

КОД ОКП 42 2860

«УТВЕРЖДАЮ»

Технический директор
ЗАО «Радио и Микроэлектроника»


С.П. Порватов

«15» 08 2013 г.



Интеллектуальные приборы учета электроэнергии

РиМ 384.01/2

РиМ 384.02/2

**РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ
ВНКЛ.411152.048 РЭ**

Име № подл	Подп. и дата	Взам. инв.№	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Новосибирск

Содержание

1	ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ.....	4
2	ОПИСАНИЕ И РАБОТА ИПУЭ.....	4
2.1	Назначение ИПУЭ.....	4
2.2	Технические характеристики.....	10
2.3	Основные функциональные возможности ИПУЭ.....	13
2.4	Считывание измерительной информации с ИПУЭ.....	16
2.5	Конфигурирование ИПУЭ.....	16
2.6	Комплект поставки счетчиков.....	17
2.7	Устройство и работа.....	17
2.7.1	Конструктивное исполнение ИПУЭ.....	17
2.7.2	Принцип работы ДИЭ.....	18
2.7.3	Описание работы ДИЭ.....	19
2.7.4	Устройство и работа ДИЭ.....	20
2.8	Средства измерения, инструмент и принадлежности.....	23
2.9	Маркировка и пломбирование.....	23
3.	ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИПУЭ.....	24
3.1	Эксплуатационные ограничения.....	24
3.2	Подготовка ИПУЭ к использованию.....	24
3.2.1	Меры безопасности.....	24
3.2.2	Порядок внешнего осмотра ИПУЭ перед установкой.....	24
3.2.3	Порядок подготовки ИПУЭ к установке.....	24
3.2.4	Порядок установки ИПУЭ.....	25
3.2.5	Контроль работоспособности ИПУЭ в процессе эксплуатации.....	26
4	ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ.....	26
5	ТЕКУЩИЙ РЕМОНТ.....	26
6	ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ.....	27
7	УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ.....	27
8	ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ.....	27
	ПРИЛОЖЕНИЕ А (обязательное) Схемы подключения ИПУЭ при эксплуатации.....	28
	ПРИЛОЖЕНИЕ Б (обязательное) Место установки пломбы.....	30
	ПРИЛОЖЕНИЕ В (обязательное) Порядок считывания информации по интерфейсу RF 1.....	31



Подп. и дата		Инв. № дубл.		Взам. инв. №		Подп. и дата		Инв. № подл	
ВНКЛ.411152.048 РЭ									
Изм	Колич.	Лист	№ док.	Подп.	Дата.				
	Разработал	Уточкина		<i>[Signature]</i>	12.08.13	Интеллектуальные приборы учета электроэнергии РиМ 384.01/2, РиМ 384.02/2 Руководство по эксплуатации	Литера	Лист	Листов
	Проверил	Ермоленко		<i>[Signature]</i>	13.08.13		О	2	32
	Т. контр	Кашков		<i>[Signature]</i>	13.8.13		ЗАО «Радио и Микроэлектроника»		
	Н. контроль	Черепушкин		<i>[Signature]</i>	15.08.13				
	Утвердил	Порватов		<i>[Signature]</i>	15.08.13				

Перечень сокращений, используемых в документе:

АС	Автоматизированная система контроля и учета потребления электрической энергии
АЦП	Аналого-цифровой преобразователь
ВУ	Внешнее устройство
БД	База данных
ИПМ	Измерительный преобразователь мощности
МК	Микроконтроллер
МТ	Терминал мобильный РиМ 099.01
Н, N	«Нуль», нейтраль, «нулевой» провод
ВЛ	Воздушная линия
ПК	Персональный компьютер
ПО	Программное обеспечение
РДЧ	Расчетный день и час; по умолчанию – 0 ч 00 мин. 00 с 1 числа каждого месяца
СК	Режим СК (стоп-кадр) – режим работы счетчика, обеспечивающий фиксацию показаний счетчика в произвольно заданный момент времени.
СИП	Самонесущий изолированный провод
ТМ	Индикатор функционирования счетчика, оптический испытательный выход
УПМт	Установленный порог активной мощности для перехода на специальный тариф
Ф, L	Фаза (фазный провод) сетевого напряжения
ЧРВ	Часы реального времени счетчика, обеспечивающие хранение времени
RF	Радиочастотный интерфейс (для обмена данными по радиоканалу)

Име. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Име. № дубл.	Подп. и дата



Изм	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата.	ВНКЛ.411152.048 РЭ	Лист
							3

Настоящее руководство по эксплуатации позволяет ознакомиться со структурой и основными принципами работы интеллектуальных приборов учета электроэнергии РиМ 384.01/2, РиМ 384.02/2 (далее – ИПУЭ) и устанавливает правила эксплуатации, соблюдение которых обеспечивает поддержание ИПУЭ в исправном состоянии.

При изучении и эксплуатации необходимо дополнительно руководствоваться следующими документами:

Интеллектуальные приборы учета электроэнергии РиМ 384.01/2, РиМ 384.02/2
Методика поверки ВНКЛ.411152.048 ДИ.

Терминал мобильный РиМ 099.01. Руководство по эксплуатации ВНКЛ. 426487.030 РЭ.

1 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

1.1 Установку, монтаж и техническое обслуживание ИПУЭ должны производить только специально уполномоченные лица с группой допуска по электробезопасности не ниже 3 после ознакомления с настоящим руководством по эксплуатации.

1.2 Потребителю электрической энергии, эксплуатирующему ИПУЭ, категорически запрещается проводить любые работы по установке, монтажу или техническому обслуживанию.

2 ОПИСАНИЕ И РАБОТА ИПУЭ

2.1 Назначение ИПУЭ

2.1.1. Интеллектуальные приборы учета электроэнергии РиМ 384.01/2, РиМ 384.02/2 (далее – ИПУЭ) – являются многофункциональными приборами и предназначены для измерения активной, реактивной и полной электрической энергии, а также активной, реактивной и полной мощности, фазного тока и линейного напряжения в трехфазных трехпроводных электрических сетях переменного тока промышленной частоты напряжением 6/ 10 кВ в зависимости от исполнения (см. таблицу 1).

2.1.2. ИПУЭ состоит из двух однофазных 4-х квадрантных датчиков измерения активной и реактивной энергии РиМ 384.01 (РиМ 384.02) соответствующего исполнения (далее ДИЭ), включенных по схеме Арона.

2.1.3. ДИЭ устанавливаются на проводах около оконечных или промежуточных опор ВЛ, без реконструкции опор ВЛ и без рассоединения магистральных проводов фаз А, В, С.

2.1.4. ИПУЭ заменяют собой информационно-измерительные комплексы точек учета электрической энергии (ИИК): измерительные трансформаторы тока и напряжения и подключенные к их вторичным обмоткам трехфазный счетчик электрической энергии.

2.1.5. Основные характеристики ИПУЭ приведены в таблице 1.

Таблица 1

Условное обозначение исполнения ИПУЭ	Ином/ Iмакс, А	Uном, кВ	Кл. точности измерения активной/ реактивной энергии	Постоянная, имп./кВт*ч имп./квар*ч	Стартовый ток при измерении энергии активной/ реактивной МА	Единица ст./мл. разряда счетного устройства, МВт*ч (Мвар*ч)	Штрих-код по EAN-13	Код типа
РиМ 384.01/2	20/100	6	0,5S/1,0	500	20/40	10 ³ /10 ⁻²	4607134511394	38401*
РиМ 384.02/2	20/100	10	0,5S/1,0	500	20/40	10 ³ /10 ⁻²	4607134511400	38402*

*код типа, возвращаемый по интерфейсам каждым ДИЭ

КОНТРОЛЬНЫЙ

Подп. и дата
Име. № дубл.
Взам. име. №
Подп. и дата
Име. № подл.

Изм	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата.	ВНКЛ.411152.048 РЭ	Лист
							4

2.1.6. ИПУЭ соответствуют требованиям ГОСТ Р 52320-2005 (МЭК 62052-11:2003), ГОСТ Р 52323-2005 (МЭК 62053-22:2003), ГОСТ Р 52425-2005 (МЭК 62053-23:2003) в части метрологических характеристик при измерении активной и реактивной энергии.

ВНИМАНИЕ! Начиная с 01.01.2014 г. взамен вышеуказанных нормативных документов действуют ГОСТ 31818.11-2012 (IEC 62052-11:2003), ГОСТ 31819.22-2012 (IEC 62053-22:2003), ГОСТ 31819.23 (IEC 62053-23:2003) соответственно. Требования, устанавливаемые заменяющими нормативными документами, не отличаются от требований, установленных ранее действовавшими нормативными документами

2.1.7. Изоляция ИПУЭ соответствует ГОСТ 1516.3 -96 для оборудования кл.6 и кл.10 соответственно исполнению.

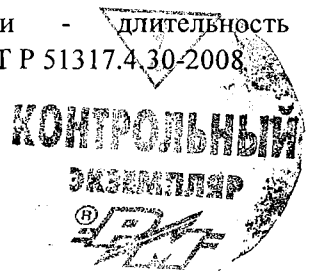
2.1.8. ДИЭ соответствуют требованиям электромагнитной совместимости ГОСТ Р 51318.22-99 (класс Б), ГОСТ Р 52320-2005, ГОСТ Р 51317.6.5-2006.

2.1.9. ИПУЭ выполняют учёт потребления активной электрической энергии прямого (импорт) и обратного (экспорт) направления по 4 квадрантам, учёт реактивной энергии по 4 квадрантам. Расположение квадрантов соответствует геометрическому представлению С.1 ГОСТ Р 52425-2005.

2.1.10. ИПУЭ измеряют среднеквадратические (действующие) значения фазных токов, среднеквадратические значения линейных напряжений, частоту, значения активной, реактивной и полной мощностей (суммарно), удельную энергию потерь в цепях тока, коэффициента реактивной мощности цепи $\operatorname{tg} \varphi$, коэффициента мощности $\cos \varphi$.

2.1.11. ИПУЭ определяют показатели качества электроэнергии - длительность провалов/перенапряжений /отключения фаз согласно ГОСТ Р 54149-2010, ГОСТ Р 51317.4.30-2008.

- длительность провала напряжения $\Delta t_{\text{П}}$ в интервале от 1 до 60 с;
- остаточное напряжение провала напряжения $\delta U_{\text{П}}$;
- длительность перенапряжения $\Delta t_{\text{ПЕР}} U$ в интервале от 1 до 60 с;
- напряжение прямой и обратной последовательности U_1, U_2 ;
- токи прямой и обратной последовательности I_1, I_2 ;
- коэффициенты несимметрии по обратной последовательности напряжения и тока K_{2U}, K_{2I} .



2.1.12. Каждый ДИЭ оснащен модулем GPS/GLONASS для синхронизации времени ИПУЭ и определения фазовых сдвигов, необходимых для расчета несимметрии напряжений.

2.1.13. Каждый ДИЭ ведет свои журналы и журналы суммарного потребления и общих параметров сети, используя информацию, полученную от другого ДИЭ.

2.1.14. Обращение со стороны GSM/GPRS или RF1 может осуществляться к любому ДИЭ, при этом будут получены общие для ИПУЭ данные. Такое решение позволяет повысить надежность работы ИПУЭ.

2.1.15. Показания ИПУЭ считываются при помощи специализированных устройств автоматизированных систем контроля и учета энергопотребления (АС): терминала мобильного РИМ 099.01 (далее – МТ) или по GSM/GPRS каналам связи с передачей данных на сервер АС.

2.1.16. Показания ИПУЭ выводятся в рабочее окно программы МТ. При считывании данных при помощи МТ или по каналу GSM/GPRS на сервер АС передаются следующие данные - потребление активной и реактивной энергии, в том числе на РДЧ, напряжение, ток, активная мощность, реактивная мощность, полная мощность, коэффициент мощности, частота сети, температура внутри корпуса ДИЭ (подробнее см. руководство по эксплуатации МТ).

2.1.17. Информация на МТ отображается на языке, определяемом в договоре на поставку. По умолчанию – на русском языке.

2.1.18. ИПУЭ имеют тарификатор, работающий по сигналам времени спутников GPS/GLONASS, и реализуют многотарифный учет активной электрической энергии по временным тарифным зонам.

Подп. и дата
Инв. № дубл.
Взам. инв. №
Подп. и дата
Инв. № инв.

Изм	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата.

ВНКЛ.411152.048 РЭ

Лист
5

2.1.19. При превышении установленного порога мощности нагрузки УПМт ИПУЭ реализует учет по специальному тарифу, если эта функция активирована при конфигурировании.

2.1.20. Каждый ДИЭ оснащен гальванически развязанными интерфейсами:

- RF1 (радиоканал на частоте 433,92 МГц);
- RF2 (служебный радиоканал на частоте 2,4 ГГц);
- GSM/GPRS;
- GPS/GLONASS (синхронизация времени и определения фазовых сдвигов).

Интерфейсы позволяют эксплуатировать ИПУЭ, как автономно, так и в составе АС.

2.1.21. Для конфигурирования, параметрирования и локального обмена данными в ИПУЭ используются:

- интерфейс RF1, который совместно с МТ работает на расстоянии до 100 м от ИПУЭ;
- GSM/GPRS модем.

2.1.22. Для хранения эфемерид спутников в ДИЭ применен ионистор со сроком эксплуатации не менее 30 лет, поэтому замена встроенной электрической батареи (ионистора) в течение срока службы не требуется.

2.1.23. ИПУЭ начинают нормально функционировать не более чем через 5 с после подачи номинального напряжения. Синхронизация времени производится после захвата спутников GPS.

2.1.24. ИПУЭ оснащены оптическим переключаемым испытательным выходом ТМ (A/R), которые используются при проверке ДИЭ при измерении активной и реактивной энергии соответственно. Оптический испытательный выход соответствует требованиям ГОСТ Р 52320-2005.

2.1.25. Оптический испытательный выход ТМ (A/R) в процессе эксплуатации ИПУЭ используется как индикатор функционирования и виден с земли (см. рисунок 2).

2.1.26. Интерфейсы RF1 и RF2 ИПУЭ соответствует требованиям электромагнитной совместимости ГОСТ Р 52459.3 - 2009 для устройств группы 1, класса 1.

2.1.27. ИПУЭ выполняют архивирование показаний на РДЧ в журналах (см. ниже).

2.1.28. При фиксации ИПУЭ события «Превышение установленного порога мощности нагрузки» (УПМк), ИПУЭ кроме отправки SMS сообщения, отправляет сообщение по служебному радиоканалу RF1, которое может использоваться для реализации функции отключения нагрузки потребителя.

2.1.29. ИПУЭ выполняют измерение температуры внутри корпуса в диапазоне от минус 40 до 85°C (справочный параметр).

2.1.30. ИПУЭ диагностируют и отображают в статусной информации и на дисплее МТ - время/дату, температуру внутри корпуса, факт наличия связи между ДИЭ по интерфейсу RF2.

2.1.31. ИПУЭ обеспечивает контроль правильности подключения измерительных цепей конструктивно за счет того, что первичные преобразователи каждого ДИЭ - датчики напряжения и тока размещены в общем корпусе с измерителем, что исключается возможность воздействия на вторичные измерительные цепи.

2.1.32. ИПУЭ выполняют фиксацию показаний на заданный произвольный момент времени (режим Стоп-кадр, далее – СК) для расчета баланса потребленной электроэнергии.

2.1.33. ИПУЭ обеспечивают скорость передачи данных по интерфейсам:

- RF1 от 9600 до 38400 Бод;
- GSM/GPRS 9600/115200 Бод.

2.1.34. Защита данных и параметров ИПУЭ выполнена с помощью 2-х уровня пароля.



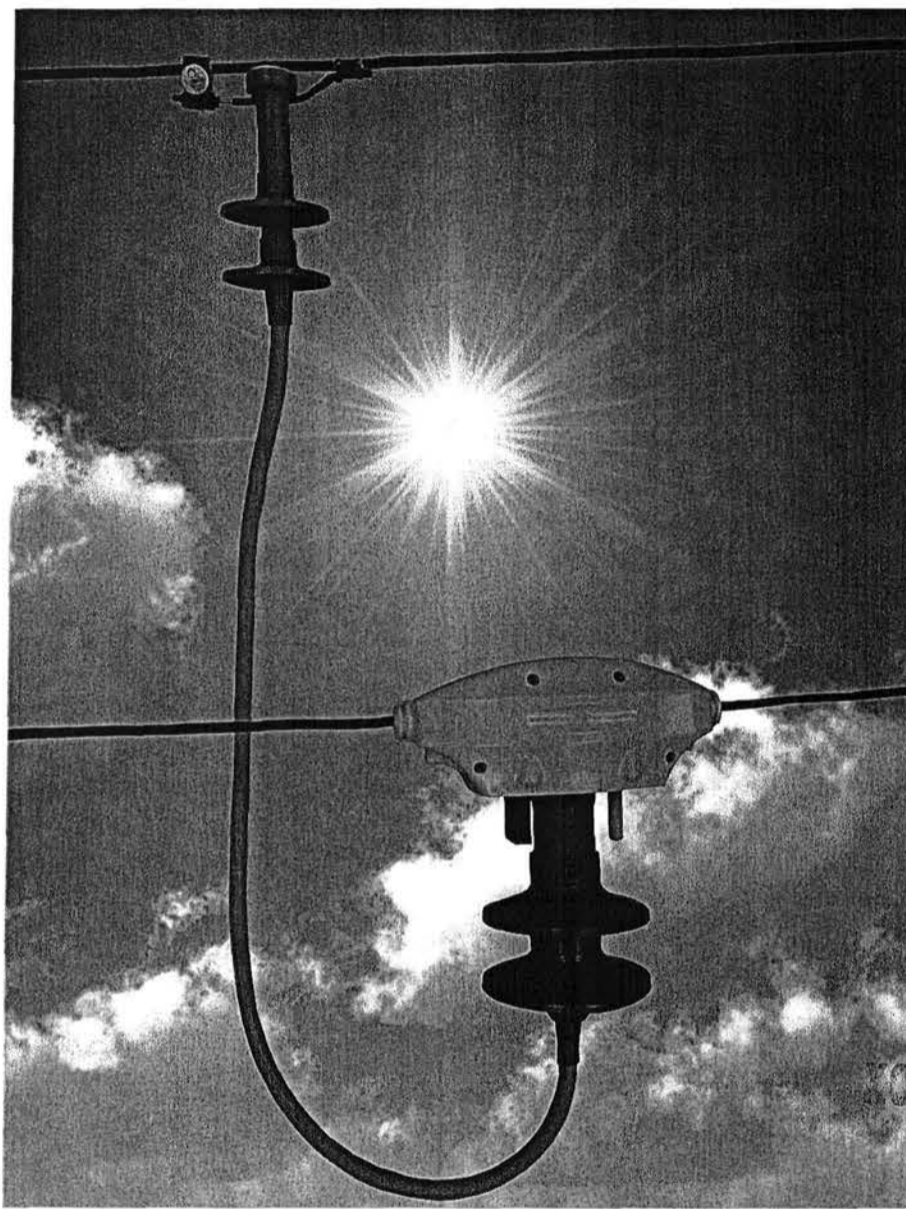
Подп. и дата
Инв. № дубл.
Взам. инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.

Изм	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата.	ВНКЛ.411152.048 РЭ	Лист
							6

2.1.35. Конструкция ДИЭ (с полной заливкой его герметиком) обеспечивает невозможность вмешательства в него извне без вывода ДИЭ из строя (см. рисунки 1 и 2). После установки на место эксплуатации измерительный блок ДИЭ закрывается внешним корпусом, обеспечивающим дополнительную защиту от внешних воздействий, при этом все элементы маркировки и выход ТМ остаются видимыми с поверхности земли. Внешний корпус после установки пломбируется пломбой энергосбытовой организации.

2.1.36. Степень защиты оболочек корпуса ДИЭ IP 65 по ГОСТ 14254-96

2.1.37. Условия эксплуатации: У1 по ГОСТ 15150-69 - на открытом воздухе при температуре окружающего воздуха от минус 40 до 55°C, верхнем значении относительной влажности окружающего воздуха 100 % при температуре 25 °С.



КОНТРОЛЬНЫЙ
ЭКЗЕМПЛЯР

Рисунок 1 – Общий вид ДИЭ (с внешним корпусом), установленного на ВЛ

Изм	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата.

ВНКЛ.411152.048 РЭ

Лист
7

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл

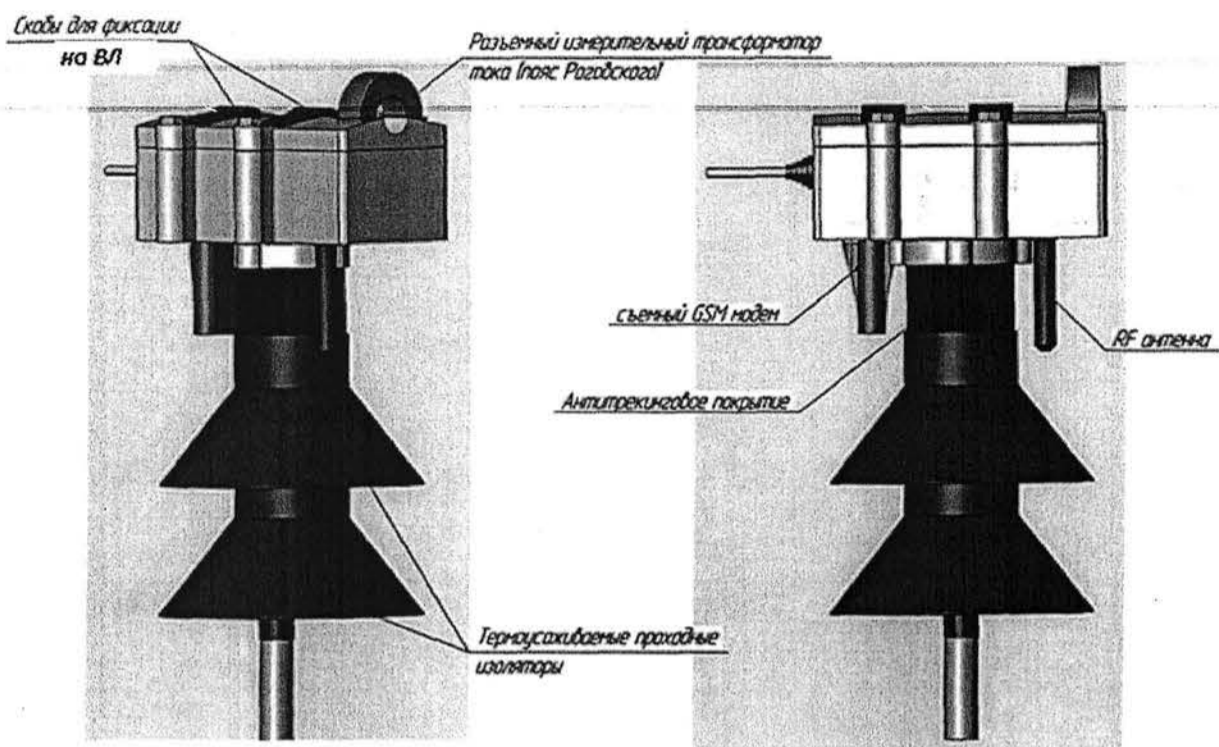


Рисунок 2 - Схема расположения основных компонентов измерительного блока ДИЭ

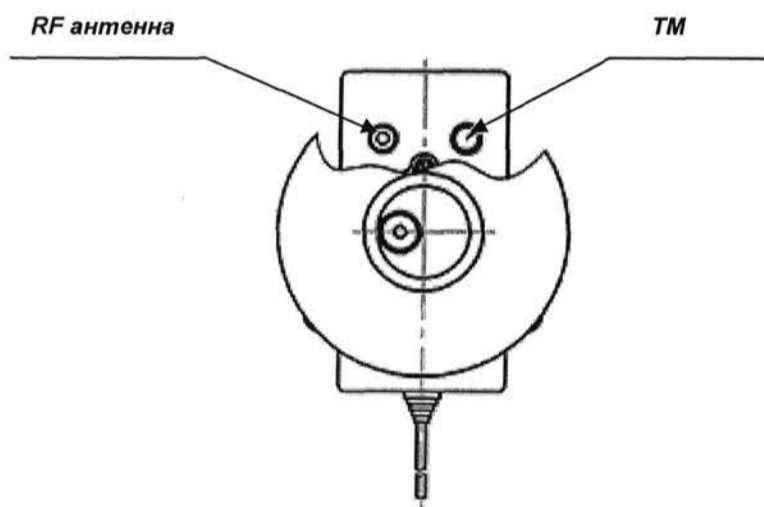


Рисунок 3 – Схема расположения индикатора ТМ ДИЭ

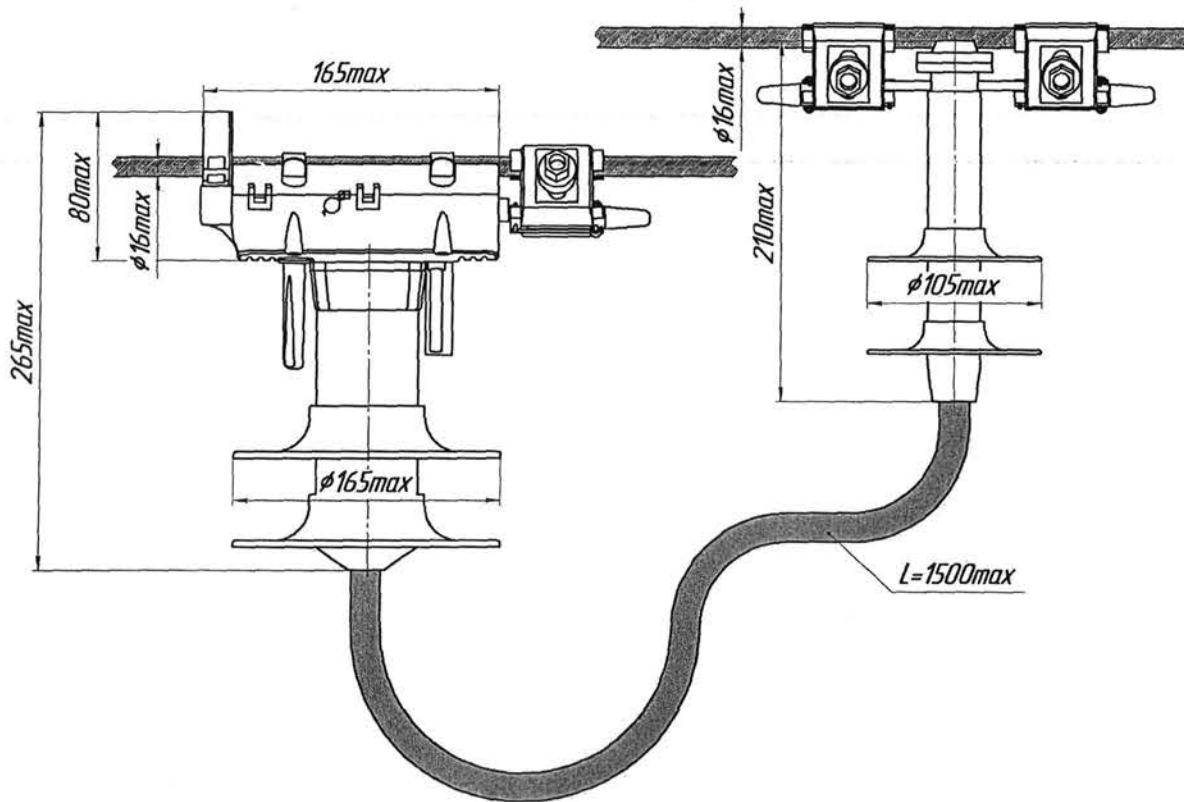
Подп. и дата
Инв. № дубл.
Взам. инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.

Изм	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата.

ВНКЛ.411152.048 РЭ

Лист
8

Без внешнего корпуса



С внешним корпусом

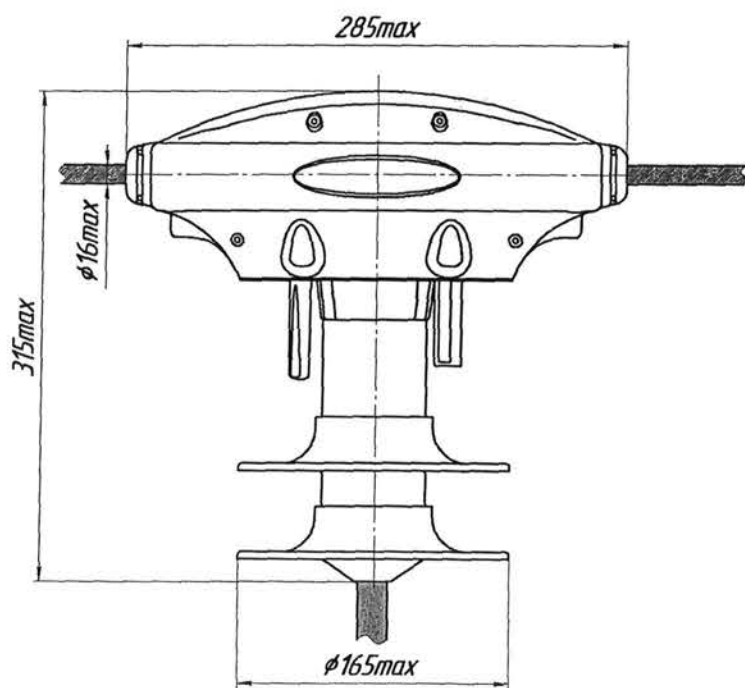


Рисунок 4 - Габаритные, установочные размеры ДИЭ

Изм	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата.
Изм	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата.

ВНКЛ.411152.048 РЭ

Лист
9

Подп. и дата

Инев. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инев. № подл

2.2 Технические характеристики

Номинальный ток, А	см. табл.1
Максимальный ток, А	см. табл.1
Номинальное напряжение, В	см. табл.1
Установленный диапазон напряжения, В	от 0,9 до 1,1 U _{ном}
Расширенный диапазон напряжения, В	от 0,8 до 1,20 U _{ном}
Номинальная частота, Гц	50
Класс точности при измерении активной/реактивной энергии	см. табл.1
Стартовый ток, активный/реактивный, мА	см. табл.1
Постоянная, имп./кВт·ч [имп./квар·ч]	см. табл.1
Полная мощность, потребляемая каждой цепью напряжения**, ВА, не более	40,0
Активная мощность, потребляемая каждой цепью напряжения**, Вт, не более	4,0
Мощность, дополнительно потребляемая встроенными модулями связи, Вт, не более	3,0
Цена единицы разряда счетного механизма при измерении активной (реактивной) энергии:	
– старшего, МВт·ч (квар·ч)	см. табл.1
– младшего, МВт·ч (квар·ч)	см. табл.1
– Цена единицы разряда счетного механизма при измерении активной (реактивной, полной*) мощности:	
– старшего, Вт (вар, ВА)	10 ⁶
– младшего, Вт (вар, ВА)	0,1
Максимальная дальность действия интерфейса RF1, м, не менее	100
Погрешность установки времени от спутников GPS/GLONASS, с, не более	0,01
Время хранения эфемерид спутников при отсутствии напряжения сети, часов, не менее	48
Время сохранения данных в энергонезависимой памяти, лет, не менее	40
Погрешность измерения линейного напряжения в диапазоне напряжений от 0,9 до 1,1 U _{ном} , %, не более	±0,5
Погрешность измерения среднеквадратических значений тока, %, не более	± 1,0
Погрешность измерения мощности:	
– активной, %, не более	± 1,0
– реактивной, %, не более	± 1,5
– полной*, %, не более	± 2,0
Погрешность измерения частоты, Гц, не более	± 0,03
Масса ДИЭ, кг, не более	2,3
Габаритные и установочные размеры ДИЭ, мм, не более	см. рисунок 4
Средняя наработка до отказа, То, ч, не менее	180 000
Средний срок службы Тсл, лет, не менее	30

* - Измерение полной мощности и коэффициента мощности cos φ – для технического учета.
 **Цепи напряжения – параллельные цепи.
 **Цепи тока – последовательные цепи.

Перечень величин, измеряемых ИПУЭ, приведен в таблице 2.



Подп. и дата
Инв. № дубл.
Взам. инв. №
Подп. и дата
Ина № подл

Изм	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата.

ВНКЛ.411152.048 РЭ

Лист

10

Таблица 2

Наименование измеряемой величины	Тарификация
Энергия	
активная (по 4 квадрантам): суммарно по фазам	Потарифно
реактивная (по 4 квадрантам) : суммарно по фазам	Не тарифицируется
Удельная энергия потерь в цепях тока* суммарно по фазам	
Мощность*	
активная (по 4 квадрантам): суммарно по фазам	
реактивная мощность (по 4 квадрантам): суммарно по фазам	
полная (по модулю)**** суммарно по фазам	
Среднее значение активной мощности на программируемом интервале** (активная пиковая мощность, Ринт) суммарно по фазам	
Максимальное значение средней активной мощности на месячном интервале (максимальная пиковая на Ррдч)*** суммарно по фазам	
Ток, среднеквадратическое (действующее) значение * пофазно	
Линейное напряжение, среднеквадратическое (действующее) значение* пофазно	
Частота питающей сети*	
Коэффициент реактивной мощности цепи (tg φ) суммарно по фазам	
Коэффициент мощности (cos φ)**** суммарно по фазам	
Длительность провалов напряжения ΔtП ⁵⁾ /перенапряжений ΔtПЕРУ ⁵⁾ / остаточное напряжение провала напряжения δУП;****	
Напряжение прямой и обратной последовательности U1, U2**** ⁵⁾	
Токи прямой и обратной последовательности I1, I2****	
Коэффициенты несимметрии по обратной последовательности напряжения и тока K _{U2} K _{I2} **** ⁵⁾	
Температура внутри корпуса ДИЭ****	

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл

Примечания * Время интегрирования значений (период измерения) мощностей составляет 1 секунду (50 периодов сетевого напряжения), частоты – 20 секунд, среднеквадратического (действующего) значения напряжения с усреднением по ГОСТ Р 54149-2010
 ** Длительность интервала интегрирования программируется от 1 до 60 минут.
 *** С фиксацией даты и времени
 **** Для технического учета
 5) В интервале от 1 до 60 с

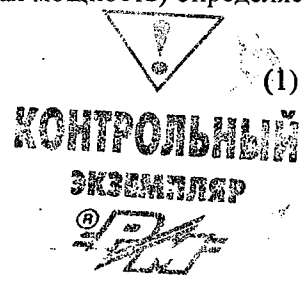
Активная и реактивная мощность с периодом интегрирования 1 с (далее – текущая мощность, активная Pтек или реактивная Qтек соответственно) определяются как энергия, потребленная за 1 с (активная и реактивная соответственно).

Суммарная текущая мощность (активная и реактивная) определяются как сумма соответствующих фазных значений мощности.

Полная мощность с периодом интергирования 1 с (далее – полная мощность) определяется по формуле

$$S = \text{SQRT}(P^2 + Q^2),$$

где P – текущее значение активной мощности, Вт;
 Q – текущее значение реактивной мощности, вар;
 S – текущее значение полной мощности, ВА;
 SQRT – функция, возвращающая квадратный корень числа.



Изм	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата.	ВНКЛ.411152.048 РЭ	Лист
							11

Максимальное значение средней активной мощности на программируемом интервале в текущем отчетном периоде (активная пиковая мощность - Ринт макс) определяется как максимальное значение из зафиксированных значений средней активной мощности на программируемом интервале (Ринт) за текущий месяц.

Средняя активная мощность на программируемом интервале (активная интервальная мощность Ринт) определяется методом «скользящего окна» по формуле

$$P_{\text{инт}} = \frac{1}{T} \times \int_0^T P_{\text{тек}} dt, \quad (2)$$

где Ринт - значение суммарной средней активной мощности;
Ртек – измеренное значение текущей суммарной активной мощности, Вт;
Т – длительность программируемого интервала.

Максимальная средняя активная мощность на месячном интервале (максимальная пиковая мощность на РДЧ - Р рдч) определяется как максимальное значение из зафиксированных значений Ринт за прошедший месяц.

Удельная энергия потерь в цепях тока определяется по формуле

$$W_{\text{уд}} = (10^{-3}/3600) \times \int_0^T (I_A^2 + I_B^2 + I_C^2) dt, \quad (3)$$

где Wуд - расчетное значение удельной энергии потерь в цепях тока, кА² ч;
I – действующее (среднеквадратичное) значение тока, А;
Т – время работы ИПУЭ, с.

Суммарная удельная энергия потерь определяется как сумма фазных значений удельной энергии потерь.

Коэффициент реактивной мощности цепи tg φ определяется по формуле

$$\text{tg } \varphi = |Q| / |P|, \quad (4)$$

где tg φ расчетное значение коэффициента реактивной мощности цепи;
Q - значение текущей реактивной мощности, вар;
P – значение текущей активной мощности, Вт.

Коэффициент мощности cos φ определяется по формуле

$$\cos \varphi = P / S, \quad (5)$$

где cos φ - расчетное значение коэффициента мощности;
S - значение текущей полной мощности, вар;
P – значение текущей активной мощности, Вт;
SQRT – функция, возвращающая квадратный корень числа.

ИПУЭ определяет суммарное значение cos φ и tg φ как среднее геометрическое фазных значений соответствующих величин.

Показатели качества электрической энергии (длительность провала напряжения ΔтП; остаточное напряжение провала напряжения δУП, длительность перенапряжения ΔтПЕРУ; напряжения прямой и обратной последовательности U1, U2; токи прямой и обратной последовательности I1, I2; коэффициенты несимметрии по обратной последовательности напряжения и тока K_{U2} K_{I2}) определяются в соответствии с ГОСТ Р 54149-2010, и ГОСТ 51317.4.30-2008.



Изм. № подл. Подп. и дата. Взам. инв. №. Инв. № дубл. Подп. и дата.

Изм	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата.	ВНКЛ.411152.048 РЭ	Лист
							12

2.3 Основные функциональные возможности ИПУЭ

- а) сохранение в энергонезависимой памяти:
 - измерительной информации по всем измеряемым величинам (см таблицу 2);
 - установленных служебных параметров (тарифного расписания, параметров маршрутизации и др);
- б) защита информации – пароль доступа и аппаратная защита памяти метрологических коэффициентов;
- в) самодиагностика – ИПУЭ формируют обобщённое событие (код режима работы - статус), отражающие работоспособность таймера, блока питания, блока памяти и т.д. События, связанные с изменением статуса, регистрируются в соответствующем журнале ИПУЭ с указанием времени наступления события;
- г) обмен данными с устройствами АС по интерфейсу RF1 (см. таблицу 3), скорость обмена от 9600 до 38400 Бод;
- д) обмен данными с устройствами АС по интерфейсу GSM/GPRS , скорость обмена от 9600/115200 Бод (см. таблицу 3).
- е) реализация многотарифного учета с использованием GPS/GLONASS;
- ж) конфигурирование ИПУЭ по интерфейсам RF1, GSM/GPRS с использованием устройств АС;
- з) дистанционное управление внешними устройствами (в том числе отключением/подключением абонента) - по интерфейсу RF1 при помощи устройств АС и SMS сообщений;
- и) тарификатор поддерживает:
 - до 8 тарифов;
 - до 256 тарифных зон;
 - переключение по временным тарифным зонам;
 - переключение тарифов по превышению лимита заявленной мощности;
 - автопереход на летнее/зимнее время;
 - календарь выходных и праздничных дней;
 - перенос рабочих и выходных дней;
- к) ведение журналов:
 - **месячного потребления** не менее 36 записей (36 месяцев) - фиксация значений потребления по всем видам энергии (на РДЧ), максимальное значение средней активной мощности на программируемом интервале за прошедший отчетный период (Ррдч) с датой и временем фиксации, количество часов работы ИПУЭ;
 - **суточного потребления** не менее 186 записей (6 месяцев) - фиксация значений потребления по всем видам энергии за сутки, фиксация даты и времени выхода напряжения и частоты за допустимые нормы, количество часов работы ИПУЭ в течение суток;
 - **профилей нагрузки** не менее 8928 записей (6 месяцев при 30 минутном интервале)- фиксация значений потребления по всем видам энергии через выбранный интервал времени. Длительность интервала времени для фиксации нагрузки выбирается из ряда 1,2,3,4,5,6,10,12,15,20,30,60 минут;
 - **событий**, состоящий из ряда поджурналов, в которых отражены события, связанные с отсутствием напряжения, перепрограммирования служебных параметров и т.д. – не менее 5120 записей, в т.ч.:
 - журнал «Коррекций» - 1024 записи, фиксация фактов связи со счетчиком для изменений служебных параметров, текущих значений даты/времени и получения системных параметров;
 - журнал «Вкл/Выкл» (включений/выключений) - 512 записи, фиксация времени включения/отключения сетевого питания;



Подп. и дата
Инв. № дубл.
Взам. инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.

Изм	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата.	ВНКЛ.411152.048 РЭ	Лист
							13

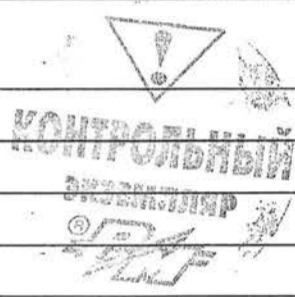
- журнал отклонений по «tg φ» - 512 записи, фиксация времени перехода через порог и возвращения в норму значения tg φ;
- журнал ПКЭ (качества сети) - 1024 записей, фиксация времени выхода за пределы частоты ($\pm 0,2\text{Гц}$, $\pm 0,4\text{Гц}$) и напряжения $\pm 10\%$ согласно ГОСТ Р 54149-2010;
- журнал «Провалов/перенапряжений» - 1024 записи, фиксация времени и длительности провалов/перенапряжений;
- журнал «Самодиагностики» - 1024 записей, фиксация изменения статуса режима и попытки несанкционированного доступа (неправильный пароль) и др.;

л) При наступлении событий «Отсутствие напряжения», «Коррекция служебных параметров», «Отсутствие связи между ДИЭ» по интерфейсу RF2, «Превышение установленного порога мощности нагрузки», «Нет захвата спутников GPS», «Нет соответствия служебных данных между ДИЭ» ИПУЭ выступает как инициатор связи, посылая соответствующие сообщения по интерфейсам RF1, GSM/GPRS.

Все события привязаны ко времени. Журналы недоступны корректировке при помощи внешних программ.

Таблица 3 - Функциональные возможности интерфейсов ИПУЭ

Направление обмена	Параметр	RF1, GSM/GPRS	
Передача данных	Тип	+	
	Заводской номер	+	
	Идентификатор ПО	+	
	Идентификатор метрологически значимой части ПО		
	<u>Показания</u>		
	Тарифицируемые		
	- текущие по активной энергии (суммарно по фазам, потарифно, поквadrантно)	+	
	- на РДЧ по активной энергии (суммарно по фазам, потарифно, поквadrантно)	+	
	Нетарифицируемые		
	текущие по активной энергии (суммарно по фазам и тарифам, поквadrантно)	+	
	на РДЧ по активной энергии (суммарно по фазам и тарифам, поквadrантно)	+	
	-текущие по реактивной энергии (суммарно по фазам, поквadrантно)	+	
	-на РДЧ по реактивной энергии (суммарно по фазам, поквadrантно)	+	
	-текущее значение удельной энергии потерь в цепи тока (суммарно по фазам)	+	
	- значение удельной энергии потерь в цепи тока (суммарно по фазам) на РДЧ	+	
	- текущая активная мощность (суммарно по фазам, поквadrантно)	+	
	- текущая реактивная мощность (суммарно по фазам, поквadrантно)	+	
	-текущее значение средней активной мощности на программируемом интервале суммарно по фазам (Ринг), поквadrантно	+	
	- значение активной мощности на программируемом интервале суммарно по фазам на РДЧ (Ррдч), поквadrантно	+	
	- текущая полная мощность (по модулю, суммарно по фазам)	+	



Подп. и дата
 Инв. № дубл.
 Взам. инв. №
 Подп. и дата
 Инв. № подл.

Изм	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата.	ВНКЛ.411152.048 РЭ	Лист
							14

-линейное (междуфазное) напряжение, среднеквадратичное значение	+	
- ток, среднеквадратичное значение (пофазно)	+	
- частота сети	+	
- текущее значение $\text{tg } \varphi$ (суммарно)	+	
- текущее значение $\text{cos } \varphi$ (суммарно)	+	
- температура внутри корпуса ДИЭ	+	
Напряжение прямой последовательности	+	
Коэффициенты несимметрии напряжения по обратной и нулевой последовательностям	+	
Журналы ИПУЭ	+	
Служебная информация		
Статус ДИЭ (master-slave)		
- параметры связи по RF	+	
- параметры тарификации (в.т.ч. значение УПМТ)	+	
Корректировка служебной информации		
- корректировка статуса ДИЭ	+	
- параметров связи по RF	+	
Прием данных и команд	- параметры тарификации	+
	-параметры конфигурирования	+

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № табл



Изм	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата.

ВНКЛ.411152.048 РЭ

Лист
15

Основные единицы для измеряемых величин, цена единицы старшего и младшего разрядов приведены в таблице 4.

Таблица 4

Измеряемая величина	Основная единица	Цена единицы старшего/младшего разряда
Активная энергия	МВт•ч	$10^5 / 10^{-6}$
Реактивная энергия	Мвар•ч	$10^5 / 10^{-6}$
Активная мощность	Вт	$10^6 / 0,1$
Реактивная мощность	вар	$10^6 / 0,1$
Полная мощность	ВА	$10^6 / 0,1$
Ток, среднеквадратическое (действующее) значение	А	$10^2 / 0,001$
Напряжение, среднеквадратическое (действующее) значение	В	$10^4 / 1$
Частота сети	Гц	$10 / 0,01$
Удельная энергия потерь в цепях тока	кА ² •ч	$10^4 / 0,001$
Коэффициент реактивной мощности цепи (tg φ)	безразм.	$10^3 / 0,0001$
Коэффициент мощности (cos φ)	безразм.	$10^0 / 0,001$
Длительность провалов/перенапряжений	Период сетевого напряжения	$10^2 / 1$
Температура внутри корпуса ДИЭ	°С	$10 / 1$
Напряжение прямой последовательности	В	-
Коэффициенты несимметрии по обратной последовательности напряжения и тока	%	-

2.4 Считывание измерительной информации с ИПУЭ

Считывание информации с ИПУЭ выполняется по интерфейсам RF1 и GPRS/GSM.

Считывание информации по интерфейсам выполняют при помощи специализированных устройств АС, например МТ.

При использовании МТ используется программа Setting_384.exe (см. руководство по эксплуатации МТ), а также Руководство пользователя на программу Setting_384.exe (электронный документ). При использовании других устройств АС - в соответствии с указаниями, приведенными в эксплуатационной документации на соответствующее устройство.

2.5 Конфигурирование ИПУЭ

В процессе конфигурирования ИПУЭ устанавливается режим **master** работы одного из ДИЭ, а также сетевой адрес, параметры тарифного расписания и другие служебные параметры.

. Конфигурирование ИПУЭ можно выполнить перед установкой на место эксплуатации или непосредственно в процессе эксплуатации.

Подробнее см. Руководство пользователя на программу Setting_384.exe (электронный документ).



Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл

Изм	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата.

ВНКЛ.411152.048 РЭ

Лист

16

2.6 Комплект поставки счетчиков

Комплект поставки ИПУЭ приведен в таблице 5

Таблица 5

Обозначение	Наименование	Количество
	ДИЭ соответствующего исполнения	2 шт.
ВНКЛ.418132.043	Корпус внешний	2 шт.
	Пломба пластиковая номерная	2 шт.
	Комплект монтажных частей	2 компл. ⁵⁾
	Паспорт ДИЭ	2 экз.
	Паспорт ИПУЭ	1 экз.
ВНКЛ.411152.048 РЭ	Руководство по эксплуатации	1 экз.
ВНКЛ.411152.048 ДИ	Методика поверки	*, ***, ****,
ВНКЛ.426487.030	Терминал мобильный РиМ 099.01	1 компл. *
	Программа Setting_384.exe	*, ****
ВНКЛ. 411919.005	Адаптер сетевого питания	1*

* - поставляется по отдельному заказу.

** - поставляется по требованию организаций, производящих ремонт и эксплуатацию ИПУЭ.

*** - поставляется по требованию организаций, производящих поверку ИПУЭ.

**** - поставляется на CD в составе Терминала мобильного РиМ 099.01.

⁵⁾ В комплекте монтажных частей герметичный изолированный прокалывающий зажим ENSTO SLIW11.1 (или аналогичный по параметрам) – 3 шт., ключ шестигранный 1 шт., скотч алюминиевый 50 x 300 – 3 шт., комплект центрирующих втулок, смазка силиконовая (шприц 5 г) - 1 шт.

2.7 Устройство и работа

2.7.1 Конструктивное исполнение ИПУЭ

ИПУЭ конструктивно выполнен в виде двух ДИЭ, включенных по схеме Арона. Один из датчиков измеряет фазный ток I_a и линейное напряжение U_{ab} . Второй датчик измеряет фазный ток I_c и линейное напряжение U_{bc} . Один из ДИЭ является ведущим (master), а второй – ведомым (slave). ДИЭ монтируют на соответствующих фазных проводах ВЛ вблизи опоры непосредственно на месте эксплуатации. Монтаж ДИЭ осуществляется без разрыва проводов ВЛ. Во время работы ДИЭ непрерывно обмениваются измерительной информацией по служебному интерфейсу RF2 (радиоканалу малой дальности на частоте 2400 МГц), таким образом, при обращении к ИПУЭ возможно получение данных о суммарном потреблении всех видов энергии.

Каждый ДИЭ выполнен в виде двух корпусов, соединенных изолированным высоковольтным проводом. В корпусе большего размера размещены измеритель, источник питания, интерфейсы и высоковольтный узел; в корпусе меньшего размера размещен защитный резистор, ограничивающий ток через встроенный варистор высоковольтного узла и поглощающий основную долю энергии импульса перенапряжения.

В качестве датчика тока ДИЭ используется модернизированный пояс Роговского, выполненный в виде двух шарнирно соединенных полуколец. При монтаже ДИЭ на проводе полукольца раздвигаются для надевания на провод и затем соединяются. Для исключения погрешности от несимметричного положения провода в поясе Роговского используются центрирующие втулки (входят в комплект поставки ИПУЭ), обеспечивающие центральное расположение провода различного сечения в поясе Роговского.

Измеритель ДИЭ фиксируется на проводе при помощи двух скоб, каждая из которых крепится к корпусу измерителя болтами разной длины. Для монтажа короткий болт (без маркировки) следует

КОНТРОЛЬНЫЙ
ЭЛЕМЕНТАР

Подп. и дата

Име. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Име. № подл

Изм	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата.

ВНКЛ.411152.048 РЭ

Лист

17

вывернуть полностью, а длинный болт, маркированный красной краской, ослабить до возможности надевания скобы на провод при раздвинутом датчике тока.

Соединение общей точки схемы ДИЭ с фазным проводом осуществляется ответвительным зажимом из комплекта поставки. Соединение блока защитного резистора ДИЭ с проводом общей фазы осуществляется ответвительным зажимом из комплекта поставки. Дополнительно фиксация блока защитного резистора ДИЭ осуществляется нейлоновой стяжкой.

Для защиты измерителя ДИЭ от осадков и возможности опломбирования корпуса ДИЭ пломбой энергосбытовой организации на месте эксплуатации каждый ДИЭ снабжен кожухом, закрывающим измеритель ДИЭ и прокалывающий зажим. Кожух может быть опломбирован индикаторной пломбой из комплекта поставки.

Для обеспечения устойчивости к воздействиям осадков внутренние объемы измерителя, высоковольтного узла и блока защитного резистора заполнены кремнийорганическим компаундом.

Схемы установки ДИЭ на месте эксплуатации приведены в Приложении А. Рекомендуемые типы зажимов приведены в таблице 6.

Таблица 6

Производитель арматуры	Зажим ответвительный для подключения к проводу ВЛ
NILED	-
ENSTO	SLIP12.1
ИнтерЭлектроКоннект (ИЕК)	ЗОИ 16-95/2,5-35

Тип используемой центрирующей втулки в зависимости от марки провода ВЛ приведен в таблице 7.

Таблица 7

Марка провода ВЛ	Наружный диаметр провода	Маркировка центрирующей втулки, мм
АлС-35/6,2	8,4	1
АС50/8	9,6	1
АС70/11	11,4	2
АС95/16	13,5	3
SAX35 (СИП-3 35)	11.5	2
SAX50 (СИП-3 50)	12.7	2
SAX70 (СИП-3 70)	14.3	3
SAX95 (СИП-3 95)	16.0	Центрирующая втулка не требуется

2.7.2 Принцип работы ДИЭ

ИПУЭ состоит из двух однофазных 4-х квадрантных датчиков измерения активной и реактивной энергии Р_{иМ} 384.01 (Р_{иМ} 384.02) соответствующего исполнения (далее ДИЭ), включенных по схеме Арона.

Принцип действия ДИЭ основан на цифровой обработке аналоговых входных сигналов тока и напряжения при помощи специализированных микросхем с встроенным АЦП. Остальные параметры, измеряемые ИПУЭ, определяются расчетным путем по измеренным значениям тока и напряжения.

Цифровой сигнал, пропорциональный мгновенной мощности, обрабатывается микроконтроллером ДИЭ. По полученным значениям мгновенной активной и реактивной мощности формируются накопленные значения количества потребленной активной и реактивной электрической энергии, учет активной и реактивной энергии ведется по 4 квадрантам

Расположение квадрантов соответствует геометрическому представлению С.1 ГОСТ Р 52425-2005.

Изм	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата.	ВНКЛ.411152.048 РЭ		Лист
								18

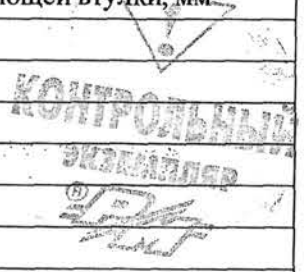
Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл



2.7.3 Описание работы ДИЭ

В схеме Арона каждый однофазный ДИЭ измеряет фазный ток и линейное напряжение, перемножает их мгновенные значения для вычисления мгновенной активной мощности и суммирует эти значения для вычисления активной энергии. Для вычисления мгновенной реактивной мощности значения тока умножаются на сдвинутые фазовращателем на 90° значения отсчетов напряжения.

Суммарная активная мощность по всем трем фазам равна алгебраической сумме активных мощностей двух ДИЭ, а суммарная реактивная мощность по трем фазам равна алгебраической сумме реактивных мощностей двух ДИЭ.

Следует отметить, что показания каждого ДИЭ в отдельности не являются информативными, поскольку, во-первых, ДИЭ измеряет линейное напряжение, которое сдвинуто относительно фазного, поэтому даже в случае чисто активной нагрузки ДИЭ показывает реактивную энергию, которая вследствие разного знака фазового сдвига у ДИЭ в сумме обнуляется; во-вторых, линейное напряжение в 1,73 раза (при симметричной нагрузке) больше фазного, поэтому показания каждого ДИЭ не соответствуют в общем случае, например, половине общей мощности.

Схема Арона применима только в трехпроводных сетях с изолированной нейтралью. Ток третьей фазы не влияет на мощности и потребление активной и реактивной энергии, но его значение необходимо для расчета энергии потерь в линии. Для вычисления тока третьей фазы, а также расчета фазных напряжений ведомый ДИЭ передает ведущему по интерфейсу RF2 значение задержки момента перехода через ноль измеряемого напряжения относительно опорного сигнала, формируемого приемником ГЛОНАСС-GPS. Опорный сигнал формируется с высокой точностью системой ГЛОНАСС-GPS и принимается обоими датчиками. По значению задержки относительно опорного сигнала GPS перехода через ноль напряжения, измеряемого ведущим ДИЭ и значению задержки, переданной ведомым ДИЭ, ведущий ДИЭ вычисляет фазовый сдвиг между напряжениями двух фаз трехфазной сети, который при несимметрии нагрузки может отличаться от 120° . Вычисленный фазовый сдвиг используется для вычисления значения тока фазы В по измеренным значениям токов фазы А и С и углам сдвига каждого тока относительно напряжения, измеряемого ДИЭ, а также углу сдвига между напряжениями. Вычисленное значение тока фазы В используется для вычисления удельной энергии потерь в линии.

Приемник ГЛОНАСС-GPS используется для синхронизации часов реального времени каждого ДИЭ, благодаря чему у ДИЭ отсутствует суточный ход часов, т.е. накопление погрешности определения времени из-за отклонения частоты задающего генератора ЧРВ. Текущее время в ДИЭ всегда соответствует системному времени ГЛОНАСС с учетом поясного времени с погрешностью не более 1 с. Благодаря использованию ГЛОНАСС в ДИЭ отпала необходимость иметь резервный источник питания для хранения шкалы времени, поскольку при отсутствии питания на ДИЭ необходимости в определении времени нет, а при подаче напряжения сети на ДИЭ происходит синхронизация времени ДИЭ с системным временем.

Для чтения показаний ДИЭ, а также конфигурирования ДИЭ на месте эксплуатации в каждом ДИЭ имеются два канала передачи данных: основной – GSM/GPRS и резервный – RF1.

Подп. и дата
Инв. № дубл.
Взам. инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.

Изм	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата.	Лист
						19

ВНКЛ.411152.048 РЭ

(радиоканал малой дальности на частоте 433,92 МГц). Интерфейс RF1 используется при проблемах с операторами сотовой связи, таких, как неуверенный прием GSM вследствие удаленности сотовой станции, перегрузка сотовой сети, аварийные ситуации и т.п. Интерфейс RF1 работает на расстоянии до 100 м от ДИЭ, поэтому для считывания показаний ДИЭ необходимо подъехать к месту установки ИПУЭ, и считать показания при помощи МТ.

Каждый ДИЭ может быть оснащен двумя SIM-картами, например, разных операторов. Поскольку в счетчике 2 ДИЭ, в ИПУЭ могут быть установлены 4 SIM -карты.

В ДИЭ предусмотрен инициативный выход по GSM в случае нештатных ситуаций:

- Пропадание напряжения;
- Коррекция служебных параметров;
- Отсутствие связи между ДИЭ;
- Превышение установленного порога мощности нагрузки;
- Нет захвата спутников GPS;
- Нет соответствия служебных данных между ДИЭ.

При выявлении нештатной ситуации ИПУЭ отправляет СМС-сообщение на установленный при конфигурации номер, для чего в каждом ДИЭ имеется буферный источник питания – ионистор, емкости которого достаточно для работы сотового модема в течение 1 минуты после пропадания сетевого напряжения.

2.7.4 Устройство и работа ДИЭ

Основой ДИЭ является электронный блок измерителя ДИЭ, который содержит:

- измерительный преобразователь тока;
- измерительный преобразователь напряжения;
- измерительный преобразователь мощности;
- часы реального времени;
- энергонезависимую память;
- устройство управления;
- модуль GSM для подключения к информационной сети;
- интерфейс RF1 для подключения к информационной сети и для обмена данными;
- интерфейс RF2 для обмена информацией между датчиками;
- приемник GPS/ГЛОНАСС для синхронизации часов реального времени;
- источник питания;
- оптический испытательный выход активной/реактивной мощности – индикатор ТМ.

• Измерительный преобразователь тока выполнен на основе пояса Роговского. Пояс Роговского состоит из 12 катушек индуктивности, расположенных по окружности вокруг проводника измеряемого тока и соединенных последовательно. Катушки разделены на две секции, размещенные в полукольцах, имеющих возможность взаимного перемещения для надевания на провод ВЛ при монтаже. Пояс Роговского нечувствителен к перегрузкам по току и постоянной составляющей в цепи переменного тока, поскольку не имеет ферромагнитного сердечника, а также нечувствителен к изменению зазора между половинками датчика. Пояс Роговского формирует выходной сигнал, пропорциональный скорости изменения тока, поэтому в измерителе мощности требуется интегратор.

Измерительный преобразователь напряжения – резистивный делитель, преобразующий напряжение сети в величину, пригодную для обработки ИПМ. Верхнее плечо делителя образовано



Подп. и дата	
Име. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Име. № подл.	

Изм	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата.

ВНКЛ.411152.048 РЭ

	Лист
	20

прецизионным высоковольтным резистором, имеющим температурный коэффициент сопротивления (ТКС) не более ± 80 ppm/K (0,08%/K) и временной дрейф не более ± 20 ppm за 1000 часов при температуре 125°C, что соответствует более 30 лет при среднегодовой температуре 15°C (Краснодарский край). Резистор верхнего плеча делителя размещен в корпусе высоковольтного узла. Нижнее плечо делителя образовано прецизионным резистором с ТКС не более ± 20 ppm/K (0,02%/K) и временным дрейфом не более ± 20 ppm за 1000 часов.

Измерительный преобразователь мощности выполнен на специализированном микроконтроллере, специально разработанном для счетчиков электроэнергии ф. Texas Instruments, USA, который включает в себя усилители каналов тока и напряжения, два АЦП, специализированный вычислитель, осуществляющий вычисление значений активной и реактивной мощности, среднеквадратических значений напряжения и тока за период сети, 16-разрядный микропроцессор, память программ и ОЗУ данных, а также часы реального времени. Микропроцессор ИПМ управляет процессом измерений, выдает импульсы на оптический испытательный выход, формирует информацию для интерфейсного микроконтроллера модуля GSM, а также осуществляет обмен информацией с энергонезависимой памятью и управление интерфейсами RF1, RF2, ГЛОНАСС- GPS.

Энергонезависимая память предназначена для хранения показаний ДИЭ при отключении сетевого напряжения. В энергонезависимой памяти хранятся журналы потребления, журналы событий, профиль нагрузки и текущие показания. Энергонезависимая память имеет объем 2МБ, гарантированное время хранения 45 лет и количество циклов перезаписи не менее 1 млн.

Интерфейс RF1 предназначен для конфигурирования и чтения данных ДИЭ (ИПУЭ) при нахождении вблизи места установки ИПУЭ. Обмен данными с ДИЭ (ИПУЭ) производится посредством мобильного терминала МТ Рm099.01 и программы Setting_384.exe, входящей в комплект поставки МТ (Подробнее смотри Руководство пользователя программы Setting_384.exe). Частота радиоканала ($433,92 \pm 0,87$) МГц, разделенных на 8 каналов шириной 100 кГц каждый. Мощность передатчика RF1 менее 10 мВт, радиус действия на открытом пространстве не менее 100 м.

Интерфейс RF2 предназначен для обмена данными между ДИЭ при совместной работе ДИЭ в составе ИПУЭ. Интерфейс работает на частоте (2450 ± 50) МГц при мощности передатчика 1 мВт, обеспечивая радиус действия не менее 3 м, что вполне достаточно для связи двух ДИЭ, работающих в составе одного ИПУЭ. По интерфейсу RF2 передаются показания slave-датчика, а также задержка перехода через ноль напряжения, измеряемого slave-датчиком, относительно опорного сигнала, формируемого приемником GPS/ГЛОНАСС.

Модуль GSM предназначен для удаленного конфигурирования и чтения данных с ИПУЭ. Модуль выполнен в виде отдельного устройства, подключаемого к измерителю ДИЭ через разъем. Модуль имеет съемную крышку для установки двух SIM-карт в держатель. Керамическая антенна располагается внутри модуля.

Источник питания обеспечивает работу ДИЭ в диапазоне напряжений от 0,7 до 1,2 Uном.

Ток потребления при номинальном напряжении 10 кВ составляет 2,5 мА.

Ток нагрузки при номинальном выходном напряжении 5,2 В не менее 300 мА.

Источник выполнен по схеме с балластным конденсатором, который образует источник тока.

Ток выпрямляется тремя последовательно включенными мостовыми выпрямителями, от которых запитаны три импульсных стабилизатора с ограничением напряжения на входе на уровне 400 В. Импульсные источники формируют из выпрямленного напряжения сети постоянное напряжение 5,2 В, необходимое для заряда ионистора. Вторичный импульсный источник формирует напряжение 3,3 В из напряжения 5,2 В для питания измерительной схемы и схемы управления. Заряд ионистора осуществляется от напряжения 5,2 В через ключ, отключающий цепь заряда ионистора при достижении номинального напряжения ионистора. Питание измерительного блока при отсутствии



Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата.

ВНКЛ.411152.048 РЭ

Лист

21

напряжения сети осуществляется от ионистора через повышающий преобразователь, позволяющий разряжать ионистор до напряжения 0,7 В при напряжении на выходе не ниже 3 В. При полном заряде ионистора запаса энергии достаточно для работы измерительного блока, включая сотовый модем, в течение не менее 1 минуты. Для полного заряда ионистора требуется не менее 1 часа работы при нормальном напряжении сети.

Оптический испытательный выход – ТМ, расположенный на нижней стороне корпуса ДИЭ (см. рисунок 2), служит для визуального подтверждения работоспособности ДИЭ, а также для определения характеристик точности ДИЭ при поверке. Индикатор ТМ мигает с частотой, пропорциональной активной либо реактивной мощности в соответствии с постоянной ДИЭ, указанной в таблице 1. Переключение выхода ТМ на индикацию по активной, либо реактивной энергии осуществляется командой по интерфейсу RF1. При проведении поверки для снятия сигналов ТМ следует использовать фотосчитывающее устройство, например, указанное в таблице 6. Поверочный оптический вход соответствует п. 5.11 ГОСТ Р 52320-2005.

К корпусу измерителя ДИЭ прикреплен винтами высоковольтный узел, состоящий из двух корпусов, соединенных изолированным высоковольтным проводом. В корпусе, прикрепленном к измерителю, размещаются:

- верхнее плечо делителя напряжения – высоковольтный прецизионный резистор;
- балластный конденсатор источника питания;
- ограничитель импульсных перенапряжений – варистор.

В корпусе, находящемся на втором конце высоковольтного провода, размещается токоограничительный резистор, поглощающий основную часть энергии импульса перенапряжения и снижающий импульсный ток через варистор.

Корпуса высоковольтного узла покрыты антитрекинговой изоляцией и снабжены изоляторами, увеличивающими длину пути утечки. Внутренние полости высоковольтного узла заполнены кремнийорганическим компаундом. Изоляция высоковольтного узла соответствует требованиям раздела 4 ГОСТ 1516.3 для устройств с нормальной изоляцией уровня 6 классов напряжения 6 кВ и 10 кВ соответственно исполнению, для устройств, применяемых на высоте до 1000 м над уровнем моря.

ДИЭ соответствует требованиям ГОСТ 1516.3-96 в части стойкости к грозовым импульсам.



Изм	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата.

Изм	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата.

ВНКЛ.411152.048 РЭ

Лист
22

3 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИПУЭ

3.1 Эксплуатационные ограничения

3.1.1 Подача на ИПУЭ (ДИЭ) напряжения более 1,2 U ном (см. таблицу 1) в течение длительного времени может привести к выходу ИПУЭ из строя.

3.1.2 Использование ИПУЭ в сетях, не соответствующих исполнению по классу напряжения, недопустимо.

3.1.3 Размещение ИПУЭ в помещениях недопустимо вследствие ухудшения приема GPS и сбоя синхронизации часов ИПУЭ.

3.1.4 Запрещается в процессе монтажа и эксплуатации расстыковывать блок измерителя и высоковольтный узел, а также рассоединять компоненты высоковольтного узла.

3.2 Подготовка ИПУЭ к использованию

3.2.1 Меры безопасности

3.2.1.1 По защите обслуживающего персонала ИПУЭ относятся к классу защиты II по ГОСТ 12.2.007.0-75.

3.2.1.2 Монтаж и эксплуатация ИПУЭ должны проводиться в соответствии с действующими правилами технической эксплуатации электроустановок.

3.2.1.3 Монтаж, демонтаж, вскрытие, поверку и клеймение должны производить специально уполномоченные организации и лица согласно действующим правилам по монтажу электроустановок.

3.2.2 Порядок внешнего осмотра ИПУЭ перед установкой

Перед установкой счетчика следует проверить внешним осмотром:

- целостность корпуса счетчика, элементов конструкции, сжимов и проводов счетчика для подключения к сети;

- наличие пломбы службы поверки;

3.2.3 Порядок подготовки ИПУЭ к установке

Перед установкой ИПУЭ на место эксплуатации рекомендуется:

- Установить SIM-карты местных сотовых операторов;
- Убедиться в синхронизации часов по GPS;
- Считать начальные показания ДИЭ по интерфейсу RF1 и GSM;
- Ввести параметры тарифного расписания.
- Задать режим работы каждого ДИЭ в составе ИПУЭ: master или slave;

Для выполнения указанных операций необходимо подключить ДИЭ к адаптеру сетевого питания в следующем порядке:

- Вывернуть два винта крепления модуля GSM к измерителю;
- Вставить корпус разъема адаптера сетевого питания в гнездо для модуля GSM;
- Извлечь плату модуля GSM из корпуса;
- Вставить SIM-карты сотовых операторов соблюдая ориентацию в гнезда держателя SIM-карт до упора;
- Установить плату модуля GSM на в корпус;
- Вставить модуль GSM в разъем адаптера сетевого питания;
- Включить вилку адаптера сетевого питания в сеть 220В.

Для проверки синхронизации ЧРВ, считывания начальных показаний и ввода параметров тарифного расписания следует использовать программу «Setting_384.exe» и MT :

-с подключенным радиомодемом РИМ 040.03 для проверки связи по интерфейсу RF1;

-с модемом Fastrack Go или аналогичным для проверки связи по GSM.



Подп. и дата
Инв. № дубл.
Взам. инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.

Изм	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата.

ВНКЛ.411152.048 РЭ

Лист
24

Подробнее смотри Руководство пользователя программы «Setting_384.exe».

• После проведения проверки отключить адаптер от сети, вынуть разъем адаптера из измерительного блока и модуля GSM, смазать уплотнение крышки модуля смазкой силиконовой из комплекта поставки ИПУЭ; установить модуль GSM в разъем измерителя, завернуть два винта крепления модуля к измерителю.

Повторить вышеуказанные операции для каждого ДИЭ.

3.2.4 Порядок установки ИПУЭ

3.2.3.1 Установка ИПУЭ должна производиться квалифицированным электромонтером уполномоченной организации, ознакомленным с настоящим руководством по эксплуатации.

3.2.3.2 Установка ИПУЭ производится согласно схеме подключения, приведенной в приложении А, в следующем порядке:

- а) *обесточить ВЛ;*
- б) вывернуть полностью винты крепления скоб, не имеющие маркировки (со стороны разъема датчика тока ДИЭ);
- в) ослабить до возможности подъема скоб на 20мм винты крепления скоб, имеющих красную маркировку;
- г) разъединить полукольца датчика тока ДИЭ и раздвинуть их на величину диаметра провода ВЛ;
- д) надеть измеритель на один из крайних проводов ВЛ (условно фазы А);
- е) установить в неподвижное полукольцо центрирующую втулку, соответствующую диаметру провода ВЛ (см. таблицу 7);
- ж) сомкнуть и защелкнуть полукольца датчика тока ДИЭ;
- з) закрепить блок измерителя под проводом ВЛ, установив на место скобы и завернув винты;
- и) соединить вывод напряжения измерителя ДИЭ с проводом ВЛ при помощи зажима, указанного в таблице 6. Если ВЛ выполнена неизолированным проводом, то во избежание снижения механической прочности провода ВЛ перед установкой зажима обернуть провод в месте установки зажима алюминиевым скотчем из комплекта поставки. Толщина намотки скотча должна быть не менее 1,5 мм;
- к) соединить вывод высоковольтного узла ДИЭ со средним проводом ВЛ (условно фазы В) при помощи зажимов, указанных в таблице 6. Если ВЛ выполнена неизолированным проводом, во избежание снижения механической прочности провода ВЛ перед установкой зажима обернуть провод в месте установки зажима алюминиевым скотчем из комплекта поставки. Толщина намотки скотча должна быть не менее 1,5 мм;
- л) повторить пп. в), г), д) для второго ДИЭ;
- м) установить измерительный блок второго ДИЭ на второй крайний провод ВЛ (условно фазы С);
- н) повторить пп. ж)...л) для второго ДИЭ;
- о) надеть и закрепить внешний корпус на измерительные блоки каждого ДИЭ;
- п) при необходимости опломбировать кожухи номерными пломбами из комплекта поставки;
- р) проверить функционирование ИПУЭ.

Признаки работоспособности ИПУЭ:

– после подачи напряжения на линию и при наличии тока нагрузки индикаторы ТМ каждого ДИЭ должны периодически мигать с частотой, пропорциональной мощности. Индикатор ТМ (см. рисунок 3) должен мигать с периодом около 0,9 с при активной нагрузке около 10 кВт;

Подп. и дата
Инв. № дубл.
Взам. инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.

Изм	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата.

ВНКЛ.411152.048 РЭ

ПЛОМБИРОВАН
ЭЛЕМЕНТА
Лист 25

ВНИМАНИЕ! Индикатор ТМ ДИЭ, установленного в режим master мигает быстрее, чем индикатор ДИЭ, установленного в режим slave, так как индикатор ТМ ДИЭ-master мигает с частотой, пропорциональной суммарной мощности

- с) проверить передачу данных от ДИЭ по интерфейсам GSM и RF1 (см. приложение В);
- г) установить поясное время и тарифное расписание ИПУЭ, если это не было сделано ранее в соответствии с п.3.2.3.

Для этого после установки ИПУЭ на место эксплуатации следует использовать МТ.

- у) заполнить раздел паспорта ИПУЭ «Свидетельство о вводе в эксплуатацию»;
- ф) занести данные сетевого адреса, номера SIM-карт, установленные режимы учета в паспорт каждого ДИЭ и ИПУЭ, а также в документы, предусмотренные требованиями организации, проводящей установку ИПУЭ.

3.2.5 Контроль работоспособности ИПУЭ в процессе эксплуатации

Показателями работоспособности в процессе эксплуатации являются:

- мигание индикатора ТМ ДИЭ с частотой, пропорциональной активной мощности, подаваемой на ДИЭ Индикатор ТМ ДИЭ master должен мигать с частотой, пропорциональной суммарной активной мощности.;
- считывание данных с ИПУЭ по интерфейсу RF1;
- считывание данных с ИПУЭ по интерфейсу GPRS/GSM.

4 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

4.1 ИПУЭ являются автоматическими приборами и специальных мер по техническому обслуживанию не требуют.

4.2 Поверка ИПУЭ (каждого ДИЭ, входящего в состав ИПУЭ) проводится по ВНКЛ.411152.048 ДИ. Межповерочный интервал 10 лет.

5 ТЕКУЩИЙ РЕМОНТ

ИПУЭ (ДИЭ) не подлежат ремонту на месте эксплуатации.



Подп. и дата	
Име. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Име. № инв.	

Изм	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата.	ВНКЛ.411152.048 РЭ	Лист
							26

6 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ

6.1 ИПУЭ транспортируют в крытых железнодорожных вагонах, в герметизированных отапливаемых отсеках самолетов, автомобильным или водным транспортом с защитой от дождя и снега.

6.2 Условия транспортирования: в транспортной и потребительской таре при условиях тряски с ускорением не более 30 м/с² при частоте ударов от 80 до 120 в минуту, при температуре окружающего воздуха от минус 50 до 70 °С, верхнем значении относительной влажности воздуха 95 % при температуре 30 °С.

6.3 ИПУЭ до введения в эксплуатацию следует хранить в транспортной или потребительской таре (упаковке).

6.4 ИПУЭ хранят в закрытых помещениях при температуре от 0 до 40 °С и верхнем значении относительной влажности воздуха не более 80 % при температуре 35 °С при отсутствии агрессивных паров и газов.

6.5 При хранении на стеллажах и полках (только в потребительской таре) ИПУЭ должны быть уложены не более чем в 10 рядов по высоте с применением прокладочных материалов через 5 рядов и не ближе 0,5 м от отопительной системы.

7 УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

7.1 Условия эксплуатации ИПУЭ (ДИЭ) У1 по ГОСТ 15150-69 - на открытом воздухе при температуре окружающего воздуха от минус 40 до 55°С, верхнем значении относительной влажности окружающего воздуха 100 % при температуре 25 °С. Предельный рабочий диапазон температур от минус 40 до 60 °С.

7.2 При установке ИПУЭ (ДИЭ) рекомендуется использовать УЗПН -6 для РИМ 384.01/2, УЗПН-10 для РИМ 384.02/2 или аналогичные по параметрам. Тип УЗПН ПО (ПШ) определяется при заказе (на какой тип изолятора необходимо крепление - штыревому или опорному).

8 ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ

8.1 Изготовитель гарантирует соответствие ИПУЭ требованиям технических условий ТУ 4228-061-11821941-2013, ГОСТ Р 52320-2005, ГОСТ Р 52323-2005, ГОСТ Р 52425-2005 при соблюдении правил хранения, транспортирования и эксплуатации, а также при сохранности поверочной пломбы.

8.2 Гарантийный срок эксплуатации ИПУЭ – 5 лет.

8.3 Гарантийный срок эксплуатации исчисляется с даты ввода ИПУЭ (каждого ДИЭ) в эксплуатацию. При отсутствии отметки о вводе в эксплуатацию гарантийный срок эксплуатации исчисляется с даты передачи (отгрузки) ИПУЭ (ДИЭ) покупателю. Если дату передачи (отгрузки) установить невозможно, гарантийный срок эксплуатации исчисляется с даты изготовления ИПУЭ (ДИЭ).

8.4 Гарантийные обязательства не распространяются на ИПУЭ (ДИЭ):

- а) с нарушенной пломбой поверителя;
- б) со следами взлома, самостоятельного ремонта;
- в) с механическими повреждениями элементов конструкции ИПУЭ (ДИЭ) или оплавливанием корпуса, вызванными внешними воздействиями;
- г) с повреждениями, вызванными воздействиями перенапряжений на линии, если линия не оборудована ограничителями перенапряжений.

Примечание – При представлении ИПУЭ (ДИЭ) для ремонта или замены в течение гарантийного срока обязательно предъявление настоящего паспорта с отметками о дате выпуска и дате ввода в эксплуатацию.

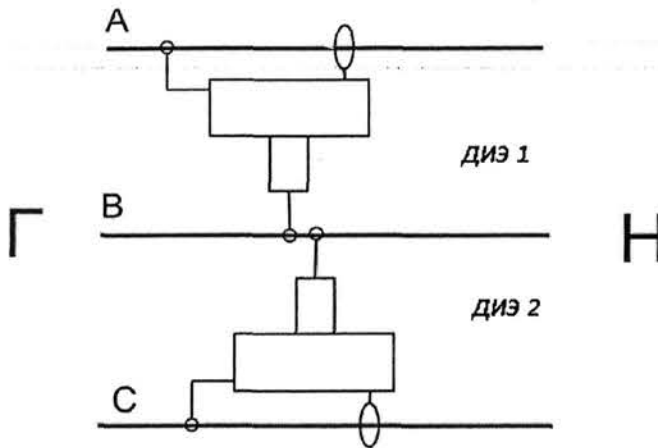
Гарантийные обязательства не распространяются на зажимы для подключения ДИЭ.



Подп. и дата
Инв. № дубл.
Взам. инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.

Изм	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата.	ВНКЛ.411152.048 РЭ	Лист
							27

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(обязательное)
Схемы подключения ИПУЭ при эксплуатации



На схеме подключения обозначено:
Г – сторона генератора;
Н – сторона нагрузки;
А, В, С – фазы ВЛ

См. также рисунок А.2

Рисунок А.1 - Схема подключения ИПУЭ

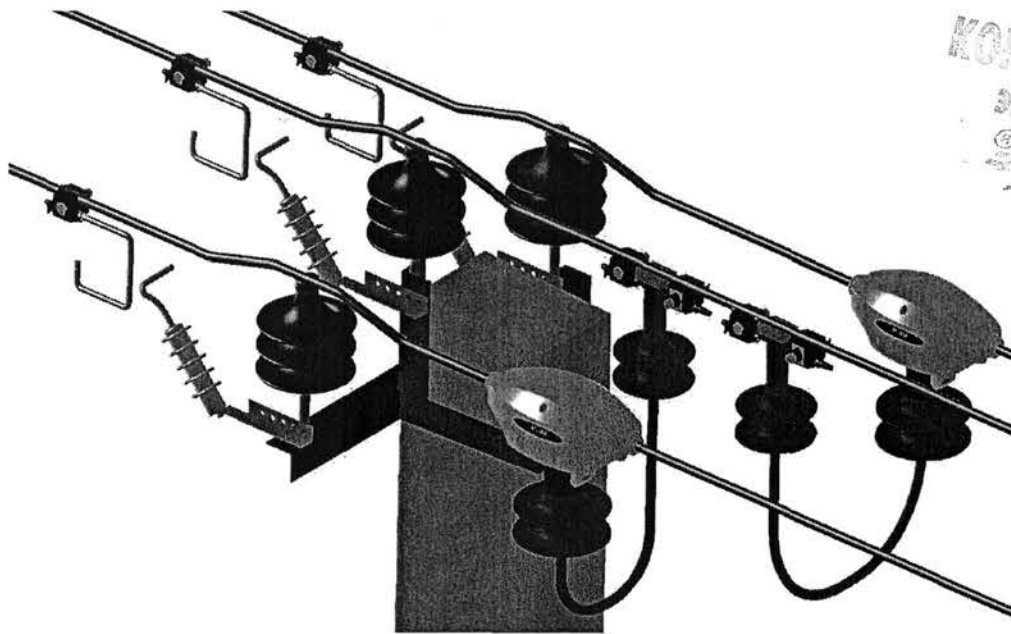


Рисунок А.2 –Схема установки ИПУЭ на опоре ВЛ совместно с устройством защиты от перенапряжений типа УЗПН. На ДИЭ установлен внешний корпус

Подп. и дата
Инв. № дубл.
Взам. инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.

Изм	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата.

ВНКЛ.411152.048 РЭ

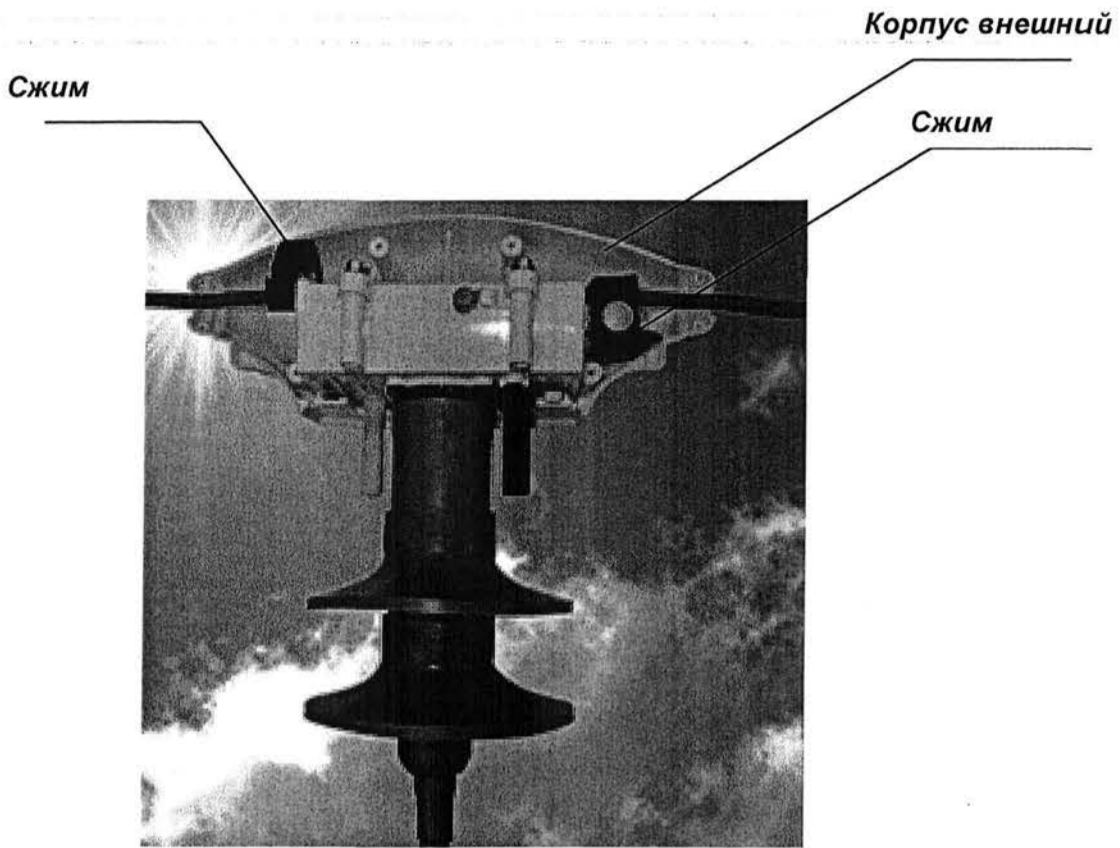


Рисунок А.3 – Схема крепления внешнего корпуса после монтажа ДИЭ на проводе ВЛ


КОНТРОЛЬНЫЙ
 ДИЗАЙНЕР


Име. № подл	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата.

ВНКЛ.411152.048 РЭ

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
(обязательное)
Место установки пломбы

Место установки пломб поверителя (2 пломбы)

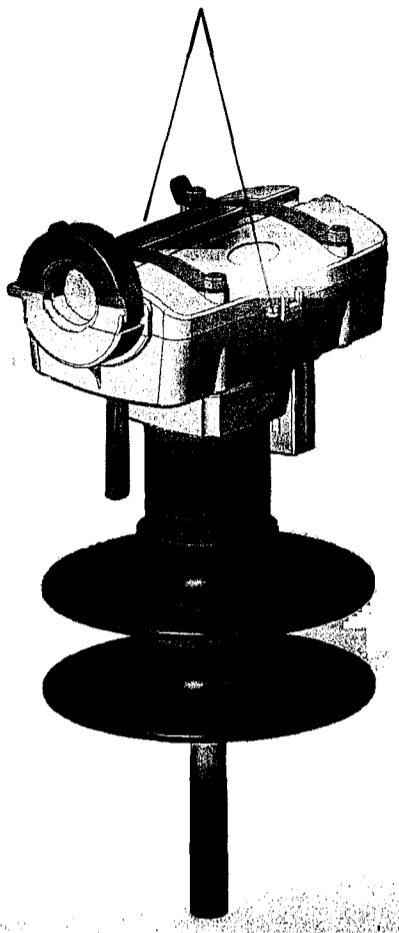


Рисунок Б.1 - Место установки пломб поверителя на ДИЭ



Име. № инв. №	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата.

ВНКЛ.411152.048 РЭ

