

**СОГЛАСОВАНО**

**Технический директор  
ООО «НИЦ «ЭНЕРГО»**

 **М. С. Казаков**

**«28» ноября 2022 г.**



**Государственная система обеспечения единства измерений**

**Анализаторы трансформаторов тока РСТ200**

**Методика поверки**

**МП-НИЦЭ-123-22**

г. Москва

2022 г.

## Содержание

|  |    |
|--|----|
| 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ .....  | 3  |
| 2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ .....                                 | 3  |
| 3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ.....                                      | 4  |
| 4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ .....                            | 4  |
| 5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ.....                  | 4  |
| 6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ<br>ПОВЕРКИ .....       | 6  |
| 7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ.....   | 6  |
| 8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ .....                        | 7  |
| 9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ .....                         | 7  |
| 10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ                      | 8  |
| 11 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ<br>МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ..... | 21 |
| 12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ .....  | 23 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ А. ОСНОВНЫЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ<br>АНАЛИЗАТОРОВ.....           | 24 |

## 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на анализаторы трансформаторов тока РСТ200 (далее – анализаторы), изготавливаемые PONOVO POWER CO., LTD., Китай, и устанавливает методику их первичной и периодической поверок.

1.2 При проведении поверки должна обеспечиваться прослеживаемость анализатора к гэт88-2014 согласно государственной поверочной схеме, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 17 марта 2022 года № 668, гэт89-2008 согласно государственной поверочной схеме, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 03 сентября 2021 года № 1942, гэт14-2014 согласно государственной поверочной схеме, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30 декабря 2019 г. № 3456, гэт152-2018 согласно государственной поверочной схеме, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27 декабря 2018 года № 2768.

1.3 Допускается проведение первичной (периодической) поверки отдельных измерительных каналов, проведение периодической поверки для меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений в соответствии с заявлением владельца средства измерений, с обязательным указанием в сведениях о поверке информации об объеме проведенной поверки.

1.4 Поверка анализатора должна проводиться в соответствии с требованиями настоящей методики поверки.

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

1.6 В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в Приложении А.

## 2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

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

Таблица 1 – Операции поверки

| Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки | Наименование операции  | Необходимость выполнения при |                       |
|--|--|------------------------------|-----------------------|
|  |  | первичной поверке            | периодической поверке |
| 7  | Внешний осмотр средства измерений  | Да                           | Да                    |
| 8  | Подготовка к поверке и опробование средства измерений  | Да                           | Да                    |
| 9  | Проверка программного обеспечения средства измерений   | Да                           | Да                    |
| 10   | Определение метрологических характеристик средства измерений   | Да                           | Да                    |
| 10.1   | Определение относительной погрешности воспроизведений среднеквадратических значений силы переменного тока синусоидальной формы | Да                           | Да                    |
| 10.2   | Определение относительной погрешности измерений среднеквадратических значений напряжения переменного тока синусоидальной       | Да                           | Да                    |

| Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки | Наименование операции  | Необходимость выполнения при |                       |
|--|--|------------------------------|-----------------------|
|  |  | первичной поверке            | периодической поверке |
|  | формы  |                              |                       |
| 10.3   | Определение относительной погрешности воспроизведений среднеквадратических значений напряжения переменного тока синусоидальной формы | Да                           | Да                    |
| 10.4   | Определение абсолютной погрешности измерений электрического сопротивления постоянному току   | Да                           | Да                    |
| 10.5   | Определение относительной погрешности измерений коэффициента трансформации трансформаторов тока                                      | Да                           | Да                    |
| 10.6   | Определение абсолютной погрешности измерений угла фазового сдвига масштабного преобразования синусоидального тока                    | Да                           | Да                    |
| 11   | Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям  | Да                           | Да                    |

### 3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающей среды плюс  $(25 \pm 5)$  °С;
- относительная влажность от 30 до 80 %.

### 4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 К проведению поверки допускаются лица, изучившие настоящую методику поверки, эксплуатационную документацию на поверяемые анализаторы 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 применение средств поверки | Метрологические и технические требования к средствам поверки | Рекомендуемый тип средства поверки, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений (далее – рег. №) и (или) метрологические или основные технические характеристики средства поверки |
|--|--|--|
| Основные средства поверки                              |  |  |

| Операции поверки, требующие применение средств поверки | Метрологические и технические требования к средствам поверки   | Рекомендуемый тип средства поверки, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений (далее – рег. №) и (или) метрологические или основные технические характеристики средства поверки |
|--|--|--|
| п. 10.1  | Рабочий эталон 1-го разряда и выше согласно Приказу № 668 в диапазоне от 0,005 до 2,000 А.   | Прибор электроизмерительный эталонный многофункциональный «Энергомонитор-3.1КМ», модификация «Энергомонитор-3.1КМ» П-02-010-3-0-50-1000К10 (далее – амперметр), рег. № 52854-13.   |
| п. 10.2  | Рабочий эталон 1-го разряда и выше согласно Приказу № 1942 в диапазоне от 0,5 до 120,0 В.  | Прибор электроизмерительный эталонный многофункциональный «Энергомонитор-3.1КМ», модификация «Энергомонитор-3.1КМ» П-02-010-3-0-50-1000К10 (далее – вольтметр), рег. № 52854-13.   |
| п. 10.3  | Рабочий эталон 1-го разряда и выше согласно Приказу № 1942 в диапазоне от 0,5 до 120,0 В.  | Прибор электроизмерительный эталонный многофункциональный «Энергомонитор-3.1КМ», модификация «Энергомонитор-3.1КМ» П-02-010-3-0-50-1000К10 (далее – вольтметр), рег. № 52854-13.   |
| п. 10.4  | Рабочий эталон 2-го разряда и выше согласно Приказу № 3456 при номинальном значении 0,1; 1; 10 Ом  | Катушки электрического сопротивления Р321 (0,1; 1; 10 Ом) (далее – катушка), рег. № 1162-58.   |
|  | Рабочий эталон 3-го разряда и выше согласно Приказу № 3456 в диапазоне от 10 до 200 Ом.  | Мультиметр 3458А, рег. № 25900-03 (далее – мультиметр).  |
| п. 10.5  | Масштабные преобразователи силы переменного тока 2-го разряда и выше согласно Приказу № 2768 с коэффициентами трансформации от 1 до 10000. | Трансформаторы тока измерительные переносные ТТИП: модификации ТТИП-100/5, ТТИП-5000/5 (далее – трансформатор), рег. № 39854-08.   |
| п. 10.6  | Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений угла фазового сдвига масштабного преобразования синусоидального тока $\pm 3'$ .       | Трансформаторы тока измерительные переносные ТТИП: модификации ТТИП-100/5, ТТИП-5000/5 (далее – трансформатор), рег. № 39854-08.   |
| Вспомогательные средства поверки                       |  |  |
| п. 10.1<br>п. 10.4                                     | Диапазон воспроизведенных сопротивлений от 0 до 200 Ом, пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведенных $\pm 20$ Ом.           | Реостат сопротивления ТЕТРОН РСК-4-21 (далее – реостат).<br>Номинальное сопротивление 200 Ом (2 А).  |
| п. 10.1  | Диапазон измерений со-   | Мультиметр 3458А, рег. № 25900-03 (далее –   |

| Операции поверки, требующие применение средств поверки | Метрологические и технические требования к средствам поверки   | Рекомендуемый тип средства поверки, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений (далее – рег. №) и (или) метрологические или основные технические характеристики средства поверки |
|--|--|--|
|  | противления от 0 до 200 Ом, пределы допускаемой относительной погрешности измерений $\pm 0,01$ %.  | мультиметр).   |
| п. 10.2  | Диапазон воспроизведенных среднеквадратических значений напряжения переменного тока от 0,5 до 120,0 В, пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведений $\pm 0,1$ %.  | Калибратор универсальный 9100 (далее – калибратор), рег. № 25985-09.   |
| р. 8   | Диапазон измерений температуры окружающей среды от +10 до +30 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений $\pm 1$ °С, диапазон измерений относительной влажности от 10 до 90 %, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений $\pm 3$ %. | Измеритель параметров микроклимата «МЕТЕО-СКОП-М», рег. № 32014-11.  |

Допускается применение средств поверки с метрологическими и техническими характеристиками, обеспечивающими требуемую точность передачи единиц величин поверяемому средству измерений, установленную Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 17 марта 2022 года № 668, от 03 сентября 2021 года № 1942, от 30 декабря 2019 г. № 3456, от 27 декабря 2018 года № 2768.

## **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 анализаторы и применяемые средства поверки.

## **7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ**

Анализатор допускается к дальнейшей поверке, если:

- внешний вид анализатора соответствует описанию и изображению, приведенному в описании типа;
- отсутствуют видимые дефекты, способные оказать влияние на безопасность проведения поверки или результаты поверки.

Примечание – При выявлении дефектов, способных оказать влияние на безопасность проведения поверки или результаты поверки, устанавливается возможность их устранения до проведения поверки. При наличии возможности устранения дефектов, выявленные дефекты устраняются, и анализатор допускается к дальнейшей поверке. При отсутствии возможности устранения дефектов, анализатор к дальнейшей поверке не допускается.

## 8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Перед проведением поверки необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

- изучить эксплуатационную документацию на поверяемый анализатор и на применяемые средства поверки;
- выдержать анализатор в условиях окружающей среды, указанных в п. 3.1, не менее 2 ч, если он находился в климатических условиях, отличающихся от указанных в п. 3.1, и подготовить его к работе в соответствии с его эксплуатационной документацией;
- подготовить к работе средства поверки в соответствии с указаниями их эксплуатационной документации;
- провести контроль условий поверки на соответствие требованиям, указанным в разделе 3, с помощью оборудования, указанного в таблице 2.

8.2 Опробование анализатора:

- подключить анализатор к сети питания в соответствии с требованиями эксплуатационной документацией;
- дождаться окончания режима самотестирования анализатора и загрузки ПО.

Анализатор допускается к дальнейшей поверке, если при опробовании отсутствуют ошибки при самотестировании анализатора.

## 9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Проверку программного обеспечения (далее – ПО) проводить в следующей последовательности:

- подключить анализатор к сети питания в соответствии с требованиями эксплуатационной документации;
- после включения анализатора и загрузки ПО выполнить процедуры проверки номера версии ПО, который отображается в заголовке приложения, как приведен на рисунке 1;

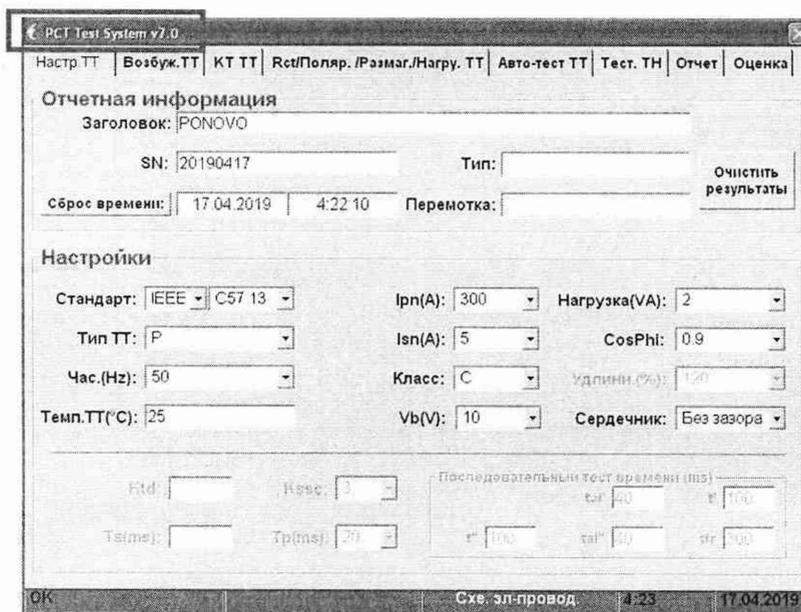


Рисунок 1 – Внешний вид отображения идентификационного наименования и номера версии ПО

– провести сличение номера версии ПО, указанного в Описании типа с номером версии отображаемом на жидкокристаллическом дисплее анализатора.

Анализатор допускается к дальнейшей поверке, если программное обеспечение соответствует требованиям, указанным в описании типа.

## 10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

10.1 Определение относительной погрешности воспроизведений среднеквадратических значений силы переменного тока синусоидальной формы

Определение относительной погрешности воспроизведений среднеквадратических значений силы переменного тока синусоидальной формы проводить в следующей последовательности:

- 1) собрать схему подключений, приведенную на рисунке 2.

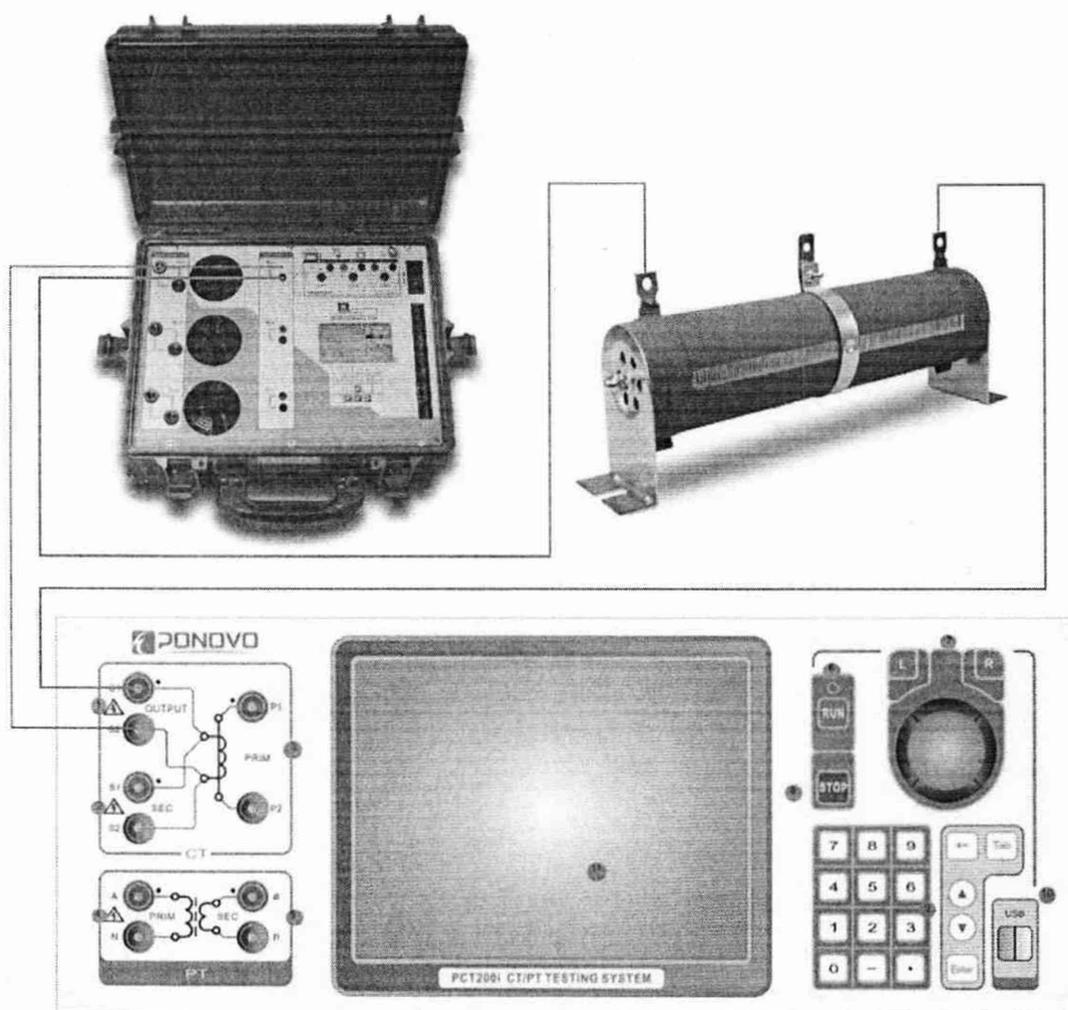


Рисунок 2 – Схема подключений при определении относительной погрешности воспроизведений среднеквадратических значений силы переменного тока синусоидальной формы

- 2) подключить амперметр и анализатор к сети питания;
- 3) настроить амперметр, анализатор и реостат в соответствии с их руководствами по эксплуатации;
- 4) включить анализатор;
- 5) войти в программное обеспечение «PCT Testing» на рабочем столе анализатора;
- 6) выбрать в основном меню (см. рисунок 2.1) раздел «Secondary Voltage Output»;

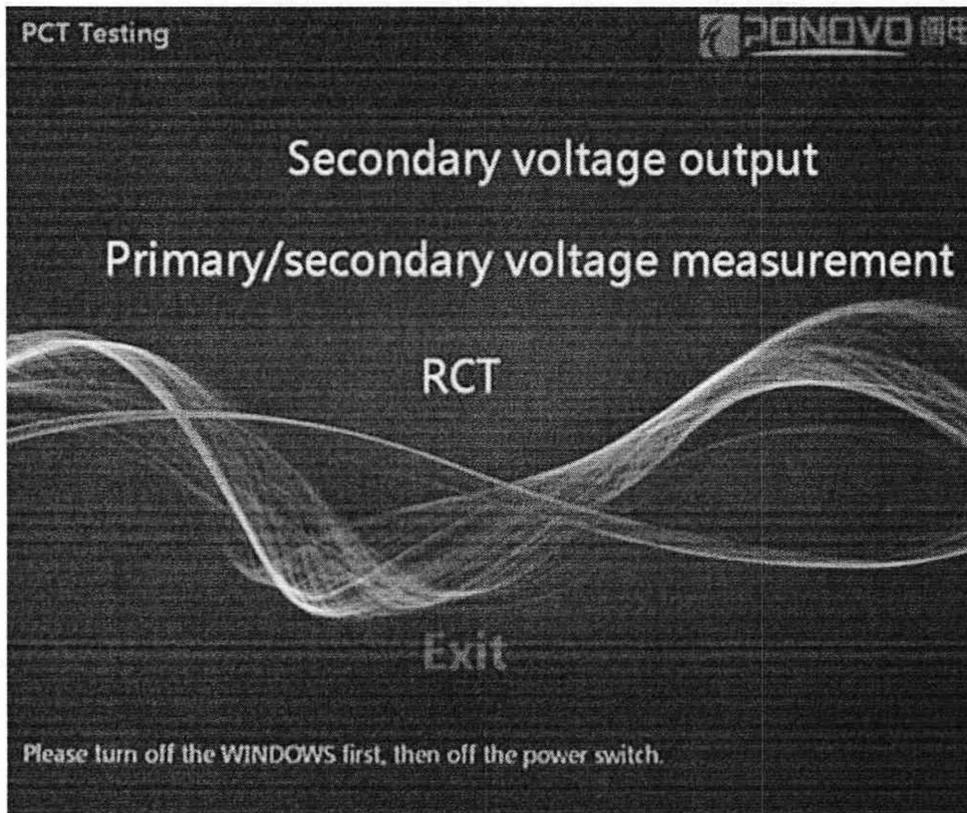


Рисунок 2.1 – Внешний вид основного меню ПО «PCT Testing»

- 7) перейти во вкладку «Secondary Current Measurement»;
- 8) выбрать режим «AC» (см. рисунок 2.2);

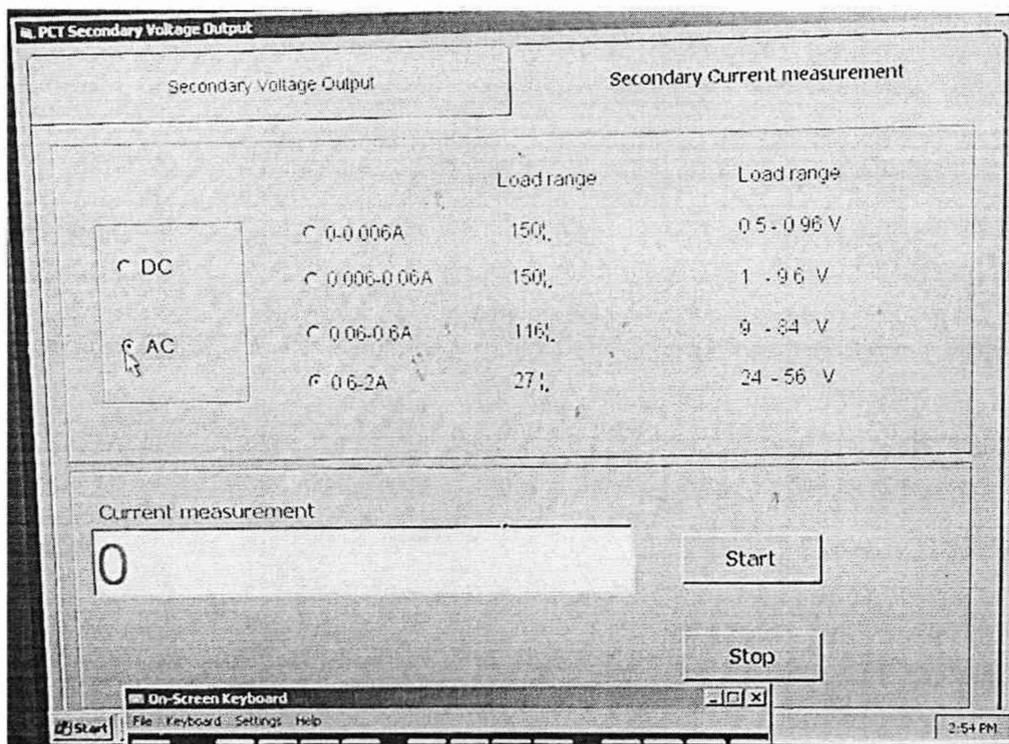


Рисунок 2.2 – Внешний вид вкладки «Secondary Current Measurement»

- 9) выбрать поддиапазон воспроизведений силы переменного тока синусоидальной формы от 0 до 0,006 А;
- 10) установить с помощью реостата значение сопротивления, равное  $(152 \pm 5)$  Ом;

*Примечание – Значение сопротивления на реостате измерить с помощью мультиметра по четырехпроводной схеме.*

- 11) перейти во вкладку «Secondary Voltage Output»;
- 12) выбрать режим «AC» (см. рисунок 2.3);

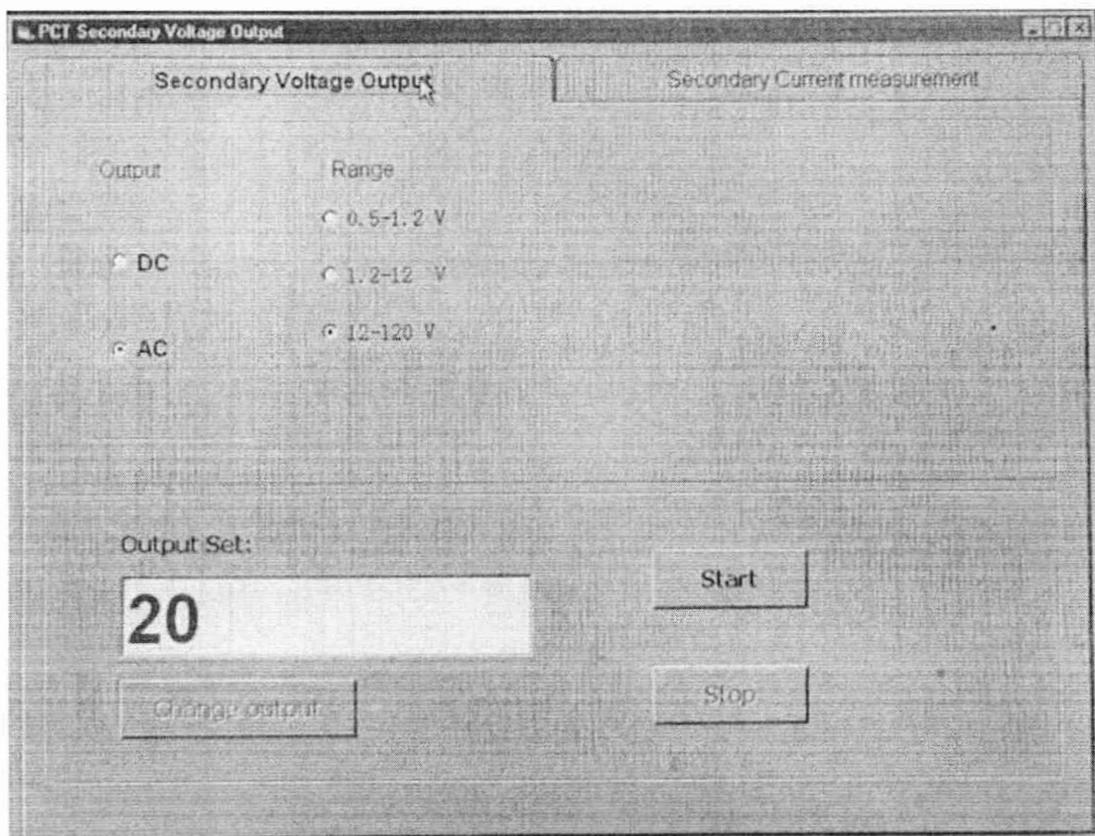


Рисунок 2.3 – Внешний вид вкладки «Secondary Voltage Output»

- 13) выбрать поддиапазон, равный от 0,5 до 1,2 В;
- 14) в окне «Output Set» установить значение напряжения переменного тока синусоидальной формы, равное 1 В;
- 15) вернуться во вкладку «Secondary Current Measurement»;
- 16) нажать кнопку «Start»;
- 17) дождаться установления показаний значения силы переменного тока синусоидальной формы в окне «Current measurement» (время установления показаний, не менее 1 мин);
- 18) зафиксировать воспроизведенное значение силы переменного тока синусоидальной формы в окне «Current measurement» после установления показаний, а также эталонное значение силы переменного тока синусоидальной формы, измеренное амперметром;

*Примечание – Воспроизведенное значение силы переменного тока синусоидальной формы должно быть равным от 5 до 7 мА;*

- 19) при завершении измерений нажать на кнопку «Stop»;
- 20) во вкладке «Secondary Current Measurement» выбрать поддиапазон воспроизведенной силы переменного тока синусоидальной формы от 0,006 до 0,06 А;
- 21) нажать кнопку «Start» и повторить измерения по пунктам 17) – 18) настоящего пункта методики поверки;
- 22) при завершении измерений нажать на кнопку «Stop»;

23) установить с помощью реостата значение сопротивления, равное  $(120 \pm 5)$  Ом;

*Примечание – Значение сопротивления на реостате измерить с помощью мультиметра по четырехпроводной схеме.*

24) во вкладке «Secondary Current Measurement» выбрать поддиапазон воспроизведенной силы переменного тока синусоидальной формы от 0,06 до 0,6 А;

25) перейти во вкладку «Secondary Voltage Output»;

26) выбрать режим «АС»;

27) выбрать поддиапазон, равный от 1,2 до 12 В;

28) в окне «Output Set» установить значение напряжения переменного тока синусоидальной формы, равное 10 В;

29) вернуться во вкладку «Secondary Current Measurement»;

30) нажать кнопку «Start» и повторить измерения по пунктам 17) – 18) настоящего пункта методики поверки;

31) при завершении измерений нажать на кнопку «Stop»;

*Примечание – Воспроизведенное значение силы переменного тока синусоидальной формы должно быть равным от 60 до 80 мА;*

32) перейти во вкладку «Secondary Voltage Output»;

33) выбрать режим «АС»;

34) выбрать поддиапазон, равный от 12 до 120 В;

35) в окне «Output Set» установить значение напряжения переменного тока синусоидальной формы, равное 60 В;

36) вернуться во вкладку «Secondary Current Measurement»;

37) нажать кнопку «Start» и повторить измерения по пунктам 17) – 18) настоящего пункта методики поверки;

38) при завершении измерений нажать на кнопку «Stop»;

*Примечание – Воспроизведенное значение силы переменного тока синусоидальной формы должно быть равным от 0,4 до 0,6 А;*

39) установить с помощью реостата значение сопротивления, равное  $(25 \pm 1)$  Ом;

*Примечание – Значение сопротивления на реостате измерить с помощью мультиметра по четырехпроводной схеме.*

40) во вкладке «Secondary Current Measurement» выбрать поддиапазон воспроизведенной силы переменного тока синусоидальной формы от 0,6 до 2,0 А;

41) перейти во вкладку «Secondary Voltage Output»;

42) выбрать режим «АС»;

43) выбрать поддиапазон, равный от 12 до 120 В;

44) в окне «Output Set» установить значение напряжения переменного тока синусоидальной формы, равное 35 В;

45) вернуться во вкладку «Secondary Current Measurement»;

46) нажать кнопку «Start» и повторить измерения по пунктам 17) – 18) настоящего пункта методики поверки;

47) при завершении измерений нажать на кнопку «Stop»;

*Примечание – Воспроизведенное значение силы переменного тока синусоидальной формы должно быть равным от 0,9 до 1,1 А;*

48) установить с помощью реостата значение сопротивления, равное  $(25 \pm 1)$  Ом;

*Примечание – Значение сопротивления на реостате измерить с помощью мультиметра по четырехпроводной схеме.*

- 49) во вкладке «Secondary Current Measurement» выбрать поддиапазон воспроизведенной силы переменного тока синусоидальной формы от 0,6 до 2,0 А;
- 50) перейти во вкладку «Secondary Voltage Output»;
- 51) выбрать режим «АС»;
- 52) выбрать поддиапазон, равный от 12 до 120 В;
- 53) в окне «Output Set» установить значение напряжения переменного тока синусоидальной формы, равное 63 В;
- 54) вернуться во вкладку «Secondary Current Measurement»;
- 55) нажать кнопку «Start» и повторить измерения по пунктам 17) – 18) настоящего пункта методики поверки;

*Примечание – При возникновении ошибки, изменить (уменьшить) значение напряжения переменного тока синусоидальной формы в окне «Output Set».*

- 56) при завершении измерений нажать на кнопку «Stop»;

*Примечание – Воспроизведенное значение силы переменного тока синусоидальной формы должно быть равным от 1,9 до 2,0 А;*

- 57) отключить амперметр и анализатор от сети питания.

10.2 Определение относительной погрешности измерений среднеквадратических значений напряжения переменного тока синусоидальной формы

Определение относительной погрешности измерений среднеквадратических значений напряжения переменного тока синусоидальной формы проводить в следующей последовательности:

- 1) собрать схему подключений, приведенную на рисунке 3.1.

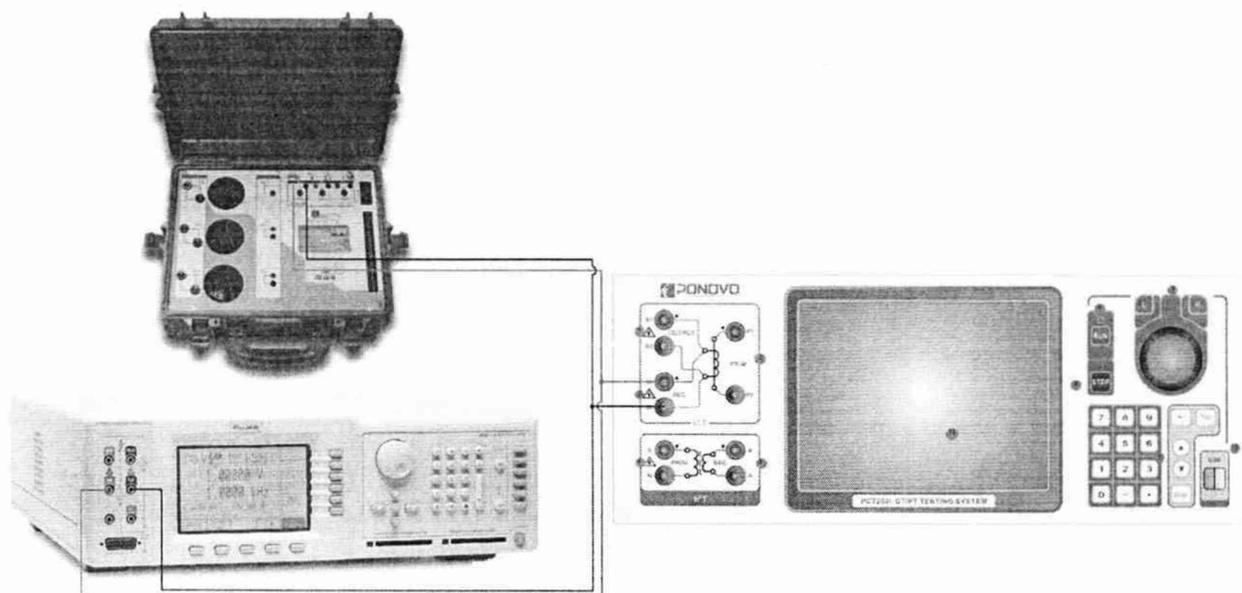


Рисунок 3.1 – Схема подключений при определении относительной погрешности измерений среднеквадратических значений напряжения переменного тока синусоидальной формы (для диапазона измерений среднеквадратических значений напряжения переменного тока от 0,5 до 120,0 В)

- 2) подключить калибратор, вольтметр и анализатор к сети питания;
- 3) настроить калибратор, вольтметр и анализатор в соответствии с их руководствами по эксплуатации;
- 4) включить анализатор;
- 5) войти в программное обеспечение «PCT Testing» на рабочем столе анализатора;
- 6) выбрать в основном меню (см. рисунок 2.1) раздел «Primary/secondary voltage measurement» и перейти по ссылке;
- 7) в разделе «Secondary» нажать кнопку «AC» (см. рисунок 3.2) – для диапазона измерений среднеквадратических значений напряжения переменного тока синусоидальной формы от 0,5 до 120,0 В;

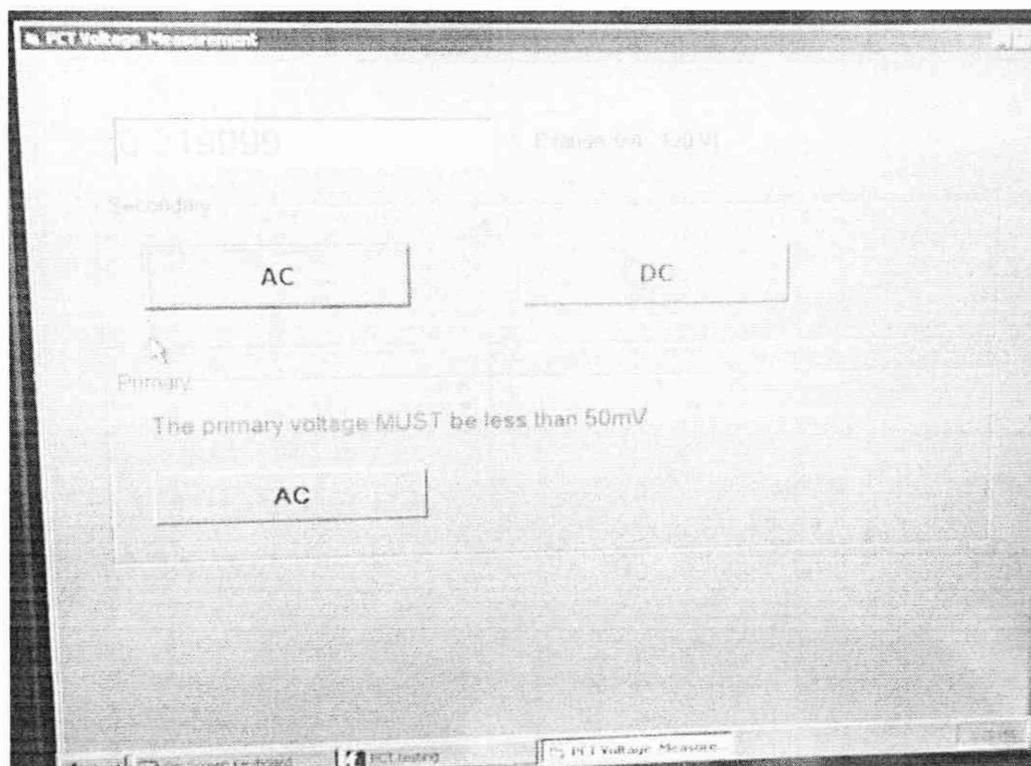


Рисунок 3.2 – Внешний вид раздела меню «Primary/secondary voltage measurement»

- 8) воспроизвести с помощью калибратора значения напряжения переменного тока синусоидальной формы равные: 0,5; 30; 60; 90; 120 В (для диапазона измерений среднеквадратических значений напряжения переменного тока синусоидальной формы от 0,5 до 120,0 В);
- 9) зафиксировать значения напряжения переменного тока синусоидальной формы, измеренные анализатором и вольтметром;
- 10) отключить калибратор, вольтметр и анализатор от сети питания.

10.3 Определение относительной погрешности воспроизведений среднеквадратических значений напряжения переменного тока синусоидальной формы

Определение относительной погрешности воспроизведений среднеквадратических значений напряжения переменного тока синусоидальной формы проводить в следующей последовательности:

- 1) собрать схему подключений, приведенную на рисунке 4.1.

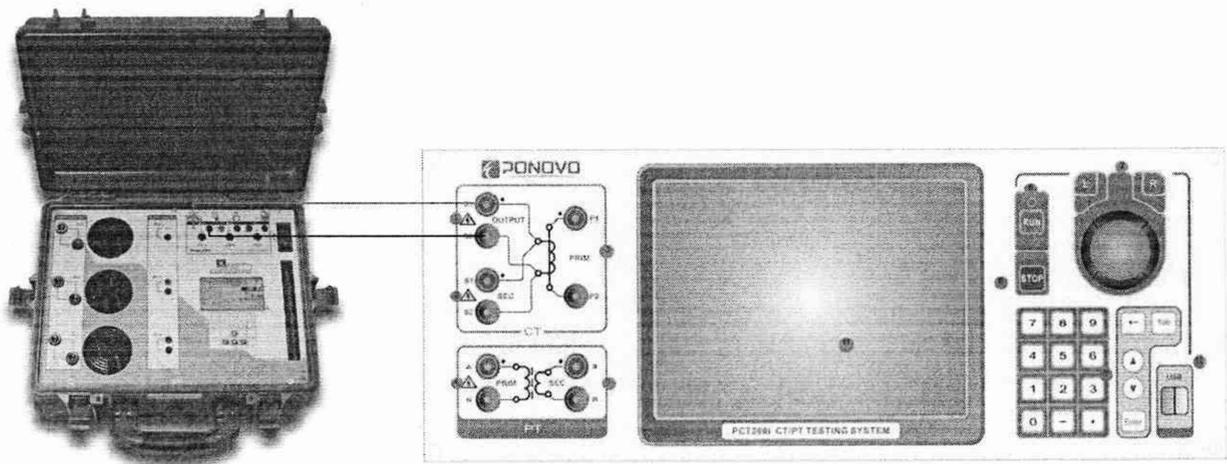


Рисунок 4.1 – Схема подключений при определении относительной погрешности воспроизведений среднеквадратических значений напряжения переменного тока синусоидальной формы

- 2) подключить вольтметр и анализатор к сети питания;
- 3) настроить вольтметр и анализатор в соответствии с их руководствами по эксплуатации;
- 4) включить анализатор;
- 5) войти в программное обеспечение «PCT Testing» на рабочем столе анализатора;
- 6) выбрать в основном меню (см. рисунок 2.1) раздел «Secondary Voltage Output»;
- 7) выбрать режим «АС»;
- 8) выбрать поддиапазон от 0,5 до 1,2 В (см. рисунок 2.3);
- 9) в окне «Output Set» установить значение напряжения переменного тока синусоидальной формы, равное 0,5 В;
- 10) нажать кнопку «Start»;
- 11) зафиксировать значения напряжения переменного тока синусоидальной формы, воспроизведенные анализатором и измеренные вольтметром;
- 12) нажать кнопку «Stop»;
- 13) выбрать поддиапазон от 1,2 до 12 В;
- 14) в окне «Output Set» установить значение напряжения переменного тока синусоидальной формы, равное 10 В;
- 15) повторить операции 10) – 12) настоящего пункта методики поверки;
- 16) выбрать поддиапазон от 12 до 120 В;
- 17) в окне «Output Set» установить значения напряжения переменного тока синусоидальной формы, равное 30В;
- 18) повторить операции 10) – 12) и 17) при следующих значениях напряжения переменного тока синусоидальной формы: 60, 90, 120 В;
- 19) отключить вольтметр и анализатор от сети питания.

#### 10.4 Определение абсолютной погрешности измерений электрического сопротивления постоянному току

Определение абсолютной погрешности измерений электрического сопротивления постоянному току проводить в следующей последовательности:

- 1) собрать поочередно схемы подключений, приведенные на рисунках 5.1 и 5.2.

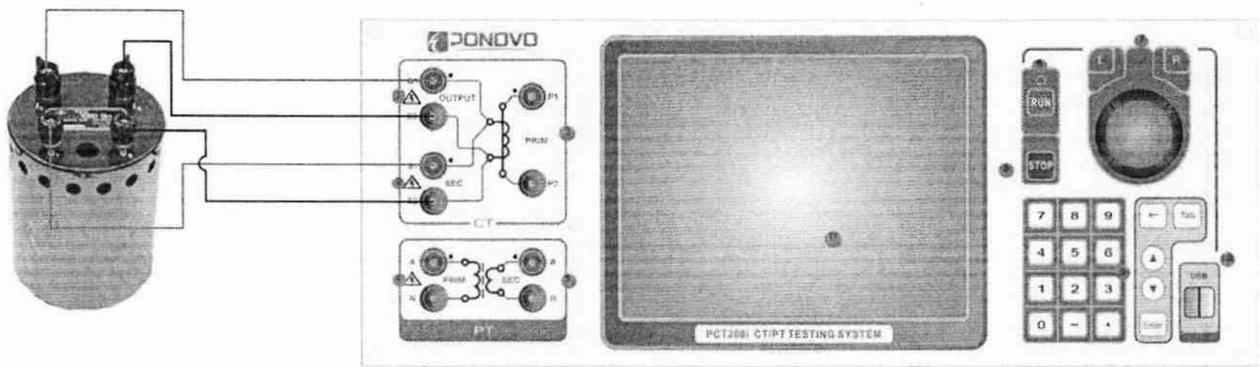


Рисунок 5.1 – Схема подключений при определении абсолютной погрешности измерений электрического сопротивления (для значений сопротивления 0,1; 1; 10 Ом)

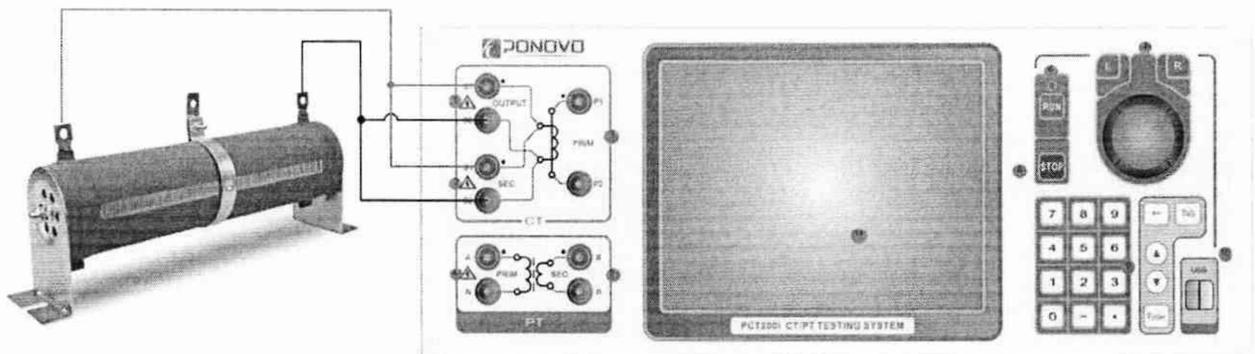


Рисунок 5.2 – Схема подключений при определении абсолютной погрешности измерений электрического сопротивления (для значений сопротивления 100 и 200 Ом)

*ВНИМАНИЕ! Ток в измерительной цепи, при измерении сопротивления постоянно-му току достигает значения 1 А.*

- 2) подключить анализатор и мультиметр к сети питания;
- 3) настроить анализатор и реостат в соответствии с их руководствами по эксплуатации;
- 4) включить анализатор;
- 5) войти в программное обеспечение «PCT200» на рабочем столе анализатора;
- 6) перейти во вкладку «Rct/Поляр./Размаг./Нагру. ТТ» (см. рисунок 5.3);

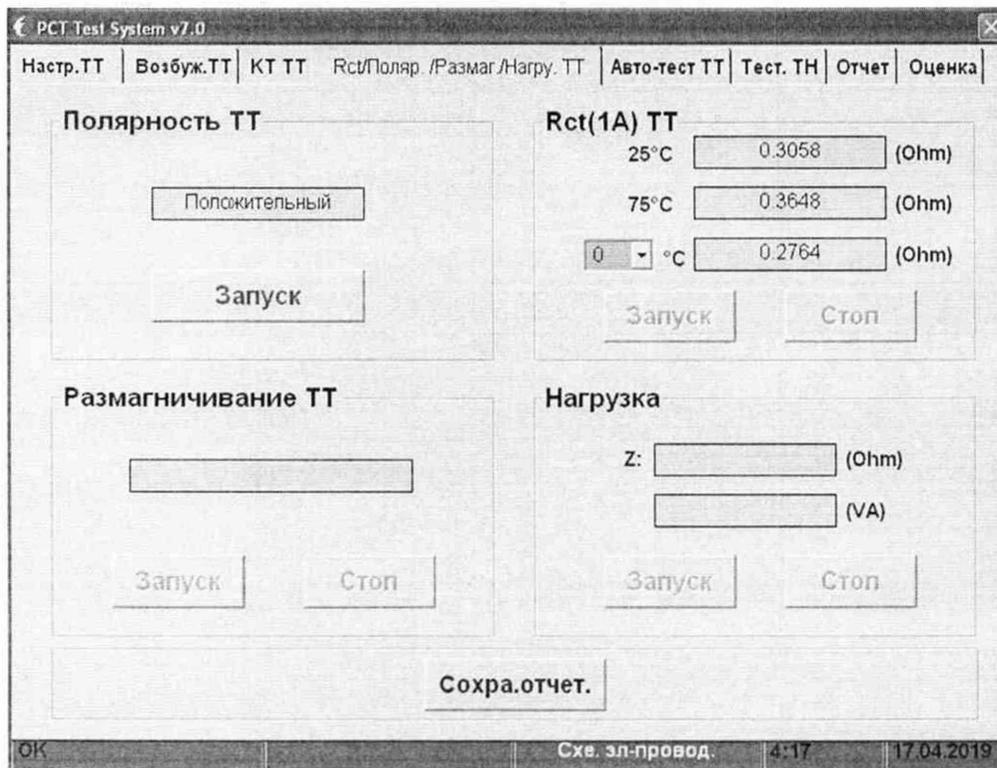


Рисунок 5.3 – Внешний вид вкладки «Rct/Поляр./Размаг./Нагру. ТТ»

- 7) измерить с помощью анализатора значения сопротивления катушек с номинальным сопротивлением 0,1; 1; 10 Ом;
- 8) для запуска измерений нажать кнопку «Запуск» в разделе «Rct (1A) ТТ»;
- 9) дождаться окончания измерений, а полученный результат смотреть в окне с надписью 25°C;

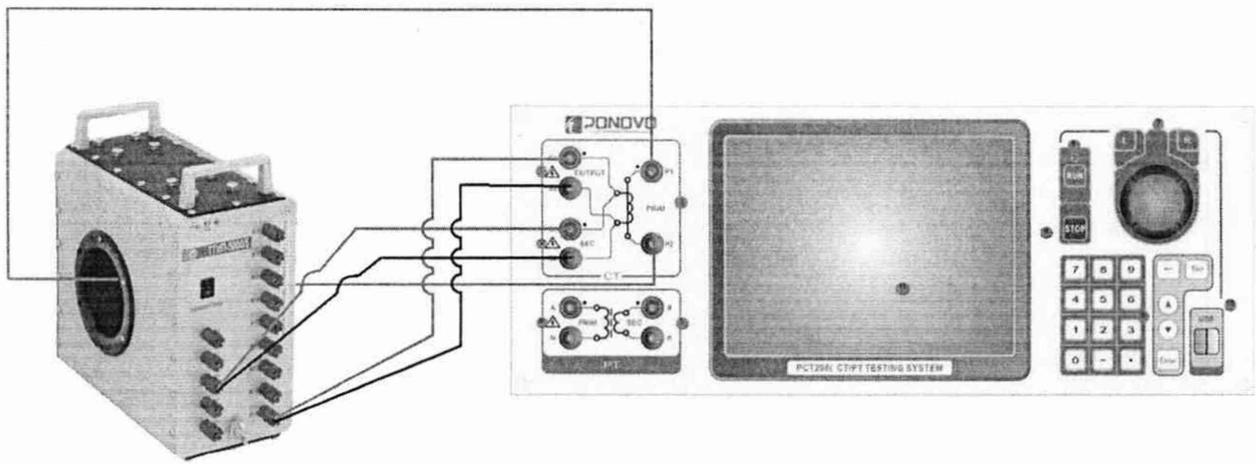
*Примечание – Измеренные анализатором значения будут отображаться в окне СТ Rct (1A) для 25 °С;*

- 10) установить поочередно с помощью реостата значения сопротивления равные: 100 и 200 Ом;
- 11) измерить установленное значение сопротивления равное 100 Ом на реостате с помощью мультиметра (по четырехпроводной схеме подключений);
- 12) измерить установленное значение сопротивления 100 Ом на реостате с помощью анализатора нажатием кнопки «Запуск» в разделе «Rct (1A) ТТ»;
- 13) измерить установленное значение сопротивления равное 200 Ом на реостате с помощью мультиметра (по четырехпроводной схеме подключений);
- 14) измерить установленное значение сопротивления 200 Ом на реостате с помощью анализатора нажатием кнопки «Запуск» в разделе «Rct (1A) ТТ»;
- 15) зафиксировать значения сопротивления, измеренные с помощью анализатора и мультиметра;
- 16) отключить анализатор и мультиметр от сети питания.

10.5 Определение относительной погрешности измерений коэффициента трансформации трансформаторов тока

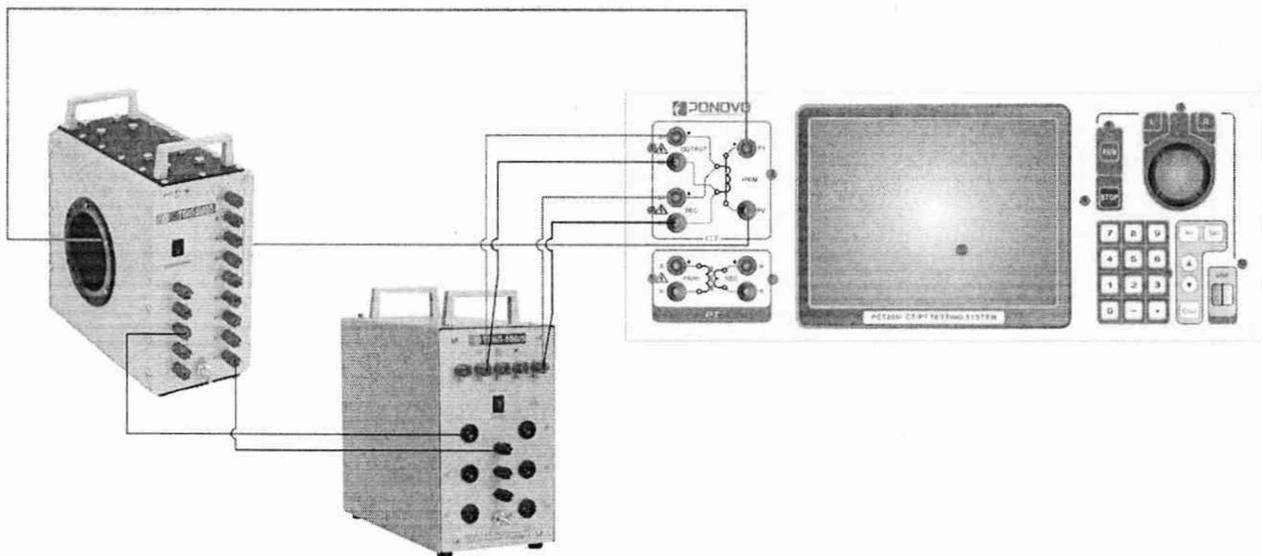
Определение относительной погрешности измерений коэффициента трансформации трансформаторов тока проводить в следующей последовательности:

- 1) собрать схемы подключений, приведенные на рисунках с 6.1 и 6.2.



*Примечание – Схема подключений замкнутых клемм трансформатора не отражена.*

Рисунок 6.1 – Схема подключений при определении относительной погрешности измерений коэффициента трансформации трансформаторов тока (с одним трансформатором – для коэффициента трансформации 1000), абсолютной погрешности измерений угла фазового сдвига масштабного преобразования синусоидального тока



*Примечание – Схема подключений замкнутых клемм трансформатора не отражена*

Рисунок 6.2 – Схема подключений при определении относительной погрешности измерений коэффициента трансформации трансформаторов тока (с двумя трансформаторами – коэффициент трансформации 3000)

- 2) подключить анализатор к сети питания;
- 3) настроить анализатор и трансформаторы в соответствии с их руководствами по эксплуатации;
- 4) для каждой из точек поверки провести необходимые подключения трансформаторов в соответствии с таблицей 4;
- 5) включить анализатор;
- 6) войти в программное обеспечение «PCT200» на рабочем столе анализатора;
- 7) перейти во вкладку «Настр. ТТ» (см. рисунок 6.3);

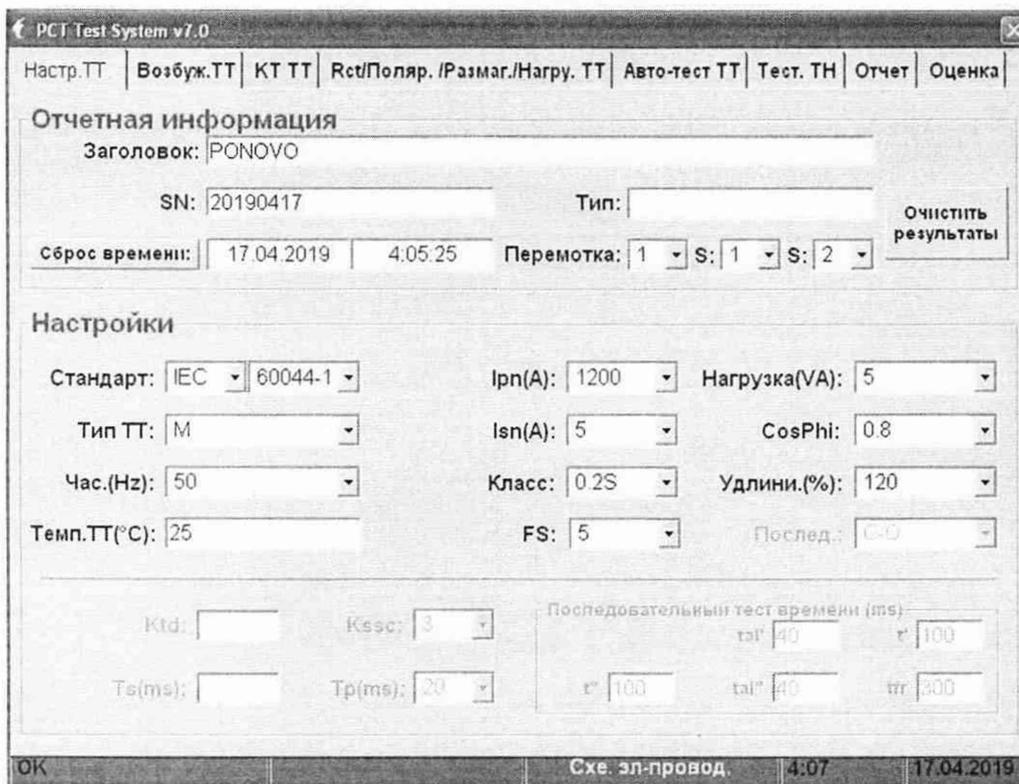


Рисунок 6.3 – Внешний вид вкладки «Настр. ТТ»

- 8) заполнить окна раздела «Настройки» следующим образом (для точки поверки 1 - коэффициент трансформации 1):
- Тип ТТ – значение M;
  - Стандарт – значение 60044-1;
  - Час. – значение 50 Hz;
  - cosPhi – значение 0,8;
  - Ipn(A) (ток первичной цепи) – значение 5 A;
  - Isn(A) (ток вторичной цепи) – значение 5 A;
  - Класс – значение 0,1;
  - FS – значение 5;
  - Нагрузка (VA) – значение 5.

При измерении коэффициентов трансформации (далее – КТ), равных: 1000; 3000; 5000; 8000; 10000 в окне раздела «Настройки» необходимо изменить значения параметров Ipn(A) и Isn(A) следующим образом:

- для КТ = 1000, установить Ipn(A) = 5000, Isn(A) = 5;
- для КТ = 3000, установить Ipn(A) = 15000, Isn(A) = 5;
- для КТ = 5000, установить Ipn(A) = 25000, Isn(A) = 5;
- для КТ = 8000, установить Ipn(A) = 40000, Isn(A) = 5;
- для КТ = 10000, установить Ipn(A) = 50000, Isn(A) = 5;

- 9) перейти во вкладку «КТ ТТ» (см. рисунок 6.4);

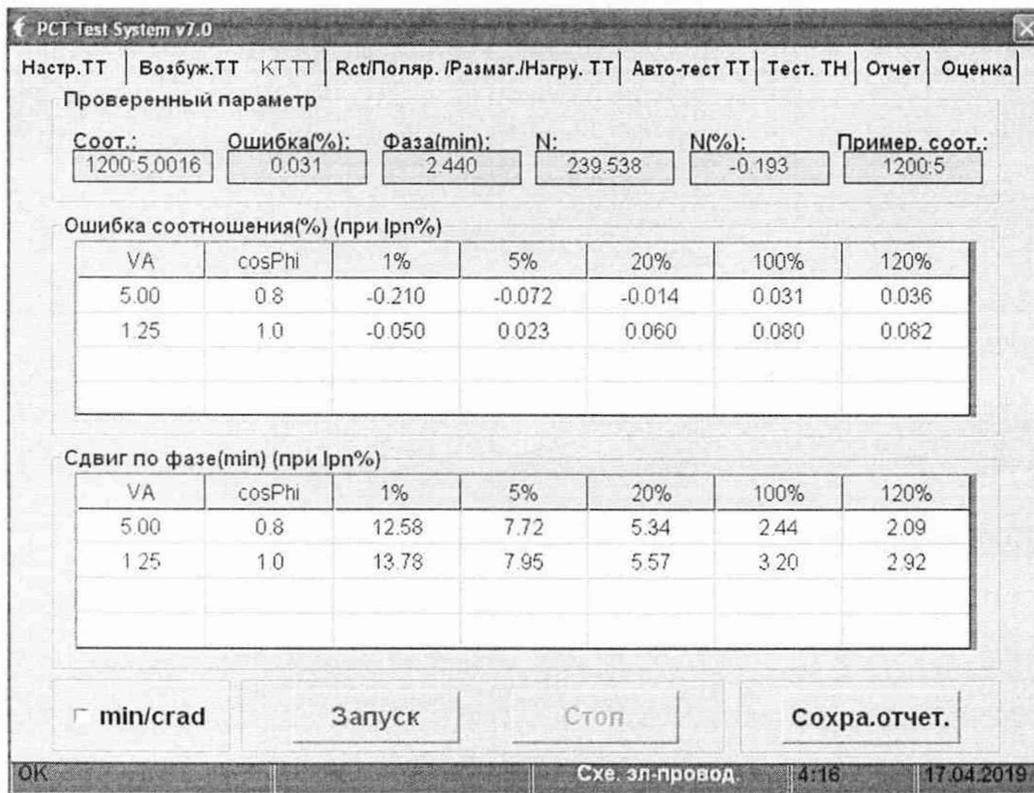


Рисунок 6.4 – Внешний вид вкладки «КТ ТТ»

- 10) для точек поверки с 3 по 6 (см. таблицу 4) соединить клеммы вторичной обмотки трансформатора модификации ТТИП-5000/5 с клеммами первичной обмотки трансформатора модификации ТТИП-100/5 в соответствии с таблицей 4 для соответствующего коэффициента трансформации;
- 11) измерить с помощью анализатора значения коэффициента трансформации для каждой из 6 точек поверки нажатием кнопки «Запуск» на вкладке «КТ ТТ»;
- 12) зафиксировать измеренные значения коэффициентов трансформации, отображаемые в окне «N» на вкладке «КТ ТТ».

Таблица 4 – Расчетное значение коэффициента трансформации

| Точка поверки | Коэффициент трансформации | Эталонный трансформатор | Необходимый коэффициент трансформации трансформатора | Подключение первичной обмотки | Замкнутые клеммы          | Подключение вторичной обмотки |
|---------------|---------------------------|-------------------------|--|-------------------------------|---------------------------|-------------------------------|
| 1             | 1                         | ТТИП-100/5              | 5:5  | Л1 – Л9                       | -                         | И3 – И5                       |
| 2             | 1000                      | ТТИП-5000/5             | 5000:5   | шинное                        | И2 – И3; И5 – И6          | И3 – И14                      |
| 3             | 3000 <sup>1)</sup>        | ТТИП-5000/5             | 5000:5   | шинное                        | И2 – И3; И5 – И6          | И3 – И14                      |
|               |                           | ТТИП-100/5              | 15:5   | Л1 – Л7                       | -                         | И2 – И5                       |
| 4             | 5000 <sup>1)</sup>        | ТТИП-5000/5             | 5000:5   | шинное                        | И2 – И3; И5 – И6          | И3 – И14                      |
|               |                           | ТТИП-100/5              | 25:5   | Л1 – Л5                       | -                         | И4 – И5                       |
| 5             | 8000 <sup>1)</sup>        | ТТИП-5000/5             | 4000:5   | шинное                        | И1 – И3; И2 – И4; И4 – И6 | И6 – И14                      |
|               |                           | ТТИП-100/5              | 50:5   | Л3 – Л5                       | -                         | И4 – И5                       |
| 6             | 10000 <sup>1)</sup>       | ТТИП-5000/5             | 5000:5   | шинное                        | И2 – И3; И5 – И6          | И3 – И14                      |
|               |                           | ТТИП-100/5              | 50:5   | Л3 – Л5                       | -                         | И4 – И5                       |

Примечание – <sup>1)</sup> Соединить клеммы вторичной обмотки трансформатора модификации ТТИП-5000/5 с клеммами первичной обмотки трансформатора модификации ТТИП-100/5.

10.6 Определение абсолютной погрешности измерений угла фазового сдвига масштабного преобразования синусоидального тока

Определение абсолютной погрешности измерений угла фазового сдвига масштабного преобразования синусоидального тока проводить в следующей последовательности:

- 1) собрать схему подключений, приведенную на рисунке 6.1;
- 2) измерения угла фазового сдвига масштабного преобразования синусоидального тока проводить на трансформаторе измерительном переносном ТТИП: модификация ТТИП-100/5 (при коэффициенте трансформации трансформатора равном 100:5) и модификация ТТИП-5000/5 (при коэффициенте трансформации трансформатора равном 5000:5);
- 3) повторить операции в соответствии с подпунктами 2) – 7) пункта 10.5;
- 4) заполнить окна раздела «Настройки» следующим образом (для трансформатора тока ТТИП-100/5):

- Тип ТТ – значение М;
- Стандарт – значение 60044-1;
- Час. – значение 50 Hz;
- $\cos\Phi_i$  – значение 0,8;
- $I_{pn}(A)$  (ток первичной цепи) – значение 100 А;
- $I_{sn}(A)$  (ток вторичной цепи) – значение 5 А;
- Класс – значение 0,1;
- FS – значение 5;
- Нагрузка(VA) – значение 5.

- 5) заполнить окна раздела «Настройки» следующим образом (для трансформатора тока ТТИП-5000/5):

- Тип ТТ – значение М;
- Стандарт – значение 60044-1;
- Час .f – значение 50 Hz;
- $\cos \cos\Phi_i$  – значение 0,8;
- $I_{pn}(A)$  (ток первичной цепи) – значение 5000 А;
- $I_{sn}(A)$  (ток вторичной цепи) – значение 5 А;
- Класс – значение 0,1;
- FS – значение 5;
- Нагрузка(VA) – значение 5.

- 6) перейти во вкладку «КТ ТТ» (см. рисунок 7.1);

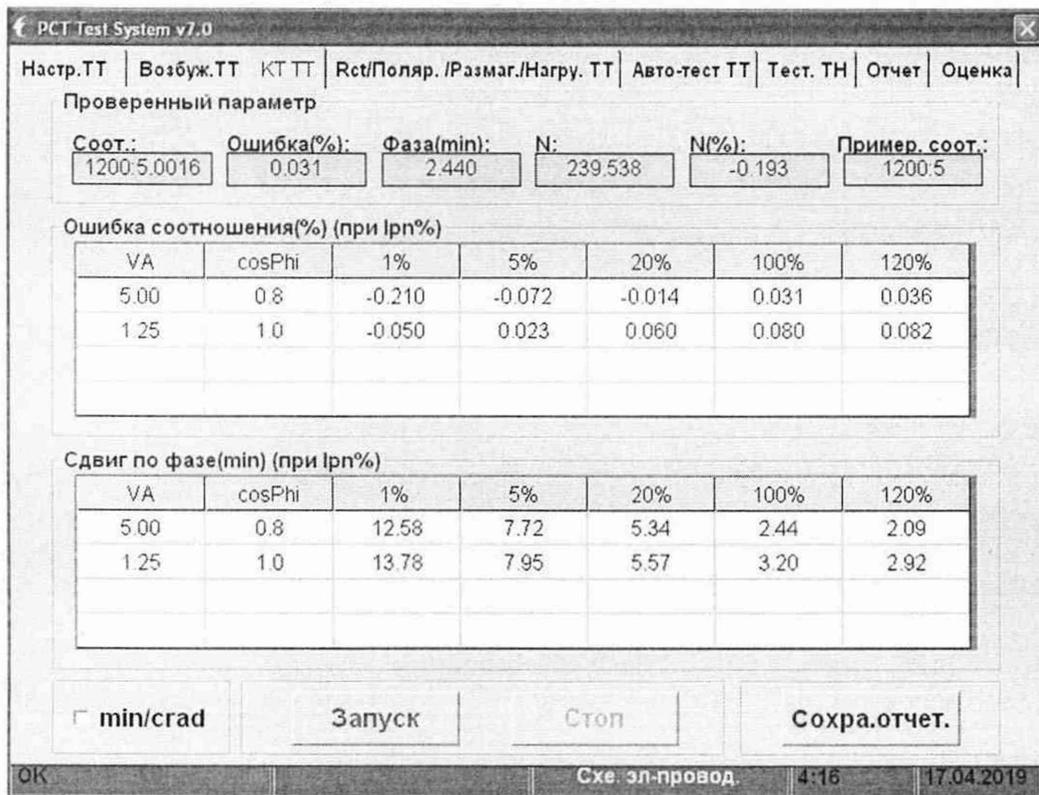


Рисунок 7.1 – Внешний вид вкладки «КТ ТТ»

- 7) измерить с помощью анализатора значения угла фазового сдвига масштабного преобразования синусоидального тока нажатием кнопки «Запуск» на вкладке «КТ ТТ»;
- 8) зафиксировать измеренные значения угла фазового сдвига масштабного преобразования синусоидального тока в окне «Фаза(min)» при уровне 100 % и мощности 5 В·А на вкладке «КТ ТТ».

## 11 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

Подтвердить соответствие средства измерений метрологическим требованиям в соответствии с приведенными формулами.

11.1 Рассчитать относительную погрешность воспроизведений среднеквадратических значений силы переменного тока синусоидальной формы  $\delta_{I_{\text{воспр}}}$ , %, по формуле:

$$\delta_{I_{\text{воспр}}} = \frac{I_{\text{воспр}} - I_{\text{эт}}}{I_{\text{эт}}} \cdot 100, \quad (1)$$

где  $I_{\text{воспр}}$  – значение силы переменного тока синусоидальной формы, воспроизведенное анализатором, А;

$I_{\text{эт}}$  – значение силы переменного тока синусоидальной формы, измеренное амперметром, А

11.2 Рассчитать относительную погрешность измерений среднеквадратических значений напряжения переменного тока синусоидальной формы  $\delta_{U_{\text{изм}}}$ , %, по формуле:

$$\delta_{U_{\text{изм}}} = \frac{U_{\text{изм}} - U_{\text{эт}}}{U_{\text{эт}}} \cdot 100, \quad (2)$$

где  $U_{\text{изм}}$  – значение напряжения переменного тока синусоидальной формы, измеренное анализатором, В;  
 $U_{\text{эт}}$  – значение напряжения переменного тока синусоидальной формы, измеренное вольтметром, В

11.3 Рассчитать относительную погрешность воспроизведений среднеквадратических значений напряжения переменного тока синусоидальной формы  $\delta_{U_{\text{воспр}}}$ , %, по формуле:

$$\delta_{U_{\text{воспр}}} = \frac{U_{\text{воспр}} - U_{\text{эт.2}}}{U_{\text{эт.2}}} \cdot 100, \quad (3)$$

где  $U_{\text{воспр}}$  – значение напряжения переменного тока синусоидальной формы, воспроизведенное анализатором, В;  
 $U_{\text{эт.2}}$  – значение напряжения переменного тока синусоидальной формы, измеренное вольтметром, В

11.4 Рассчитать абсолютную погрешность измерений электрического сопротивления  $\Delta_R$ , Ом, по формуле:

$$\Delta_R = R_{\text{изм}} - R_{\text{эт}}, \quad (4)$$

где  $R_{\text{изм}}$  – значение сопротивления, измеренное с помощью анализатора, Ом;  
 $R_{\text{эт}}$  – значение сопротивления равное 0,1; 1; 10 Ом для катушек или значение сопротивления реостата, измеренное с помощью мультиметра, Ом

11.5 Рассчитать относительную погрешность измерений коэффициента трансформации трансформаторов тока  $\delta_{\text{ТТ}}$ , %, по формуле:

$$\delta_{\text{ТТ}} = \frac{K_{\text{изм}} - K_{\text{эт}}}{K_{\text{эт}}} \cdot 100, \quad (5)$$

где  $K_{\text{изм}}$  – значение коэффициента трансформации, измеренное анализатором;  
 $K_{\text{эт}}$  – значение коэффициента трансформации, приведенное в таблице 4 в столбце № 2

11.6 Рассчитать абсолютную погрешность измерений угла фазового сдвига масштабного преобразования синусоидального тока  $\Delta_f$ , ', по формуле:

$$\Delta_f = f_{\text{изм}} - f_{\text{эт}}, \quad (6)$$

где  $f_{\text{изм}}$  – значение угла фазового сдвига масштабного преобразования синусоидального тока, измеренное анализатором, ';  
 $f_{\text{эт}}$  – значение угла фазового сдвига масштабного преобразования синусоидального тока трансформаторов тока измерительных переносных ТТИП (модификации ТТИП-100/5 и ТТИП-5000/5), равное 3'

Анализатор подтверждает соответствие метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа, если полученные значения погрешностей не превышают пределов, указанных в таблице А.1 Приложения А.

При невыполнении любого из вышеперечисленных условий (когда анализатор не подтверждает соответствие метрологическим требованиям), поверку анализатора прекращают, результаты поверки признают отрицательными.

## 12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

12.1 Результаты поверки анализатора подтверждаются сведениями, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с порядком, установленным действующим законодательством.

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

12.3 По заявлению владельца анализатора или лица, представившего его на поверку, положительные результаты поверки (когда анализатор подтверждает соответствие метрологическим требованиям) оформляют свидетельством о поверке по форме, установленной в соответствии с действующим законодательством, и (или) нанесением на анализатор знака поверки, и (или) внесением в паспорт анализатора записи о проведенной поверке, заверяемой подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки.

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

12.5 Протоколы поверки анализатора оформляются по произвольной форме.

Начальник отдела испытаний и комплексного метрологического обеспечения ООО «НИЦ «ЭНЕРГО»

П. В. Гальня

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

### Основные метрологические характеристики анализаторов

Таблица А.1 – Основные метрологические характеристики анализаторов

| Наименование характеристики   | Значение для модификации  |         |
|---|---|---------|
|   | PCT200Ai  | PCT200i |
| Диапазон воспроизведений среднеквадратических значений силы переменного тока синусоидальной формы, А  | от 0,005 до 2,000   |         |
| Пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведений среднеквадратических значений силы переменного тока синусоидальной формы, %       | ±0,05   | ±0,10   |
| Диапазон измерений среднеквадратических значений напряжения переменного тока синусоидальной формы, В  | от 0,5 до 120,0   |         |
| Пределы допускаемой относительной погрешности измерений среднеквадратических значений напряжения переменного тока синусоидальной формы, %       | ±0,05   | ±0,10   |
| Диапазон воспроизведений среднеквадратических значений напряжения переменного тока синусоидальной формы, В                                      | от 0,5 до 120,0   |         |
| Пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведений среднеквадратических значений напряжения переменного тока синусоидальной формы, % | ±0,05   | ±0,10   |
| Диапазон измерений электрического сопротивления постоянному току, Ом  | от 0,1 до 200,0   |         |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений электрического сопротивления постоянному току, Ом:   |   |         |
| - в поддиапазоне от 0,1 до 10,0 включ.  | $\pm(0,001 \cdot R_{\text{изм}} + 1 \text{ мОм})$ <sup>1)</sup> |         |
| - в поддиапазоне св. 10 до 200 включ.   | $\pm(0,005 \cdot R_{\text{изм}} + 1 \text{ мОм})$ <sup>1)</sup> |         |
| Диапазон измерений коэффициента трансформации трансформаторов тока, ед.   | от 1 до 10000   |         |
| Пределы допускаемой относительной погрешности измерений коэффициента трансформации трансформаторов тока, %:                                     |   |         |
| - в поддиапазоне от 1 до 1000 включ.  | ±0,1  |         |
| - в поддиапазоне св. 1000 до 5000 включ.  | ±0,15   |         |
| - в поддиапазоне св. 5000 до 10000 включ.   | ±0,2  |         |
| Диапазон измерений угла фазового сдвига масштабного преобразования синусоидального тока, ' (°)  | от -180 до +180<br>(от -3 до +3)                                |         |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений угла фазового сдвига масштабного преобразования синусоидального тока, ' (°)                | ±9 (±0,15)  |         |
| <sup>1)</sup> R <sub>изм</sub> – Значение электрического сопротивления постоянному току, измеренное с помощью анализатора.                      |   |         |