

Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии  
Уральский научно-исследовательский институт метрологии - филиал  
Федерального государственного унитарного предприятия  
«Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии  
им.Д.И.Менделеева»  
(УНИИМ - филиал ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»)

СОГЛАСОВАНО

Директор УНИИМ – филиала  
ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»



Е. П. Собина  
2023 г.

«ГСИ. Устройства измерительные для прогрузки первичным током  
РЕТОМ™-30КА. Методика поверки»

МП 87-26-2022

г. Екатеринбург  
2023 г.



**Разработана:** Уральским научно-исследовательским институтом метрологии (УНИИМ) - филиалом Федерального государственного унитарного предприятия «Всероссийский научно – исследовательский институт метрологии им. Д.И.Менделеева», г. Екатеринбург.

**Исполнители:** А.А. Ахмеев, Е.С. Оглобличева, А.М. Шабуров (УНИИМ - филиал ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»)

**Согласована:** Директором УНИИМ – филиала ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» в 2023 г.

**Введена взамен:** БРГА.441322.077 МП «ГСИ. Устройства измерительные для прогрузки первичным током РЕТОМ™-30КА. Методика поверки», разработанной и утвержденной Обществом с ограниченной ответственностью «Испытательный центр разработок в области метрологии» (ООО «ИЦРМ»), г. Москва, дата утверждения 02.04.2020 г.

## 1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на устройства измерительные для прогрузки первичным током РЕТОМ™-30КА (далее – устройства), выпускаемые Обществом с ограниченной ответственностью «Научно-производственное предприятие «Динамика» (ООО «НПП «Динамика»), г. Чебоксары, а также находящиеся в эксплуатации, и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверки.

1.2 В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в приложении А. Перечень рекомендуемых эталонных средств измерений и вспомогательного оборудования приведен в разделе 5. Рекомендуемая форма протокола поверки устройств приведена в приложении Б.

1.3 При проведении поверки должна обеспечиваться прослеживаемость устройства к Государственному первичному эталону единиц коэффициентов преобразования силы электрического тока ГЭТ 152-2023 согласно Государственной поверочной схеме для средств измерений коэффициентов преобразования силы электрического тока, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27 декабря 2018 г. № 2768 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений коэффициентов преобразования силы электрического тока» и к Государственному первичному эталону единиц времени, частоты и национальной шкалы времени ГЭТ 1-2022 согласно Государственной поверочной схеме для средств измерений времени и частоты, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26 сентября 2022 г. № 2360 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений времени и частоты».

1.4 В настоящей методике поверки реализована поверка косвенным методом и методом прямых измерений.

1.5 Первичная поверка проводится до ввода в эксплуатацию, а также после ремонта. Периодическая поверка проводится в процессе эксплуатации и хранения.

1.6 Допускается проведение периодической поверки меньшего числа измеряемых (воспроизводимых) величин или меньшего числа поддиапазонов измерений (воспроизведений) в соответствии с заявлением владельца устройств, с обязательным указанием информации об объеме проведенной поверки.

1.7 Допускается проведение поверки отдельных измерительных каналов устройства в соответствии с заявлением владельца устройств, с обязательным указанием в свидетельстве о поверке информации об объеме проведенной поверки при оформлении ее результатов согласно разделу 11 настоящей методики поверки.

## 2 Перечень операций поверки

2.1 При проведении поверки устройств выполняют следующие операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень операций поверки

Наименование операции	Обязательность проведения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр	Да	Да	пункт 7.2
Проверка сопротивления защитного соединения	Да	Да	пункт 7.3
Проверка электрического сопротивления изоляции	Да	Да	пункт 7.4
Проверка электрической прочности изоляции	Да	Нет	пункт 7.5
Опробование	Да	Да	пункт 7.6
Проверка программного обеспечения	Да	Да	раздел 8
Определение метрологических характеристик средства измерений	Да	Да	раздел 9
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	раздел 10

2.2 Последовательность проведения операций поверки обязательна.

2.3 При получении отрицательного результата в процессе выполнения любой из операций поверки устройство бракуют и его поверку прекращают.

## 3 \* Требования к условиям проведения поверки

3.1 Поверку устройств следует проводить в нормальных условиях:

- температура окружающего воздуха, °С  $20 \pm 5$
- относительная влажность воздуха, % 30 – 80 (без конденсации влаги)
- атмосферное давление, кПа (мм. рт. ст.) 84 – 106,7 (630 – 800)
- напряжение питающей сети  $U_{пит}$ , В  $380 \pm 38$
- частота питающей сети, Гц  $50 \pm 1$
- отсутствие вибрации, тряски, ударов, влияющих на работу устройств;
- отсутствие внешних электрических и магнитных полей, превышающих установленные нормы по электрооборудованию для измерения, управления и лабораторного при-  
менения;
- рабочее положение блоков – горизонтальное.

## 4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки допускают лица из числа сотрудников организаций, аккредитованных на право проведения поверки в соответствии с действующим законодательством РФ, изучившие настоящую методику поверки, руководства по эксплуатации на поверяемые устройства и применяемые средства поверки.

4.2 Лица, допускаемые к поверке устройства, должны иметь квалификационную группу по электробезопасности не ниже III.

## 5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки должны применяться средства измерений, перечисленные в таблице 2.

5.2 Эталоны, применяемые для поверки, должны быть поверены (аттестованы), средства измерений – поверены.

5.3 Вместо указанных в таблице 2 средств поверки допускается использовать другие аналогичные средства измерений, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице 2.

Таблица 2 – Метрологические и технические требования к средствам поверки

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
<p>Раздел 7 Внешний осмотр, подготовка к поверке и опробование средства измерений</p>	<p>Диапазоны измерений температуры и относительной влажности не менее требуемых по разделу 3</p>	<p>Термогигрометр электронный «CENTER» 313, рег. № 22129-09</p>
	<p>Диапазон измерений атмосферного давления не менее требуемых по разделу 3</p>	<p>Барометр-анероид метеорологический БАММ-1, рег. № 5738-76</p>
	<p>Диапазоны измерений параметров сети не менее требуемых по разделу 3</p>	<p>Измеритель электрических параметров качества, мощности и количества электрической энергии телеметрический LPW-305, рег. № 46877-11</p>
	<p>Диапазон измерений от 1 мОм до 1 Ом, пределы допускаемой погрешности <math>\pm 0,03</math> %</p>	<p>Миллиомметр Е6-25, рег. № 24970-03</p>
	<p>Диапазон измерений высокого напряжения переменного тока синусоидальной формы частотой 50 Гц от 500 до 2200 В, пределы допускаемой относительной основной погрешности <math>\pm 2</math> %; диапазон измерений высокого напряжения постоянного тока от 500 до 1000 В, пределы допускаемой относительной основной погрешности <math>\pm 2</math> %; пределы допускаемой относительной основной погрешности при измерении сопротивления изоляции <math>\pm 5</math> %</p>	<p>Устройство измерительное электрической прочности и сопротивления изоляции РЕТОМ™-6000, рег. № 44884-10</p>

Продолжение таблицы 2

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
	Рабочий эталон 2 разряда в соответствии с приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2768 от 27 декабря 2018 г. Номинальные значения первичного тока (15; 50; 100; 150; 200; 300; 600) А, номинальный вторичный ток 5 А, класс точности 0,2	Трансформатор тока УТТ-5М, рег. № 161-49
	Рабочий эталон 1 разряда в соответствии с приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2768 от 27 декабря 2018 г. Диапазон первичного тока (0,02 - 36) кА, номинальный коэффициент трансформации 200, пределы допускаемой относительной токовой погрешности $\pm 0,01\%$ , пределы допускаемой абсолютной угловой погрешности $\pm 1'$	Трансформатор тока измерительный лабораторный ТТИ-200, рег. № 37898-08
	Рабочие эталоны 2 разряда в соответствии с приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2768 от 27 декабря 2018 г. Номинальный ток (75, 750, 2000, 6000) А, класс точности 0,5	Шунты измерительные стационарные взаимозаменяемые 75ШИС, 75ШИСВ, 75ШИСВ.4, рег. № 29211-10
	Рабочий эталон 5 разряда в соответствии с приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2360 от 26 сентября 2022 г. Предел измерения интервалов времени 100000 мс	Измеритель параметров цифровой Ф291, рег. № 9223-83
	Рабочий эталон 2 разряда в соответствии с приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 668 от 17 марта 2022 г. Предел измерения переменного тока 3 А; Рабочий эталон 3 разряда в соответствии с приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 3457 от 30 декабря 2019 г. Предел измерения напряжения постоянного тока 1000 В	Мультиметр цифровой 34401А, рег. № 54848-13

Продолжение таблицы 2

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
<p>Раздел 9 Определение метрологических характеристик средства измерений</p>	<p>Рабочий эталон 2 разряда в соответствии с приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2768 от 27 декабря 2018 г. Номинальные значения первичного тока (15; 50; 100; 150; 200; 300; 600) А, номинальный вторичный ток 5 А, класс точности 0,2</p>	<p>Трансформатор тока УТТ-5М, рег. № 161-49</p>
	<p>Рабочий эталон 1 разряда в соответствии с приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2768 от 27 декабря 2018 г. Диапазон первичного тока (0,02 - 36) кА, номинальный коэффициент трансформации 200, пределы допускаемой относительной токовой погрешности <math>\pm 0,01</math> %, пределы допускаемой абсолютной угловой погрешности <math>\pm 1'</math></p>	<p>Трансформатор тока измерительный лабораторный ТТИ-200, рег. № 37898-08</p>
	<p>Рабочие эталоны 2 разряда в соответствии с приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2768 от 27 декабря 2018 г. Номинальный ток (75, 750, 2000, 6000) А, класс точности 0,5</p>	<p>Шунты измерительные стационарные взаимозаменяемые 75ШИС, 75ШИСВ, 75ШИСВ.4, рег. № 29211-10</p>
	<p>Рабочий эталон 5 разряда в соответствии с приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2360 от 26 сентября 2022 г. Предел измерения интервалов времени 100000 мс</p>	<p>Измеритель параметров цифровой Ф291, рег. № 9223-83</p>
	<p>Рабочий эталон 2 разряда в соответствии с приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 668 от 17 марта 2022 г. Предел измерения переменного тока 3 А; Рабочий эталон 3 разряда в соответствии с приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 3457 от 30 декабря 2019 г. Предел измерения напряжения постоянного тока 1000 В</p>	<p>Мультиметр цифровой 34401А, рег. № 54848-13</p>

## **6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки**

6.1 При проведении поверки необходимо соблюдать требования безопасности, предусмотренные «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей», «Правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок», ГОСТ 12.2.007.0-75, ГОСТ 12.1.019-2017, ГОСТ 22261-94, указаниями по безопасности, изложенными в эксплуатационной документации на устройства и технической документации на применяемые эталонные средства измерения и вспомогательное оборудование.

6.2 Средства поверки, которые подлежат заземлению, должны быть надежно заземлены. Подсоединение зажимов защитного заземления к контуру заземления должно производиться ранее других соединений, а отсоединение – после всех отсоединений.

6.3 Внешние подключения следует производить согласно схемам подключения устройств при отключенных источниках сигналов.

## **7 Внешний осмотр, подготовка к поверке и опробование средства измерений**

### **7.1 Подготовка к поверке**

7.1.1 Перед проведением поверки необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

- провести контроль условий поверки с помощью термогигрометра, барометра и прибора контроля показателей качества электрической энергии, указанных в таблице 2 в соответствии с разделом 3;

- провести технические и организационные мероприятия по обеспечению безопасности проводимых работ в соответствии с действующими положениями ГОСТ 12.2.007.0-75;

- выдержать устройства в условиях окружающей среды, указанных в разделе 3 настоящей методики поверки, не менее 4 ч, если они находились в климатических условиях, отличающихся от указанных в разделе 3;

- подготовить к работе средства поверки в соответствии с эксплуатационной документацией на средства поверки.

### **7.2 Внешний осмотр**

7.2.1 Проверить соответствие комплектности перечню, указанному в эксплуатационной документации. Проверить наличие кабелей из комплекта поставки, необходимых для проведения поверки.

7.2.2 Проверить целостность корпуса и отсутствие видимых механических повреждений, отсутствие обрывов и нарушения изоляции кабелей и жгутов.

7.2.3 Проверить внутри устройства отсутствие посторонних предметов или незакрепленных деталей (не должно быть постороннего шума при манипуляциях с устройством (поступательные, вращательные движения)).

7.2.4 Проверить выключатель питания «Сеть» на возможность его переключения. Проверить органы управления на работоспособность (возможность переключения, нажатия согласно руководству по эксплуатации).

7.2.5 При обнаружении несоответствий хотя бы по одному из пунктов 7.2.1-7.2.4 устройство не допускается к дальнейшей поверке.

Результат внешнего осмотра считается положительным, если выполняются все вышеуказанные требования.

### **7.3 Проверка сопротивления защитного соединения**

7.3.1 Сопротивление защитного соединения блока регулировочного следует проверять между клеммой заземления и металлическими частями корпуса, которые могут оказаться под напряжением.

7.3.2 Сопротивление защитного соединения блоков трансформаторных, блока выпрямительного следует проверять между контактом «земля» вилки сетевого шнура и металлическими частями корпуса, которые могут оказаться под напряжением.

Измерение проводить с помощью миллиомметра Е6-25.

7.3.3 Результаты проверки сопротивления защитного заземления считаются удовлетворительными, если сопротивление защитного соединения не превышает 0,1 Ом.

### **7.4 Проверка электрического сопротивления изоляции**

7.4.1 Проверку электрического сопротивления изоляции блоков проводить при выключенном питании при помощи устройства измерительного электрической прочности и сопротивления изоляции РЕТОМ<sup>™</sup>-6000 (далее по тексту – РЕТОМ<sup>™</sup>-6000). Проверяемые цепи и значение испытательного напряжения постоянного тока приведены в таблице 3.

7.4.2 При проведении проверки следует закоротить контакты внутри группы между собой:

- контакты вилки сетевого шнура (кроме контакта заземления);
- выводы розеток БТ1 и БТ2 для подключения трансформаторных блоков (кроме контактов заземления);
- контакты вилок для подключения блока трансформаторного/выпрямительного к блоку регулировочному (кроме контакта заземления);
- входы/выходы (клеммы) в каждой группе проверяемых цепей устройств.

7.4.3 Результаты проверки электрического сопротивления изоляции считаются удовлетворительными, если сопротивление изоляции не менее 20 МОм.

Таблица 3 – Значения испытательного напряжения

Электрическая цепь устройства	Испытательное напряжение, В			
	для измерения электрической прочности изоляции (переменное)			для измерения сопротивления изоляции относительно корпуса (постоянное)
	относительно корпуса	относительно сети	относительно друг друга	
<b>Блок регулировочный</b>				
Сеть	2200	–	–	1000
Вход «Измеритель»	500	500	–	500
Вход «Секундомер»	2000	2000	–	1000
<b>Блок трансформаторный</b>				
Сеть	2200	–	–	1000
Силовые выходы	500	2200	500	500
<b>Блок выпрямительный</b>				
Сеть	2200	–	–	1000
Выходные контакты	500	2200	–	500

Примечание – «Сеть» - контакты вилки сетевого шнура блока регулировочного/трансформаторного/выпрямительного (кроме контактов заземления); «корпус» - клемма защитного заземления блока регулировочного, контакт заземления вилки для подключения блока трансформаторного/выпрямительного к блоку регулировочному.

### **7.5 Проверка электрической прочности изоляции**

7.5.1 Проверку электрической прочности изоляции проводить при помощи РЕТОМ™-6000. Сетевой выключатель устройств должен находиться в положение «Вкл».

Проверяемые цепи и значения испытательного напряжения переменного тока приведены в таблице 3.

7.5.2 При проведении испытаний следует закоротить контакты внутри группы между собой:

- контакты вилки сетевого шнура (кроме контакта заземления);
- выводы розеток БТ1 и БТ2 для подключения трансформаторных блоков (кроме контактов заземления);
- контакты вилок для подключения блока трансформаторного/выпрямительного к блоку регулировочному (кроме контакта заземления);
- входы/выходы (клеммы) в каждой группе проверяемых цепей устройств.

7.5.3 Результаты проверки электрической прочности изоляции считаются удовлетворительными, если во время испытаний не произошло пробоя или перекрытия изоляции.

## 7.6 *Опробование*

**Перед проведением проверки устройств необходимо ознакомиться с руководством по эксплуатации устройств БРГА.441322.077 РЭ.**

7.6.1 При опробовании проверяется работоспособность блоков регулировочных и трансформаторных/выпрямительных устройства в соответствии с руководством по эксплуатации БРГА.441322.077 РЭ.

7.6.2 При наличии двух трансформаторных блоков опробование проводить поочередно для каждого трансформаторного блока.

При подготовке к работе необходимо выполнить следующие действия:

- произвести заземление регулировочного блока;
- подключить блок трансформаторный/выпрямительный к регулировочному блоку;
- подключить пульт дистанционного управления к блоку регулировочному (разъем расположен на передней панели блока).

Примечание – Работа устройств связана с выдачей больших токов, которые генерируют электромагнитные поля, вредные для здоровья человека при продолжительном воздействии. Поэтому, при выдаче тока в течение 1 с и более, при запуске и отключении тока следует использовать пульт дистанционного управления и находиться при этом на расстоянии 3 – 5 м от схемы испытания.

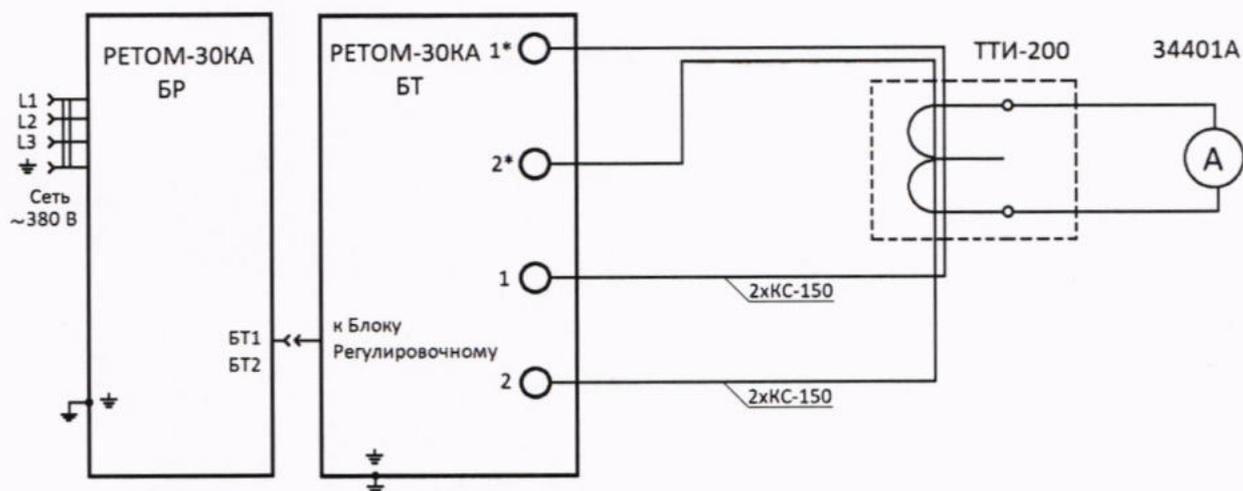
7.6.3 Проверка выходного тока для исполнения РЕТОМ™-30КА с блоками трансформаторными

Проверку выходного переменного тока проводить в следующей последовательности:

1) Собрать схему согласно рисунку 1а. В качестве эталонных средств измерений использовать трансформатор тока измерительный лабораторный ТТИ-200 (далее по тексту – ТТИ-200) и мультиметр цифровой 34401А (далее по тексту – 34401А).

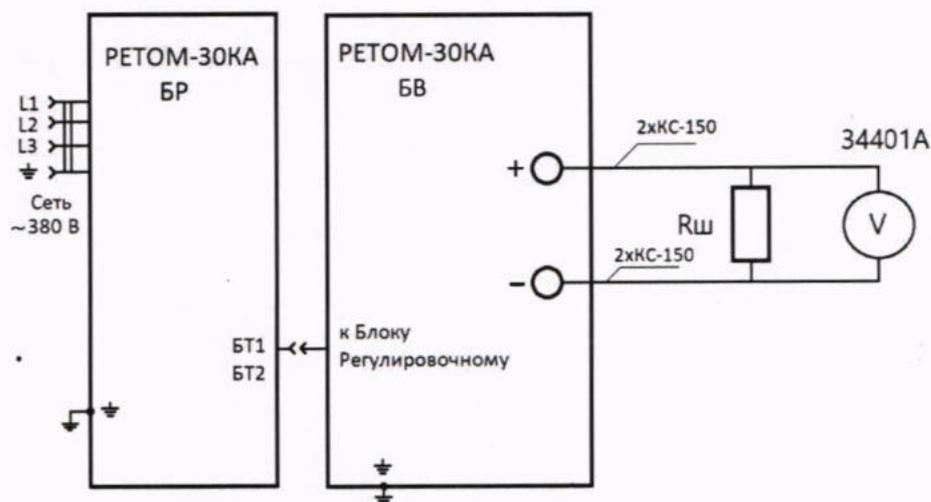
2) Настроить мультиметр цифровой 34401А:

- выбрать режим измерения переменного тока (*AC I*);
- переключить в режим ожидания выдачи сигнала (*TRIG MENU*), для этого необходимо нажать на кнопку «Shift», далее «Recall» - 3 раза;
- установить нулевую задержку (*TRIG DELAY -> ZERO DELAY*) для этого выбрать режим «TRIG DELAY» (поочередно нажать на кнопки «V» «>») и перейти к его параметрам нажатием кнопки «V». Для установки нулевой задержки нажать кнопку «<», при этом на экране начинает мигать параметр «mSEC», нажать два раза на кнопку «V», на экране появляется параметр «ZERO DELAY», выбираем его нажатием кнопки «Enter»;
- установить полосу чувствительности 0,1 % (*0,1 PERCENT*), для этого поочередно нажать на кнопки «Shift», «Recall» и «V», кнопкой «<» установить «0,1 PERCENT», что равно 0,1 %;
- чтобы при каждом измерении показания фиксировались, необходимо на индикаторе прибора выбрать функцию удерживания показаний, для этого поочередно нажать на кнопки: «Shift» и «Hold»;



БР – блок регулировочный;  
 БТ – блок трансформаторный

а) для исполнения RETOM™-30КА с блоками трансформаторными



БР – блок регулировочный;  
 БТ – блок выпрямительный

б) для исполнения RETOM™-30КА с блоком выпрямительным

Рисунок 1 – Схема подключения для опробования

- 3) Включением выключателя «Сеть» подать напряжение питания 380 В;
- 4) Установить выдаваемый ток 500 А и время выдачи 1 секунду. Выбрать в меню устройства схему «2 обмотки параллельно».

5) Нажать кнопку «Пуск/Стоп» (кнопка доступна как на лицевой панели блока регулировочного, так и на пульте дистанционном). После прочтения предупреждения о выдаче больших токов повторно нажать кнопку «Пуск/Стоп», после чего будет произведена выдача тока. На индикаторе устройства зафиксировается значение выдаваемого тока.

6) Действительное значение силы переменного тока определить расчетным путем по формуле

$$I_{расч} = I_{эт} \cdot k_{тр}, \quad (1)$$

где

$I_{эт}$  – выходной ток трансформатора (по показаниям мультиметра цифровой 34401A), А

$k_{mp}$  – коэффициент трансформации трансформатора:  $k_{mp} = k_{TI} = 200$  (рисунок 1).

7) Убедиться исходя из действительного значения (расчетного) силы переменного тока, что значение выдаваемого тока укладывается в допустимый диапазон с погрешностью не более  $\pm 10\%$ .

8) По окончании проверки устройство выключить.

9) Для исполнения РЕТОМ™-30КА с двумя блоками трансформаторными проверку выполнять для каждого блока трансформаторного.

Результаты опробования считаются удовлетворительными, если выполняются все вышеперечисленные требования.

7.6.4 Проверка выходного тока для исполнения РЕТОМ™-30КА с блоком выпрямительным

Проверку выходного постоянного тока проводить в следующей последовательности:

1) Собрать схему согласно рисунку 1б. В качестве эталонных средств измерений использовать шунт измерительный стационарный взаимозаменяемый 75ШИС-6000А-0,5 и мультиметр цифровой 34401А.

2) Настроить мультиметр цифровой 34401А:

- выбрать режим измерения постоянного напряжения (*DC U*);

- переключить в режим ожидания выдачи сигнала (*TRIG MENU*), для этого необходимо нажать на кнопку «Shift», далее «Recall» - 3 раза;

- установить нулевую задержку (*TRIG DELAY -> ZERO DELAY*), для этого выбрать режим «TRIG DELAY» (поочередно нажать на кнопки «V» «>») и перейти к его параметрам нажатием кнопки «V». Для установки нулевой задержки нажать кнопку «<», при этом на экране начинает мигать параметр «mSEC», нажать два раза на кнопку «V», на экране появляется параметр «ZERO DELAY», выбираем его нажатием кнопки «Enter»;

- установить полосу чувствительности 1 % (*1 PERCENT*), для этого поочередно нажать на кнопки «Shift», «Recall» и «V», кнопкой «<» установить «1 PERCENT», что равно 1 %;

3) Включением выключателя «Сеть» подать напряжение питания 380 В;

4) Выбрать в меню «Одиночная проверка» пункт «Блок выпрямительный». Установить выдаваемый ток 3000 А и время выдачи 1 секунду.

5) Нажать кнопку «Пуск/Стоп» (кнопка доступна как на лицевой панели блока регулируемого, так и на пульте дистанционном). После прочтения предупреждения о выдаче больших токов повторно нажать кнопку «Пуск/Стоп», после чего будет произведена выдача тока.

Сразу после начала выдачи сигнала на мультиметре цифровом 34401А нажать кнопку «Single Trig». По данной команде мультиметр начнет измерения и после того, как измеренные значения уложатся в границы 1 %, он выдаст среднее значение, которое зафиксируется на экране мультиметра.

6) Действительное значение силы постоянного тока определить расчетным путем по формуле

$$I_{расч} = \frac{U_{эт}}{R_{ш}}, \quad (2)$$

где

$U_{эт}$  – напряжение на шунте (по показаниям мультиметра цифровой 34401А), В;

$R_{ш}$  – величина сопротивления шунта 75ШИС-6000А-0,5, Ом.

7) Убедиться исходя из действительного значения (расчетного) силы постоянного тока, что значение выдаваемого тока укладывается в допустимый диапазон с погрешностью не более  $\pm 10\%$ .

8) По окончании проверки устройство выключить.  
Результаты опробования считаются положительными если выполняются все вышеперечисленные требования.

## **8 Проверка программного обеспечения**

8.1 Встроенное программное обеспечение (далее по тексту – ПО) подтверждается определением идентификационного наименования и версии ПО.

Для определения идентификационного наименования и номера версии ПО проверяют информацию, отображаемую на индикаторе устройств (Меню → Настройки → Версия ПО).

8.2 Результат подтверждения соответствия ПО считают положительным, если идентификационное наименование и номер версии программного обеспечения соответствуют данным, указанным в таблице А.2 Приложения А.

## 9 Определение метрологических характеристик средства измерений

### 9.1 Общие указания при определении метрологических характеристик устройств

Перед проведением поверки устройств необходимо ознакомиться с руководством по эксплуатации БРГА.441322.077 РЭ.

Проверяемые параметры и режимы измерений выбираются согласно руководству по эксплуатации БРГА.441322.077 РЭ.

Описание и принцип действия основных измерительных узлов устройств приведены в руководстве по эксплуатации БРГА.441322.077 РЭ.

Определение погрешностей воспроизведений (измерений) силы переменного тока, измерений интервала времени проводят методом непосредственного сличения путем сопоставления показаний эталонного средства измерения с показаниями устройств.

Определение погрешностей воспроизведений силы постоянного тока проводят косвенным методом.

Результаты измерений заносят в протокол поверки. Рекомендуемая форма протокола приведена в Приложении Б.

Для удобства проведения поверки устройств в меню имеется пункт «Поверка».

### 9.2 Определение основной абсолютной погрешности воспроизведений силы переменного тока, основной абсолютной погрешности измерений силы переменного тока с помощью датчика тока

Определение основной абсолютной погрешности воспроизведений силы переменного тока в диапазоне от 30 до 15000 А (для исполнения РЕТОМ™-30КА с одним блоком трансформаторным), основной абсолютной погрешности воспроизведений силы переменного тока в диапазоне от 30 до 30000 А (для исполнения РЕТОМ™-30КА с двумя блоками трансформаторными), и основной абсолютной погрешности измерений силы переменного тока с помощью датчика тока (при наличии датчика тока измерительного в комплектности) проводить в следующей последовательности:

1) Собрать схему согласно рисунку 2 (рисунок 2а – при воспроизведении (измерении) силы переменного тока от 30 до 500 А; рисунок 2б – для исполнения РЕТОМ™-30КА с одним блоком трансформаторным, при воспроизведении (измерении) силы переменного тока свыше 500 до 15000 А; рисунок 2в – для исполнения РЕТОМ™-30КА с двумя блоками трансформаторными, при воспроизведении (измерении) силы переменного тока свыше 500 до 30000 А).

Примечание – Датчик тока измерительный подключается при наличии в комплектности.

2) Настроить мультиметр цифровой 34401А:

- выбрать режим измерения переменного тока (*AC I*);
- переключить в режим ожидания выдачи сигнала (*TRIG MENU*);
- установить нулевую задержку (*TRIG DELAY -> ZERO DELAY*);
- установить полосу чувствительности 0,1 % (*0,1 PERCENT*);
- для фиксации показаний при каждом измерении включать функцию удержания показаний (*HOLD*).

Примечание – Подробно настройка мультиметра описана в пункте 7.6.3.

3) Включить устройство, выбрать в меню режим «Поверка». Затем выбрать:

- пункт «1БТ» - для исполнения РЕТОМ™-30КА с одним блоком трансформаторным,
- пункт «2БТ» - для исполнения РЕТОМ™-30КА с двумя блоками трансформаторными.

4) Проверку проводить в контрольных точках согласно таблице Б.1 Приложения Б (проверяемые точки свыше 15000 А только для исполнения РЕТОМ-30КА с двумя блоками трансформаторными).

5) Выдать ток, соответствующий проверяемой точке (графа «Проверяемая точка, А» таблицы Б.1 Приложения Б), время выдачи тока в режиме «Проверка» установлено равным 1 с.

6) Зафиксировать показания мультиметра цифрового 34401А, показания устройства РЕТОМ™-30КА (значения силы переменного тока воспроизведенное и измеренное с помощью датчика тока) соответственно в графы «Показания эталона, А», «Показания поверяемого СИ (воспр.), А», «Показания поверяемого СИ (ДТ), А» таблицы Б.1 Приложения Б.

Примечание – При отсутствии датчика тока в комплектности РЕТОМ™-30КА графа «Показания поверяемого СИ (ДТ), А» таблицы Б.1 Приложения Б не заполняется.

7) Действительное значение силы переменного тока определить расчетным путем по формуле (1), приведенной в разделе 7,

где

$k_{mp}$  – коэффициент трансформации трансформатора:  $k_{mp} = k_{T1} = 200$  (рисунок 2а),  $k_{mp} = k_{T1} * k_{T2} = 200 * 200 / 5 = 8000$  (рисунок 2б и рисунок 2в до 24 кА),  $k_{mp} = k_{T1} * k_{T2} = 200 * 300 / 5 = 12000$  (рисунок 2в свыше 24 кА).

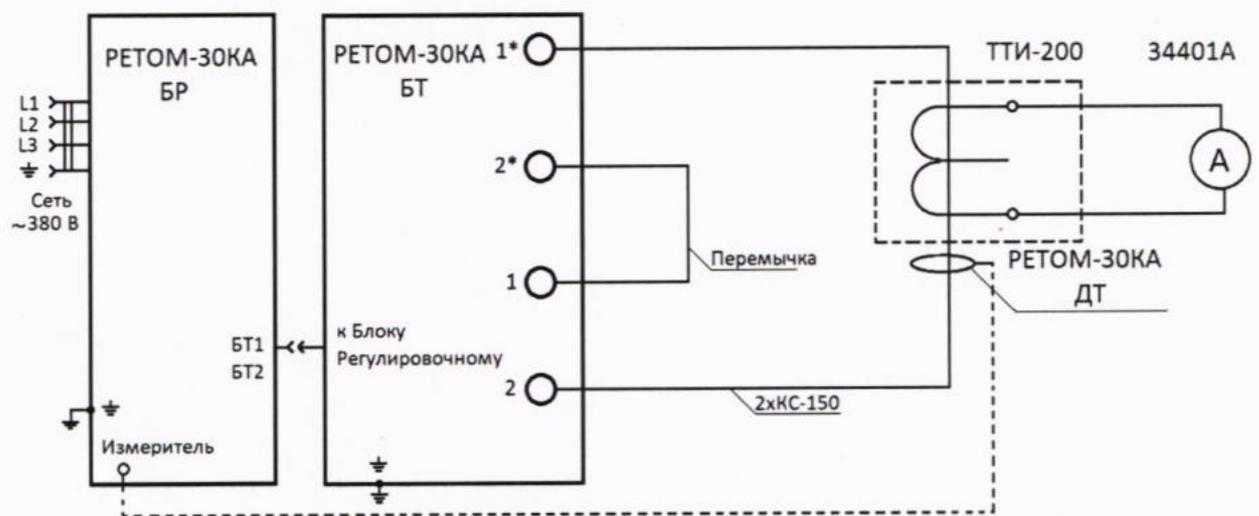
Полученное значение занести в графу «Действ. знач. (расчетн.) силы тока, А» таблицы Б.1 Приложения Б.

8) Рассчитать основную абсолютную погрешность по формуле (3), приведенной в разделе 10.

9) Определение погрешности проводить для каждой проверяемой точки путем сравнения действительных значений (расчетных) силы переменного тока с показаниями поверяемого устройства.

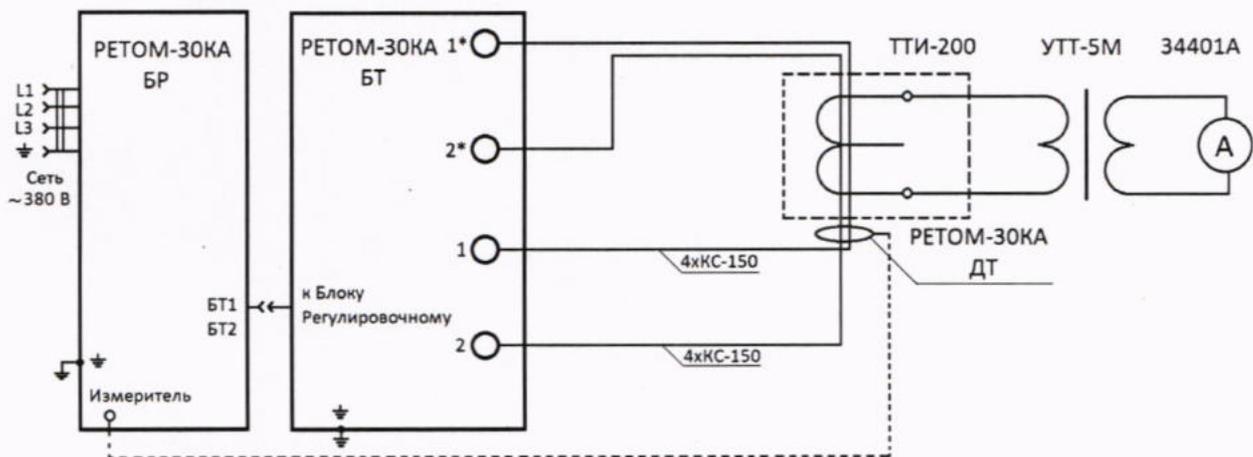
10) По окончании проверки устройство выключить.

Результаты проверки считаются положительными, если полученные значения погрешностей не превышают пределов, приведенных в приложении А.

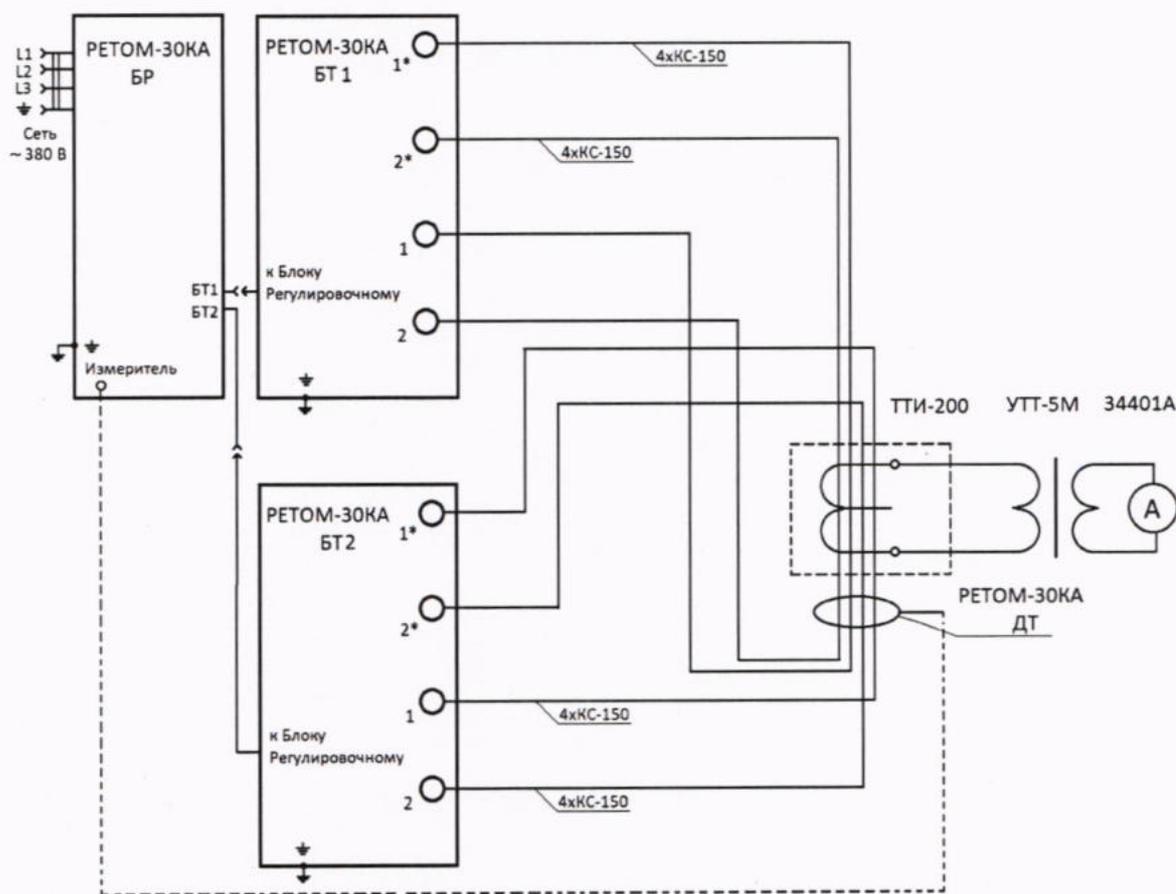


Примечание – Для исполнения РЕТОМ™-30КА с двумя блоками трансформаторными измерения по схеме выполнять для любого блока трансформаторного.

а) при воспроизведении (измерении) силы переменного тока от 30 до 500 А



б) при воспроизведении (измерении) силы переменного тока свыше 500 до 15000 А  
(для исполнения РЕТОМ™-30КА с одним блоком трансформаторным)



ВНИМАНИЕ! До 24000 А  $k_{Т2} = k_{УТТ-5М} = 200/5$ , свыше 24000 А  $k_{Т2} = k_{УТТ-5М} = 300/5$

в) при воспроизведении (измерении) силы переменного тока свыше 500 до 30000 А  
(для исполнения РЕТОМ™-30КА с двумя блоками трансформаторными)

БР – блок регулировочный  
БТ – блок трансформаторный  
ДТ – датчик тока измерительный

Рисунок 2 – Схемы подключения для определения основной абсолютной погрешности воспроизведений силы переменного тока и основной абсолютной погрешности измерений силы переменного тока с помощью датчика тока

### 9.3 Определение абсолютной погрешности измерений интервалов времени

Определение абсолютной погрешности измерений временных интервалов проводится в следующей последовательности:

1) Собрать схему согласно рисунку 3. В качестве миллисекундомера (эталонного средства измерений) использовать измеритель параметров реле Ф291 (далее по тексту – Ф291).

2) Настроить режим работы Ф291: переключатель «РЕЖИМ 1» – включено; переключатель «РАЗН» – включено; переключатель «ВИБР» – включено; переключатель «100» – включено при измерении секундных интервалов.

3) Нажать кнопку «Сброс» на Ф291.

4) Включить устройство, выбрать в меню режим «Проверка», пункт «Секундомер».

5) Проверку проводить в контрольных точках согласно таблице Б.2 Приложения Б.

6) Включить тумблер «Пуск» на Ф291. Замкнуть внешнюю кнопку «S1» на время, соответствующее интервалу времени, указанному в таблице Б.2 Приложения Б.

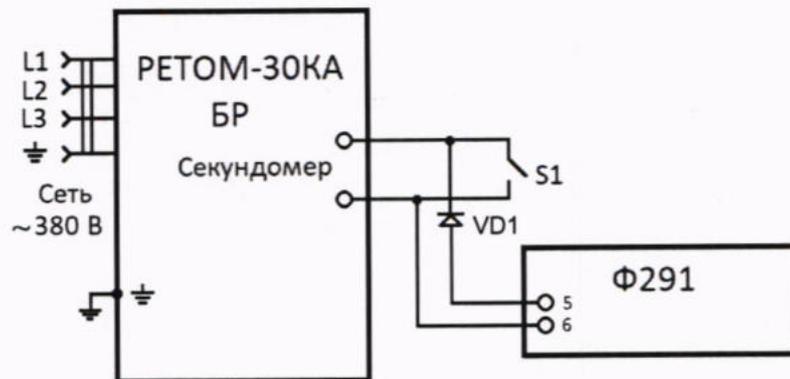
7) После размыкания внешней кнопки «S1», зафиксировать показания устройства и эталонного средства измерений (Ф291) и записать соответственно в графы «Показания поверяемого СИ, мс(с)» и «Показания эталона, мс(с)» таблицы Б.2 Приложения Б.

8) После каждого измерения сбросить показания: на Ф291 с помощью кнопки «Сброс», на устройстве нажатием кнопки «Сброс» на индикаторе.

9) Повторить пункты 6-8 для каждой проверяемой точки, указанной в таблице Б.2 Приложения Б.

10) Рассчитать абсолютную погрешность по формуле (3), приведенной в разделе 10.

Результаты проверки считаются положительными, если полученные значения погрешностей не превышают пределов, приведенных в приложении А.



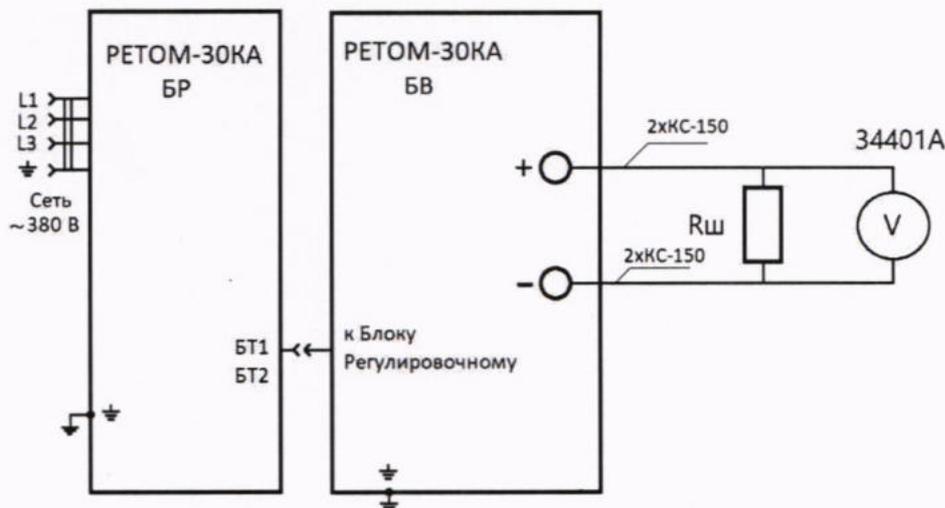
S1 – кнопка-тумблер бездребезговая с одной группой контактов  
VD1 – диод, типа UF4004

Рисунок 3 – Схема подключения для определения абсолютной погрешности измерений интервалов времени

#### 9.4 Определение основной приведенной погрешности воспроизведений силы постоянного тока

Определение основной приведенной погрешности воспроизведений силы постоянного тока в диапазоне от 60 до 6000 А (для исполнения РЕТОМ™-30КА с блоком выпрямительным) проводить в следующей последовательности:

- 1) Собрать схему согласно рисунку 4.



БР – блок регулировочный

БВ – блок выпрямительный

Rш – шунт измерительный стационарный взаимозаменяемый:

75ШИСВ-75А-0,5 для точки 60 А;

75ШИСВ-750А-0,5 для точки 750 А;

75ШИСВ-2000А-0,5 для точки 2000 А;

75ШИС-6000А-0,5 для точек 3000 и 6000 А

Рисунок 4 – Схемы подключения для определения основной приведенной погрешности воспроизведений силы постоянного тока

- 2) Настроить мультиметр цифровой 34401А:

- выбрать режим измерения постоянного напряжения (*DC U*);
- переключить в режим ожидания выдачи сигнала (*TRIG MENU*);
- установить нулевую задержку (*TRIG DELAY -> ZERO DELAY*);
- установить полосу чувствительности 1 % (*1 PERCENT*);

Примечание – Подробно настройка мультиметра описана в пункте 7.6.4.

- 3) Включить устройство, выбрать в меню режим «Одиночная проверка». Затем выбрать пункт «Блок выпрямительный» (для исполнения РЕТОМ™-30КА с блоком выпрямительным).

- 4) Проверку проводить в контрольных точках согласно таблице Б.3 Приложения Б.

- 5) Время выдачи тока установить равным 1 с.

- 6) Выдать ток, соответствующий проверяемой точке (графа «Проверяемая точка, А» таблицы Б.3 Приложения Б).

- 7) Зафиксировать показания мультиметра цифрового 34401А (значения падения напряжения на шунте), показания устройства РЕТОМ™-30КА (значения силы постоянного тока воспроизведенное) соответственно в графы «Показания эталона, В», «Показания поверяемого СИ (воспр.), А» таблицы Б.3 Приложения Б.

Примечание – После начала выдачи сигнала на мультиметре цифровом 34401А нажать кнопку «Single Trig» (нажимать при каждом последующем измерении). По данной команде мультиметр начнет измерения и после того, как измеренные значения уложатся в границы 1 %, он выдаст среднее значение, которое зафиксируется на экране.

8) Действительное значение силы постоянного тока определить расчетным путем по формуле (2), приведенной в разделе 7.

Полученное значение занести в графу «Действ. знач. (расчетн.) силы тока, А» таблицы Б.3 Приложения Б.

9) Рассчитать основную приведенную погрешность по формуле (4), приведенной в разделе 10.

10) Определение погрешности проводить для каждой проверяемой точки путем сравнения действительных значений (расчетных) силы постоянного тока с показаниями поверяемого устройства.

11) По окончании проверки устройство выключить.

Результаты проверки считаются положительными, если полученные значения погрешностей не превышают пределов, приведенных в приложении А.

## 10 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1 При проведении поверки устройства в нормальных условиях согласно п. 3.1 полученные оценки погрешности сравниваются со значением предела допускаемых значений погрешности и положительное либо отрицательное решение по результатам поверки принимается по результатам этого сравнения.

10.2 Определение пределов допустимых показаний поверяемого устройства при воспроизведении (измерении) силы переменного тока, воспроизведении силы постоянного тока и измерении интервалов времени

10.2.1 Абсолютная погрешность воспроизведений (измерений) силы переменного тока, измерения интервалов времени определяется по формуле

$$\Delta = X_{изм} - X_{\partial}, \quad (3)$$

где  $X_{\partial}$  – действительное (расчетное) значение воспроизводимой величины (по показаниям эталонного средства измерения);

$X_{изм}$  – воспроизведенное (измеренное) значение величины (по показаниям поверяемого устройства).

10.2.2 Приведенная погрешность воспроизведения силы постоянного тока определяется по формуле

$$\gamma = \frac{|X_{\partial} - X_{изм}|}{X_n} \cdot 100\% \quad (4)$$

где  $X_{\partial}$  – действительное (расчетное) значение воспроизводимой величины (по показаниям эталонного средства измерения);

$X_{изм}$  – воспроизведенное (измеренное) значение величины (по показаниям поверяемого устройства);

$X_n$  – нормирующее значение проверяемого параметра (верхнее значение диапазона воспроизведений силы постоянного тока).

10.2.3 Для каждой проверяемой точки вычисляют граничные значения параметров поверяемого устройства по формулам:

а) при воспроизведении (измерении) силы переменного тока

$$X_i^{ниж} = X_{\partial i} - \Delta_i^{\text{допуск}}; \quad X_i^{\text{верх}} = X_{\partial i} + \Delta_i^{\text{допуск}}; \quad (5)$$

$$\Delta_i^{\text{допуск}} = aX_{\partial i} + bX_n; \quad (6)$$

б) при измерении интервалов времени

$$X_i^{ниж} = X_{\partial i} - \Delta_i^{\text{допуск}}; \quad X_i^{\text{верх}} = X_{\partial i} + \Delta_i^{\text{допуск}}; \quad (7)$$

$$\Delta_i^{\text{допуск}} = b; \quad (8)$$

в) при воспроизведении силы постоянного тока

$$X_i^{ниж} = X_{\partial i} - \Delta_i^{\text{допуск}}; \quad X_i^{\text{верх}} = X_{\partial i} + \Delta_i^{\text{допуск}}; \quad (9)$$

$$\Delta_i^{\text{допуск}} = \frac{\gamma}{100\%} \cdot X_n \quad (10)$$

где  $X_i^{ниж}$ ,  $X_i^{верх}$  – соответственно нижняя и верхняя граница допускаемых показателей значения величины параметра  $i$ -ой проверяемой точки;

$\Delta_i^{допуск}$  – допускаемое отклонение величины проверяемого параметра от действительного (расчетного) значения в  $i$ -ой проверяемой точке в абсолютных величинах;

$X_{di}$  – действительное (расчетное) значение величины проверяемого параметра в  $i$ -ой проверяемой точке (по показаниям эталонного средства измерения);

$a$ ,  $b$  – коэффициенты, определяющие погрешность в виде  $a \cdot x + b \cdot X_k$  (указаны в таблице А.1 Приложения А);

$X_k$  – конечное значение диапазона воспроизведений (измерений);

$\gamma$  – допустимое значение приведённой погрешности (указано в таблице А.1 Приложения А);

$X_n$  – нормирующее значение проверяемого параметра (верхнее значение диапазона воспроизведений силы постоянного тока).

10.3 Регистрируют значение  $x_i$ , соответствующее максимальному отклонению от установленного значения проверяемой точки (наблюдают 4-5 показаний), при этом следует отбросить явно ошибочные измерения случайного характера, не связанные с систематической погрешностью.

Если по результатам измерений по 9.2 – 9.4 выполняется одно (любое) из неравенств:

$$x_i < X_i^{ниж} \text{ или } x_i > X_i^{верх}, \quad (11)$$

то результаты поверки считают отрицательными. В противном случае **результаты поверки устройства считаются положительными.**

## 11 Оформление результатов поверки

11.1 В ходе поверки оформляют протокол поверки, отражающий выполнение процедур по пунктам разделов 7 – 10 и их результаты, форма протокола приведена в приложении Б.

11.2 При проведении поверки в сокращенном объеме в соответствии с заявлением владельца устройства в сведениях о поверке указывается информация, для каких измерительных каналов, измеряемых величин, поддиапазонов измерений выполнена поверка.

11.3 При положительных результатах поверки устройство признают пригодным к применению. Нанесение знака поверки на средство измерений не предусмотрено.

11.4 При отрицательных результатах поверки устройство признают непригодным к применению.

11.5 По заявлению владельца устройства при положительных результатах поверки оформляется свидетельство о поверке, при отрицательных – извещение о непригодности.

11.6 Сведения о результатах поверки передают в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с установленным порядком. В сведениях о результатах поверки приводят данные об объеме проведенной поверки и о составе поверенного средства измерений.

Разработчики:

Заведующий отделом 26  
УНИИМ – филиал ФГУП  
«ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»

  
А.А. Ахмеев

Ведущий инженер отдела 26  
УНИИМ – филиал ФГУП  
«ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»

  
Е.С. Оглобличева

Ведущий инженер отдела 26  
УНИИМ – филиал ФГУП  
«ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»

  
А.М. Шабуров

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

(справочное)

### Метрологические характеристики устройств

Таблица А.1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение	
Воспроизведение силы переменного тока		
Диапазоны воспроизведений силы переменного тока при частоте 50 Гц, А	от 30 до 300 включ. св. 300 до 3000 включ. св. 3000 до 30000	
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности воспроизведений силы переменного тока при частоте 50 Гц, А <sup>1)</sup>	$\pm(0,02 \cdot x + 0,005 \cdot X_k)$	
Измерение силы воспроизводимого переменного тока с помощью датчика тока		
Диапазоны измерений силы переменного тока при частоте 50 Гц, А	от 30 до 300 включ. св. 300 до 3000 включ. св. 3000 до 30000	
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений силы переменного тока при частоте 50 Гц, А <sup>1)</sup>	$\pm(0,02 \cdot x + 0,005 \cdot X_k)$	
Воспроизведение силы постоянного тока		
Диапазон воспроизведений силы постоянного тока, А	от 60 до 6000	
Пределы допускаемой основной приведенной погрешности воспроизведений силы постоянного тока, % (от верхнего предела диапазона измерений)	$\pm 1,5$	
Встроенный цифровой секундомер		
Диапазоны измерений интервалов времени	от 0 до 999,9 мс от 1,00 до 99,99 с	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений интервалов времени (в зависимости от диапазона измерений): - от 0 до 999,9 мс - от 1,00 до 99,99 с	$\pm 0,5$ мс $\pm 0,01$ с	
<sup>1)</sup> В формуле абсолютной погрешности приняты обозначения: $X_k$ – конечное значение диапазона воспроизведений (измерений); $x$ – воспроизведенное (измеренное) значение.		

Таблица А.2 – Характеристики ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение	
	метрологическое	интерфейсное
Идентификационное наименование ПО	не ниже 1.0.0	не ниже 1.1.0
Номер версии (идентификационный номер ПО)	-	-
Цифровой идентификатор ПО	-	-

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(рекомендуемое)

### Форма протокола проверки устройства РЕТОМ™-30КА

Наименование СИ \_\_\_\_\_ Устройство измерительное для прогрузки первичным током  
 Тип СИ \_\_\_\_\_ РЕТОМ™-30КА  
 Зав. № \_\_\_\_\_ Дата выпуска: \_\_\_\_\_ Дата поверки: \_\_\_\_\_

В составе \_\_\_\_\_

(указываются блоки трансформаторные с зав.№, датчик тока с зав.№, блок выпрямительный с зав №)

Причина проведения поверки: \_\_\_\_\_ первичная, \_\_\_\_\_ периодическая, \_\_\_\_\_ после ремонта

Условия проведения поверки: температура окружающего воздуха \_\_\_\_\_  
 относительная влажность воздуха, % \_\_\_\_\_  
 атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.) \_\_\_\_\_

Методика поверки: \_\_\_\_\_ МП 87-26-2022 \_\_\_\_\_

Средства поверки: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Проверка внешнего вида и опробование:	соответствует,	не соответствует
Проверка электрического сопротивления защитного соединения:	соответствует,	не соответствует
Проверка электрической прочности изоляции:	соответствует,	не соответствует
Подтверждение соответствия программного обеспечения	соответствует,	не соответствует

Таблица Б.1 - Сила переменного тока

Предел, А	Проверяемая точка, А	Показания эталона, А	Ктр	Действ. знач. (расчетн.) силы тока, А	Коэффициенты		Показания поверяемого СИ (воспр.), А	Показания поверяемого СИ (ДТ), А	Границы доп. значений, А	
					a	b			нижняя	верхняя
300	30	0,1500	200	30,00	0,02	0,005			27,90	32,10
300	90	0,4500	200	90,00	0,02	0,005			86,70	93,30
300	150	0,7500	200	150,00	0,02	0,005			145,50	154,50
300	225	1,1250	200	225,00	0,02	0,005			219,00	231,00
300	290	1,4500	200	290,00	0,02	0,005			282,70	297,30
3000	350	1,7500	200	350,00	0,02	0,005			328,00	372,00
3000	900	0,1125	8000	900,00	0,02	0,005			867,00	933,00
3000	1500	0,1875	8000	1500,00	0,02	0,005			1455,00	1545,00
3000	2240	0,2800	8000	2240,00	0,02	0,005			2180,20	2299,80
3000	2900	0,3625	8000	2900,00	0,02	0,005			2827,00	2973,00
30000	3500	0,4375	8000	3500,00	0,02	0,005			3280,00	3720,00
30000	9000	1,1250	8000	9000,00	0,02	0,005			8670,00	9330,00
30000	15000	1,8750	8000	15000,00	0,02	0,005			14550,00	15450,00
30000	22500*	2,8125	8000	22500,00	0,02	0,005			21900,00	23100,00
30000	28000*	2,3000	12000	27600,00	0,02	0,005			26898,00	28302,00

\* Строка для указанной проверяемой точки заполняется только для исполнения РЕТОМ™-30КА с двумя блоками трансформаторными.

