОм	400
Количество измеряемых фаз	От 1 до 3*
Диапазон пропускания частот при наличии гармоник в измеряемом сигнале, Гц	От 20 до 5000
Примечание: * Количество и тип выходов зависит от варианта исполнения.	

Продолжение таблицы 2.

1	2	
Рабочие условия применения, °С	Высоковольтные колонны	от минус 60 до плюс 60
	Электронные блоки	от минус 10 до 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 натяжения 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
	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, не более	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	

Продолжение таблицы 2

1	2
Габаритные размеры высоковольтной колонны ДНЕЭ-123-М (Д×Ш×В), мм, не более	350×350×1700
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-123-М, кг, не более	110
Масса высоковольтной колонны ДНЕЭ-220, кг, не более	175
Средний срок службы, лет	25
Средняя наработка на отказ, ч	120000

### Знак утверждения типа

наносят на табличку ДНЕЭ методом механического нанесения или трафаретной печати и на титульные листы паспорта-формуляра типографским способом.

### Комплектность средства измерений

Комплект поставки приведен в таблице 3.

Таблица 3

Наименование изделия	Кол-во
Электронный блок	до 2 шт.*
Цифро-аналоговый преобразователь напряжения	1 комплект
Внешний резервированный блок питания с защитой от кратковременного пропадания напряжения и возможностью замены блоков в горячем режиме	1 комплект
Высоковольтные колонны	По числу фаз
Шкаф с оптической кабельной муфтой	1 комплект
Комплект соединительных кабелей	1 комплект
Методика поверки МП 2203-0292-2015	1 шт.
Паспорт-формуляр 4222-003-69571383-2012 ПС	1 шт.
Руководство по эксплуатации РЭ 4222-003-69571383-2012	1 шт.
Примечание: *В соответствии с договором поставки.	

### Поверка

осуществляется по документу МП 2203-0292-2015 «Делители напряжения емкостные электронные ДНЕЭ с цифровым выходом. Методика поверки», утвержденному ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» в ноябре 2015 г.

Основные средства поверки: преобразователи напряжения измерительные высоковольтные емкостные масштабные типа ПВЕ (ФИФОЕИ № 32575-11), прибор сравнения типа КНТ-05 (КНТ-03) (ФИФОЕИ № 37854-08 (24719-03)), магазин нагрузок типа МР 3025 (ФИФОЕИ № 22808-07), прибор электроизмерительный эталонный многофункциональный типа



Энергомонитор-3.1 КМ (ФИФОЕИ № 52854-13), установка поверочная векторная компарирующая типа "УПК-МЭ 61850" (ФИФОЕИ № 60987-15).

Знак поверки, в виде оттиска поверительного клейма, наносится на свидетельство о поверке.

**Сведения о методиках (методах) измерений**

изложены в руководстве по эксплуатации РЭ 4222-003-69571383-2012.

**Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к делителям напряжения емкостным электронным ДНЕЭ с цифровым выходом**

ГОСТ Р МЭК 60044-7-2010 «Трансформаторы измерительные. Часть 7. Электронные трансформаторы напряжения».

ГОСТ 1983-2001 «Трансформаторы напряжения. Общие технические условия».

IEC 61850-9-2:2011 на русском языке "Системы автоматизации и сети связи на подстанциях.

Часть 9-2.Схема особого коммуникационного сервиса (SCSM). Значения выборок по ISO/IEC 8802-3".

ТУ 6681-005-69571383-2014 Технические условия «Делители напряжения емкостные электронные ДНЕЭ с цифровым выходом».

**Изготовитель**

ЗАО «Профотек», г. Москва

Адрес: 123104, Россия, г. Москва, Тверской б-р, д.13, стр.1

ИНН 7703733861

Тел: (495) 775-83-39

E-mail: [info@profotech.ru](mailto:info@profotech.ru) , <http://www.profotech.ru>

**Испытательный центр**

ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

190005, г. Санкт-Петербург, Московский пр., д.19

Тел. (812) 251-76-01, факс (812) 713-01-14

E-mail:[info@vniim.ru](mailto:info@vniim.ru)

Аттестат аккредитации ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» по проведению испытаний средств измерений в целях утверждения типа № RA.RU.311541 от 01.01.2016 г.

Заместитель

Руководителя Федерального  
агентства по техническому  
регулированию и метрологии

С.С. Голубев

М.п.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2016 г.