


СОГЛАСОВАНО
Технический директор ООО «НИЦ «ЭНЕРГО»




П.С. Казаков
2025 г.

**ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ**

**ПРИБОРЫ МНОГОТОЧЕЧНОГО
МОНИТОРИНГА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ
КСМ-М4**

Методика поверки

МП-НИЦЭ-033-25

**г. Москва
2025**

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Настоящая методика распространяется на приборы многоточечного мониторинга электроэнергии КСМ-М4, изготавливаемые Обществом с ограниченной ответственностью «Комплект-Сервис», (ООО «К-С») г. Москва, и устанавливает методику их первичной и периодической поверок.

Приборы многоточечного мониторинга электроэнергии КСМ-М4 (далее по тексту – приборы) предназначены для измерений среднеквадратичного значения напряжения переменного тока, среднеквадратичного значения силы переменного тока, частоты, электрической мощности, коэффициента мощности, электрической энергии с отображением результатов измерений в цифровой форме, передачи результатов измерений по цифровым интерфейсам связи, телесигнализации и телеуправления.

При проведении поверки должна обеспечиваться прослеживаемость приборов многоточечного мониторинга электроэнергии КСМ-М4 к государственному первичному эталону ГЭТ 89-2008 по Приказу Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 18 августа 2023 г. № 1706 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений переменного электрического напряжения до 1000 В в диапазоне от $1 \cdot 10^{-1}$ до $2 \cdot 10^9$ Гц»; ГЭТ 88-2014 по Приказу Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 17 марта 2022 г. № 668 «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»; ГЭТ 153-2025 по Приказу Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 10 сентября 2025 г. № 1932 «Об утверждении государственного первичного эталона единиц электроэнергетических величин в диапазоне частот от 1 до 2500 Гц и государственной поверочной схемы для средств измерений электроэнергетических величин в диапазоне частот от 1 до 2500 Гц».

Поверка приборов многоточечного мониторинга электроэнергии КСМ-М4 должна проводиться в соответствии с требованиями настоящей методики поверки.

Допускается проведение периодической поверки для меньшего числа измеряемых величин в соответствии с заявлением владельца средства измерений, с обязательным указанием в сведениях о поверке информации об объеме проведенной поверки.

Методы, обеспечивающие реализацию методики поверки – метод прямых измерений, метод непосредственного сличения.

В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в пункте 10.1 настоящей методики.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 При поверке выполняются операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	7
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	8
Контроль условий поверки	Да	Да	8.1
Опробование	Да	Да	8.2
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Нет	9

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Определение метрологических характеристик средства измерений	Да	Да	10
Определение основной приведенной погрешности измерений среднеквадратичного значения напряжения переменного тока (фазного/линейного)	Да	Да	10.2
Определение основной приведенной погрешности измерений среднеквадратичного значения силы переменного тока (фазного)	Да	Да	10.3
Определение основной приведенной погрешности измерений частоты	Да	Да	10.4
Определение основной приведенной погрешности измерений электрической мощности	Да	Да	10.5
Определение основной приведенной погрешности измерений коэффициента мощности	Да	Да	10.6
Определение основной относительной погрешности измерений электрической энергии	Да	Да	10.7
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	11

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха от +10 °С до +30 °С;
- относительная влажность от 30 % до 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106 кПа или от 630 до 795 мм рт. ст.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 К проведению поверки допускаются лица, изучившие настоящую методику, эксплуатационную документацию на поверяемые средства измерений и средства поверки.

4.2 К проведению поверки допускаются лица, соответствующие требованиям, изложенным в статье 41 Приказа Минэкономразвития России от 26.10.2020 года № 707 (ред. от 30.12.2020 года) «Об утверждении критериев аккредитации и перечня документов, подтверждающих соответствие заявителя, аккредитованного лица критериям аккредитации».

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

Таблица 2 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
Основные средства поверки		
п. 10.2 Определение основной приведенной погрешности измерений среднеквадратичного значения напряжения переменного тока (фазного/линейного)	Эталоны единицы напряжения переменного тока, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3-го разряда по ГПС, утвержденной Приказом Росстандарта от 18.08.2023 г. № 1706. Средства измерений напряжения переменного тока в диапазоне измерений от 184 до 276 В (от 320 до 480 В)	Установки поверочные универсальные «УППУ-МЭ», рег. № 57346-14
п. 10.3 Определение основной приведенной погрешности измерений среднеквадратичного значения силы переменного тока (фазного)	Эталоны единицы силы переменного тока, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2-го разряда по ГПС, утвержденной Приказом Росстандарта от 17.03.2022 г. № 668. Средства измерений силы переменного тока в диапазоне измерений от 1 до 630 А	Установки поверочные универсальные «УППУ-МЭ», рег. № 57346-14. Трансформаторы тока измерительные переносные «ТТИП», модификация ТТИП-5000/5, рег. № 39854-08
п. 10.4 Определение основной приведенной погрешности измерений частоты	Эталоны единицы частоты, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2-го разряда по ГПС, утвержденной Приказом Росстандарта от 10.09.2025 г. № 1932. Средства измерений частоты в диапазоне измерений от 45 до 55 Гц	Установки поверочные универсальные «УППУ-МЭ», рег. № 57346-14
п. 10.5 Определение основной приведенной погрешности измерений электрической мощности	Эталоны единицы электрической мощности, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2-го разряда по ГПС, утвержденной Приказом Росстандарта от 10.09.2025 г. № 1932. Средства измерений электрической мощности в диапазоне измерений от 230 до 302 400 Вт, вар, В·А	Установки поверочные универсальные «УППУ-МЭ», рег. № 57346-14. Трансформаторы тока измерительные переносные «ТТИП», модификация ТТИП-5000/5, рег. № 39854-08
п. 10.6 Определение основной приведенной погрешности измерений	Эталоны единицы коэффициента мощности, соответствующие требованиям к эталонам не ниже	Установки поверочные универсальные «УППУ-МЭ», рег. № 57346-14.

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
коэффициента мощности	2-го разряда по ГПС, утвержденной Приказом Росстандарта от 10.09.2025 г. № 1932. Средства измерений коэффициента мощности в диапазоне измерений от –1 до +1	Трансформаторы тока измерительные переносные «ТТИП», модификация ТТИП-5000/5, рег. № 39854-08
п. 10.7 Определение основной относительной погрешности измерений электрической энергии	Эталоны единицы электрической энергии, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2-го разряда по ГПС, утвержденной Приказом Росстандарта от 10.09.2025 г. № 1932. Средства измерений электрической энергии в диапазоне измерений от 230 до 302 400 Вт·ч, вар·ч	Установки поверочные универсальные «УППУ-МЭ», рег. № 57346-14. Трансформаторы тока измерительные переносные «ТТИП», модификация ТТИП-5000/5, рег. № 39854-08
Вспомогательные средства поверки		
п.п. 10.2 – 10.7 Для обеспечения отображения результатов измерений модификаций без внешнего дисплея	Интерфейс USB	Преобразователь интерфейса RS-485/USB. Персональный компьютер (далее по тексту – ПК) с интерфейсом USB
п.п. 10.3 – 10.7 Создание тока в измерительной цепи	Сила тока от 100 до 630 А	Источник тока регулируемый ИТ5000
п.п. 8.1, 8.2, р. 10 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Средство измерений температуры окружающего воздуха в диапазоне от +10 °С до +30 °С с пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений не более ±1 °С	Приборы комбинированные Testo 608-H1, Testo 608-H2, Testo 610, Testo 622, Testo 623, модификация Testo 622, рег. № 53505-13
	Средство измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 30 % до 80 % с пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений не более ±6 %	
	Средство измерений атмосферного давления в диапазоне от 84 до 106 кПа с пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений не более ±0,5 кПа	
Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные		

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице, а также другое вспомогательное оборудование, удовлетворяющее техническим требованиям, указанным в таблице		

6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки необходимо соблюдать требования безопасности, установленные ГОСТ 12.3.019-80, «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей». Также должны быть соблюдены требования безопасности, изложенные в эксплуатационных документах на поверяемые приборы и применяемые средства поверки.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие поверяемого прибора следующим требованиям:

1. Комплектность должна соответствовать руководству по эксплуатации.
2. Внешний вид должен соответствовать описанию и изображениям, приведенным в описании типа.
3. Все органы управления и коммутации должны действовать плавно и обеспечивать надежность фиксации во всех позициях.
4. Не должно быть механических повреждений корпуса, лицевой панели, органов управления. Незакрепленные или отсоединенные части прибора должны отсутствовать. Внутри корпуса не должно быть посторонних предметов. Все надписи на панелях должны быть четкими и ясными.
5. Все разъемы, клеммы и измерительные провода не должны иметь повреждений и должны быть чистыми.

При наличии дефектов поверяемый прибор бракуется и направляется в ремонт.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Контроль условий поверки

Перед поверкой должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

1. Средства измерений, используемые при поверке, должны быть поверены и подготовлены к работе согласно их руководствам по эксплуатации.
2. Поверяемое средство измерений должно быть подготовлено и опробовано в соответствии с руководством по эксплуатации.
3. Проведен контроль условий поверки на соответствие требованиям, указанным в разделе 3 с помощью оборудования, указанного в таблице 2.

8.2 Опробование средства измерений

8.2.1 Опробование приборов с внешним дисплеем

Включить питание прибора.

Проверить работоспособность индикатора и кнопок прибора. Отображаемые на индикаторе прибора данные при нажатии кнопок должны соответствовать опциям меню прибора.

Провести проверку отображения измеряемых величин на индикаторе прибора в следующем порядке:

- считать в меню прибора значения напряжения и тока первичной цепи, тип схемы подключения.
 - выключить питание прибора.
 - подключить прибор к источнику входного сигнала в соответствии с установленной схемой подключения.
 - включить питание прибора.
 - подать на измерительные входы прибора напряжения и ток номинальной величины (номинальное значение напряжения и силы тока на входах прибора указаны на табличке технических данных прибора и в паспорте) частотой 50 Гц, угол ϕ между напряжением и током выбрать равным 0° .
 - считать с индикатора измеренные величины из числа указанных в таблице 3.
 - убедиться, что результаты измерений соответствуют значениям, указанным в таблице 3.
- При неверном функционировании прибор бракуется и направляется в ремонт.

Таблица 3 – Значения измеряемых величин

Линейное напряжение, В	Фазный ток, А	Коэффициент мощности	Частота, Гц
Напряжение первичной цепи	Ток первичной цепи	1	50

8.2.2 Опробование приборов без внешнего дисплея

Установить на ПК программу «КСМ» или аналогичную, позволяющую просмотр данных и являющейся симулятором мастера в Modbus-сети.

Подсоединить порт прибора RS-485 к ПК через преобразователь интерфейса RS-485/USB.

Включить питание прибора.

Установить связь прибора с программой.

Провести проверку отображения измеряемых величин в меню программы в следующем порядке:

- считать в меню прибора значения напряжения и тока первичной цепи, тип схемы подключения.
 - выключить питание прибора.
 - подключить прибор в соответствии с установленной схемой подключения.
 - включить питание прибора.
 - подать на измерительные входы прибора напряжения и ток номинальной величины (номинальное значение напряжения и силы тока на входах прибора указаны на табличке технических данных прибора и в паспорте) частотой 50 Гц, угол ϕ между напряжением и током выбрать равным 0° .
 - считать значения измеренных величин из числа указанных в таблице 3.
 - убедиться, что результаты измерений соответствуют значениям, указанным в таблице 3.
- При неверном функционировании прибор бракуется и направляется в ремонт.

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Проверку программного обеспечения (ПО) средства измерений проводить в следующем порядке: зафиксировать номер версии ПО, приведенный в его паспорте. Номер версии ПО должен соответствовать требованиям таблицы 4.

Таблица 4 – Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	–
Номер версии (идентификационный номер ПО)	12XX
Цифровой идентификатор ПО	–
Примечание – XX - номер версии метрологически незначимой части встроенного ПО, «X» может принимать целые значения в диапазоне от 0 до 9	

При невыполнении этих требований поверка прекращается и прибор бракуется.

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

10.1 Метрологические характеристики, подлежащие определению

Таблица 5 – Номинальные значения измеряемых входных сигналов

Наименование характеристики	Значение
Номинальное напряжение переменного тока (U_n), В:	
– фазное ($U_{нф}$)	230
– линейное (междуфазное) ($U_{нл}$)	400
Номинальная сила переменного тока (I_n), А	63; 125; 250; 400; 630
Частота переменного тока (f_n), Гц	50
Коэффициент мощности ($\cos \varphi_n$)	1
Активная (реактивная, полная) электрическая мощность по фазе, Вт (вар, В·А)	$U_{нф} \cdot I_n$
Суммарная активная (реактивная, полная) электрическая мощность, Вт (вар, В·А)	$\sqrt{3} \cdot U_{нл} \cdot I_n \cdot (3 \cdot U_{нф} \cdot I_n)$

Таблица 6 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Диапазон измерений	Пределы допускаемой основной погрешности ¹⁾
Среднеквадратичное значение напряжения переменного тока, В	от $0,2 \cdot U_n$ до $1,2 \cdot U_n$	$\gamma = \pm 0,5 \%$
Среднеквадратичное значение силы переменного тока, А	от $0,02 \cdot I_n$ до $1,0 \cdot I_n$	$\gamma = \pm 0,5 \%$
Частота (f), Гц	от 45 до 55	$\gamma = \pm 0,1 \%$
Активная фазная электрическая мощность, Вт	от $0,8 \cdot U_n$ до $1,2 \cdot U_n$ от $0,02 \cdot I_n$ до $1,0 \cdot I_n$ $\cos \varphi = 1$	$\gamma = \pm 0,5 \%$
Суммарная активная электрическая мощность, Вт		
Реактивная фазная электрическая мощность, вар	от $0,8 \cdot U_n$ до $1,2 \cdot U_n$ от $0,02 \cdot I_n$ до $1,0 \cdot I_n$ $\sin \varphi = 1$	$\gamma = \pm 2 \%$
Суммарная реактивная электрическая мощность, вар		
Полная фазная электрическая мощность, В·А	от $0,8 \cdot U_n$ до $1,2 \cdot U_n$ от $0,02 \cdot I_n$ до $1,0 \cdot I_n$	$\gamma = \pm 0,5 \%$
Суммарная полная электрическая мощность, В·А		
Коэффициент мощности ($\cos \varphi$) фазный, суммарный	от -1 до -0,1 от +0,1 до +1 от $0,8 \cdot U_n$ до $1,2 \cdot U_n$ от $0,2 \cdot I_n$ до $1,0 \cdot I_n$	$\gamma = \pm 0,5 \%$

Продолжение таблицы 6

Продолжение таблицы 6

Наименование характеристики	Диапазон измерений	Пределы допускаемой основной погрешности ¹⁾
Электрическая энергия в обоих направлениях активная (EP, EP-), Вт·ч	от $0,8 \cdot U_n$ до $1,2 \cdot U_n$ от $0,01 \cdot I_n$ до $0,05 \cdot I_n$ не включ. $\cos \varphi = 1$	$\delta = \pm 1 \%$
	от $0,8 \cdot U_n$ до $1,2 \cdot U_n$ от $0,05 \cdot I_n$ до $1,0 \cdot I_n$ $\cos \varphi = 1$	$\delta = \pm 0,5 \%$
	от $0,8 \cdot U_n$ до $1,2 \cdot U_n$ от $0,02 \cdot I_n$ до $0,1 \cdot I_n$ не включ. $\cos \varphi = 0,5$ (инд.); $\cos \varphi = 0,8$ (емк.)	$\delta = \pm 1,3 \%$
	от $0,8 \cdot U_n$ до $1,2 \cdot U_n$ от $0,1 \cdot I_n$ до $1,0 \cdot I_n$ $\cos \varphi = 0,5$ (инд.); $\cos \varphi = 0,8$ (емк.)	$\delta = \pm 0,8 \%$
Электрическая энергия в обоих направлениях реактивная (EQ, EQ-), вар·ч	от $0,8 \cdot U_n$ до $1,2 \cdot U_n$ от $0,02 \cdot I_n$ до $0,05 \cdot I_n$ не включ. $\sin \varphi = 1$	$\delta = \pm 2,5 \%$
	от $0,8 \cdot U_n$ до $1,2 \cdot U_n$ от $0,05 \cdot I_n$ до $1,0 \cdot I_n$ $\sin \varphi = 1$	$\delta = \pm 2 \%$
	от $0,8 \cdot U_n$ до $1,2 \cdot U_n$ от $0,05 \cdot I_n$ до $0,1 \cdot I_n$ не включ. $\sin \varphi = 0,5$	$\delta = \pm 2,5 \%$
	от $0,8 \cdot U_n$ до $1,2 \cdot U_n$ от $0,1 \cdot I_n$ до $1,0 \cdot I_n$ $\sin \varphi = 0,5$	$\delta = \pm 2 \%$
	от $0,8 \cdot U_n$ до $1,2 \cdot U_n$ от $0,1 \cdot I_n$ до $1,0 \cdot I_n$ $\sin \varphi = 0,25$	$\delta = \pm 2,5 \%$
Нормальные условия измерений: - температура окружающего воздуха, °C - относительная влажность воздуха, %	от +10 до +30 от 30 до 80	
Примечания: Нормирующее значение при установлении приведенной погрешности принимается равным номинальному значению входного сигнала. ¹⁾ Обозначение погрешностей: δ , % – относительная; γ , % – приведенная		

10.2 Определение основной приведенной погрешности измерений среднеквадратичного значения напряжения переменного тока (фазного/линейного)

Определение погрешности проводить в следующей последовательности:

1. Собрать схему измерений согласно рисунку А.1 Приложения А.

2. Провести измерения напряжения переменного тока частоты 50 Гц в пяти-шести точках, равномерно распределенных по диапазону измерений прибора, включая крайние.
3. За результат измерений принимать показания дисплея поверяемого прибора (при наличии внешнего дисплея) или значение сигнала, переданное на ПК по интерфейсу (при отсутствии внешнего дисплея).
4. Рассчитать погрешность измерений по формуле (3).

10.3 Определение основной приведенной погрешности измерений среднеквадратичного значения силы переменного тока (фазного)

Определение погрешности проводить в следующей последовательности:

1. Собрать схему измерений согласно рисунку А.2 Приложения А для измерений в диапазоне силы переменного тока до 100 А включительно или схему измерений согласно рисунку А.3 для измерений в диапазоне силы переменного тока свыше 100 до 630 А включительно.

ПРИМЕЧАНИЕ: Коммутацию вторичной обмотки для трансформатора тока измерительного переносного ТТИП-5000/5 устанавливать в соответствие с его Руководством по эксплуатации.

2. Провести измерения силы переменного тока частоты 50 Гц в пяти-шести точках, равномерно распределенных по диапазону измерений поверяемого прибора, включая крайние.
3. За результат измерений принимать показания дисплея поверяемого прибора (при наличии внешнего дисплея) или значение сигнала, переданное на ПК по интерфейсу (при отсутствии внешнего дисплея).
4. Рассчитать погрешность измерений по формуле (3). Для схемы на рисунке А.3 за показания эталонного прибора X_0 принимается значение, определенное по формуле:

$$X_0 = I_3 \cdot K; \quad (1)$$

где: I_3 – сила тока, измеренная прибором «Энергомонитор-3.1КМ», А;
 K – коэффициент трансформации трансформатора тока ТТИП-5000/5.

10.4 Определение основной приведенной погрешности измерений частоты

Определение погрешности проводить в следующей последовательности:

1. Собрать схему измерений согласно рисунку А.1 Приложения А.
2. Провести измерения частоты номинального напряжения переменного тока в точках 45, 50, 55 Гц.
3. За результат измерений принимать показания дисплея поверяемого прибора (при наличии внешнего дисплея) или значение сигнала, переданное на ПК по интерфейсу (при отсутствии внешнего дисплея).
4. Рассчитать погрешность измерений по формуле (3).

10.5 Определение основной приведенной погрешности измерений электрической мощности

Определение погрешности проводить в следующей последовательности:

1. Собрать схему измерений согласно рисунку А.4 Приложения А для измерений в диапазоне силы переменного тока до 100 А включительно или схему измерений согласно рисунку А.5 для измерений в диапазоне силы переменного тока свыше 100 до 630 А включительно.

ПРИМЕЧАНИЕ: Коммутацию вторичной обмотки для трансформатора тока измерительного переносного ТТИП-5000/5 устанавливать в соответствие с его Руководством по эксплуатации.

2. Провести измерения электрической мощности для сигналов, представленных в таблице 7 при номинальном напряжении 230 В, номинальной частоте 50 Гц, номинальном значении коэффициентов активной и реактивной мощности 1.
3. За результат измерений принимать показания дисплея поверяемого прибора (при наличии внешнего дисплея) или значение сигнала, переданное на ПК по интерфейсу (при отсутствии внешнего дисплея).
4. Рассчитать погрешность измерений по формуле (3). Для схемы на рисунке А.5 при расчете мощности за показания эталонного прибора P_0 принимается значение, определенное по формуле:

$$P_0 = P_{\Sigma} \cdot K; \quad (2)$$

где: P_{Σ} – мощность, измеренная прибором «Энергомонитор-3.1КМ», А;
 K – коэффициент трансформации трансформатора тока ТТИП-5000/5.

Таблица 7 – Сигналы для определения основной приведенной погрешности измерений активной, реактивной, полной фазной и суммарной электрических мощностей

№ п/п	Среднеквадратичное значение силы переменного тока, А
1	$0,02 \cdot I_{\text{ном}}$
2	$1,0 \cdot I_{\text{ном}}$

10.6 Определение основной приведенной погрешности измерений коэффициента мощности

Определение погрешности проводить в следующей последовательности:

1. Собрать схему измерений согласно рисунку А.4 Приложения А для измерений в диапазоне силы переменного тока до 100 А включительно или схему измерений согласно рисунку А.5 для измерений в диапазоне силы переменного тока свыше 100 до 630 А включительно.

ПРИМЕЧАНИЕ: Коммутацию вторичной обмотки для трансформатора тока измерительного переносного ТТИП-5000/5 устанавливать в соответствии с его Руководством по эксплуатации.

2. Провести измерения коэффициента мощности для сигналов, представленных в таблице 8 при номинальном напряжении 230 В, номинальной частоте 50 Гц и номинальном значении силы тока.
3. За результат измерений принимать показания дисплея поверяемого прибора (при наличии внешнего дисплея) или значение сигнала, переданное на ПК по интерфейсу (при отсутствии внешнего дисплея).
4. Рассчитать погрешность измерений по формуле (3).

Таблица 8 – Сигналы для определения основной приведенной погрешности измерений коэффициента мощности

№ п/п	Фазовый угол между напряжением и током, °	Значение коэффициента мощности, $\cos \varphi$
1	0	+1
2	84	+0,1045
3	96	–0,1045
4	180	–1

10.7 Определение основной относительной погрешности измерений электрической энергии

Определение погрешности проводить в следующей последовательности:

1. Собрать схему измерений согласно рисунку А.4 Приложения А для измерений в диапазоне силы переменного тока до 100 А включительно или схему измерений согласно рисунку А.5 для измерений в диапазоне силы переменного тока свыше 100 до 630 А включительно.

ПРИМЕЧАНИЕ: Коммутацию вторичной обмотки для трансформатора тока измерительного переносного ТТИП-5000/5 устанавливать в соответствии с его Руководством по эксплуатации.

2. Провести измерения электрической энергии для сигналов, представленных в таблицах 10 – 11 при номинальном напряжении 230 В, номинальной частоте 50 Гц. Постоянная времени счетчика представлена в таблице 9.
3. Полученное значение относительной погрешности измерений считать с дисплея эталонного прибора.

Таблица 9 – Постоянная времени счетчика

Модификация	Постоянная времени, имп./кВт·ч при номинальных токах до 100 А	Постоянная времени, имп./кВт·ч при номинальных токах свыше 100 А
КСМ-М4-63	192	—
КСМ-М4-125	192	23040000
КСМ-М4-250	96	11520000
КСМ-М4-400	60	7200000
КСМ-М4-630	40	4800000

Таблица 10 – Сигналы для определения основной относительной погрешности измерений активной электрической энергии прямого и обратного направлений с симметричными нагрузками

№ п/п	Среднеквадратичное значение силы переменного тока, А	Коэффициент активной мощности, $\cos \varphi$
1	$0,01 \cdot I_{\text{НОМ}}$	1,0
2	$0,05 \cdot I_{\text{НОМ}}$	
3	$I_{\text{НОМ}}$	
4	$0,02 \cdot I_{\text{НОМ}}$	0,5 (при индуктивной нагрузке) и 0,8 (при емкостной нагрузке)
5	$0,1 \cdot I_{\text{НОМ}}$	
6	$I_{\text{НОМ}}$	

Таблица 11 – Сигналы для определения основной относительной погрешности измерений реактивной электрической энергии прямого и обратного направлений с симметричными нагрузками

№ п/п	Среднеквадратичное значение силы переменного тока, А	Коэффициент реактивной мощности, $\sin \varphi$
1	$0,02 \cdot I_{\text{НОМ}}$	1,0
2	$0,05 \cdot I_{\text{НОМ}}$	
3	$I_{\text{НОМ}}$	
4	$0,05 \cdot I_{\text{НОМ}}$	0,5
5	$0,1 \cdot I_{\text{НОМ}}$	
6	$I_{\text{НОМ}}$	
7	$0,1 \cdot I_{\text{НОМ}}$	0,25
8	$I_{\text{НОМ}}$	

11 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

11.1 В зависимости от способа нормирования, рассчитать погрешность измерений для каждой характеристики по одной из основных формул:

11.1.1 Расчет приведенной погрешности:

$$\gamma X = \frac{X - X_0}{X_H} \cdot 100 \quad (3),$$

где: X – измеренное значение характеристики;
 X_0 – заданное значение характеристики;
 X_H – нормирующее значение характеристики (в качестве нормирующего значения принимают значение, указанное в нормативной документации на СИ).

11.1.2 Расчет относительной погрешности:

$$\delta X = \frac{X - X_0}{X_0} \cdot 100 \quad (4),$$

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если погрешность прибора соответствует требованиям п. 10.1 настоящей Методики. При невыполнении этих требований прибор бракуется и направляется в ремонт.

12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

12.1 Результаты поверки прибора передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с порядком, установленным действующим законодательством. Знак поверки в виде наклейки наносится на лицевую панель приборов.

12.2 При проведении поверки в сокращенном объеме (в соответствии с заявлением владельца средства измерений) в сведениях о поверке указывается информация, для каких измеряемых величин выполнена поверка.

12.3 По заявлению владельца прибора или лица, представившего его на поверку, положительные результаты поверки (когда прибор подтверждает соответствие метрологическим требованиям) оформляют свидетельством о поверке по форме, установленной в соответствии с действующим законодательством и нанесением знака поверки в виде наклейки на лицевую панель прибора.

12.4 По заявлению владельца прибора или лица, представившего его на поверку, отрицательные результаты поверки (когда прибор не подтверждает соответствие метрологическим требованиям) оформляют извещением о непригодности к применению средства измерений по форме, установленной в соответствии с действующим законодательством.

Инженер
ООО «НИЦ «ЭНЕРГО»



Д.А. Терещенко

Приложение А
(обязательное)

В схемах А.2 – А.5 для токовых цепей использовать кабели, представленные в таблице А.1.

Таблица А.1

Модификация	Кабель для цепи	Кабель для перемычек
КСМ-М4-63	16 мм ² (2 м)	16 мм ² (0,5 м)
КСМ-М4-125, КСМ-М4-250	50 мм ² (2 м)	50 мм ² (0,5 м)
КСМ-М4-400	120 мм ² (2 м)	120 мм ² (0,5 м)
КСМ-М4-630	240 мм ² (2 м)	120 мм ² (0,5 м)

ПРИМЕЧАНИЕ: Обозначения клемм приборов на схемах являются условными и предназначены для передачи сути измерительных процедур. Они могут отличаться от реальных обозначений на корпусах приборов.

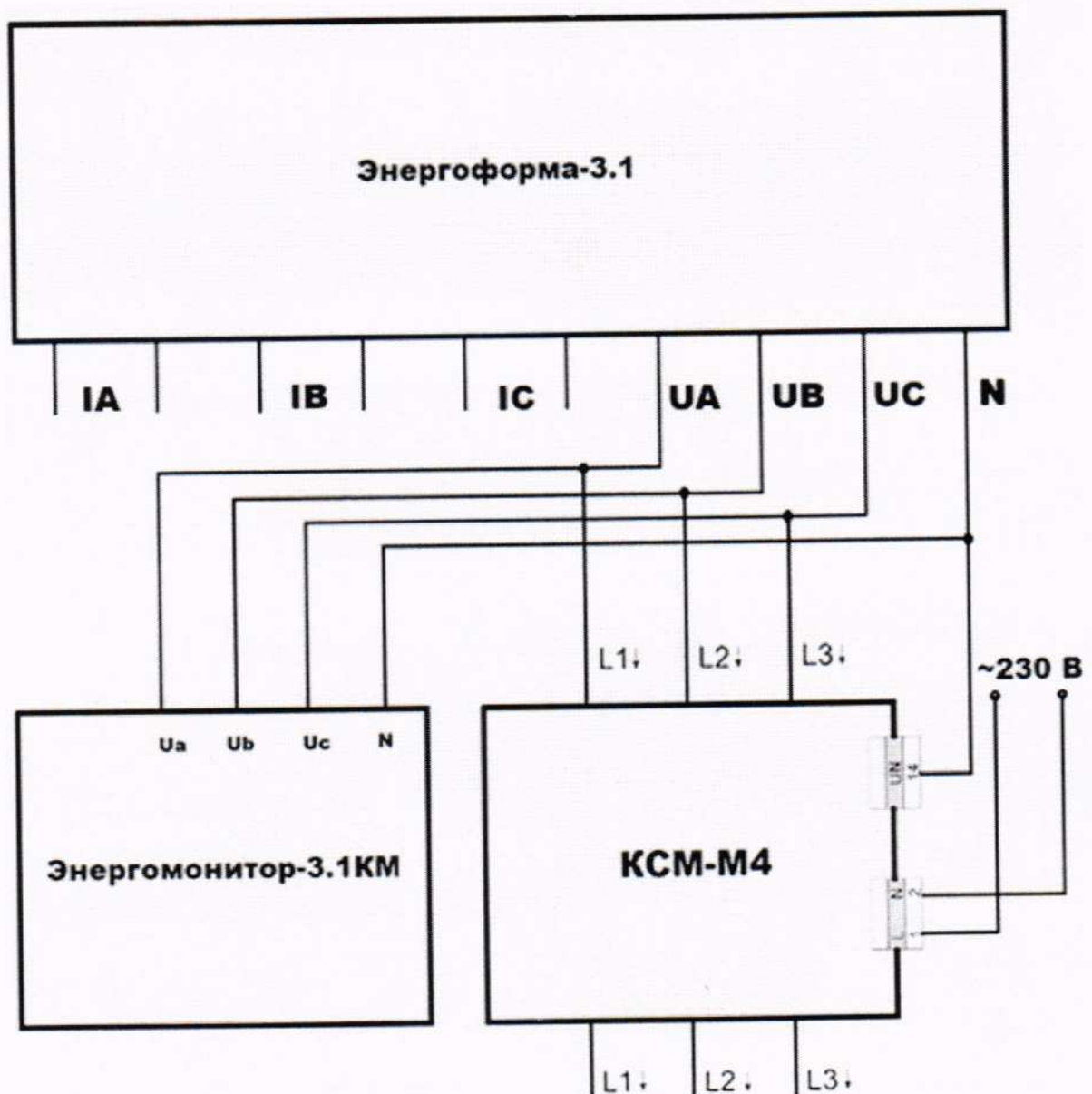


Рисунок А.1 – Схема при определении основной приведенной погрешности измерений среднеквадратичного значения напряжения переменного тока (фазного/линейного)

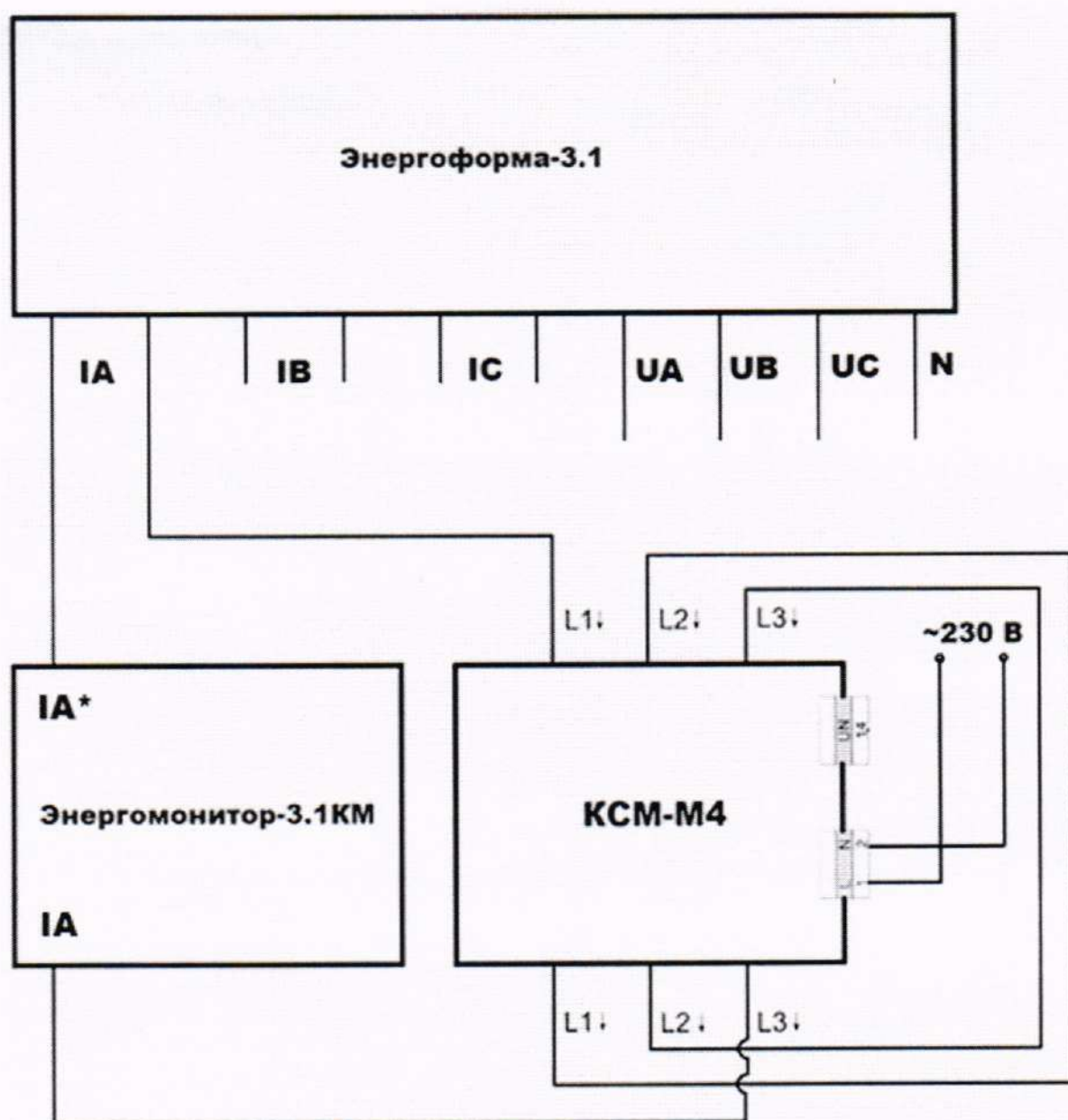


Рисунок А.2 – Схема при определении основной приведенной погрешности измерений среднеквадратичного значения силы переменного тока (фазного) в диапазоне до 100 А включительно

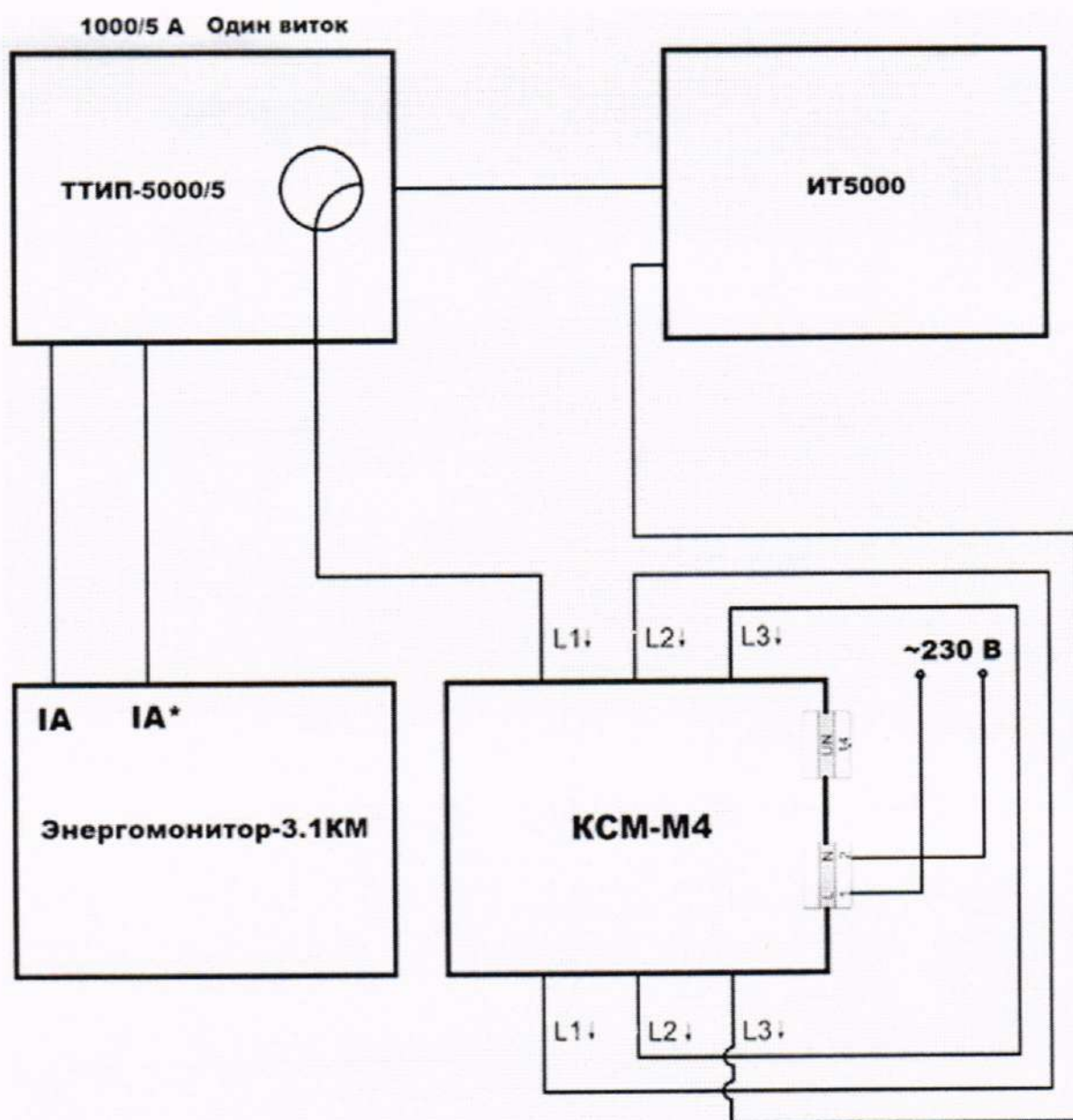


Рисунок А.3 – Схема при определении основной приведенной погрешности измерений среднеквадратичного значения силы переменного тока (фазного) в диапазоне свыше 100 до 630 А включительно

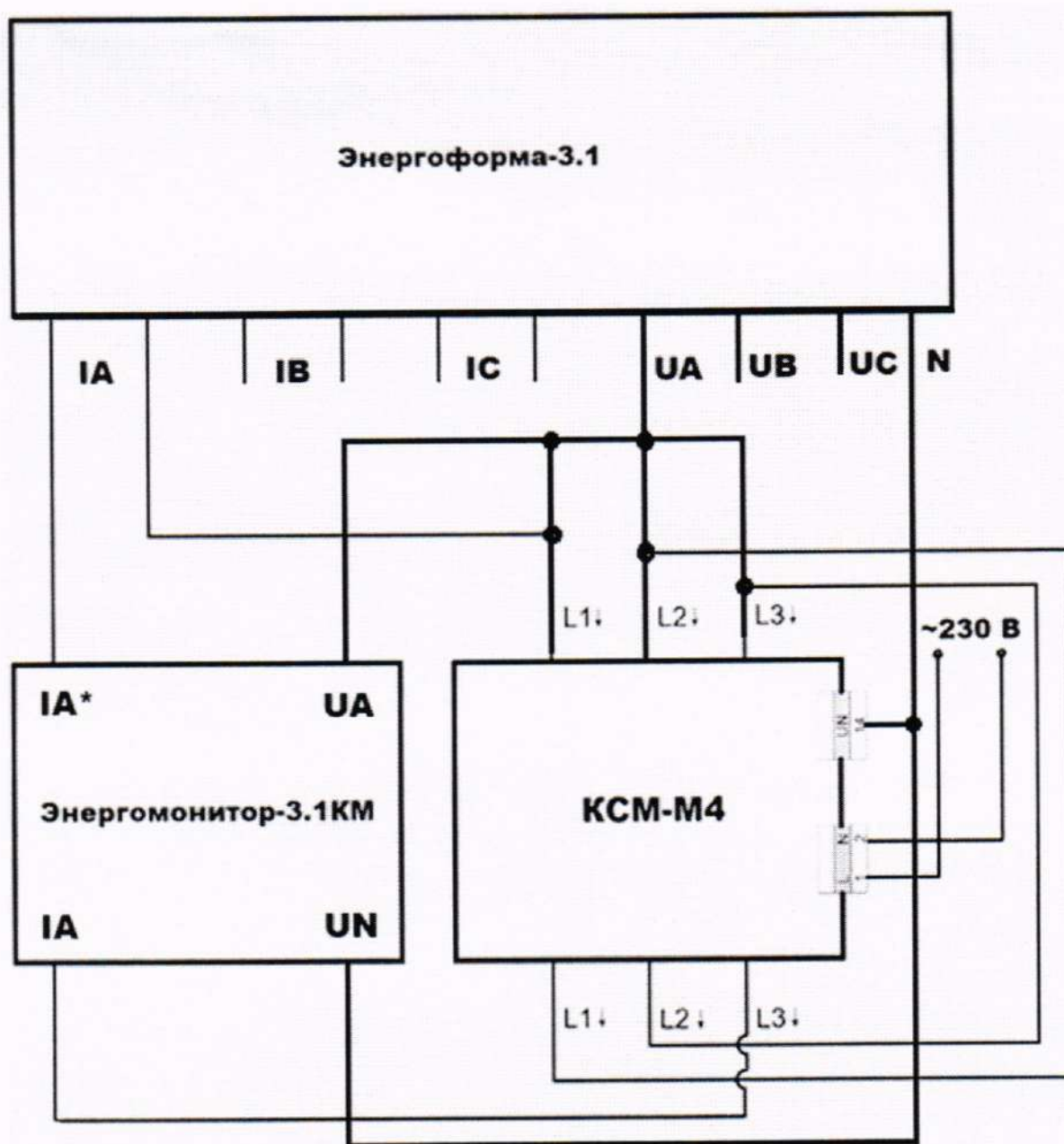


Рисунок А.4 – Схема при определении основной приведенной погрешности измерений электрической мощности (коэффициента мощности, электрической энергии) в диапазоне силы тока до 100 А включительно.

При определении погрешности измерений электрической энергии на индикатор импульсов поверяемого прибора КСМ закрепляется устройство УФС, кабель которого подключается к импульсному входу прибора Энергомонитор-3.1КМ

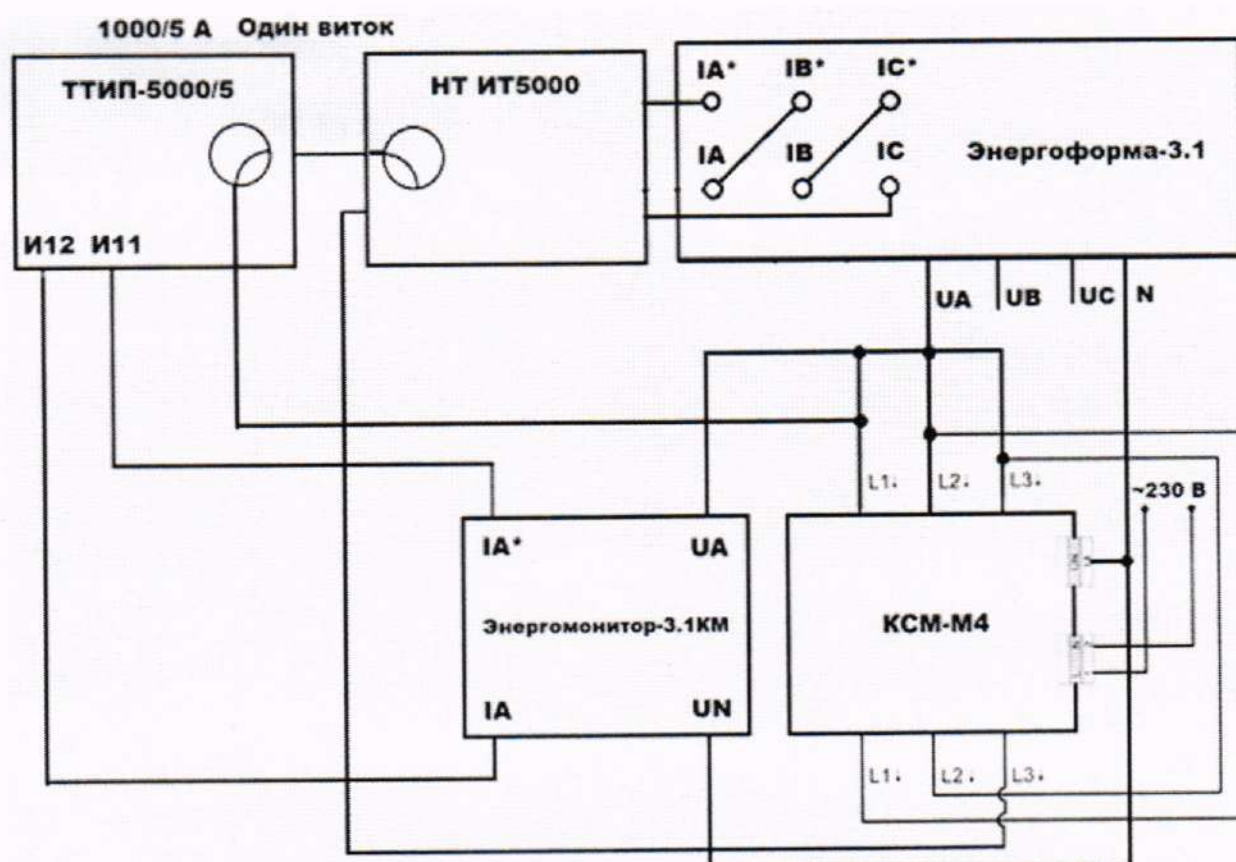


Рисунок А.5 – Схема при определении основной приведенной погрешности измерений электрической мощности (коэффициента мощности, электрической энергии) в диапазоне силы тока свыше 100 до 630 А включительно.

При определении погрешности измерений электрической энергии на индикатор импульсов поверяемого прибора КСМ закрепляется устройство УФС, кабель которого подключается к импульсному входу прибора Энергомонитор-3.1КМ