

УТВЕРЖДЕНО
приказом Федерального агентства
по техническому регулированию
и метрологии
от «26» мая 2023 г. № 1073

Регистрационный № 89123-23

Лист № 1
Всего листов 12

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Трансформаторы напряжения электронные ДНЕЭ

Назначение средства измерений

Трансформаторы напряжения электронные ДНЕЭ (далее по тексту – трансформаторы, ДНЕЭ) 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 высоковольтного емкостного делителя. Измерение напряжения производится при помощи специального выносного модуля, помещаемого в основание колонны емкостного делителя и подключаемого к его средней точке. Соединение выносного модуля и электронно-оптического блока обработки производится волоконно-оптическим кабелем, при этом питание электроники выносного модуля осуществляется по гальванически развязанному питающему кабелю, либо 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 модуль формирует цифровой код измеренного сигнала, который дешифруется и привязывается к сетке синхронизации и поступает для дальнейшей обработки электронно-оптическим блоком.

Трансформаторы представляют собой программно-аппаратный комплекс в виде комплектного устройства, включающего электронно-оптический блок, подключенные к нему выносные модули измерения, расположенные в основаниях высоковольтных колонн емкостных делителей. Опционально ДНЕЭ может комплектоваться резервированным блоком питания повышенной надежности.

Передача сигнала от чувствительного элемента (колонны емкостного делителя) до электронно-оптического блока осуществляется по оптоволоконному кабелю, 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 модуля, каждый из которых работает со своим электронно-оптическим блоком.

Принцип измерения напряжения в ДНЕЭ основан на синхронном трехканальном измерении напряжения первичной сети после ее масштабного преобразования во внешних измерительных трансформаторах напряжения. Цифровой код подается на блок формирования цифровых данных результатов измерений в формате МЭК 61850-9-2, а также на формирователь пропорциональных амплитуде частотных, импульсных и токовых выходов, а также цифрового кода в цифровых протоколах (Modbus и др.). После обработки интегральные данные об измеренных значениях напряжения и вспомогательная статусная информация могут формироваться в кадры протокола 61850-8-1, SNMP, Modbus и др. и передаваться по сетевым интерфейсам платы МЭК 61850.

Для обеспечения возможности снятия внутренней расширенной диагностики ДНЕЭ имеет специальный ANSI/TIA/EIA-422-B (далее – RS422) порт для чтения данных диагностики, расположенный на передней панели. Порт диагностики работает только в режиме чтения данных и не имеет возможности изменения настроек прибора. Принцип работы ДНЕЭ указан на рисунке 1.

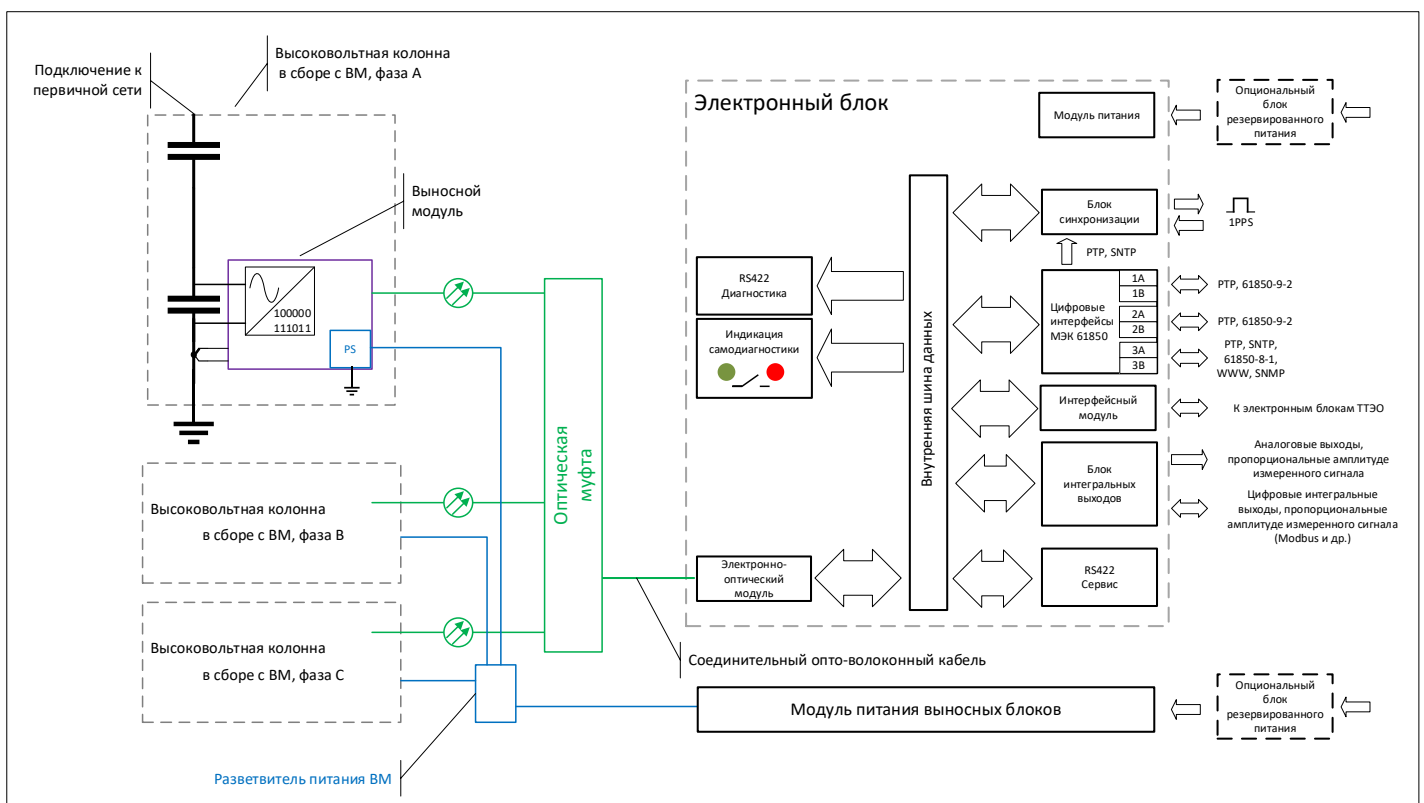


Рисунок 1 – Принцип работы ДНЕЭ

ДНЕЭ может обеспечивать резервирование измерений, при котором в состав ДНЕЭ входит 2 электронно-оптических блока, а также обеспечивается подключение к одному высоковольтному делителю двух выносных модулей, подключенных к своему электронному оптическому блоку (основному и резервному).

Электронно-оптические блоки, выносные модули, и их блоки питания являются унифицированными и не зависят от уровня напряжения трансформатора. В зависимости от уровня рабочего напряжения трансформатора применяются различные колонны высоковольтных делителей. Вид делителя в зависимости от уровня напряжения приведен на рисунке 2.

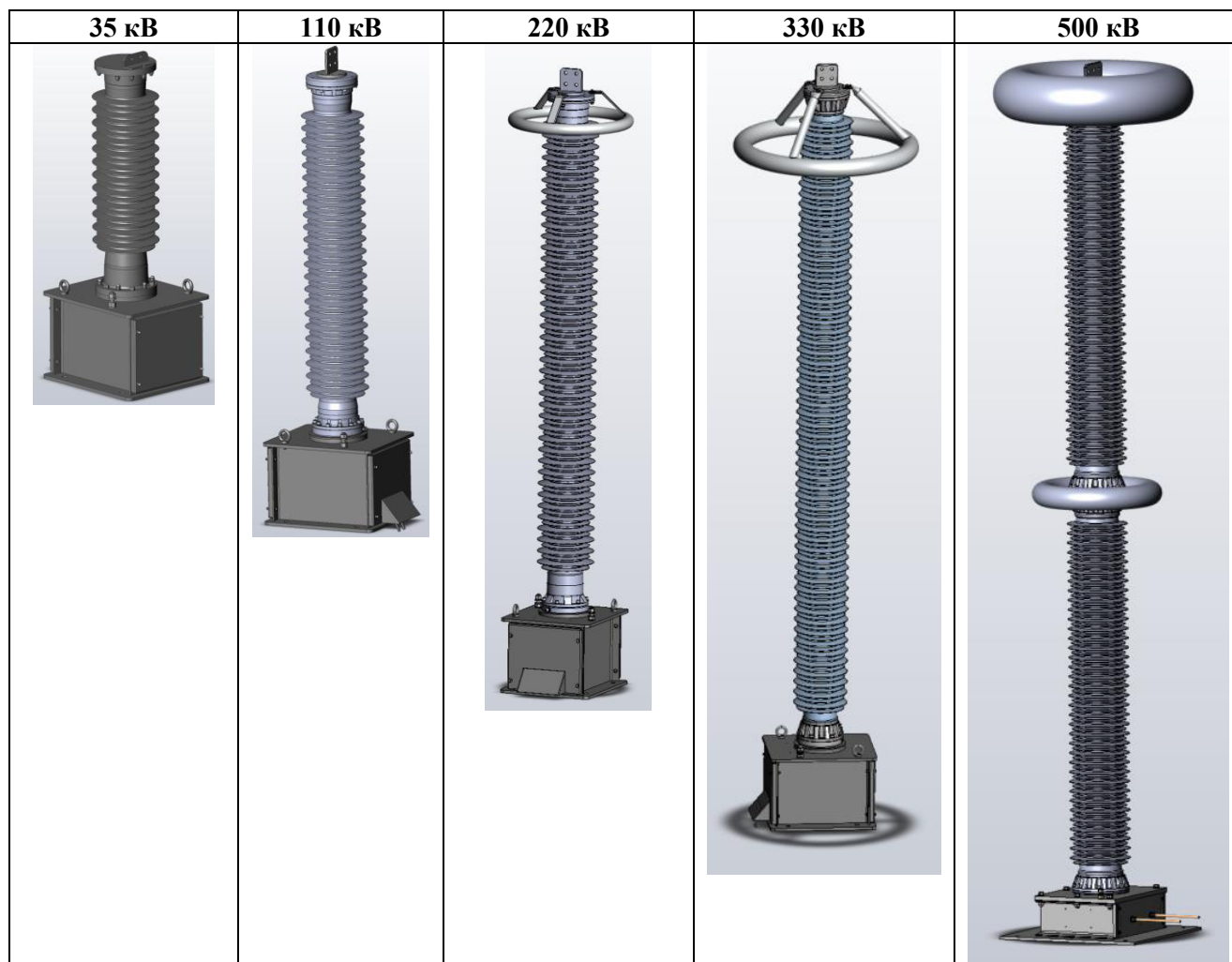


Рисунок 2 – Вид высоковольтного емкостного делителя в зависимости от уровня напряжения

Электронно-оптический блок ДНЕЭ выполняется в виде единого металлического корпуса, предназначенного для монтажа в стандартную телекоммуникационную стойку 19 дюймов. Высота корпуса может составлять 3U или 4U в зависимости от внутреннего наполнения ДНЕЭ. Внешний вид электронно-оптического блока, с указанием знака утверждения типа и заводского номера, показан на рисунке 3.

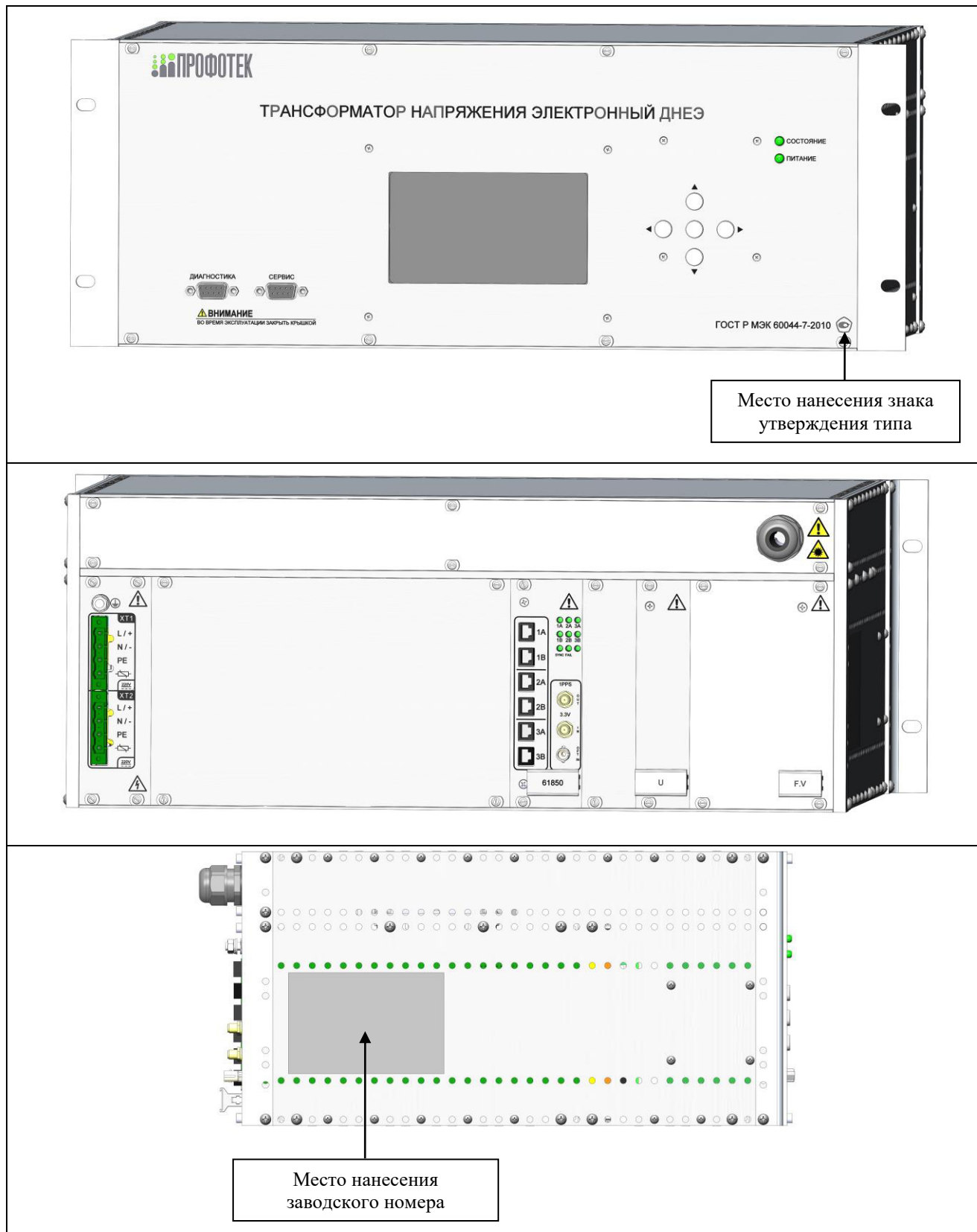


Рисунок 3 – Внешний вид электронно-оптического блока, с указанием места нанесения знака утверждения типа, заводского номера

Условное обозначение трансформатора при поставке:

ДНЕЭ – А – Б – В – Г – Д – Е, где

ДНЕЭ	Обозначение типа: Трансформатор напряжения электронный ДНЕЭ	
А	Исполнение прибора	
	1	Стандартное исполнение, все высоковольтные колонны одинаковые, без резервирования
	2	Стандартное исполнение, все высоковольтные колонны одинаковые, с резервированием
	К	Комбинированное исполнение, допускается применение разных высоковольтных колонн на разных фазах. Параметры фаз указываются через дробь. Без резервирования
	К2	Комбинированное исполнение, допускается применение разных высоковольтных колонн на разных фазах. Параметры фаз указываются через дробь. С резервированием
Б	1, 2 или 3	Количество фаз измерения напряжения
В	Линейное напряжение сети, кВ. Для комбинированного исполнения напряжения указываются через дробь	
Г	Класс точности прибора при измерении напряжения в виде дроби: числитель – класс точности в диапазоне учета, знаменатель – класс точности в релейном диапазоне по ГОСТ Р МЭК 60044-7-2010	
Д	Соответствие унифицированным классам точности ПАО «Россети»	
	Без буквы	Стандартный класс точности, указанный в поз. Г
	УКТ	Где УКТ – Кодировка унифицированного класса точности в соответствии с данным ТУ
Е	Диапазон рабочих температур чувствительного элемента	
	КК	Где КК – климатическое исполнение по ГОСТ 15150-69 (например – УХЛ1)
	С	Специальный диапазон рабочих температур

Примеры обозначения:

ДНЕЭ – 1 – 3 – 110 – 0.2/ЗР – УХЛ1

Трансформатор напряжения электронный ДНЕЭ, в опорном исполнении на 110 кВ, без резервирования, 3 фазы, имеющий класс точности 0.2 для коммерческого учета и класс точности ЗР для релейной защиты, с климатическим исполнением УХЛ1.

ДНЕЭ – К – 3 – 110/220/330 – 0.2/ЗР – 0.2d – УХЛ1

Трансформатор напряжения электронный ДНЕЭ, в комбинированном исполнении в трех фазах: фаза А в исполнении на 110 кВ, фаза В в исполнении на 220 кВ, фаза С в исполнении на 330 кВ, имеющий класс точности 0,2 для коммерческого учета и класс точности ЗР для релейной защиты, соответствующий унифицированному классу точности 0.2d, с климатическим исполнением УХЛ1.

Нанесение знака поверки на трансформаторы не предусмотрено.

Заводской номер трансформатора в виде буквенно-цифрового обозначения, состоящего из арабских цифр и букв латинского алфавита, наносится на самоклеящиеся информационные таблички (шильды) типографским способом. Шильды крепятся на корпусе электронно-оптического блока и основаниях колонн высоковольтных емкостных делителей.

Места пломбировки от несанкционированного доступа показаны на рисунке 4.

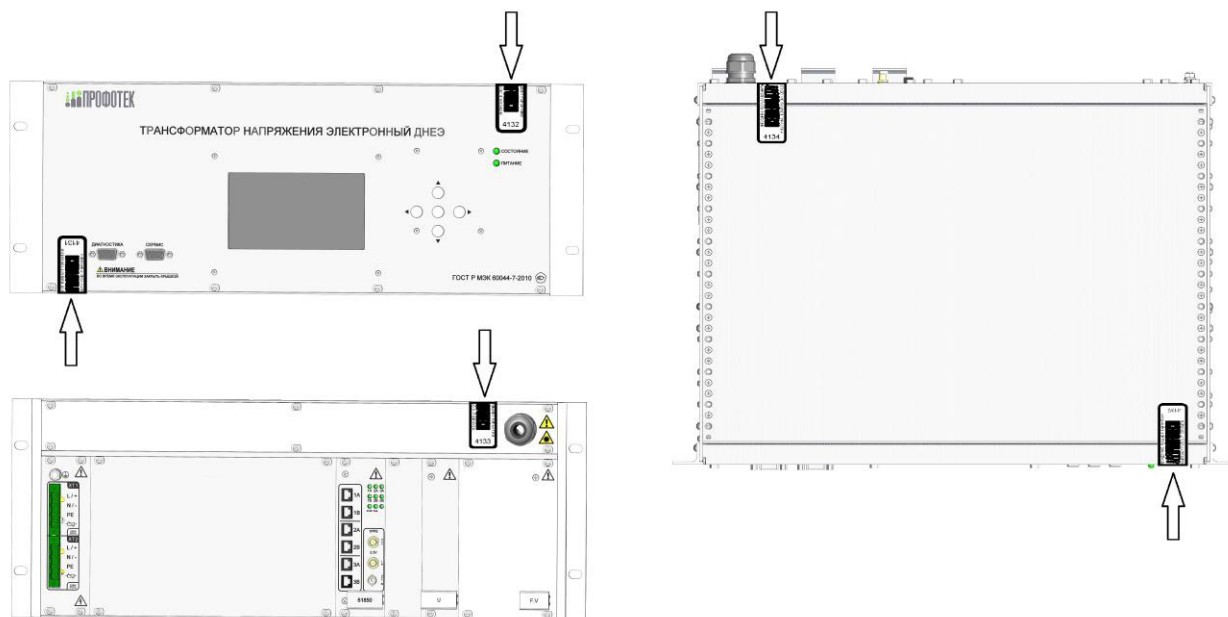


Рисунок 4 – Места пломбировки от несанкционированного доступа

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 (Таблица 2).

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

Идентификационные данные ПО ДНЕЭ представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Характеристики метрологически значимого ПО

Наименование ПО	Идентификационное наименование ПО	Номер версии (идентификационный номер) ПО, не ниже	Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО
Встроенное ПО формирования данных замеров	adsp21364_volt_v2.2.1.ldr	2.2.1	a9beaa5e08d809449bd9b7a4c7d106d7	md5
Встроенное ПО формирования данных замеров ВМ	dsp_VmMeas_v18.58.jed	18.58	f58c365b85d3c32540074705ef80c21a	md5
Встроенное ПО формирования пакета данных МЭК 61850-9-2	iec61850.img.bin	6.09	0ee0959756c4dbbe402f1e46f9a3c48e	md5

Таблица 2 – Характеристики метрологически не значимого ПО

Наименование ПО	Идентификационное наименование ПО	Номер версии (идентификационный номер) ПО, не ниже	Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО
Встроенное ПО оптической схемы	sam3x4e_mo_v1.5.1 .bin	1.5.1	bcbcdb0c1cd5ec39 57 289ed9bece2bef	md5
Встроенное ПО индикации состояния на экране устройства	sam3x4e_mu_v1.5.3 .bin	1.5.3	e94311ce0144c2bd 77ef 9386f29b4733	md5
Встроенное ПО ARM VOLT	sam3x4e_voltage_v 1.5.1.bin	1.5.1	bcbcdb0c1cd5ec39 572 89ed9bece2bef	md5
Встроенное ПО FPGA VOLT	xc3s_volt_v2.2.0.bit	2.2.0	00866421383fb89f 7ba fda638b849c7c	md5
Встроенное ПО ARM VM	VM_Meas_v1.201.h ex	1.201	f30390d00fbc7922 08 0a1bdd0890daa6	md5

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

Метрологические и технические характеристики

Метрологические и технические характеристики ДНЕЭ приведены в таблице 3.

Рабочие условия применения ДНЕЭ приведены в таблице 4.

Таблица 3 – Метрологические и технические характеристики ДНЕЭ

Наименование характеристики	Значение
Номинальное напряжение, кВ	от 0 до 750
Классы точности измерительного ТН на переменном токе по ГОСТ Р МЭК 60044-7-2010	0,1; 0,2; 0,5
Классы точности защитного ТН на переменном токе по ГОСТ Р МЭК 60044-7-2010	3Р
Унифицированный класс точности по СТО ПАО «Россети» СТО 34.01-3.2-016-2022	0.2d
Номинальная частота измеряемого тока, Гц	от 45 до 65
Количество измеряемых фаз напряжения	от 1 до 3
Диапазон измеряемого вторичного напряжения, % от номинального	от 2 до 150, опционально – до 190
Пределы допускаемой относительной погрешности вспомогательных низкоуровневых выходов, %	±0,1; ±0,2; ±0,5
Количество вспомогательных низкоуровневых выходов	от 0 до 10

Наименование характеристики	Значение
Тип вспомогательных низкоуровневых выходов	Частотный, импульсный, токовый, потенциальный, сухой контакт
Номинальное напряжение вспомогательного потенциального выхода, В	от 0,05 до 10
Максимальное сопротивление вторичной цепи вспомогательного потенциального выхода, кОм	400
Номинальный вторичный ток вспомогательного низкоуровневого токового выхода, мА	от 4 до 40
Максимальное сопротивление вторичной цепи вспомогательного низкоуровневого токового выхода, Ом	50
Номинальный коэффициент преобразования вспомогательных частотных выходов, Гц/кВ	от 1 до 150 000
Минимальное сопротивление вторичной цепи вспомогательных частотных выходов, Ом	100
Номинальное значение вспомогательного интегрирующего импульсного выхода, кВ·с	от 1 до 400
Минимальное сопротивление вторичной цепи вспомогательного импульсного выхода, Ом	1000
Период обновления данных на вспомогательных низкоуровневых частотных, импульсных, токовых и Modbus портах передней панели, мс	от 0,2 до 3000
Частота дискретизации по выходу «МЭК 61850-9-2», выборки в секунду	от 100 до 64000
Тип входа синхронизации времени	1PPS оптический (спад/фронт), 1PPS электрический (спад/фронт), RTP
Период удержания частоты при отсутствии внешней синхронизации, с, не менее	60
Точность синхронизации времени по внешнему источнику, мкс	не хуже 1
Диапазон пропускания частот при сохранении класса точности, Гц	от 15 до 3000
Габаритные размеры высоковольтной колонны исполнения 35 кВ (Д×Ш×В), мм, не более	435x565x1280
Габаритные размеры высоковольтной колонны исполнения 110 кВ (Д×Ш×В), мм, не более	435x565x1920
Габаритные размеры высоковольтной колонны исполнения 220 кВ (Д×Ш×В), мм, не более	570x590x2775
Габаритные размеры высоковольтной колонны исполнения 330 кВ (Д×Ш×В), мм, не более	850x850x3510
Габаритные размеры высоковольтной колонны исполнения 500 кВ (Д×Ш×В), мм, не более	1020x1020x4380
Масса электронно-оптического блока ДНЕЭ, кг, не более	14
Масса высоковольтной колонны исполнения 35 кВ, кг, не более	110

Наименование характеристики	Значение
Масса высоковольтной колонны исполнения 110 кВ, кг, не более	120
Масса высоковольтной колонны исполнения 220 кВ, кг, не более	155
Масса высоковольтной колонны исполнения 330 кВ, кг, не более	210
Масса высоковольтной колонны исполнения 500 кВ, кг, не более	420
Средний срок службы, лет	25
Средняя наработка на отказ, ч	250000

Таблица 4 – Рабочие условия ДНЕЭ

Наименование характеристики	Значение
Климатическое исполнение элементов ДНЕЭ по ГОСТ 15150-69: - высоковольтная колонна, соединительный кабель и муфта; - электронные блоки	У, УХЛ (ХЛ) или специальное в диапазоне от -60 до +70 °С; УХЛ
Категория размещения элементов ДНЕЭ по ГОСТ 15150-69: - высоковольтная колонна, соединительный кабель и муфта; - электронные блоки	1; 2; 3; 4; 5; 4; 4.1; 4.2
Рабочая температура воздуха при эксплуатации, °С: - высоковольтная колонна, соединительный кабель и муфта; - электронные блоки	в соответствии с климатическим исполнением по ГОСТ 15150-69 или специальная в диапазоне от -60 до +70; в соответствии с климатическим исполнением по ГОСТ 15150-69
Предельная рабочая температура воздуха при эксплуатации, °С: - высоковольтная колонна, соединительный кабель и муфта; - электронные блоки	в соответствии с климатическим исполнением по ГОСТ 15150-69 или специальная в диапазоне от -60 до +70; в соответствии с климатическим исполнением по ГОСТ 15150-69 или специальная в диапазоне от -5 до +50
Предельно допустимая температура воздуха при транспортировке, °С	от -60 до +70
Рабочие значения влажности воздуха	в соответствии с климатическим исполнением по ГОСТ 15150-69
Тип атмосферы по ГОСТ 15150-69: - высоковольтная колонна, соединительный кабель и муфта; - электронные блоки	I; II; III; IV; I, II

Наименование характеристики	Значение
Воздействие солнечной радиации на элементы ДНЕЭ, не более Вт/м ² : - высоковольтная колонна; - электронные блоки и муфта	1125; не нормируется
Верхнее предельное значение скорости ветра, м/с: - высоковольтная колонна; - электронные блоки, соединительный кабель и муфта	40; не нормируется
Толщина гололеда, мм: - высоковольтная колонна; - соединительный кабель и муфта; - электронные блоки	20; не нормируется; не допускается
Конденсация влаги на элементах конструкции: - высоковольтная колонна, соединительный кабель и муфта; - электронные блоки	разрешается; не допускается
Высота над уровнем моря, м: - на номинальных классах напряжения; - с пересчетом параметров высоковольтной изоляции	до 1000; свыше 1000
Атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.)	от 60 до 106,7 (от 460 до 800)
Группа механического исполнения чувствительных элементов по ГОСТ 17516.1-90	М6
Группа механического исполнения электронных блоков по ГОСТ 17516.1-90	М40 или М6
Сейсмостойкость, баллов по шкале MSK64	6; 9
Рабочее положение высоковольтной колонны	вертикальное

Знак утверждения типа

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

Комплектность средства измерений

Комплект поставки ДНЕЭ приведён в таблице 5.

Таблица 5 – Комплект поставки ДНЕЭ

Наименование	Обозначение	Количество, шт.
Трансформатор напряжения электронный ДНЕЭ в составе:	-	1
Высоковольтная колонна в сборе	-	от 1 до 3х
Основание	-	1
Высоковольтный делитель	-	1
Оголовок с элементами защиты от коронирования	-	1, конструктив зависит от исполнения
Выносной измерительный модуль напряжения	-	1 или 2, конструктив зависит от исполнения
Кабель подключения выносного измерительного модуля напряжения к средней точке делителя	-	1 или 2 в зависимости от резервирования
Заглушка выхода делителя для подключения резервного выносного измерительного блока напряжения	-	0 или 1 в зависимости от резервирования
Соединительный оптоволоконный кабель	-	1 или 2 в зависимости от резервирования
Соединительный питающий кабель	-	1 или 2 в зависимости от резервирования
Оптическая муфта	-	1 или 2 в зависимости от резервирования
Шкаф оптических муфт	-	1
Соединительный электрический кабель	-	
Соединительный электрический кабель	-	1 или 2 в зависимости от резервирования
Соединительный блок коммутации	-	1 или 2 в зависимости от резервирования
Электронный блок в сборе	-	1 или 2 в зависимости от резервирования
Корпус электронного блока	-	1
Панель индикации состояния с портами диагностики и сервиса	-	1
Модуль цифровых интерфейсов и синхронизации 61850	-	0 или 1 опционально
Интерфейсный модуль	-	0 или 1 опционально
Резервированный блок питания	-	0 или (опционально) 1 или 2 в зависимости от числа электронных блоков
Методика поверки	-	1
Паспорт	-	1
Руководство по эксплуатации	РЭ 26.51.43-002-69571383-2021	1

Нормативные документы, устанавливающие требования к средству измерений

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

ТУ 26.51.43-002-69571383-2020 Технические условия «Трансформаторы напряжения электронные ДНЕЭ».

Правообладатель

Акционерное общество «Профотек» (АО «Профотек»)

ИНН 7703733861

Юридический адрес: 109316, г. Москва, вн.тер.г. муниципальный округ Печатники, пр-кт Волгоградский, д. 42

Тел.: +7(495)775-83-39

E-mail: info@profotech.ru

Web-сайт: www.profotech.ru

Изготовитель

Акционерное общество «Профотек» (АО «Профотек»)

ИНН 7703733861

Юридический адрес: 109316, г. Москва, вн.тер.г. муниципальный округ Печатники, пр-кт Волгоградский, д. 42

Адрес места осуществления деятельности: 109316, г. Москва, вн.тер.г. муниципальный округ Печатники, пр-кт Волгоградский, д. 42, к. 5, помещ. 1Н, эт. 2, ком. № 83

Тел.: +7(495)775-83-39

E-mail: info@profotech.ru

Web-сайт: www.profotech.ru

Испытательный центр

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы» (ФГБУ «ВНИИМС»)

ИНН 9729315781

Адрес: 119361, Москва, ул. Озерная, д. 46

Телефон: +7 (495) 437-55-77

Факс: +7 (495) 437-56-66

Web-сайт: www.vniims.ru

E-mail: office@vniims.ru

Уникальный номер записи в реестре аккредитованных лиц № 30004-13.

