

Общество с ограниченной ответственностью
«Научно-техническая компания ПРИБОРЭНЕРГО»

**Датчик утечки тока
ДУТ-1.10**

Паспорт
Руководство по эксплуатации
ТЛСП.411111.001ПСРЭ

Чебоксары
2026

Оглавление

1	Основные сведения об изделии.....	3
2	Комплектность.....	3
3	Сроки службы и хранения, гарантии изготовителя.....	3
4	Требования безопасности.....	4
5	Обслуживание.....	4
6	Условия транспортирования.....	4
7	Условия хранения и утилизации.....	4
8	Указание по эксплуатации.....	5
	8.1 Установка и подключение.....	5
	8.2 Формат пакета данных.....	5
	8.3 Адресация.....	6
	8.4 Поле CMD.....	6
	8.5 Поддерживаемые команды.....	6
9	Свидетельство о приемке.....	9
	Приложение А (обязательное).....	10
	Приложение Б (обязательное)	11
10	Лист регистрации изменений.....	12

1 Основные сведения об изделии

Датчик утечки тока ДУТ-1.10 предназначен для измерения постоянного тока утечки в ответвлениях DC-систем, контроля состояния изоляции и онлайн-мониторинга микротоков в системах постоянного тока.

Датчик утечки тока ДУТ-1.10 может применяться в энергетических системах постоянного тока, фотоэлектрических системах, высоковольтных DC-системах, системах контроля изоляции, а также в составе автоматизированных систем мониторинга и диагностики.

Датчик утечки тока ДУТ-1.10 передает измеренное значение тока по интерфейсу RS485 с использованием собственного бинарного протокола обмена.

Технические характеристики датчика утечки тока ДУТ-1.10 приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Технические характеристики

Параметр	Значение
Диапазон напряжения питания DC V_c , В	8...12
Ток потребления, мА, не более (8 В)	20
Номинальный ток измерения, мА	± 10
Диапазон измерения тока, мА	0... ± 12
Дискретность измерения тока, мкА	10
Основная приведенная погрешность измерения тока, не более, в процентах (%)	± 2
Предел допускаемого линейного отклонения, не более, в процентах (%)	± 2
Ток смещения нуля, не более, мкА	$\leq \pm 250$
Время обновления измеренного значения, мс, не более	500
Температурный коэффициент смещения показаний, мкА/°С	20
Испытательное напряжение изоляции, кВ, 50/60 Гц, 1 мин	3
Сопротивление изоляции, не менее, МОм	500
Интерфейс связи	RS485
Скорость передачи данных, бит/с	9600
Формат передачи данных	8N1
Стартовый бит	1
Биты данных	8
Стоповый бит	1
Контроль четности	отсутствует
Температура окружающего воздуха при эксплуатации, °С	- 10...+ 65
Температура при хранении и транспортировании, °С	- 15...+ 70

2 Комплектность

Датчик утечки тока ДУТ-1.10 _____ шт.

Упаковка 1 шт.

Паспорт на партию 1 экз.

3 Сроки службы и хранения, гарантии изготовителя

Режим работы непрерывный.

Гарантийный срок эксплуатации 36 месяцев с даты продажи.

Срок хранения 24 месяца с даты продажи.

Назначенный срок службы 10 лет при условии проведения требуемого технического обслуживания.

Если дату продажи установить невозможно, то гарантийный срок необходимо исчислять с даты его изготовления.

Претензии не принимаются при нарушении условий эксплуатации, при механических и термических повреждениях корпуса датчика утечки тока ДУТ-1.10 или нарушении целостности гарантийной наклейки (следами самостоятельного ремонта).

4 Требования безопасности

Монтаж, подключение, настройка и обслуживание датчика утечки тока ДУТ-1.10 должны выполняться квалифицированным персоналом при снятом напряжении.

Перед установкой и обслуживанием необходимо убедиться в отсутствии опасного напряжения на подключаемом оборудовании и цепях измерения.

ЗАПРЕЩАЕТСЯ ЭКСПЛУАТИРОВАТЬ ДАТЧИК УТЕЧКИ ТОКА ДУТ-1.10 С ПОВРЕЖДЕННЫМ КОРПУСОМ, ДАВАТЬ ПИТАНИЕ ВНЕ ДИАПАЗОНА НАПРЯЖЕНИЯ ПИТАНИЯ, А ТАКЖЕ ПОДКЛЮЧАТЬ ДАТЧИК УТЕЧКИ ТОКА ДУТ-1.10 С НАРУШЕНИЕМ ПОЛЯРНОСТИ ПИТАНИЯ, ПРЕВЫШАТЬ УСТАНОВЛЕННЫЙ ДИАПАЗОН ИЗМЕРЯЕМОГО ТОКА, А ТАКЖЕ ВЫПОЛНЯТЬ МОНТАЖ И ДЕМОНТАЖ ПРИ ВКЛЮЧЕННОМ ПИТАНИИ.

При подключении датчика утечки тока ДУТ-1.10 необходимо соблюдать требования действующих правил устройства электроустановок, проектной документации, а также требования по электрической изоляции и защите персонала от поражения электрическим током.

5 Обслуживание

Техническое обслуживание должны проводить лица, изучившие настоящее руководство по эксплуатации.

Датчик утечки тока ДУТ-1.10 не требует специального технического обслуживания в течение срока эксплуатации при соблюдении условий применения.

Периодически, не реже одного раза в 6 месяцев, рекомендуется выполнять визуальный осмотр корпуса и соединительных элементов, проверку надежности крепления датчика утечки тока ДУТ-1.10, контроль отсутствия следов перегрева, загрязнений, влаги и механических повреждений.

При обнаружении повреждений, нестабильной связи, некорректных измерений или признаков перегрева эксплуатацию датчика утечки тока ДУТ-1.10 необходимо прекратить до выявления и устранения причины.

6 Условия транспортирования

Транспортирование датчика утечки тока ДУТ-1.10 допускается всеми видами крытого транспорта в упаковке изготовителя при условии защиты от атмосферных осадков, механических воздействий, вибраций сверх допустимого уровня и агрессивных сред.

Температура транспортирования должна соответствовать условиям хранения датчика утечки тока ДУТ-1.10, если иное не указано в сопроводительной документации.

7 Условия хранения и утилизации

Хранение датчика утечки тока ДУТ-1.10 осуществлять в упаковке изготовителя в крытых сухих помещениях при температуре окружающего воздуха от -15°C до $+70^{\circ}\text{C}$.

Условия хранения должны исключать воздействие атмосферных осадков, конденсацию влаги, воздействие агрессивных газов и паров, попадание токопроводящей пыли, механические повреждения корпуса и выводов.

По истечении срока службы датчик утечки тока ДУТ-1.10 подлежит утилизации как электротехническое изделие в соответствии с действующими требованиями к обращению с отходами электронного и электротехнического оборудования.

8 Указание по эксплуатации

8.1 Установка и подключение

Датчик утечки тока ДУТ-1.10 устанавливается в составе оборудования постоянного тока и подключается к системе измерения/контроля через интерфейс RS485.

Перед подключением необходимо проверить соответствие напряжения питания диапазону (таблица 1), правильность полярности питания, корректность подключения линий RS485, отсутствие повреждений корпуса и выводов.

Порядок ввода в эксплуатацию датчика утечки тока ДУТ-1.10:

- 1) убедиться в отсутствии напряжения на подключаемых цепях;
- 2) установить датчик в предусмотренное проектом место;
- 3) подключить питание и линии интерфейса RS485;
- 4) проверить надежность соединений;
- 5) подать питание;
- 6) проверить наличие обмена с ведущим устройством;
- 7) выполнить чтение адреса и измеренного тока.

При прохождении измеряемого тока через датчик утечки тока ДУТ-1.10 текущее значение может быть получено через интерфейс RS485.

Неправильное подключение может привести к повреждению датчика утечки тока ДУТ-1.10.

8.2 Формат пакета данных

Датчик утечки тока ДУТ-1.10 использует собственный бинарный протокол обмена поверх интерфейса RS485.

Протокол не является Modbus RTU, несмотря на использование CRC-16, совместимого по алгоритму с Modbus CRC.

Общий формат пакета:

LEN IDL IDH CMD DATA... CRCL CRCH согласно таблице 2.

Таблица 2

Поле	Размер	Описание
LEN	1 байт	Полная длина пакета, включая LEN, IDL, IDH, CMD, DATA и CRC
IDL	1 байт	Младший байт ID устройства
IDH	1 байт	Старший байт ID устройства
CMD	1 байт	Код команды. В ответе датчика устанавливается BIT7
DATA	n байт	Поле данных. Может отсутствовать
CRCL	1 байт	Младший байт CRC
CRCH	1 байт	Старший байт CRC

Адрес устройства передается в формате little-endian: ID = IDL + (IDH << 8).

Данные в поле DATA, если иное не указано для конкретной команды, также передаются в формате little-endian.

CRC передается в порядке: CRCL CRCH

В расчет CRC входят все байты пакета до CRC:

LEN IDL IDH CMD DATA...

CRC рассчитывается по алгоритму Modbus CRC-16 согласно данным приведённым в таблице 3.

Таблица 3

Параметр	Значение
Алгоритм	CRC-16 / Modbus
Полином	0xA001
Начальное значение	0xFFFF

Окончание таблицы 3

Параметр	Значение
Порядок байтов CRC в кадре	CRCL CRCH
Байты, входящие в расчет	LEN, IDL, IDH, CMD, DATA

8.3 Адресация

Данные для осуществления адресации приведены в таблице 4.

Таблица 4

Тип адреса	Диапазон/значение
Фиксированный ID датчика	1...65534
Рабочий ID / переназначаемый ID	0...65534
Broadcast-адрес	0xFFFF

Broadcast-адрес используется для команд, которые должны быть приняты датчиком независимо от его текущего адреса.

При получении broadcast-пакета датчик выполняет соответствующую операцию. Для команд калибровки ответ от датчика не возвращается.

При использовании broadcast-команд необходимо убедиться, что на линии RS485 подключен только один датчик. Если на линии подключено несколько датчиков, одновременное выполнение команды или одновременный ответ нескольких устройств может привести к коллизии на шине.

8.4 Поле CMD

Значения поля CMD приведены в таблице 5.

Таблица 5

Бит/диапазон	Значение
BIT7 = 0	Команда от ведущего устройства
BIT7 = 1	Ответ датчика
BIT6 = 0	Использование фиксированного ID
BIT6 = 1	Использование переназначенного/рабочего ID
BIT0...BIT5	Код команды

В ответе датчика к коду команды добавляется флаг 0x80.

8.5 Поддерживаемые команды

8.5.1 Калибровка нуля – команда 0x08

Команда предназначена для калибровки нулевого значения. Команда может отправляться на broadcast-адрес 0xFFFF. Ответ от датчика на данную команду не возвращается.

Формат запроса:

06 FF FF 08 CRCL CRCH согласно данным приведенным в таблице 6.

Таблица 6

Поле	Значение	Описание
LEN	06	Длина пакета 6 байт
IDL	FF	Младший байт broadcast-адреса
IDH	FF	Старший байт broadcast-адреса
CMD	08	Команда калибровки нуля
CRCL	xx	Младший байт CRC
CRCH	xx	Старший байт CRC

Перед выполнением калибровки нуля необходимо убедиться, что через датчик не протекает измеряемый ток.

8.5.2 Калибровка полной шкалы – команда 0x09

Команда предназначена для калибровки полной шкалы. Команда может

отправляться на broadcast-адрес 0xFFFF. Ответ от датчика на данную команду не возвращается.

Формат запроса:

0A FF FF 09 SCALL SCALM1 SCALM2 SCALH CRCL CRCH согласно данным приведенным в таблице 7.

Таблица 7

Поле	Значение	Описание
LEN	0A	Длина пакета 10 байт
IDL	FF	Младший байт broadcast-адреса
IDH	FF	Старший байт broadcast-адреса
CMD	09	Команда калибровки полной шкалы
SCALL	xx	Байт 0 значения полной шкалы
SCALM1	xx	Байт 1 значения полной шкалы
SCALM2	xx	Байт 2 значения полной шкалы
SCALH	xx	Байт 3 значения полной шкалы
CRCL	xx	Младший байт CRC
CRCH	xx	Старший байт CRC

8.5.3 Чтение измеренного тока – команда 0x10

Команда предназначена для чтения текущего значения измеренного тока.

Измеренный ток передается в микроперах как 32-битное знаковое целое число в формате little-endian.

Формат запроса для датчика с ID 0x0001:

06 01 00 10 CRCL CRCH согласно данным приведенным в таблице 8.

Таблица 8

Поле	Значение	Описание
LEN	06	Длина пакета 6 байт
IDL	01	Младший байт ID
IDH	00	Старший байт ID
CMD	10	Команда чтения измеренного тока
CRCL	xx	Младший байт CRC
CRCH	xx	Старший байт CRC

Формат ответа:

0B IDL IDH 90 ST CURL CURM1 CURM2 CURH CRCL CRCH согласно данным приведенным в таблице 9.

Таблица 9

Поле	Размер	Описание
LEN	1 байт	Длина ответа, 0B
IDL	1 байт	Младший байт ID датчика
IDH	1 байт	Старший байт ID датчика
CMD	1 байт	Код ответа 0x90, то есть `0x10
ST	1 байт	Статусный байт. Для подтвержденного рабочего обмена используется значение 0x33
CURL	1 байт	Байт 0 значения тока
CURM1	1 байт	Байт 1 значения тока
CURM2	1 байт	Байт 2 значения тока
CURH	1 байт	Байт 3 значения тока
CRCL	1 байт	Младший байт CRC
CRCH	1 байт	Старший байт CRC

Значение тока передается как 32-битное знаковое целое число в формате little-endian.

Значение измеренного тока в микроамперах рассчитывается по формуле

$$I_{\mu A} = \text{int32}_{LE}(\text{CURL}, \text{CUR1}, \text{CUR2}, \text{CURH}) \quad (1)$$

где $I_{\mu A}$ – значение измеренного тока, мкА;

int32_{LE} – преобразование четырех байт в 32-битное знаковое целое число в формате little-endian;

CURL, CUR1, CUR2, CURH – байты значения тока, полученные в ответе датчика.

Перевод значения тока в миллиамперы выполняется по формуле

$$I_{mA} = I_{\mu A} / 1000 \quad (2)$$

где I_{mA} – значение измеренного тока, мА.

Пример расчета:

$$\text{int32}_{LE}(0X34, 0X30, 0X00, 0X00) = 12340_{10}$$

В данном примере измеренный ток составляет 12,340 мА.

8.5.4 Чтение адреса – команда 0x01

Команда предназначена для чтения текущего адреса датчика.

Допускается отправка запроса на broadcast-адрес. При использовании broadcast-запроса необходимо убедиться, что на линии RS485 подключен только один датчик.

Формат запроса:

06 FF FF 01 CRCL CRCH согласно данным приведенным в таблице 10.

Таблица 10

Поле	Значение	Описание
LEN	06	Длина пакета 6 байт
IDL	FF	Младший байт broadcast-адреса
IDH	FF	Старший байт broadcast-адреса
CMD	01	Команда чтения адреса
CRCL	xx	Младший байт CRC
CRCH	xx	Старший байт CRC

Формат ответа:

08 IDL IDH 81 AL AH CRCL CRCH согласно данным приведенным в таблице 11.

Таблица 11

Поле	Размер	Описание
LEN	1 байт	Длина ответа, 08
IDL	1 байт	Младший байт ID датчика, отправившего ответ
IDH	1 байт	Старший байт ID датчика, отправившего ответ
CMD	1 байт	Код ответа 0x81, то есть 0x01
AL	1 байт	Младший байт считанного адреса
AH	1 байт	Старший байт считанного адреса
CRCL	1 байт	Младший байт CRC
CRCH	1 байт	Старший байт CRC

8.5.5 Запись адреса – команда 0x07

Команда предназначена для записи нового адреса датчика. Команда может отправляться на broadcast-адрес 0xFFFF.

Формат запроса:

08 FF FF 07 NL NH CRCL CRCH согласно данным приведенным в таблице 12.

Таблица 12

Поле	Размер	Описание
LEN	1 байт	Длина пакета, 08

Окончание таблицы 12

Поле	Размер	Описание
IDL	1 байт	Младший байт broadcast-адреса, FF
IDH	1 байт	Старший байт broadcast-адреса, FF
CMD	1 байт	Команда записи адреса, 0x07
NL	1 байт	Младший байт нового адреса
NH	1 байт	Старший байт нового адреса
CRCL	1 байт	Младший байт CRC
CRCH	1 байт	Старший байт CRC

Пример изменения адреса датчика на 0x0002:
08 FF FF 07 02 00 CRCL CRCH.

Формат ответа при успешной записи:

08 02 00 87 02 00 CRCL CRCH согласно данным приведенным в таблице 13.

Таблица 13

Поле	Размер	Описание
LEN	1 байт	Длина ответа, 08
IDL	1 байт	Младший байт нового ID
IDH	1 байт	Старший байт нового ID
CMD	1 байт	Код ответа 0x87, то есть 0x07
NL	1 байт	Младший байт записанного адреса
NH	1 байт	Старший байт записанного адреса
CRCL	1 байт	Младший байт CRC
CRCH	1 байт	Старший байт CRC

После записи нового адреса рекомендуется выдержать паузу не менее 300 мс, затем проверить доступность датчика по новому адресу командой чтения тока или чтения адреса.

9 Свидетельство о приемке

Датчик утечки тока ДУТ-1.10 изготовлен в соответствии с действующей технической документацией и признан пригодным для эксплуатации.

Подпись лица, ответственного за приемку:

_____ (_____).

Дата: « ____ » _____ 20 ____ г.

МП

Приложение А
(обязательное)

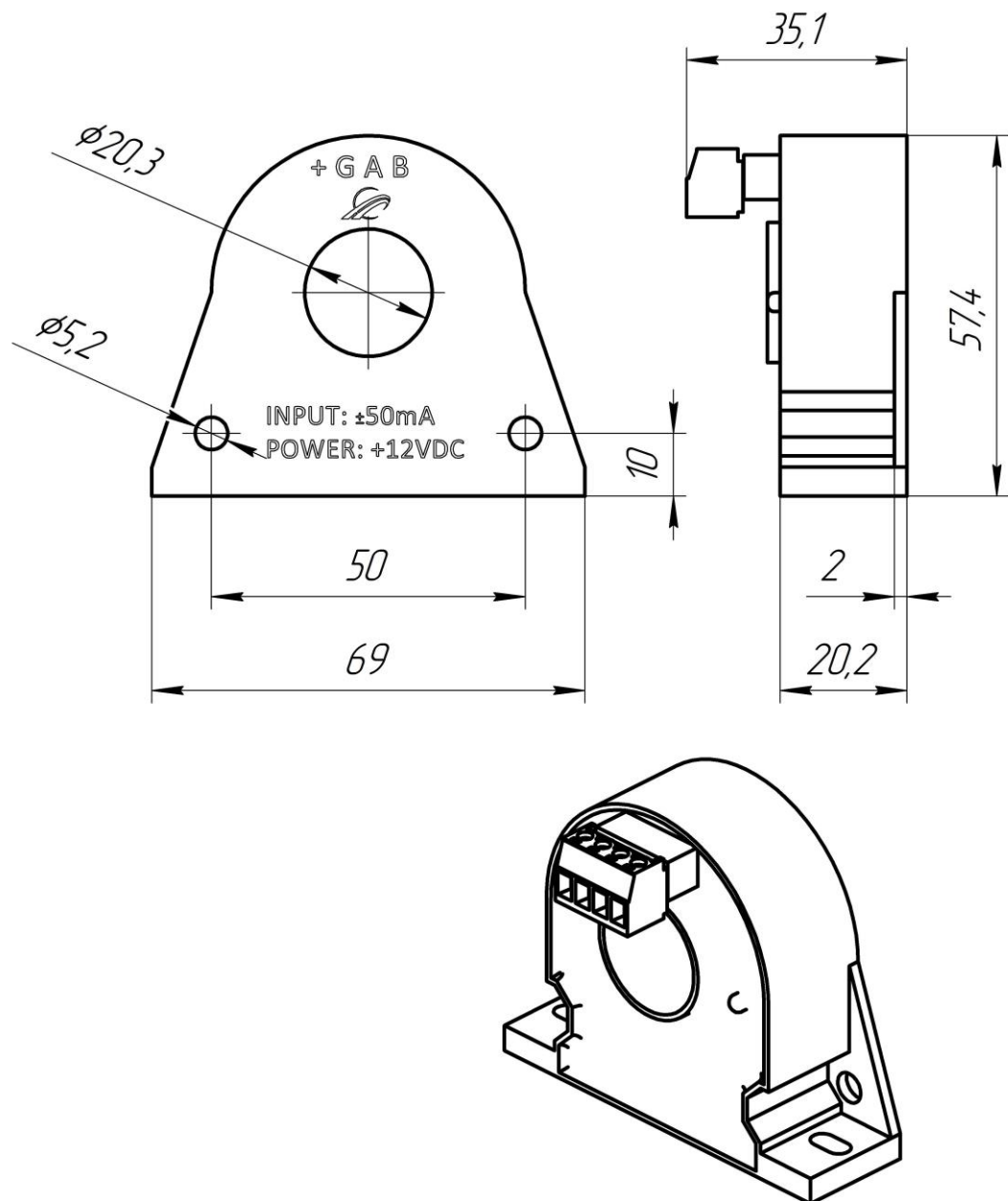


Рисунок А.1 – Габаритные размеры

Приложение Б (обязательное)

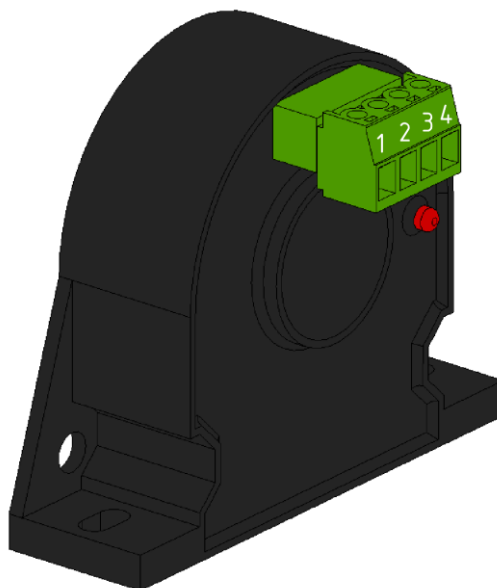


Рисунок Б.1 – Внешний вид

Таблица Б.1 – Назначение клемм модуля источника питания PRE-M-PS1.24V30-RS

Клемма	Наименование	Назначение
1	B	Линия B интерфейса RS485
2	A	Линия A интерфейса RS485
3	G	Общий вывод питания, линии связи
3	+	Положительный вывод питания постоянного тока

