

СОГЛАСОВАНО
Главный метролог
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ Метрология»



В.А. Лапшинов

10 2024 г.

Государственная система обеспечения единства измерений
Измерители параметров электрической сети трехфазные ЕМ-2.3

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП-484-2024

Чехов
2024 г.

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на измерители параметров электрической сети трехфазные ЕМ-2.3 (далее по тексту – измерители) и устанавливает методику первичной и периодической поверок.

1.2 Настоящая методика поверки разработана в соответствии с требованиями Приказа № 2907 от 28.08.2020 г. «Об утверждении порядка установления и изменения интервала между поверками средств измерений, порядка установления, отмены методик поверки и внесения изменений в них, требования к методикам поверки средств измерений».

1.3 В результате поверки должны быть подтверждены метрологические характеристики, приведенные в приложении А.

1.4 Метрологические характеристики измерителей определяют методом непосредственного сличения с рабочим эталоном.

1.5 При определении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивается прослеживаемость к:

ГЭТ 153-2019 в соответствии с Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 1436 от 23.07.2021 г. «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений электрорэнергетических величин в диапазоне от 1 до 2500 Гц».

2 Перечень операций поверки

2.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень операций поверки.

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операция поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которыми выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	7
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	8
Подтверждение соответствия программного обеспечения (далее - ПО)	Да	Да	9
Определение метрологических характеристик	Да	Да	10
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	11
Оформление результатов поверки	Да	Да	12

2.2. Если при проведении той или иной операции получен отрицательный результат, дальнейшая поверка прекращается, оформляется извещение о непригодности СИ.

2.3 Поверка проводится для каждого измерительного канала.

2.4 Допускается проведение поверки в условиях эксплуатации.

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие нормальные условия измерений:

температура окружающей среды, °С	20 ± 5
диапазон относительной влажности окружающей среды, %	65 ± 15
атмосферное давление, кПа	от 84,0 до 106,7

3.2 При проведении поверки должны отсутствовать вибрации, тряски, удары, влияющие на работу измерителя.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки допускаются лица, прошедшие инструктаж по технической безопасности на рабочем месте, и изучившие эксплуатационную документацию на поверяемый измеритель и средства измерений и вспомогательное оборудование, применяемые при поверке.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки применяют средства, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Сведения о средствах поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
1	2	3
пп. 10.1 – 10.5 Контроль условий поверки	Средство измерения температуры окружающей среды с пределами допускаемой абсолютной погрешности ±0,5 °С; средство измерений относительной влажности окружающей среды с пределами допускаемой абсолютной погрешности ±2 %; средство измерений атмосферного давления с пределами допускаемой абсолютной погрешности ±0,3 кПа	Измеритель влажности, температуры и давления ИВТМ-7 М 5Д, зав. № 64684, рег. № 71394-18
10.1 Определение относительной погрешности измерения среднеквадратического напряжения переменного тока	Средство воспроизведения напряжения переменного тока от 0 до 300 В, предел допускаемой относительной погрешности воспроизведений ± [1,0 + 0,5 · (Uh/U) – 1] % (рабочий эталон не ниже 2 разряда в соответствии с Приказом Росстандарта № 1436 от 23.07.2021)	Установка поверочная универсальная «УППУ-МЭ» рег. № 57346-14 в составе: - прибор электроизмерительный эталонный многофункциональный «Энергомонитор – 3.1КМ», рег.№ 52854-13; - источник испытательных сигналов (ИИС); персональный компьютер; преобразователь интерфейсов USB-RS485

Продолжение таблицы 2

1	2	3
10.2 Определение относительной погрешности измерения среднеквадратического значения силы переменного тока	Средство воспроизведений силы переменного тока от 0 до 100 А, предел допускаемой относительной погрешности воспроизведений $\pm [1,0 + 0,5 \cdot (I_n/I) - 1] \%$ (рабочий эталон не ниже 2 разряда в соответствии с Приказом Росстандарта № 1436 от 23.07.2021)	Установка поверочная универсальная «УППУ-МЭ» рег. № 57346-14 в составе: - прибор электроизмерительный эталонный многофункциональный «Энергомонитор – 3.1КМ», Рег.№ 52854-13; - источник испытательных сигналов (ИИС); персональный компьютер; преобразователь интерфейсов USB-RS485
10.3 Определение абсолютной погрешности измерений угла фазового сдвига между фазными напряжениями основной частоты	Средство воспроизведений угла сдвига фазы между первыми гармониками напряжений и токов от минус 180° до 180°, предел абсолютной допускаемой погрешности $\pm 1^\circ$ (рабочий эталон не ниже 2 разряда в соответствии с Приказом Росстандарта № 1436 от 23.07.2021)	Установка поверочная универсальная «УППУ-МЭ» рег. № 57346-14 в составе: - прибор электроизмерительный эталонный многофункциональный «Энергомонитор – 3.1КМ», рег.№ 52854-13; - источник испытательных сигналов (ИИС); персональный компьютер; преобразователь интерфейсов USB-RS485
10.4 Определение основной относительной погрешности измерений коэффициента мощности	Средство воспроизведений силы переменного тока от 0 до 100 А, предел допускаемой относительной погрешности воспроизведений $\pm [1,0 + 0,5 \cdot (I_n/I) - 1] \%$ (рабочий эталон не ниже 2 разряда в соответствии с Приказом Росстандарта № 1436 от 23.07.2021)	Установка поверочная универсальная «УППУ-МЭ» рег. № 57346-14 в составе: - прибор электроизмерительный эталонный многофункциональный «Энергомонитор – 3.1КМ», рег.№ 52854-13; - источник испытательных сигналов (ИИС); персональный компьютер; преобразователь интерфейсов USB-RS485

Продолжение таблицы 2

1	2	3
10.5 Определение относительной погрешности измерений активной и реактивной мощности	<p>Средство воспроизведений силы переменного тока от 0 до 100 А, предел допускаемой относительной погрешности воспроизведений $\pm [1,0 + 0,5 \cdot ((I_n/I) - 1)] \%$;</p> <p>средство воспроизведения напряжения переменного тока от 0 до 300 В, предел допускаемой относительной погрешности воспроизведений $\pm [1,0 + 0,5 \cdot (U_n/U) - 1)] \%$</p> <p>(рабочий эталон не ниже 2 разряда в соответствии с Приказом Росстандарта № 1436 от 23.07.2021)</p>	<p>Установка поверочная универсальная «УППУ-МЭ» рег. № 57346-14 в составе:</p> <ul style="list-style-type: none"> - прибор электроизмерительный эталонный многофункциональный «Энергомонитор – 3.1КМ», рег.№ 52854-13; - источник испытательных сигналов (ИИС); персональный компьютер; преобразователь интерфейсов USB-RS485

Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.

6 Требования по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 Все операции поверки, предусмотренные настоящей методикой поверки, экологически безопасны. При их выполнении, проведение специальных защитных мероприятий по охране окружающей среды не требуется.

6.2 При проведении поверки соблюдаются требования безопасности, определяемые:

- правилами безопасности труда и пожарной безопасности, действующими на предприятии;
- правилами безопасности при эксплуатации используемых эталонных средств измерений, испытательного оборудования и поверяемого измерителя, приведенными в эксплуатационной документации.

6.3 Монтаж электрических соединений проводится в соответствии с ГОСТ 12.3.032-84 «Система стандартов безопасности труда. Работы электромонтажные. Общие требования безопасности» и Правилами устройства электроустановок (раздел VII).

6.4 Работы по соединению устройств должны выполняться до подключения к сети питания.

6.5 Должны соблюдаться требования безопасности, указанные в технической документации на измеритель, применяемые средства поверки и вспомогательное оборудование.

7 Внешний осмотр

7.1 Внешний осмотр проводят визуально.

7.2 При внешнем осмотре устанавливают соответствие измерителя следующим требованиям:

- комплектность измерителя соответствует описанию типа;
- отсутствуют механические повреждения и дефекты, влияющие на правильность функционирования и метрологические характеристики, а также препятствующие проведению поверки;
- информация на табличке измерителя соответствует описанию типа;
- отсутствие признаков несанкционированного доступа (целостности средств защиты от несанкционированного доступа).

7.3 Результат внешнего осмотра считают положительным, если при проведении

внешнего осмотра выполняются требования, изложенные выше.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Средства поверки и измеритель подготавливают к работе в соответствии с требованиями эксплуатационной документации.

8.2 Перед проведением поверки средства измерений и эталоны выдерживают не менее двух часов в помещении, где проводится поверка.

8.3 Опробование измерителей проводить в следующей последовательности:

- подать напряжение питания на ввод питания измерителя;
- проверить функционирование индикаторов измерителя в соответствии с руководством по эксплуатации;
- проверить возможность обмена данными с персональным компьютером (далее – ПК) через цифровые интерфейсы.

8.4 Результат опробования считается положительным, если выполнены все вышеуказанные требования.

9 Проверка программного обеспечения

9.1 При проверке программного обеспечения проверяется номер версии программного обеспечения (далее – ПО) и цифровой идентификатор в соответствии с описанием типа СИ.

9.2 Результаты поверки считать положительными, если идентификационные данные ПО соответствуют таблице 3.

Таблица 3 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	Внутренняя программа микропроцессора
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 1x*
Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	–
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО	–

* «x» принимает значения от 1 до 9 и не относится к метрологическому значению ПО

10 Определение метрологических характеристик средства измерений

10.1 Определение относительной погрешности измерения среднеквадратического напряжения переменного тока:

1) задать на установке поверочной универсальной «УППУ-МЭ» (далее - установка) поочерёдно испытательные сигналы с характеристиками 20; 50; 75; 100; 125; 150; 175; 200; 225; 250; 265 В, при частоте от 45 до 65 Гц;

2) считать на ПК с помощью преобразователя интерфейсов USB-RS485 измеренные значения среднеквадратических значений напряжения переменного тока из соответствующего регистра;

3) рассчитать относительную погрешность измерения среднеквадратического значения фазного напряжения переменного тока и линейного напряжения переменного тока по формуле (1):

$$\delta X = \frac{X_n - X_0}{X_0} \cdot 100, \quad (1)$$

где X_n – показание измерителя, В;

X_0 – показание установки, В.

Результат поверки считается положительным, если полученные значения относительной погрешности измерений среднеквадратического значения напряжения переменного тока не превышают пределов, указанных в таблице А.1 приложения А.

10.2 Определение относительной погрешности измерения среднеквадратического значения силы переменного тока:

1) задать на установке значение силы переменного тока поочередно для каждой фазы соответствующие: $0,02 \cdot I_{\text{ном}}$; $0,3 \cdot I_{\text{ном}}$; $0,6 \cdot I_{\text{ном}}$; $I_{\text{ном}}$; $1,2 \cdot I_{\text{ном}}$ при частоте от 45 до 65 Гц;

2) считать на ПК с помощью преобразователя интерфейсов USB-RS485 измеренные значения среднеквадратических значений силы переменного тока из соответствующего регистра;

3) рассчитать относительную погрешность измерения среднеквадратического значения силы переменного тока по формуле (2):

$$\delta X = \frac{X_i - X_3}{X_3} \cdot 100, \quad (2)$$

где X_i – показание измерителя, мА;

X_3 – показание установки, мА.

Результат поверки считается положительным, если полученные значения относительной погрешностей измерения среднеквадратического значения силы переменного тока не превышают пределов, указанных в таблице А.1 приложения А.

10.3 Определение абсолютной погрешности измерений угла фазового сдвига между фазными напряжениями основной частоты проводить в следующей последовательности:

1) при помощи установки подать на измерительные входы устройства испытательный сигнал угла фазового сдвига между фазными напряжениями основной частоты Φ_U с характеристиками, приведенными в таблице 2 (при частоте 50 Гц);

Таблица 4 – Испытательные сигналы

Параметр	Испытательный сигнал						
	1	2	3	4	5	6	7
Φ_U °	0	60	120	180	-180	-120	-60

2) считать на ПК с помощью преобразователя интерфейсов USB-RS485 измеренные значения углов фазового сдвига между фазными напряжениями основной частоты;

3) рассчитать значение абсолютной погрешности измерений значения углов фазового сдвига между фазными напряжениями основной частоты по формуле (4):

$$\Delta X = X_i - X_3 \quad (4)$$

где X_i – показание измерителя, градус;

X_3 – показание установки, градус.

Результат поверки считается положительным, если полученные значения абсолютной погрешности измерений значения углов фазового сдвига между фазными напряжениями не превышают пределов, указанных в таблице А.1 приложения А.

10.4 Определение основной относительной погрешности измерений коэффициента мощности проводить при помощи поверочной установки в следующей последовательности:

1) при помощи поверочной установки воспроизвести испытательные сигналы в соответствии с таблицей 5 при напряжении 230 В;

Таблица 5 – Испытательные сигналы

Номер испытания	Значение тока для устройств	Коэффициент мощности $\cos \phi$
1	0,2 $I_{\text{ном}}$	1
2	0,5· $I_{\text{ном}}$	
3	$I_{\text{ном}}$	
4	1,2· $I_{\text{ном}}$	
5	0,2 $I_{\text{ном}}$	0
6	0,5· $I_{\text{ном}}$	
7	$I_{\text{ном}}$	
8	1,2· $I_{\text{ном}}$	
9	0,2 $I_{\text{ном}}$	-1
10	0,5· $I_{\text{ном}}$	
11	$I_{\text{ном}}$	
12	1,2 $I_{\text{ном}}$	

2) считать на ПК с помощью преобразователя интерфейсов USB-RS485 сырые измеренные значения коэффициента мощности;

3) рассчитать основную абсолютную погрешность измерений коэффициента мощности по формуле (5):

$$\Delta X = X_i - X_s \quad (5)$$

где X_i – показание измерителя;

X_s – показание установки.

Результат поверки считается положительным, если полученные значения абсолютной погрешности измерений коэффициента мощности не превышают пределов, указанных в таблице А.1 Приложения А.

10.5 Определение относительной погрешности измерений активной и реактивной мощности.

Определение погрешности измерения активной, реактивной и полной мощности проводится методом непосредственного сличения с установкой при значении входного напряжения 230 В и параметров входных сигналов, приведенных в таблицах 6–7 в следующей последовательности:

1) испытания с однофазной нагрузкой проводить последовательно для каждой из фаз отдельно;

2) подать тестовое воздействие с установки;

3) считать на ПК с помощью преобразователя интерфейсов USB-RS485 измеренные значения активной, реактивной и полной мощности;

4) рассчитать относительную погрешность измерений активной, реактивной и полной мощности по всем проверяемым точкам в соответствии с формулами (1) и (2);

Результат поверки считается положительным, если полученные значения погрешностей при всех токах нагрузки не превышают значений пределов, указанных в таблицах 6–7 для активной и реактивной мощности, для полной мощности значение пределов не превышают $\pm 1,0 \%$.

Таблица 6 – Пределы основной допускаемой относительной погрешности измерений активной электрической мощности

Значение тока	Коэффициент мощности	Пределы основной допускаемой относительной погрешности измерений активной электрической мощности, %
$0,02 \cdot I_{\text{ном}} \leq I < 0,05 \cdot I_{\text{ном}}$	1,00	$\pm 1,5$
$0,05 \cdot I_{\text{ном}} \leq I \leq I_{\text{макс}}$	1,00	$\pm 1,0$
$0,05 \cdot I_{\text{ном}} \leq I < 0,10 \cdot I_{\text{ном}}$	0,50 (при индуктивной нагрузке)	$\pm 1,5$
	0,80 (при емкостной нагрузке)	
$0,10 \cdot I_{\text{ном}} \leq I \leq I_{\text{макс}}$	0,50 (при индуктивной нагрузке)	$\pm 1,0$
	0,80 (при емкостной нагрузке)	

Таблица 7 – Пределы основной допускаемой относительной погрешности измерений реактивной электрической мощности

Значение тока	Коэффициент мощности (при индуктивной или емкостной нагрузке)	Пределы основной допускаемой относительной погрешности измерений реактивной электрической мощности, %
$0,02 \cdot I_{\text{ном}} \leq I < 0,05 \cdot I_{\text{ном}}$	1,00	$\pm 1,5$
		$\pm 1,0$
$0,05 \cdot I_{\text{ном}} \leq I < 0,10 \cdot I_{\text{ном}}$	0,5	$\pm 1,5$
		$\pm 1,0$
$0,10 \cdot I_{\text{ном}} \leq I \leq I_{\text{макс}}$	0,25	$\pm 1,5$

11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

11.1 Результаты поверки считаются положительными, если при проведении всех операций по таблице 1 настоящей методики, получены положительные результаты.

12 Оформление результатов поверки

12.1 Сведения о результатах поверки измерителей передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с порядком создания и ведения Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений, передачи сведений в него и внесения изменений в данные сведения, предоставления содержащихся в нем документов и сведений, предусмотренным частью 3 статьи 20 Федерального закона № 102-ФЗ.

12.2 Результаты первичной поверки рекомендуется оформлять протоколом в свободной форме.

12.3 По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего их на поверку, положительные результаты поверки оформляют записью в паспорте, удостоверяют подписью поверителя и нанесением знака поверки или выдают свидетельство о поверке по установленной форме, соответствующей действующему законодательству.

12.4 По заявлению владельца средств измерений или лица, представившего их на поверку, в случае отрицательных результатов поверки выдается извещение о непригодности к применению средства измерений.

Ведущий инженер по метрологии
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ Метрология»

В.В. Шурховецкая

Приложение А (Обязательное)

Таблица А.1 – Метрологические характеристики измерителей

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений напряжения переменного тока (среднеквадратичного значения), В, при частоте от 45 до 65 Гц	от 20 до 265
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений напряжения переменного тока (среднеквадратичного значения), %	±1
Диапазон измерений силы переменного тока (среднеквадратичного значения), мА	от 1 до 50
Номинальный ток ($I_{\text{ном}}$), мА	50
Максимальный ток ($I_{\text{макс}}$), мА	75
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений силы переменного тока, %	±1
Диапазоны измерений полной электрической мощности, В·А	от 0,003 до 13,25
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений полной электрической мощности, %	±1
Диапазон измерений коэффициента мощности	от -1 до 1
Пределы допускаемой абсолютной погрешности коэффициента мощности	±0,01
Диапазон измерений угла фазового сдвига, градус	от -180 до 180
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений угла фазового сдвига, градус	±0,1

Таблица А.2 – Пределы основной допускаемой относительной погрешности измерений активной электрической мощности

Значение тока	Коэффициент мощности	Пределы основной допускаемой относительной погрешности измерений активной электрической мощности, %
$0,02 \cdot I_{\text{ном}} \leq I < 0,05 \cdot I_{\text{ном}}$	1,00	±1,5
$0,05 \cdot I_{\text{ном}} \leq I \leq I_{\text{макс}}$	1,00	±1,0
$0,05 \cdot I_{\text{ном}} \leq I < 0,10 \cdot I_{\text{ном}}$	0,50 (при индуктивной нагрузке)	±1,5
	0,80 (при емкостной нагрузке)	
$0,10 \cdot I_{\text{ном}} \leq I \leq I_{\text{макс}}$	0,50 (при индуктивной нагрузке)	±1,0
	0,80 (при емкостной нагрузке)	

Таблица А.3 – Пределы основной допускаемой относительной погрешности измерений реактивной электрической мощности

Значение тока	Коэффициент мощности (при индуктивной или емкостной нагрузке)	Пределы основной допускаемой относительной погрешности измерений реактивной электрической мощности, %
$0,02 \cdot I_{\text{ном}} \leq I < 0,05 \cdot I_{\text{ном}}$	1,00	$\pm 1,5$
$0,05 \cdot I_{\text{ном}} \leq I \leq I_{\text{макс}}$		$\pm 1,0$
$0,05 \cdot I_{\text{ном}} \leq I < 0,10 \cdot I_{\text{ном}}$	0,5	$\pm 1,5$
$0,10 \cdot I_{\text{ном}} \leq I \leq I_{\text{макс}}$		$\pm 1,0$
$0,10 \cdot I_{\text{ном}} \leq I \leq I_{\text{макс}}$	0,25	$\pm 1,5$

Таблица А.4 – Пределы дополнительной относительной погрешности при измерении активной электрической мощности, вызываемой другими влияющими величинами

Влияющая величина	Значение тока	Коэффициент мощности	Пределы дополнительной относительной погрешности при измерении активной электрической мощности, вызываемой другими влияющими величинами, %
1	2	3	4
Изменение температуры окружающей среды	$0,05 \cdot I_{\text{ном}} \leq I \leq I_{\text{макс}}$	1,0	$\pm 0,05$
	$0,10 \cdot I_{\text{ном}} \leq I \leq I_{\text{макс}}$	0,5 (при индуктивной нагрузке)	$\pm 0,07$
Изменение напряжения электропитания, $\pm 10\%$	$0,02 \cdot I_{\text{ном}} \leq I \leq I_{\text{макс}}$	1,0	$\pm 0,7$
	$0,50 \cdot I_{\text{ном}} \leq I \leq I_{\text{макс}}$	0,5 (при индуктивной нагрузке)	$\pm 1,0$
Изменение частоты электропитания $\pm 2\%$	$0,02 \cdot I_{\text{ном}} \leq I \leq I_{\text{макс}}$	1,0	$\pm 0,5$
	$0,50 \cdot I_{\text{ном}} \leq I \leq I_{\text{макс}}$	0,5 (при индуктивной нагрузке)	$\pm 0,7$
Обратный порядок следования фаз	$0,10 \cdot I_{\text{ном}}$	1,0	$\pm 1,5$
Несимметрия напряжения	$I_{\text{ном}}$		$\pm 2,0$
Гармоники в цепях тока и напряжения	$0,5 \cdot I_{\text{макс}}$		$\pm 0,8$
Субгармоники в цепях тока и напряжения	$0,5 \cdot I_{\text{ном}}$		$\pm 3,0$

Таблица А.5 – Пределы дополнительной относительной погрешности при измерении реактивной электрической мощности, вызываемой другими влияющими величинами

Влияющая величина	Значение тока	Коэффициент мощности (при индуктивной или емкостной нагрузке)	Пределы дополнительной относительной погрешности при измерении реактивной электрической мощности, вызываемой другими влияющими величинами, %
Изменение температуры окружающей среды	$0,05 \cdot I_{\text{ном}} \leq I \leq I_{\text{макс}}$	1,0	$\pm 0,05$
	$0,10 \cdot I_{\text{ном}} \leq I \leq I_{\text{макс}}$	0,5	$\pm 0,07$
Изменение напряжения электропитания, $\pm 10 \%$	$0,02 \cdot I_{\text{ном}} \leq I \leq I_{\text{макс}}$	1,0	$\pm 0,7$
	$0,50 \cdot I_{\text{ном}} \leq I \leq I_{\text{макс}}$	0,5	$\pm 1,0$
Изменение частоты электропитания, $\pm 2 \%$	$0,02 \cdot I_{\text{ном}} \leq I \leq I_{\text{макс}}$	1,0	$\pm 1,5$
	$0,50 \cdot I_{\text{ном}} \leq I \leq I_{\text{макс}}$	0,5	