

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Счетчики электрической энергии статические трехфазные КОЛИБРИ 3хх

Назначение средства измерений

Счетчики электрической энергии статические трехфазные КОЛИБРИ 3хх (далее – счетчики) предназначены для:

- измерений активной и реактивной электрической энергии в соответствии с требованиями ГОСТ 31818.11-2012, ГОСТ 31819.21-2012, ГОСТ 31819.22-2012, ГОСТ 31819.23-2012;

- измерений показателей качества электрической энергии (положительное и отрицательное отклонение напряжения, отклонение частоты переменного тока, длительность провала и прерывания напряжения, глубина провала напряжения, длительность перенапряжения) в соответствии с требованиями ГОСТ 30804.4.30-2013 в трехфазных трехпроводных и трехфазных четырехпроводных электрических сетях переменного тока частотой 50 Гц;

- измерений напряжения и силы переменного тока, частоты переменного тока;
- измерений активной электрической мощности, реактивной электрической мощности, полной электрической мощности и коэффициента мощности;
- измерений текущего времени.

Описание средства измерений

Принцип действия счетчиков основан на предварительном масштабировании входных сигналов напряжения и силы переменного тока с дальнейшими преобразованиями их в цифровой код и обработкой, а также с последующим отображением на дисплее отчетного устройства или удаленном дисплее (для счетчиков модификации S) результатов измерений и информации:

- количества активной электрической энергии не менее чем по 4-м тарифам, и суммы (прямого и обратного направлений учета), кВт·ч;

- количества реактивной электрической энергии, характеризующей индуктивное или емкостное состояние сети не менее чем по 4-м тарифам, и суммы, квар·ч;

- параметров сети (сила переменного тока в фазном и нулевом проводе, напряжение переменного тока, частота сети, коэффициент мощности, активная, реактивная и полная электрическая мощность);

- текущего времени и даты;

- показателей качества электрической энергии (для счетчиков модификации Q: положительное и отрицательное отклонение напряжения, отклонение частоты переменного тока, длительность провала и прерывания напряжения, глубина провала напряжения, длительность перенапряжения).

Счетчики выпускаются в следующих корпусных исполнениях:

- для установки в помещении, шкафу, щитке (шкафное исполнение);

- для установки вне помещения (уличное исполнение, модификация S – «Split»).

Конструктивно счетчики состоят из корпуса и крышки клеммной колодки. В корпусах расположены: печатная плата, клеммная колодка, измерительные элементы, имеющие цепи измерения силы переменного тока и цепи измерения напряжения в трехфазной сети переменного тока, а также цепь для контроля силы переменного тока в нулевом проводе (в модификации I), вспомогательные цепи, встроенные часы реального времени, источник автономного питания (литиевая батарея), реле управления нагрузкой (в модификации R), жидкокристаллический дисплей (в шкафном исполнении).

Крышка клеммной колодки при опломбировании предотвращает доступ к винтам клеммной колодки и силовым тоководам. На крышке клеммной колодки или корпуса (в модификации S) счетчиков нанесены схемы подключений счетчиков. Под крышкой клеммной колодки корпуса шкафного исполнения расположены контакты импульсных электрических выходов счетчиков. В шкафном исполнении также имеется отдельная крышка, под которой расположены контакты интерфейса RS-485 (для модификации J).

Крышка корпуса при опломбировании предотвращает доступ к внутреннему устройству счетчиков.

На передней панели счетчиков шкафного исполнения модификаций (кроме модификации S), расположены две кнопки управления выводом информации на дисплей.

Счетчики оснащены сегментным дисплеем (в модификации S – выносным), которой позволяет отображать данные учета, параметры сети, специальные символы и справочную информацию. Связь между выносным дисплеем и измерительным блоком счетчика осуществляется по радиointерфейсу. На передней панели выносного дисплея также расположены кнопки управления выводом информации.

Счетчики и выносной дисплей выполнены в пластмассовом корпусе.

Встроенные часы текущего времени (RTC) дают возможность снабжать учетные данные и события меткой времени, поддерживать тарификацию, обрабатывать команды управления в соответствии с настраиваемым графиком.

Счетчики имеют энергонезависимую память, сохраняющую данные при отключении питания более 30 лет.

Счетчики предназначены для эксплуатации, как в качестве самостоятельного устройства, так и в составе информационных измерительных систем и информационно-вычислительных комплексах контроля и учета электроэнергии (далее – ИС).

Для передачи результатов измерений и информации в ИС, связи со счетчиками с целью их обслуживания, управления и конфигурирования в процессе эксплуатации, используются вспомогательные цепи счетчика на базе которых могут быть реализованы совместно или по отдельности:

- радиомодуль (технология связи указывается в модификации счетчика);
- интерфейс оптического типа (оптический порт, опционально);
- интерфейс передачи данных RS-485 (опционально);
- оптическое импульсное выходное устройство;
- электрическое импульсное выходное устройство (для модификаций шкафного исполнения).

Импульсное выходное устройство и цифровой интерфейс передачи данных RS-485 гальванически изолированы от сети переменного тока.

В счетчиках с радиомодулем реализована функция инициативной связи с ИС, в том числе:

- при вскрытии клеммной крышки;
- при вскрытии корпуса счетчика;
- при воздействии сверхнормативным магнитным полем;
- при перепрограммировании;
- при пропадании напряжения сети переменного тока (опционально);
- при воздействии других конфигурируемых из ИС событий.

Счетчики обеспечивают выполнение следующих дополнительных функций:

- дистанционное отключение/включение подключаемой нагрузки посредством команды от ИС (для счетчиков модификации R);
- автоматическое отключение/включение подключаемой нагрузки по установленному критерию на базе контролируемых счетчиком параметров (для счетчиков модификации R);
- контроль вскрытия крышки корпуса и крышки клеммной колодки счетчиков;
- контроль температуры внутри счетчика;
- контроль воздействия сверхнормативного магнитного поля;
- контроль небаланса токов в фазном и нулевом проводах (опционально);
- контроль обратного потока мощности;
- контроль соотношения активной и реактивной электрической мощности;
- самодиагностика счетчика;
- фиксация событий включения и отключения счетчика (перехода в энергосберегающий режим).

При работе счетчиков в составе ИС обеспечивается постоянная внешняя синхронизация часов счетчиков с системными часами через сеть передачи данных.

Параметры тарификации:

- тарифов: не менее 4;
- временных зон в сутках: не менее 24 (раздельно для каждого дня недели и праздничных дней);
- сезонов: не менее 12.

Счетчики содержат блок питания, который предназначен для формирования напряжений, необходимых для питания функциональных узлов счетчиков. Для осуществления резервного питания, счетчики оснащены источником автономного питания (литиевая батарея), срок службы которого составляет 16 лет. В режиме энергосбережения батарея обеспечивает поддержку следующих функций:

- работу часов реального времени;
- функционирование датчиков вскрытия крышки счетчика и крышки клеммника;
- работу кнопок и вывод данных на дисплей счетчика (для шкафного исполнения);
- передачу сигнала об пропадании напряжения сети переменного тока (опционально).

После восстановления нормального электроснабжения счетчики автоматически переходят в штатный режим работы.

Счетчики всех исполнений оснащены сигнальными светодиодами – оптическими (поверочными) выходами, расположенными на лицевой панели, которые обеспечивают индикацию работоспособного состояния счетчиков, и мигают с частотой постоянных счетчика.

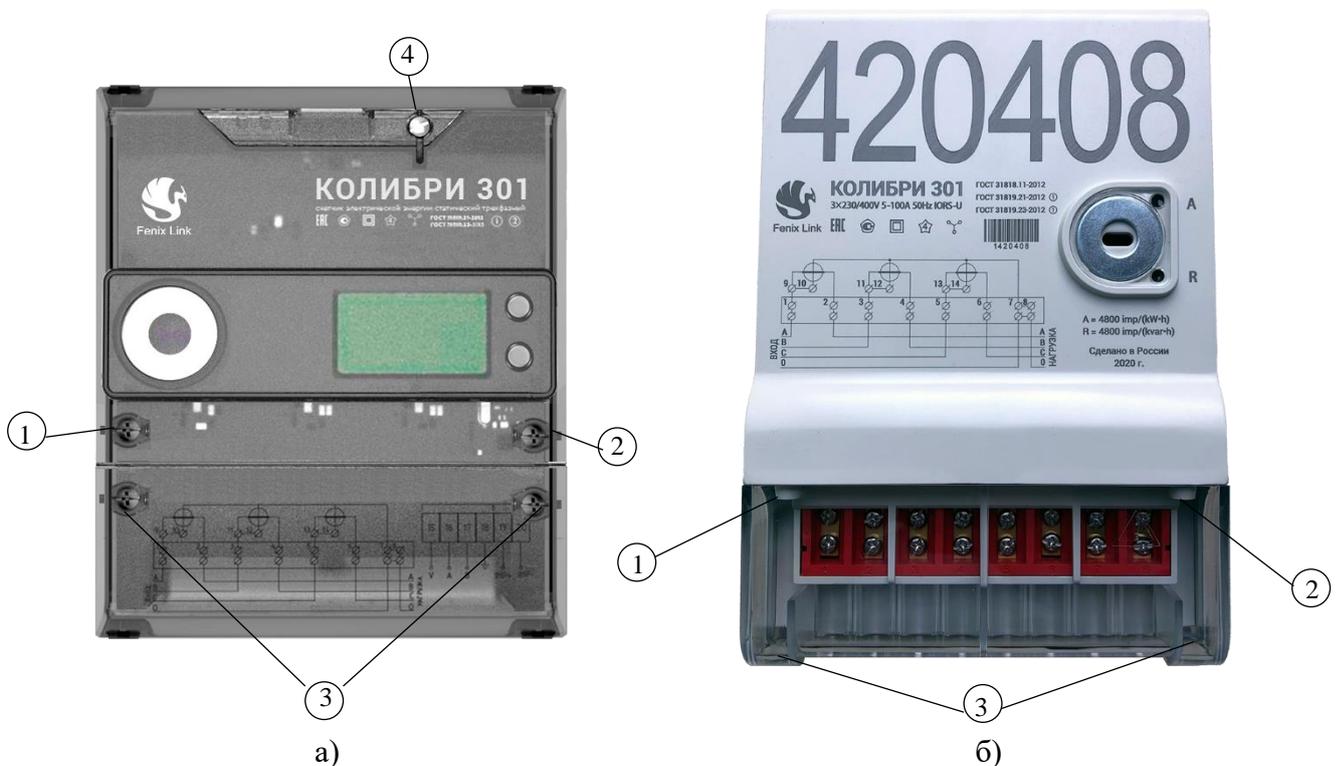
Заводской номер наносится на маркировочную табличку, или наклейку, или на корпус счетчика в виде цифрового или буквенно-цифрового кода любым технологическим способом.

Примечания:

- отсутствие символа в условном обозначении обозначает отсутствие соответствующей опции;
- последние две цифры в обозначении типа счетчиков означают модификацию корпусного исполнения.

Пример записи счетчика электрической энергии статического трехфазного трансформаторного типа включения, шкафного исполнения в корпусном исполнении модификации 01, с номинальным-максимальным током 5-10 А, с наличием оптического порта, с интерфейсом RS-485, с реле управления нагрузкой, с дисплеем, подсветкой дисплея, с радиомодулем Fenix UNB, класса точности 0,5S при измерении активной электрической энергии, 0,5 – при измерении реактивной электрической энергии, при заказе и в документации другой продукции - счетчик электрической энергии статический трехфазный КОЛИБРИ 301 Т 3×57,7/100V 5-10A 50Hz AORBJ-U.

Общий вид счетчиков с указанием места ограничения доступа к местам настройки (регулировки) и мест пломбирования производителя, обслуживающей организации представлены на рисунке 1. Способ ограничения доступа к местам настройки (регулировки) – пломбирование с нанесением знака поверки.



1. Место пломбирования производителя
2. Пломба с нанесением знака поверки, место ограничения доступа к местам настройки (регулировки)
3. Место пломбирования обслуживающей организации на крышке доступа к клеммной колодке (зажимной плате)
4. Место пломбирования обслуживающей организации на крышке доступа к портам RS-485

Рисунок 1 – Общий вид счетчиков с указанием места ограничения доступа к местам настройки (регулировки) и мест пломбирования производителя, обслуживающей организации: а) КОЛИБРИ 301 шкафного исполнения; б) КОЛИБРИ 301 уличное исполнение, модификация S – «Split»

Программное обеспечение

Программное обеспечение (далее – ПО) счетчиков состоит из встроенного и внешнего ПО.

Встроенное ПО, устанавливаемое в энергонезависимую область памяти, производит обработку сигналов, поступающих от аппаратной части и измерительных элементов счетчика, формирует массивы данных и сохраняет их в энергонезависимой памяти, отображает измеренные значения на дисплее, формирует ответы на запросы, поступающие по интерфейсам связи, управляет передачей измерений и информации в ИС, а также выполняет другие функции счетчика.

Для обмена информацией и обращения к счетчикам по интерфейсам используется уникальный идентификатор.

Внешнее ПО «КОЛИБРИ Конфигуратор» предназначено для индивидуальной настройки параметров счетчиков, а также для оперативного считывания информации.

Встроенное ПО является метрологически значимым, внешнее ПО является метрологически незначимым.

Доступ к изменению параметров счетчиков защищен паролем.

Метрологические характеристики счетчиков нормированы с учетом влияния встроенного ПО.

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

Идентификационные данные встроенного ПО счетчиков приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Идентификационные данные встроенного ПО

Идентификационные данные	Значение
Идентификационное наименование ПО	COLIBRI 3
Номер версии (идентификационный номер ПО), не ниже	1.0.1
Цифровой идентификатор ПО	-

Метрологические и технические характеристики

Таблица 2 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Тип включения цепей напряжения/тока	Непосредственное или трансформаторное
Класс точности при измерении активной электрической энергии прямого и обратного направлений для модификаций: – А (по ГОСТ 31819.22-2012) – В (по ГОСТ 31819.22-2012) – С (по ГОСТ 31819.21-2012) – D (по ГОСТ 31819.21-2012)	0,5S 0,5S 1 1
Класс точности при измерении реактивной электрической энергии прямого и обратного направлений для модификаций: – А – В (по ГОСТ 31819.23-2012) – С (по ГОСТ 31819.23-2012) – D (по ГОСТ 31819.23-2012)	0,5* 1 1 2
Постоянная счетчика, имп./кВт·ч (имп./квар·ч)	от 800 до 10000
Номинальное напряжение $U_{ном}$, В	3×230/400 3×57,7/100
Предельный рабочий диапазон напряжений, В	от $0,8 \cdot U_{ном}$ до $1,25 \cdot U_{ном}$
Базовый ток $I_б$, А	5; 10; 20
Номинальный ток $I_{ном}$, А	1; 2; 5; 10
Максимальный ток $I_{макс}$, А: – для трансформаторного включения – для непосредственного включения	2; 10; 60 10; 60; 80; 100

Наименование характеристики	Значение
Номинальное значение частоты сети $f_{ном}$, Гц	50±0,5
Диапазон измерений фазного/линейного напряжения переменного тока, В	от 0,8· $U_{ном}$ до 1,25· $U_{ном}$
Пределы допускаемой относительной основной погрешности измерений фазного/линейного напряжения переменного тока, % **	±0,5
Диапазон измерений силы переменного тока, А	от 0,01· $I_{ном(б)}$ до 1,5· $I_{ном(б)}$
Пределы допускаемой относительной основной погрешности измерений силы переменного тока, % **	±0,5
Диапазон измерений отрицательного отклонения напряжения $\delta U_{(-)}$, %	от 0 до 90
Диапазон измерений положительного отклонения напряжения $\delta U_{(+)}$, %	от 0 до 50
Пределы допускаемой абсолютной основной погрешности измерений отрицательного, положительного отклонения напряжения, % **	±0,5
Диапазон измерений частоты переменного тока, Гц	от 45 до 57,5
Пределы допускаемой абсолютной основной погрешности измерений частоты переменного тока, Гц **	±0,01
Диапазон измерений отклонения частоты переменного тока Δf , Гц	от -5 до +7,5
Пределы допускаемой абсолютной основной погрешности измерений отклонения частоты переменного тока, Гц **	±0,01
Диапазон измерений длительности провала и прерывания напряжения $\Delta t_{п}$, с	от 0,02 до 60
Пределы допускаемой абсолютной основной погрешности измерений длительности провала и прерывания напряжения, с **	±0,04
Диапазон измерений глубины провала напряжения $\delta U_{п}$, %	от 10 до 99
Пределы допускаемой абсолютной основной погрешности измерений глубины провала напряжения, % **	±0,5
Диапазон измерений длительности перенапряжения $\Delta t_{перU}$, с	от 0,02 до 60
Пределы допускаемой абсолютной основной погрешности измерений длительности перенапряжения, с **	±0,04
Диапазон измерений коэффициента мощности K_p	от -1 до +1
Пределы допускаемой абсолютной основной погрешности измерений коэффициента мощности **	±0,02
Диапазон измерений активной электрической мощности P , Вт	от 0,8· $U_{ном}$ до 1,25· $U_{ном}$, от 0,01· $I_{ном(б)}$ до 1,5· $I_{ном(б)}$, $0,25 \leq K_p \leq 1$
Пределы допускаемой относительной основной погрешности измерений активной электрической мощности, % ** – модификация А и В – модификация С и D	±0,5 ±1,0
Диапазон измерений реактивной электрической мощности Q , вар	от 0,8· $U_{ном}$ до 1,25· $U_{ном}$, от 0,01· $I_{ном(б)}$ до 1,5· $I_{ном(б)}$, $0,25 \leq K_Q \leq 1$
Пределы допускаемой относительной основной погрешности измерений реактивной электрической мощности, % ** – модификация А – модификация В и С – модификация D	±0,5 ±1,0 ±2,0
Диапазон измерений полной электрической мощности S , В·А	от 0,8· $U_{ном}$ до 1,25· $U_{ном}$, от 0,01· $I_{ном(б)}$ до 1,5· $I_{ном(б)}$

Наименование характеристики	Значение
Пределы допускаемой относительной основной погрешности измерений полной электрической мощности, % ** – модификация А – модификация В и С – модификация D	±0,5 ±1,0 ±2,0
Пределы допускаемой абсолютной основной погрешности измерений текущего времени, с/сутки	±0,5
Пределы допускаемой абсолютной дополнительной погрешности измерений текущего времени от изменения температуры окружающей среды в диапазоне рабочих температур, на каждый 1 °С, с/сутки	±0,1
Нормальные условия измерений: – температура окружающей среды, °С – относительная влажность, %	от +15 до +25 от 30 до 80
* - диапазоны измерений и пределы допускаемых погрешностей для класса точности 0,5 представлены в таблицах 3-8; ** - пределы допускаемой дополнительной погрешности, вызываемой изменением температуры окружающей среды на ±10 °С, составляют ½ от пределов допускаемой основной погрешности.	

Таблица 3 - Пределы допускаемой относительной основной погрешности измерений реактивной электрической энергии прямого и обратного направлений при симметричной трехфазной нагрузке

Значение силы переменного тока, А	Коэффициент $\sin \varphi$ (при индуктивной или емкостной нагрузке)	Пределы допускаемой относительной основной погрешности, %
$0,01 \cdot I_{\text{ном}} \leq I < 0,05 \cdot I_{\text{ном}}$	1	±1,0
$0,05 \cdot I_{\text{ном}} \leq I \leq I_{\text{макс}}$		±0,5
$0,02 \cdot I_{\text{ном}} \leq I < 0,10 \cdot I_{\text{ном}}$	0,5	±1,0
$0,10 \cdot I_{\text{ном}} \leq I \leq I_{\text{макс}}$		±0,6
$0,10 \cdot I_{\text{ном}} \leq I \leq I_{\text{макс}}$	0,25	±1,0

Таблица 4 - Пределы допускаемой относительной основной погрешности измерений реактивной электрической энергии прямого и обратного направлений при однофазной нагрузке и симметрии многофазных напряжений, приложенных к цепям напряжения

Значение силы переменного тока, А	Коэффициент $\sin \varphi$ (при индуктивной или емкостной нагрузке)	Пределы допускаемой относительной основной погрешности, %
$0,05 \cdot I_{\text{ном}} \leq I \leq I_{\text{макс}}$	1	±0,6
$0,10 \cdot I_{\text{ном}} \leq I \leq I_{\text{макс}}$	0,5	±1,0

Таблица 5 - Пределы допускаемой относительной дополнительной погрешности измерений реактивной электрической энергии прямого и обратного направлений, вызванной изменением напряжения электропитания в пределах от $0,8 \cdot U_{\text{ном}}$ до $1,25 \cdot U_{\text{ном}}$ при симметричной нагрузке

Значение силы переменного тока, А	Коэффициент $\sin \varphi$ (при индуктивной или емкостной нагрузке)	Пределы допускаемой относительной дополнительной погрешности, %
$0,05 \cdot I_{\text{ном}} \leq I \leq I_{\text{макс}}$	1	±0,20
$0,10 \cdot I_{\text{ном}} \leq I \leq I_{\text{макс}}$	0,5	±0,40
Примечание – при напряжении электропитания от 0 до $0,8 \cdot U_{\text{ном}}$ не включ. при симметричной нагрузке должна находиться в пределах от минус 100 до плюс 10 %.		

Таблица 6 - Пределы допускаемой относительной дополнительной погрешности измерений реактивной электрической энергии прямого и обратного направлений при отклонении частоты сети в пределах $\pm 2\%$ от $I_{НОМ}$ соответствует значениям

Значение силы переменного тока, А	Коэффициент $\sin \varphi$ (при индуктивной или емкостной нагрузке)	Пределы допускаемой относительной дополнительной погрешности, %
$0,05 \cdot I_{НОМ} \leq I \leq I_{МАКС}$	1	$\pm 0,20$
$0,10 \cdot I_{НОМ} \leq I \leq I_{МАКС}$	0,5	

Таблица 7 - Изменение относительной погрешности измерений реактивной электрической энергии прямого и обратного направлений, вызванное возвращением к нормальному включению после замыкания на землю одной из трех фаз

Класс точности счетчика	Пределы изменения относительной погрешности, %
0,5	$\pm 0,30$

Таблица 8 - Средний температурный коэффициент счетчиков в температурных поддиапазонах от минус 40 до плюс 70 °С при измерении реактивной электрической энергии прямого и обратного направлений

Значение силы переменного тока, А	Коэффициент $\sin \varphi$ (при индуктивной или емкостной нагрузке)	Средний температурный коэффициент при измерении реактивной электрической энергии, %/°С
$0,05 \cdot I_{НОМ} \leq I \leq I_{МАКС}$	1	$\pm 0,03$
$0,10 \cdot I_{НОМ} \leq I \leq I_{МАКС}$	0,5	$\pm 0,05$

Таблица 9 – Основные технические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Стартовый ток, А, не менее:	
– для счётчиков класса точности 0,5S по ГОСТ 31819.22-2012	$0,001 \cdot I_{НОМ}$
– для счётчиков класса точности 0,5	$0,001 \cdot I_{НОМ}$
– для счётчиков класса точности 1 по ГОСТ 31819.21-2012 и ГОСТ 31819.23-2012 (непосредственного включения)	$0,004 \cdot I_B$
– для счётчиков класса точности 1 по ГОСТ 31819.21-2012 и ГОСТ 31819.23-2012 (трансформаторного включения)	$0,002 \cdot I_{НОМ}$
– для счетчиков класса точности 2 по ГОСТ 31819.23-2012 (непосредственного включения)	$0,005 \cdot I_B$
– для счетчиков класса точности 2 по ГОСТ 31819.23-2012 (трансформаторного включения)	$0,003 \cdot I_{НОМ}$
Полная мощность, потребляемая каждой цепью тока, при базовом (номинальном) токе, номинальной частоте и нормальной температуре, В·А, не более	0,1
Полная (активная) мощность, потребляемая каждой цепью напряжения при номинальном напряжении, нормальной температуре и номинальной частоте, В·А (Вт), не более (без радиомодуля)	10,0 (2,0)
Количество тарифов, не менее	4
Степень защиты по ГОСТ 14254-2015:	
- в шкафном исполнении	IP51
- в уличном исполнении (модификация S)	IP65
Габаритные размеры (высота×длина×ширина), мм, не более:	
- в шкафном исполнении	245×180×80
- в уличном исполнении (модификация S)	270×170×100
Масса счетчиков, кг, не более:	
- в шкафном исполнении	2,0
- в уличном исполнении (модификация S)	5,0

Наименование характеристики	Значение
Поддерживаемые протоколы передачи данных в зависимости от модификации: – U – L – N – BT – G – M	Fenix UNB LoRa NB-IoT Bluetooth GSM Mesh
Напряжение питания от встроенного источника постоянного тока, В, не менее	2
Срок службы встроенного источника постоянного тока, лет, не менее	16
Длительность хранения информации при отключении питания, лет	30
Средняя наработка счетчика на отказ, ч	320000
Средний срок службы, лет	30
Рабочие условия измерений: – температура окружающей среды, °С – относительная влажность при температуре окружающей среды +25 °С, %, не более	от -40 до +70 95

Знак утверждения типа

наносится на титульный лист паспорта, руководства по эксплуатации типографским способом и на маркировочную наклейку, или табличку, или корпус счетчика любым технологическим способом.

Комплектность средства измерений

Таблица 10 - Комплектность средства измерений

Наименование	Обозначение	Количество
Счетчик электрической энергии статический трехфазный КОЛИБРИ 3хх*	-	1 шт.
Выносной дисплей**	-	1 шт.
Паспорт	ПС 26.51.63-002-44380618-2020	1 экз.
Руководство по эксплуатации	РЭ 26.51.63-002-44380618-2020	1 экз. на партию
Комплект монтажных изделий*	-	1 комплект
Устройство сопряжения оптическое***	-	1 шт.
USB-радиомодуль***	-	1 шт.
*Модификация счетчика, наличие комплекта монтажных частей и принадлежностей определяются договором на поставку; **Только для счетчиков модификации S, поставляется по отдельному заказу; *** Поставляется по отдельному заказу.		

Сведения о методиках (методах) измерений

приведены в разделе 7 «Устройство и подготовка работы счетчиков» руководства по эксплуатации.

Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к счетчикам электрической энергии статическим трехфазным КОЛИБРИ 3хх

ГОСТ 31818.11-2012 «Аппаратура для измерения электрической энергии переменного тока. Общие требования. Испытания и условия испытаний. Часть 11. Счетчики электрической энергии»

ГОСТ 31819.21-2012 «Аппаратура для измерения электрической энергии переменного тока. Частные требования. Часть 21. Статические счетчики активной энергии классов точности 1 и 2»

ГОСТ 31819.22-2012 «Аппаратура для измерения электрической энергии переменного тока. Частные требования. Часть 22. Статические счетчики активной энергии классов точности 0,2S и 0,5S»

ГОСТ 31819.23-2012 «Аппаратура для измерения электрической энергии переменного тока. Частные требования. Часть 23. Статические счетчики реактивной энергии»

ГОСТ 30804.4.30-2013 «Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Методы измерений показателей качества электрической энергии»

ТУ 26.51.63-002-44380618-2020 «Счетчики электрической энергии статические трехфазные КОЛИБРИ 3хх. Технические условия»

ГОСТ 8.551-2013 «Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Государственная поверочная схема для средств измерений электрической мощности и электрической энергии в диапазоне частот от 1 до 2500 Гц»

Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 14 мая 2015 года № 575 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений силы переменного электрического тока от $1 \cdot 10^{-8}$ до 100 А в диапазоне частот от $1 \cdot 10^{-1}$ до $1 \cdot 10^6$ Гц»

Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 мая 2018 года № 1053 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений переменного электрического напряжения до 1000 В в диапазоне частот от $1 \cdot 10^{-1}$ до $2 \cdot 10^9$ Гц»

