

## ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

### Преобразователи тока измерительные оптические ВОПТ-П

#### Назначение средства измерений

Преобразователи тока измерительные оптические ВОПТ-П (далее по тексту – преобразователи, ВОПТ-П) предназначены для преобразования и измерения силы постоянных и квазипостоянных токов в электрических цепях и передачи сигнала измерительной информации приборам измерения, учета, защиты, автоматики, сигнализации и управления.

#### Описание средства измерений

Принцип действия оптических преобразователей тока ВОПТ-П основан на эффекте Фарадея в специальном оптоволокне. Согласно теореме о циркуляции вектора магнитного поля значение силы электрического тока, протекающего в проводнике, равно интегралу напряженности магнитного поля по любому замкнутому контуру вокруг проводника с данным током:

$$I = \oint \vec{B} d\vec{l}$$

Из эффекта Фарадея следует, что угол фазового сдвига между световыми волнами с циркулярными ортогональными поляризациями, распространяющимися в оптоволоконном витке, охватывающем проводник, в присутствии магнитного поля электрического тока с точностью до постоянного значения, равен циркуляции напряженности магнитного поля:

$$\Delta\varphi = 4V \oint \vec{B} d\vec{l}$$

где  $V$  – константа Верде материала оптоволокна.

Отсюда значение силы электрического тока, протекающего в проводнике, охваченного волоконным витком, с точностью до постоянной величины равно сдвигу фаз между двумя световыми волнами с циркулярными поляризациями в замкнутой оптоволоконной петле.

Возникший в чувствительном волокне из-за магнитного поля измеряемого электрического тока, сдвиг фаз между световыми волнами, переносится по соединительной линии в измерительный оптоэлектронный блок.

Измерительный блок извлекает фазовый набег, преобразует его в величину силы электрического тока, и выдает измеренное значение на выходы преобразователей ВОПТ-П: частотные, импульсный, токовый, RS-232 и RS-485 (MODBUS).

#### Программное обеспечение

Состав и характеристики программного обеспечения ВОПТ-П (далее по тексту – ПО) приведены в таблице 1.

Преобразователи ВОПТ-П имеет встроенное программное обеспечение, состоящее из двух программ:

1. Vodt\_DSP.ldr – программа DSP процессора
2. Vodt\_Panel.hex – программа управляющей панели

Программа (Vodt\_DSP.ldr) предназначена для вычислений мгновенных отсчетов значения силы электрического тока и передачи вычисленных значений в модуль управления. Программа вводит коррекцию данных с учетом влияния температуры окружающей среды на чувствительный волоконный элемент, коррекцию на температуру внутри электронного блока.

Программа Vodt\_Panel.hex загружает из флэш-памяти управляющей панели по SPI интерфейсу программу Vodt\_DSP.ldr в DSP, опрашивает DSP, излучатель, термометр, выводит данные на дисплей и на интерфейсные выходы ВОПТ-П, обеспечивает работу программного меню, формирует регистр ошибок.

Таблица 1- Состав и характеристики программного обеспечения

Наименование ПО	Идентификационное наименование ПО	Номер версии (идентификационный номер) ПО	Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО
Программа DSP	Vodt_DSP.ldr	V2.05	0a84566e623b3119dd31d342b99e5c6c	md5
Программа панели управления	Vodt_Panel.hex	V1.02	c9d93899a848394288952b41f0da4409	md5

Уровень защиты программного обеспечения от непреднамеренных и преднамеренных изменений – «А» в соответствии с МИ 3286-2010.



Рисунок 1 – Внешний вид и место пломбирования

### Метрологические и технические характеристики

Диапазоны измеряемых величин, технические характеристики, а также пределы допускаемых основных погрешностей приведены в таблице 2.

Метрологические характеристики нормированы с учетом влияния программного обеспечения.

Таблица 2 - Диапазоны измерений, технические характеристики и пределы допускаемых основных погрешностей

Наименование характеристики	Значение		
Установка и настройка чувствительного элемента на токоведущую шину (намотка), число витков	1	4	10
Первичный номинальный ток $I_n$ , кА	200	50	20
Диапазон измеряемой силы постоянного тока, кА	(20 – 240)	(5 – 60)	(2 – 24)
Пределы допускаемой основной относительной погрешности коэффициента масштабного преобразования силы постоянного тока в диапазоне измеряемых токов для всех интерфейсов, %	± 0,2		
Пределы допускаемой дополнительной относительной погрешности коэффициента масштабного преобразования, вызванного изменением температуры окружающего воздуха в пределах рабочего диапазона температур, на каждые 10°C, не более, %	± 0,1		
Предельный диапазон индицируемой силы постоянного тока, кА	(0,2 – 400)	(0,05 – 100)	(0,02 – 40)
Частотные выходные каналы № 1, № 2, № 3			
Коэффициент масштабного преобразования*, кА/кГц	24	6	2,4
Диапазон воспроизводимых значений частот, Гц	(8 – 10000)		
Нагрузка, не менее, Ом	120		
Импульсный выходной канал № 4			
Коэффициент масштабного преобразования*, (кА·мин)/импульс	6	1,5	0,6
Амплитуда импульсов, В	12 ± 1		
Длительность импульса, мс	125 ± 5		
Нагрузка, кОм	(1 – 10)		
Минимальный период счета импульсов (при $I_n$ ), не менее, мин	30		
Токовый выходной канал № 5			
Коэффициент масштабного преобразования, кА/мА	6	1,5	0,6
Диапазон воспроизводимой силы постоянного тока**, мА	(0 – 40)		
Электропитание блока преобразования	(220 ± 44) В; (50 ± 5) Гц		
Мощность, потребляемая блоком преобразования, не более, Вт	70		
Габаритные размеры блока преобразования (Д×Ш×В), не более, мм	483×350×150		
Масса блока преобразования, не более, кг	11		
Средний срок службы, не менее, лет	15		
* - возможна перестройка коэффициента масштабного преобразования;			
** - с возможностью аппаратной перестройки в режим (0 – 20) мА или (4 – 20) мА.			

Нормальные условия применения:

- температура окружающего воздуха (20 ± 5) °С;

- относительная влажность воздуха от 30 до 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа (от 630 до 795 мм рт. ст.).

Рабочие условия применения:

- диапазон рабочих температур окружающего воздуха для чувствительного элемента от минус 40 до плюс 40 °С;
- диапазон рабочих температур окружающего воздуха для блока преобразования от плюс 10 до плюс 30 °С;
- относительная влажность окружающего воздуха 80 % при температуре 25 °С без конденсации влаги.

### Знак утверждения типа

наносится на табличку преобразователя методом термопечати или трафаретной печати и на титульные листы паспорта и руководства по эксплуатации типографским способом.

### Комплектность средства измерений

Комплектность приведена в таблице 3.

Таблица 3 - Комплектность

Наименование изделия	Кол-во
Преобразователь тока измерительный оптический ВОПТ-П зав. номера № 001 – № 050	50 шт.
Паспорт	50 экз.*
Руководство по эксплуатации	1 экз.*
Методика поверки	1 экз.*
Инструкция по монтажу и пуску	1 экз.*
*- на каждую поставляемую заказчиком партию преобразователей	

### Поверка

осуществляется в соответствии с документом МП 49252-12 «Преобразователи тока измерительные оптические ВОПТ-П. Методика поверки», утвержденным ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИМС» в декабре 2011 года.

Основные средства поверки приведены в таблице 4.

Таблица 4 - Основные средства поверки

Наименование и тип средства поверки	Требуемые характеристики
Вольтметр универсальный В7-78/1	Диапазон измерения силы постоянного тока (0 – 100) мА, предел допускаемой основной абсолютной погрешности измерения $\pm (0,05 \cdot 10^{-2} \cdot I_{изм} + 5 \text{ е.м.р.})$ .
Нановольт-микроомметр 34420 А	Диапазон измерения напряжения постоянного тока (0 – 100) В, допускаемая основная относительная погрешность измерения $\pm (0,005 \% \cdot U_{изм} + 0,002 \% \cdot U_{предел})$ .
Частотомер электронно-	Диапазон измерения частот (0,1 – 1000) МГц, пределы

Наименование и тип средства поверки	Требуемые характеристики
счетный ЧЗ-35А	допускаемой основной абсолютной погрешности измерения $\pm 5 \cdot 10^{-7}$ Гц.
Осциллограф цифровой TDS 210	диапазон коэффициента развертки составляет от 5 нс/дел до 5 с/дел, пределы допускаемой основной относительной погрешности коэффициента развертки $\pm 0,01$ %.
Секундомер механический СОСпр-26-2-000	класс точности 2, емкость шкалы 60 с и 60 мин, цена деления 0,2 с и 1 мин, погрешность измерения от $\pm 1,8$ до $\pm 5,4$ с.
Катушка электрического сопротивления Р310	Номинальное сопротивление 0,01 Ом, класс точности 0,01.
<p><b>Примечание:</b>  <math>U_{изм}</math> (<math>I_{изм}</math>) – измеренное значение напряжения (силы) постоянного тока;  <math>U_{предел}</math> – предел измерения напряжения постоянного тока;            е.м.р. – единица младшего разряда.</p>	

### Сведения о методиках (методах) измерений

Сведения приведены в руководстве по эксплуатации РЭ 4222-003-69571383-2011.

### Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к преобразователям тока измерительным оптическим ВОПТ-II:

1. ГОСТ 7746-2001 «Трансформаторы тока. Общие технические условия»;
2. МЭК 60044-8:2002 часть 8 «Трансформаторы измерительные. Электронные трансформаторы тока»;
3. Техническая документация фирмы ЗАО «ПРОФОТЕК».

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

Выполнение работ по оценке соответствия промышленной продукции и продукции других видов, а также иных объектов установленным законодательством Российской Федерации обязательным требованиям.

### 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**

Государственный центр испытаний средств измерений Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы» (ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИМС»).

Юридический адрес: 119361, г. Москва, ул. Озерная, д. 46.

Тел. 8 (495) 437 55 77; Факс 8 (495) 437 56 66; E-mail: [office@vniims.ru](mailto:office@vniims.ru).

Номер аттестата аккредитации 30004-08 от 27.06.2008 г.

Заместитель Руководителя Федерального  
агентства по техническому регулированию  
и метрологии

Е.Р. Петросян

М.П.

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2012 г.