

**СОГЛАСОВАНО**

**Технический директор**

**ООО «НИЦ «ЭНЕРГО»**



\_\_\_\_\_  
**П. С. Казаков**

«34» 07 2023 г.

**Государственная система обеспечения единства измерений**

**Каналы измерительные ПТК РЕГУЛ**

**Методика поверки**

**ПКБМ.421457.203/1 МП**

г. Москва

2023 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.....                  | 5  |
| 6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ<br>ПОВЕРКИ .....       | 7  |
| 7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ.....   | 7  |
| 8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ .....                        | 7  |
| 9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ .....                         | 8  |
| 10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ                      | 8  |
| 11 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ<br>МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ..... | 14 |
| 12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ .....  | 16 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ А. НОМИНАЛЬНЫЕ СТАТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ .....                           | 17 |

## 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на каналы измерительные ПТК РЕГУЛ (далее – ИК ПТК РЕГУЛ), изготавливаемые по документу ПБKM.421457.203 ТУ «Каналы измерительные ПТК «РЕГУЛ». Технические условия», и устанавливает методику их первичной и периодической поверок.

1.2 При проведении поверки должна обеспечиваться прослеживаемость ИК ПТК РЕГУЛ к ГЭТ 13-2023 согласно государственной поверочной схеме, утвержденной Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28 июля 2023 года № 1520, ГЭТ 4-91 согласно государственной поверочной схеме, утвержденной Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 01 октября 2018 года № 2091, ГЭТ 1-2022 согласно государственной поверочной схеме, утвержденной Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26 сентября 2022 года № 2360, ГЭТ 14-2014 согласно государственной поверочной схеме, утвержденной Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30 декабря 2019 года № 3456.

1.3 Допускается проведение первичной (периодической) поверки отдельных измерительных каналов и (или) отдельных автономных блоков (модулей) из состава средства измерений и проведение периодической поверки для меньшего числа измеряемых величин и меньшего числа диапазонов в соответствии с заявлением владельца средства измерений или лица, предоставившего его на поверку, с обязательным указанием в сведениях о поверке информации об объеме проведенной поверки.

1.4 Поверка ИК ПТК РЕГУЛ должна проводиться в соответствии с требованиями настоящей методики поверки.

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

1.6 В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в описании типа.

## 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 поверки   | Обязательность выполнения операций поверки при |                       |
|--|---|--|-----------------------|
|  |   | первичной поверке                              | периодической поверке |
| 7  | Внешний осмотр средства измерений   | Да   | Да                    |
| 8  | Подготовка к поверке и опробование средства измерений                                     | Да   | Да                    |
| 8.2  | Проверка электрического сопротивления изоляции  | Да   | Нет                   |
| 8.3  | Опробование   | Да   | Да                    |
| 9  | Проверка программного обеспечения средства измерений                                      | Да   | Да                    |
| 10   | Определение метрологических характеристик средства измерений                              | Да   | Да                    |
| 10.1   | Определение приведенной к диапазону измерений погрешности измерений силы постоянного тока | Да   | Да                    |



| Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки | Наименование операции поверки   | Обязательность выполнения операций поверки при |                       |
|--|---|--|-----------------------|
|  |   | первичной поверке                              | периодической поверке |
| 10.2   | Определение приведенной к диапазону измерений погрешности измерений напряжения постоянного тока   | Да   | Да                    |
| 10.3   | Определение относительной погрешности измерений частоты следования импульсов  | Да   | Да                    |
| 10.4   | Определение абсолютной погрешности измерений количества импульсов   | Да   | Да                    |
| 10.5   | Определение приведенной к диапазону измерений погрешности измерений сопротивления постоянному току  | Да   | Да                    |
| 10.6   | Определение абсолютной погрешности измерений сопротивления постоянному току термопреобразователей сопротивления в температурном эквиваленте | Да   | Да                    |
| 10.7   | Определение абсолютной погрешности измерений ТЭДС термоэлектрических преобразователей в температурном эквиваленте                           | Да   | Да                    |
| 10.8   | Определение приведенной к диапазону воспроизведений погрешности воспроизведений силы постоянного тока                                       | Да   | Да                    |
| 10.9   | Определение приведенной к диапазону воспроизведений погрешности воспроизведений напряжения постоянного 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 %;
- атмосферное давление от 84,0 до 106,7 кПа.

### 4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 К проведению поверки допускаются лица, изучившие настоящую методику поверки, эксплуатационную документацию на поверяемые ИК ПТК РЕГУЛ 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, необходимые для проведения поверки  | Перечень рекомендуемых средств поверки  |
|--|---|---|
| Основные средства поверки  |   |   |
| р. 10 Определение метрологических характеристик средства измерений | Рабочий эталон 1-го разряда и выше согласно Приказу № 2091 в диапазонах силы постоянного тока от 4 до 20 мА, от 0 до 20 мА  | Калибратор многофункциональный AOIP модификации Calys 150R, рег. № 48000-11<br>Калибратор процессов прецизионный Fluke 7526A, рег. № 54934-13 |
|  | Рабочий эталон 3-го разряда и выше согласно Приказу № 1520 в диапазонах напряжения постоянного тока от -5 до +5 В, от 0 до +5 В, от -10 до +10 В, от 0 до 10 В, от -400 до +400 мВ  | Калибратор многофункциональный AOIP модификации Calys 150R, рег. № 48000-11   |
|  | Рабочий эталон 5-го разряда и выше согласно Приказу № 2360 в диапазонах частот от 1 до 2500 Гц, от 1 до 500000 Гц   | Генератор сигналов произвольной формы DG1032Z, рег. № 56013-13  |
|  | Диапазон воспроизведений количества импульсов от 1 до 10000 имп., пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведений $\pm 1$ имп.   | Калибратор многофункциональный AOIP модификации Calys 150R, рег. № 48000-11   |
|  | Рабочий эталон 4-го разряда и выше согласно Приказу № 3456 в диапазоне сопротивления постоянному току от 1 до 450 Ом  | Магазин сопротивления P4831, рег. № 6332-77   |
|  | Рабочий эталон 4-го разряда и выше согласно Приказу № 3456 в диапазоне сопротивления постоянному току термопреобразователей сопротивления в температурном эквиваленте:<br>от -180 °С до +200 (50M) °С,<br>от -180 °С до +200 (100M) °С,<br>от -50 °С до +200 (50M) °С,<br>от -50 °С до +200 (100M) °С,<br>от -200 °С до +850 (50П) °С,<br>от -200 °С до +850 (100П) °С,<br>от -200 °С до +850 (Pt50) °С,<br>от -200 °С до +850 (Pt100) °С,<br>от -60 °С до +180 (50H) °С,<br>от -60 °С до +180 (100H) °С,<br>от -200 °С до +650 (46П) °С,<br>от -50 °С до +180 (53M) °С | Магазин сопротивления P4831, рег. № 6332-77   |



| Операции поверки, требующие применение средств поверки   | Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки  | Перечень рекомендуемых средств поверки   |
|--|---|--|
| <p>р. 10 Определение метрологических характеристик средства измерений</p>  | <p>Рабочий эталон 3-го разряда и выше согласно Приказу № 1520 в диапазонах напряжения постоянного тока (ТЭДС) термоэлектрических преобразователей в температурном эквиваленте:<br/> от -50 °С до +1760 °С (R),<br/> от -50 °С до +1760 °С (S),<br/> от 250 °С до +1820 °С (B),<br/> от -210 °С до +1200 °С (J),<br/> от -200 °С до +400 °С (T),<br/> от -200 °С до +1000 °С (E),<br/> от -270 °С до +1370 °С (K),<br/> от -200 °С до +1300 °С (N),<br/> от 0 °С до +2500 °С (A-1),<br/> от 0 °С до +1800 °С (A-2),<br/> от 0 °С до +1800 °С (A-3),<br/> от -200 °С до +800 °С (L)</p> | <p>Калибратор многофункциональный АОIP модификации Calys 150R, рег. № 48000-11</p>             |
| Вспомогательные средства поверки   |   |  |
| <p>р. 8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений<br/> р. 9 Проверка программного обеспечения средства измерений<br/> р. 10 Определение метрологических характеристик средства измерений</p> | <p>Диапазон измерений температуры окружающей среды от +10 °С до +30 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений <math>\pm 1</math> °С, диапазон измерений относительной влажности от 10 до 90 %, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений <math>\pm 3</math> %, диапазон измерений атмосферного давления от 84,0 до 106,7 кПа, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений атмосферного давления <math>\pm 0,2</math> кПа</p>   | <p>Измеритель параметров микроклимата «МЕТЕОСКОП-М», рег. № 32014-11</p>                       |
| <p>р. 8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений</p>  | <p>Диапазон воспроизведений напряжения постоянного тока от 0 до 500 В<br/> Пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведений напряжения постоянного тока <math>\pm 3,0</math> %<br/> Диапазон измерений сопротивления изоляции от 1 до 1000 МОм<br/> Пределы допускаемой относительной погрешности измерений сопротивления изоляции <math>\pm 1,0</math> %</p>  | <p>Установка для проверки параметров электрической безопасности GPT-79803, рег. № 50682-12</p> |

| Операции поверки, требующие применение средств поверки   | Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки | Перечень рекомендуемых средств поверки   |
|--|--|--|
| <p>р. 9 Проверка программного обеспечения средства измерений</p> <p>р. 10 Определение метрологических характеристик средства измерений</p> | -  | Персональный компьютер IBM PC; наличие интерфейсов Ethernet и USB; дисковод для чтения CD-ROM; операционная система Windows с установленным программным обеспечением |

Допускается применение средств поверки с метрологическими и техническими характеристиками, обеспечивающими требуемую точность передачи единиц величин поверяемому средству измерений, установленную Приказами Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28 июля 2023 года № 1520, от 01 октября 2018 года № 2091, от 26 сентября 2022 года № 2360, от 30 декабря 2019 года № 3456 и указанную в таблице 2.

## **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 ИК ПТК РЕГУЛ и применяемые средства поверки.

### **7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ**

ИК ПТК РЕГУЛ допускается к дальнейшей поверке, если:

- внешний вид ИК ПТК РЕГУЛ 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 ИК ПТК РЕГУЛ допускается к дальнейшей поверке. При отсутствии возможности устранения дефектов, ИК ПТК РЕГУЛ к дальнейшей поверке не допускается.

### **8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ**

8.1 Перед проведением поверки необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

- 1) изучить эксплуатационную документацию на поверяемый ИК ПТК РЕГУЛ и на применяемые средства поверки;
- 2) выдержать ИК ПТК РЕГУЛ 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;
- 3) подготовить к работе средства поверки в соответствии с указаниями их



эксплуатационной документации;

4) провести контроль условий поверки на соответствие требованиям, указанным в разделе 3, с помощью оборудования, указанного в таблице 2.

#### 8.2 Проверка электрического сопротивления изоляции

Проверку электрического сопротивления изоляции проводить на установке для проверки параметров электрической безопасности GPT-79803 испытательным напряжением постоянного тока 500 В между корпусом ИК ПТК РЕГУЛ (клемма «РЕ») и клеммами сети питания (клеммы «L» и «N»), соединенными вместе.

#### 8.3 Опробование

Опробование ИК ПТК РЕГУЛ проводить в следующей последовательности:

1) ИК ПТК РЕГУЛ включить в сеть в соответствии с указаниями руководства по эксплуатации;

2) убедиться, что спустя одну минуту, горят индикаторы «PWR» и «RUN» на модулях источника питания и центрального процессора контроллера REGUL, а также индикаторы «RUN» на всех модулях ввода/вывода.

ИК ПТК РЕГУЛ допускается к дальнейшей поверке, если при проверке электрического сопротивления изоляции измеренное значение электрического сопротивления изоляции не менее 20 МОм; при опробовании загораются индикаторы «PWR» и «RUN» на модулях источника питания и центрального процессора контроллера REGUL, а также индикаторы «RUN» на всех модулях ввода/вывода.

### 9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

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

1) Средствами среды разработки ПО ПЛК Epsilon LD (Astra.IDE) сверить с отраженной в описании типа на ИК ПТК РЕГУЛ версией прикладного ПО центрального процессора (далее – ЦПУ) и модулей ввода/вывода.

2) В онлайн-режиме открыть редактор модуля, для которого надо узнать версию ПО. В поле «FW version current» будет отражена текущая версия ПО.

3) Версия ПО ЦПУ доступна в журнале ПЛК. Для этого необходимо открыть редактор устройства ПЛК Regul, перейти на вкладку «Журналы» и нажать кнопку обновить.

ИК ПТК РЕГУЛ допускается к дальнейшей поверке, если программное обеспечение соответствует требованиям, указанным в описании типа.

### 10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

10.1 Определение приведенной к диапазону измерений погрешности измерений силы постоянного тока

Определение приведенной к диапазону измерений погрешности измерений силы постоянного тока проводить в следующей последовательности:

1) Собрать схему подключений, приведенную на рисунке 1.

2) Подать напряжение питания на ИК ПТК РЕГУЛ.

3) Выбрать на персональном компьютере режим отображения значений для проверяемого канала (сила постоянного тока).

4) Последовательно воспроизвести с помощью калибратора многофункционального АОИР модификации Calys 150R (далее – калибратор) или калибратора процессов прецизионного Fluke 7526A <sup>1)</sup> (далее – Fluke 7526A) значения силы постоянного тока, соответствующие значениям от 0 до 5 %, от 20 до 30 %, от 45 до 55 %, от 70 до 80 %, от 95 до 100 % от диапазона измерений силы постоянного тока.

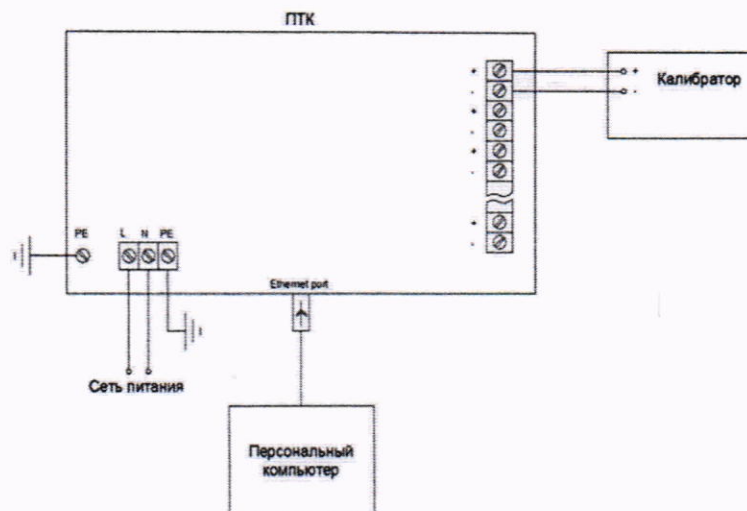
---

<sup>1)</sup> Для модулей с погрешностью  $\pm 0,025$  (γ) %.



5) Фиксировать воспроизведенные с помощью калибратора или Fluke 7526A и измеренные с помощью ИК ПТК РЕГУЛ значения силы постоянного тока.

6) Повторить операции, приведенные в п.п. 4) - 5) для каждого из каналов и каждого диапазона измерений силы постоянного тока.



ПТК – Поверяемый ИК ПТК РЕГУЛ.

Калибратор – Калибратор многофункциональный AOIP модификации Calys 150R или Калибратор процессов прецизионный Fluke 7526A.

Рисунок 1 – Схема подключений при определении приведенной к диапазону измерений погрешности измерений силы постоянного тока, абсолютной погрешности измерений количества импульсов

10.2 Определение приведенной к диапазону измерений погрешности измерений напряжения постоянного тока

Определение приведенной к диапазону измерений погрешности измерений напряжения постоянного тока, проводить в следующей последовательности:

1) Собрать схему подключений, приведенную на рисунке 2.

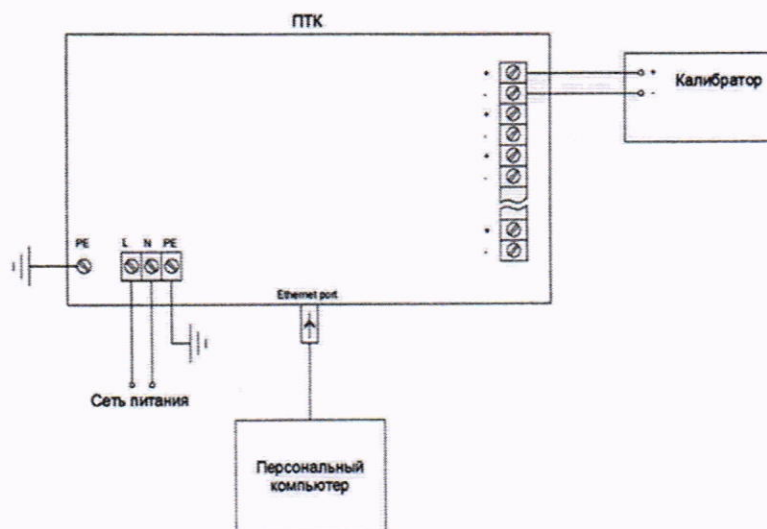


Рисунок 2 – Схема подключений при определении приведенной к диапазону измерений погрешности измерений напряжения постоянного тока, абсолютной погрешности измерений ТЭДС термоэлектрических преобразователей в температурном эквиваленте

2) Подать напряжение питания на ИК ПТК РЕГУЛ.

3) Выбрать на персональном компьютере режим отображения значений для поверяемого канала (напряжение постоянного тока).

4) Последовательно воспроизвести с помощью калибратора значения напряжения постоянного тока, соответствующие значениям от 0 до 5 %, от 20 до 30 %, от 45 до 55 %, от 70 до 80 %, от 95 до 100 % от диапазона измерений напряжения постоянного тока.

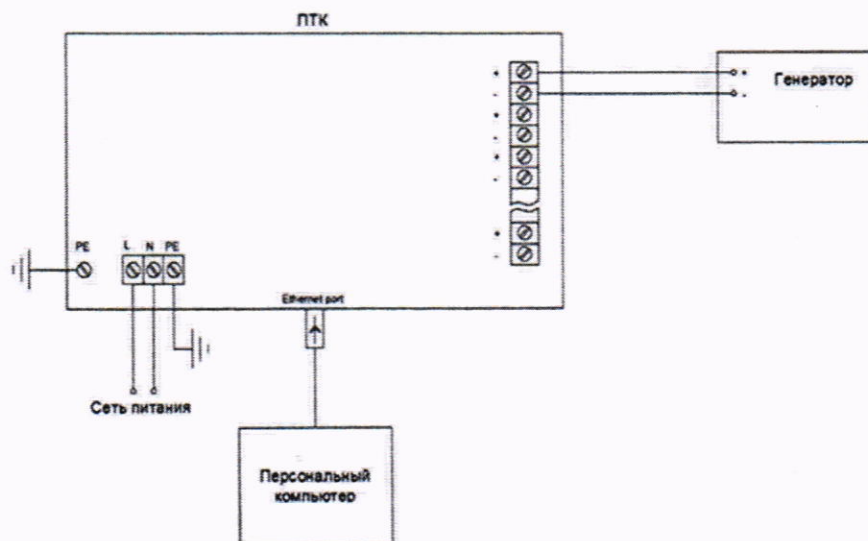
5) Фиксировать воспроизведенные с помощью калибратора и измеренные с помощью ИК ПТК РЕГУЛ значения напряжения постоянного тока.

6) Повторить операции, приведенные в п.п. 4) - 5) для каждого из каналов для соответствующего диапазона измерений напряжения постоянного тока и каждого диапазона измерений напряжения постоянного тока.

### 10.3 Определение относительной погрешности измерений частоты следования импульсов

Определение относительной погрешности измерений частоты следования импульсов, проводить в следующей последовательности:

1) Собрать схему подключений, приведенную на рисунке 3.



Генератор – Генератор сигналов произвольной формы DG1032Z.

Рисунок 3 – Схема подключений при определении относительной погрешности измерений частоты следования импульсов

2) Подать напряжение питания на ИК ПТК РЕГУЛ.

3) Выбрать на персональном компьютере режим отображения значений для проверяемого канала (частота следования импульсов).

4) Последовательно воспроизвести с помощью генератора сигналов произвольной формы DG1032Z (далее – генератор) значения частоты следования импульсов, соответствующие значениям от 0 до 5 %, от 20 до 30 %, от 45 до 55 %, от 70 до 80 %, от 95 до 100 % от диапазона измерений частоты следования импульсов при значении амплитуды выходного сигнала 5 В.

5) Фиксировать воспроизведенные с помощью генератора и измеренные с помощью ИК ПТК РЕГУЛ значения частоты следования импульсов.

6) Повторить операции, приведенные в п.п. 4) - 5) для каждого из каналов для соответствующего диапазона измерений частоты следования импульсов и каждого диапазона измерений частоты следования импульсов.

### 10.4 Определение абсолютной погрешности измерений количества импульсов

Определение абсолютной погрешности измерений количества импульсов, проводить в следующей последовательности:

1) Собрать схему подключений, приведенную на рисунке 1.

2) Подать напряжение питания на ИК ПТК РЕГУЛ.



3) Выбрать на персональном компьютере режим отображения значений для проверяемого канала (количество импульсов).

4) Последовательно воспроизвести с помощью калибратора пакеты импульсов (при частоте выходного сигнала 10000 Гц и амплитуде сигнала 5 В), соответствующие значениям 1 и 9999 импульсов.

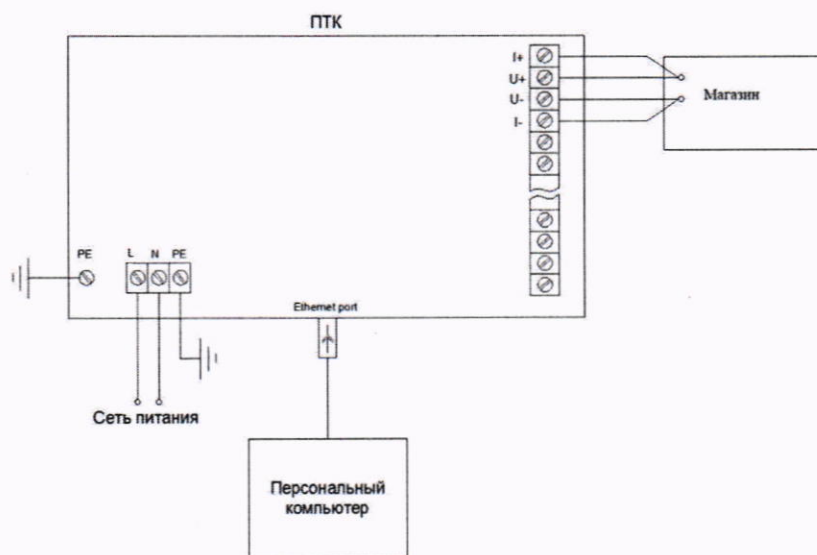
5) Фиксировать воспроизведенные с помощью калибратора и измеренные с помощью ИК ПТК РЕГУЛ значения количества импульсов.

6) Повторить операции, приведенные в п.п. 4) - 5) для каждого из каналов.

10.5 Определение приведенной к диапазону измерений погрешности измерений сопротивления постоянному току

Определение приведенной к диапазону измерений погрешности измерений сопротивления постоянному току, проводить в следующей последовательности:

1) Собрать схему подключений, приведенную на рисунке 4. Схема подключений — четырехпроводная.



Магазин – Магазин сопротивления Р4831

Рисунок 4 – Схема подключений при определении приведенной к диапазону измерений погрешности измерений сопротивления постоянному току, абсолютной погрешности измерений сопротивления постоянному току термопреобразователей сопротивления в температурном эквиваленте

2) Подать напряжение питания на ИК ПТК РЕГУЛ.

3) Выбрать на персональном компьютере режим отображения значений для проверяемого канала (сопротивление постоянному току). Выбрать в меню четырехпроводную схему подключения.

4) Последовательно воспроизвести с помощью магазина сопротивления Р4831 (далее – магазин) значения сопротивления постоянному току, соответствующие значениям от 0 до 5 %, от 20 до 30 %, от 45 до 55 %, от 70 до 80 %, от 95 до 100 % от диапазона измерений сопротивления постоянному току.

5) Фиксировать воспроизведенные с помощью магазина и измеренные с помощью ИК ПТК РЕГУЛ значения сопротивления постоянному току.

6) Повторить операции, приведенные в п.п. 4) - 5) для каждого из каналов.

10.6 Определение абсолютной погрешности измерений сопротивления постоянному току термопреобразователей сопротивления в температурном эквиваленте

Определение абсолютной погрешности измерений сопротивления постоянному току термопреобразователей сопротивления в температурном эквиваленте проводить в следующей последовательности:

1) Собрать схему подключений, приведенную на рисунке 4. Схема подключений — четырехпроводная.

2) Подать напряжение питания на ИК ПТК РЕГУЛ.

3) Выбрать на персональном компьютере режим отображения значений для проверяемого канала в температурном эквиваленте. Выбрать в меню четырехпроводную схему подключения. Согласно таблице 3 установить соответствующий тип термопреобразователя сопротивления и последовательно воспроизвести с помощью магазина значения сопротивления постоянному току, эквивалентные значениям температуры.

Таблица 3 – Испытательные сигналы для определения абсолютной погрешности измерений сопротивления постоянному току термопреобразователей сопротивления в температурном эквиваленте

| Тип термопреобразователя сопротивления | Значение сопротивления постоянному току термопреобразователя сопротивления в температурном эквиваленте, °C | Значение сопротивления постоянному току, эквивалентное значению температуры, Ом |
|--|--|---|
| 46П (гр. 21)                           | -200   | 7,950   |
|  | +195   | 80,570  |
|  | +650   | 153,300   |
| 100П ( $\alpha=0,00391$ )              | -200   | 17,2444   |
|  | +325   | 222,8229  |
|  | +850   | 395,1638  |

4) Фиксировать значения температуры, измеренные с помощью ИК ПТК РЕГУЛ.

5) Повторить операции, приведенные в п.п. 3) - 4) для каждого из каналов.

10.7 Определение абсолютной погрешности измерений ТЭДС термоэлектрических преобразователей в температурном эквиваленте

Определение абсолютной погрешности измерений ТЭДС термоэлектрических преобразователей в температурном эквиваленте, проводить в следующей последовательности:

1) Собрать схему подключений, приведенную на рисунке 2.

2) Подать напряжение питания на ИК ПТК РЕГУЛ.

3) Выбрать на персональном компьютере режим отображения значений для проверяемого канала в температурном эквиваленте. Согласно таблице 4 установить соответствующий тип термоэлектрического преобразователя и последовательно воспроизвести с помощью калибратора значения напряжения постоянного тока, эквивалентные значениям температуры. Для измерений температуры холодного спая использовать заранее предустановленную температуру, равную 0 °C для соответствующей НСХ (настраивается при конфигурации ИК ПТК РЕГУЛ).

Таблица 4 – Испытательные сигналы для определения абсолютной погрешности измерений ТЭДС термоэлектрических преобразователей в температурном эквиваленте

| Тип термопары | Значение ТЭДС термоэлектрического преобразователя в температурном эквиваленте, °C | Значение напряжения постоянного тока, эквивалентное значению температуры, мВ |
|---------------|---|--|
| Т             | -200  | -5,603   |
|               | +400  | 20,872   |
| В             | +250  | 0,291  |
|               | +1820   | 13,820   |
| А-1           | 0   | 0,000  |
|               | +2500   | 33,640   |



- 4) Фиксировать значения температуры, измеренные с помощью ИК ПТК РЕГУЛ.
- 5) Повторить операции, приведенные в п.п. 3) - 4) для каждого из каналов.

#### 10.8 Определение приведенной к диапазону воспроизведений погрешности воспроизведений силы постоянного тока

Определение приведенной к диапазону воспроизведений погрешности воспроизведений силы постоянного тока, проводить в следующей последовательности:

- 1) Собрать схему подключений, приведенную на рисунке 5.

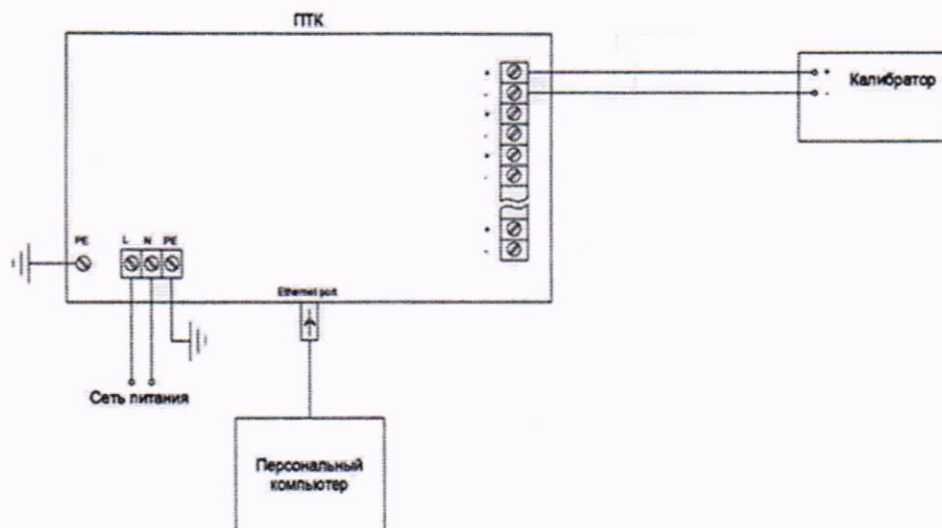


Рисунок 5 – Схема подключений при определении приведенной к диапазону воспроизведений погрешности воспроизведений силы постоянного тока

- 2) Подать напряжение питания на ИК ПТК РЕГУЛ.
- 3) Выбрать на персональном компьютере режим воспроизведений силы постоянного тока для поверяемого канала.
- 4) Последовательно воспроизвести с помощью ИК ПТК РЕГУЛ значения силы постоянного тока, соответствующие значениям от 0 до 5 %, от 20 до 30 %, от 45 до 55 %, от 70 до 80 %, от 95 до 100 % от диапазона воспроизведений силы постоянного тока.
- 5) Фиксировать воспроизведенные с помощью ИК ПТК РЕГУЛ и измеренные с помощью калибратора (в режиме измерений силы постоянного тока) значения силы постоянного тока.
- 6) Повторить операции, приведенные в п.п. 4) - 5) для каждого из каналов и каждого диапазона воспроизведений силы постоянного тока.

#### 10.9 Определение приведенной к диапазону воспроизведений погрешности воспроизведений напряжения постоянного тока

Определение приведенной к диапазону воспроизведений погрешности воспроизведений напряжения постоянного тока, проводить в следующей последовательности:

- 1) Собрать схему подключений, приведенную на рисунке 6.
- 2) Подать напряжение питания на ИК ПТК РЕГУЛ.
- 3) Выбрать на персональном компьютере режим воспроизведений напряжения постоянного тока для поверяемого канала.
- 4) Последовательно воспроизвести с помощью ИК ПТК РЕГУЛ значения напряжения постоянного тока, соответствующие значениям от 0 до 5 %, от 20 до 30 %, от 45 до 55 %, от 70 до 80 %, от 95 до 100 % от диапазона воспроизведений напряжения постоянного тока.
- 5) Фиксировать воспроизведенные с помощью ИК ПТК РЕГУЛ измеренные с помощью калибратора (в режиме измерений напряжения постоянного тока) значения напряжения постоянного тока.

6) Повторить операции, приведенные в п.п. 4) - 5) для каждого из каналов и каждого диапазона воспроизведений напряжения постоянного тока.

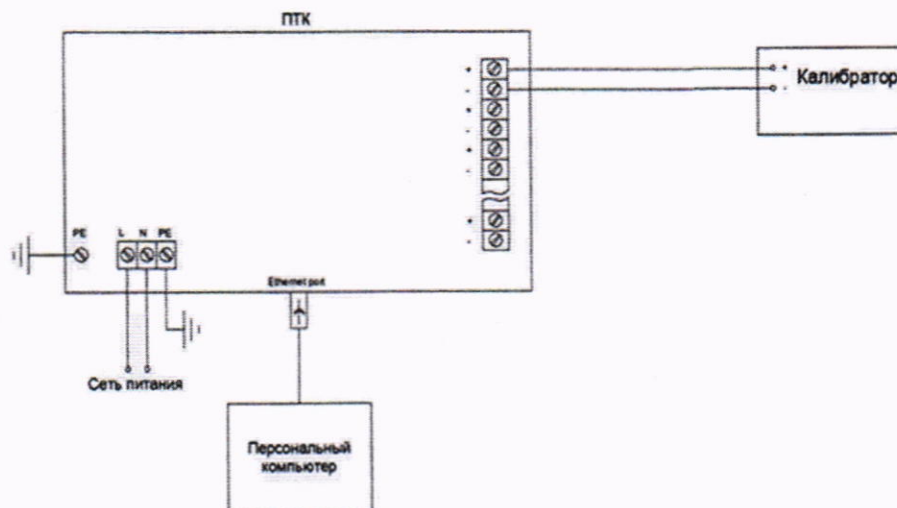


Рисунок 6 – Схема подключений при определении приведенной к диапазону воспроизведений погрешности воспроизведений напряжения постоянного тока

## 11 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

### 11.1 Формулы для расчета погрешностей

11.1.1 Приведенную к диапазону измерений погрешность измерений силы постоянного тока  $\gamma_I$ , %, рассчитать по формуле:

$$\gamma_I = \frac{I_{\text{изм}} - I_{\text{эт}}}{I_{\text{норм}}} \cdot 100, \quad (1)$$

где  $I_{\text{изм}}$  – значение силы постоянного тока, измеренное ИК ПТК РЕГУЛ, мА;

$I_{\text{эт}}$  – значение силы постоянного тока, воспроизведенное с помощью калибратора, мА;

$I_{\text{норм}}$  – нормирующее значение, равное ширине диапазона измерений силы постоянного тока, мА.

11.1.2 Приведенную к диапазону измерений погрешность измерений напряжения постоянного тока  $\gamma_U$ , %, рассчитать по формуле:

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

где  $U_{\text{изм}}$  – значение напряжения постоянного тока, измеренное ИК ПТК РЕГУЛ, мВ (В);

$U_{\text{эт}}$  – значение напряжения постоянного тока, воспроизведенное с помощью калибратора, мВ (В);

$U_{\text{норм}}$  – нормирующее значение, равное ширине диапазона измерений напряжения постоянного тока, мВ (В).

11.1.3 Относительную погрешность измерений частоты следования импульсов  $\delta_f$ , %, рассчитать по формуле:

$$\delta_f = \frac{f_{\text{изм}} - f_{\text{эт}}}{f_{\text{эт}}} \cdot 100, \quad (3)$$

где  $f_{\text{изм}}$  – значение частоты следования импульсов, измеренное ИК ПТК РЕГУЛ, Гц;

$f_{\text{эт}}$  – значение частоты следования импульсов, воспроизведенное генератором, Гц.



11.1.4 Абсолютную погрешность измерений количества импульсов,  $\Delta_T$ , имп., рассчитать по формуле:

$$\Delta_T = T_{\text{изм}} - T_{\text{эт}}, \quad (4)$$

где  $T_{\text{изм}}$  – значение количества импульсов, измеренное ИК ПТК РЕГУЛ, имп.;  
 $T_{\text{эт}}$  – значение количества импульсов, измеренное частотомером, имп.

11.1.5 Приведенную к диапазону измерений погрешность измерений сопротивления постоянному току,  $\gamma_R$ , %, рассчитать по формуле:

$$\gamma_R = \frac{R_{\text{изм}} - R_{\text{эт}}}{R_{\text{норм}}} \cdot 100, \quad (5)$$

где  $R_{\text{изм}}$  – значение сопротивления постоянному току, измеренное ИК ПТК РЕГУЛ, Ом;

$R_{\text{эт}}$  – значение сопротивления постоянному току, воспроизведенное с помощью магазина, Ом;

$R_{\text{норм}}$  – нормирующее значение, равное ширине диапазона измерений сопротивления постоянному току, Ом.

11.1.6 Абсолютную погрешность измерений сопротивления постоянному току термопреобразователей сопротивления в температурном эквиваленте  $\Delta_{tR}$ , °C, рассчитать по формуле:

$$\Delta_{tR} = t_{\text{изм}R} - t_{\text{эт}R}, \quad (6)$$

где  $t_{\text{изм}R}$  – значение температуры, измеренное ИК ПТК РЕГУЛ в температурном эквиваленте, °C;

$t_{\text{эт}R}$  – значение температуры, воспроизведенное магазином в температурном эквиваленте по ГОСТ 6651-2009 или в соответствии с таблицей А.1 для НСХ 46П (гр. 21), °C.

11.1.7 Абсолютную погрешность измерений ТЭДС термоэлектрических преобразователей в температурном эквиваленте  $\Delta_{tU}$ , °C, рассчитать по формуле:

$$\Delta_{tU} = t_{\text{изм}U} - t_{\text{эт}U}, \quad (7)$$

где  $t_{\text{изм}U}$  – значение температуры, измеренное ИК ПТК РЕГУЛ в температурном эквиваленте, °C;

$t_{\text{эт}U}$  – значение температуры, воспроизведенное калибратором в температурном эквиваленте по ГОСТ Р 8.585-2001, °C.

11.1.8 Приведенную к диапазону воспроизведений погрешность воспроизведений силы постоянного тока  $\gamma_{Ib}$ , %, рассчитать по формуле:

$$\gamma_{Ib} = \frac{I_{\text{воспр}} - I_{\text{эт},U}}{I_{\text{норм},U}} \cdot 100, \quad (8)$$

где  $I_{\text{воспр}}$  – значение силы постоянного тока, воспроизведенное с помощью ИК ПТК РЕГУЛ, мА;

$I_{\text{эт},U}$  – значение силы постоянного тока, измеренное калибратором (в режиме измерений силы постоянного тока), мА.

11.1.9 Приведенную к диапазону воспроизведений погрешность воспроизведений напряжения постоянного тока  $\gamma_{Uв}$ , %, рассчитать по формуле:

$$\gamma_{Uв} = \frac{U_{\text{воспр}} - U_{\text{эт},U}}{U_{\text{норм},U}} \cdot 100, \quad (9)$$

где  $U_{\text{воспр}}$  – значение напряжения постоянного тока, воспроизведенное с помощью ИК ПТК РЕГУЛ, В;

$U_{\text{эт},U}$  – значение напряжения постоянного тока, измеренное калибратором (в режиме измерений напряжения постоянного тока), В.

11.2 ИК ПТК РЕГУЛ подтверждает соответствие метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа, если полученные значения погрешностей не превышают пределов, указанных в описании типа.

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

## 12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

12.1 Результаты поверки ИК ПТК РЕГУЛ 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, автономных блоков (модулей) из состава средства измерений, измеряемых величин, диапазонов измерений выполнена поверка.

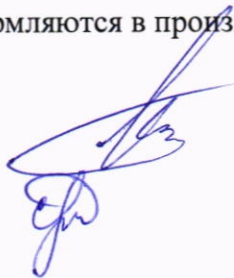
12.3 По заявлению владельца ИК ПТК РЕГУЛ или лица, представившего его на поверку, положительные результаты поверки (когда ИК ПТК РЕГУЛ подтверждает соответствие метрологическим требованиям) оформляют свидетельством о поверке по форме, установленной в соответствии с действующим законодательством, и (или)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

12.4 По заявлению владельца ИК ПТК РЕГУЛ или лица, представившего его на поверку, отрицательные результаты поверки (когда ИК ПТК РЕГУЛ 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 ИК ПТК РЕГУЛ оформляются в произвольной форме.

Технический директор ООО «НИЦ «ЭНЕРГО»

Ведущий инженер ООО «НИЦ «ЭНЕРГО»



П. С. Казаков

С. Р. Гиоргадзе



## ПРИЛОЖЕНИЕ А

### Номинальные статические характеристики

Таблица А.1 – НСХ 53М (гр. 23)

| Температура<br>рабочего<br>конца, °С | Сопротивление для температуры в °С, Ом |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|--------------------------------------|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                      | 0                                      | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     |
| -50                                  | 41,71                                  | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     |
| -40                                  | 43,97                                  | 43,74 | 43,52 | 43,29 | 43,07 | 42,84 | 42,61 | 42,39 | 42,16 | 41,94 |
| -30                                  | 46,23                                  | 46,00 | 45,78 | 45,55 | 45,32 | 45,10 | 44,87 | 44,65 | 44,42 | 44,20 |
| -20                                  | 48,48                                  | 48,26 | 48,03 | 47,81 | 47,58 | 47,36 | 47,13 | 46,90 | 46,68 | 46,45 |
| -10                                  | 50,74                                  | 50,52 | 50,29 | 50,07 | 49,84 | 49,61 | 49,39 | 49,16 | 48,94 | 48,71 |
| -0                                   | 53,00                                  | 52,77 | 52,55 | 52,32 | 52,10 | 51,87 | 51,65 | 51,42 | 51,19 | 50,97 |
| 0                                    | 53,00                                  | 53,23 | 53,45 | 53,68 | 53,90 | 54,13 | 54,36 | 54,58 | 54,81 | 55,03 |
| +10                                  | 55,26                                  | 55,48 | 55,71 | 55,94 | 56,16 | 56,39 | 56,61 | 56,84 | 57,06 | 57,29 |
| +20                                  | 57,52                                  | 57,74 | 57,97 | 58,19 | 58,42 | 58,65 | 58,87 | 59,10 | 59,32 | 59,55 |
| +30                                  | 59,77                                  | 60,00 | 60,23 | 60,45 | 60,68 | 60,90 | 61,13 | 61,35 | 61,58 | 61,81 |
| +40                                  | 62,03                                  | 62,26 | 62,48 | 62,71 | 62,93 | 63,16 | 63,39 | 63,61 | 63,84 | 64,06 |
| +50                                  | 64,29                                  | 64,52 | 64,74 | 64,97 | 65,19 | 65,42 | 65,64 | 65,87 | 66,10 | 66,32 |
| +60                                  | 66,55                                  | 66,77 | 67,00 | 67,22 | 67,45 | 67,68 | 67,90 | 68,13 | 68,35 | 68,58 |
| +70                                  | 68,81                                  | 69,03 | 69,26 | 69,48 | 69,71 | 69,93 | 70,16 | 70,39 | 70,61 | 70,84 |
| +80                                  | 71,06                                  | 71,29 | 71,51 | 71,74 | 71,97 | 72,19 | 72,42 | 72,64 | 72,87 | 73,09 |
| +90                                  | 73,32                                  | 73,55 | 73,77 | 74,00 | 74,22 | 74,45 | 74,68 | 74,90 | 75,13 | 75,35 |
| +100                                 | 75,58                                  | 75,80 | 76,03 | 76,26 | 76,48 | 76,71 | 76,93 | 77,15 | 77,38 | 77,61 |
| +110                                 | 77,84                                  | 78,06 | 78,29 | 78,51 | 78,74 | 78,97 | 79,19 | 79,42 | 79,64 | 79,87 |
| +120                                 | 80,09                                  | 80,32 | 80,55 | 80,77 | 81,00 | 81,22 | 81,45 | 81,67 | 81,90 | 82,13 |
| +130                                 | 82,35                                  | 82,58 | 82,80 | 83,03 | 83,26 | 83,48 | 83,71 | 83,93 | 84,16 | 84,38 |
| +140                                 | 84,61                                  | 84,84 | 85,06 | 85,29 | 85,51 | 85,74 | 85,96 | 86,19 | 86,42 | 86,64 |
| +150                                 | 86,87                                  | 87,09 | 87,32 | 87,54 | 87,77 | 88,00 | 88,22 | 88,45 | 88,67 | 88,90 |
| +160                                 | 89,13                                  | 89,35 | 89,58 | 89,80 | 90,03 | 90,25 | 90,48 | 90,71 | 90,93 | 91,16 |
| +170                                 | 91,38                                  | 91,61 | 91,83 | 92,06 | 92,29 | 92,51 | 92,74 | 92,96 | 93,18 | 93,42 |
| +180                                 | 93,64                                  | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     |

Таблица А.2 – НСХ 46П (гр. 21)

| Температура<br>рабочего<br>конца, °С | Сопротивление для температуры в °С, Ом |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|--------------------------------------|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                      | 0                                      | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     |
| -200                                 | 7,95                                   | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     |
| -190                                 | 9,96                                   | 9,76  | 9,56  | 9,36  | 9,16  | 8,96  | 8,75  | 8,55  | 8,35  | 8,15  |
| -180                                 | 11,95                                  | 11,75 | 11,55 | 11,36 | 11,16 | 10,96 | 10,76 | 10,56 | 10,36 | 10,16 |
| -170                                 | 13,93                                  | 13,73 | 13,54 | 13,34 | 13,14 | 12,94 | 12,75 | 12,55 | 12,35 | 12,15 |
| -160                                 | 15,90                                  | 15,70 | 15,50 | 15,31 | 15,11 | 14,92 | 14,72 | 14,52 | 14,33 | 14,13 |
| -150                                 | 17,85                                  | 17,65 | 17,46 | 17,26 | 17,07 | 16,87 | 16,68 | 16,48 | 16,29 | 16,09 |
| -140                                 | 19,79                                  | 19,59 | 19,40 | 19,21 | 19,01 | 18,82 | 18,63 | 18,43 | 18,24 | 18,04 |
| -130                                 | 21,72                                  | 21,52 | 21,33 | 21,14 | 20,95 | 20,75 | 20,56 | 20,37 | 20,17 | 19,98 |
| -120                                 | 23,63                                  | 23,44 | 23,25 | 23,06 | 22,87 | 22,68 | 22,48 | 22,29 | 22,10 | 21,91 |
| -110                                 | 25,54                                  | 25,35 | 25,16 | 24,97 | 24,78 | 24,59 | 24,40 | 24,21 | 24,02 | 23,82 |
| -100                                 | 27,44                                  | 27,25 | 27,06 | 26,87 | 26,68 | 26,49 | 26,30 | 26,11 | 25,92 | 25,73 |
| -90                                  | 29,33                                  | 29,14 | 28,95 | 28,76 | 28,57 | 28,38 | 28,19 | 28,00 | 27,82 | 27,63 |
| -80                                  | 31,21                                  | 31,02 | 30,83 | 30,64 | 30,45 | 30,27 | 30,08 | 29,89 | 29,70 | 29,51 |
| -70                                  | 33,08                                  | 32,89 | 32,70 | 32,52 | 32,33 | 32,14 | 31,96 | 31,77 | 31,58 | 31,39 |
| -60                                  | 34,94                                  | 34,76 | 34,57 | 34,38 | 34,20 | 34,01 | 33,83 | 33,64 | 33,45 | 33,27 |
| -50                                  | 36,80                                  | 36,62 | 36,43 | 36,24 | 36,06 | 35,87 | 35,69 | 35,50 | 35,32 | 35,13 |
| -40                                  | 38,65                                  | 38,47 | 38,28 | 38,10 | 37,91 | 37,73 | 37,54 | 37,36 | 37,17 | 36,99 |
| -30                                  | 40,50                                  | 40,31 | 40,13 | 39,95 | 39,76 | 39,58 | 39,39 | 39,21 | 39,02 | 38,84 |
| -20                                  | 42,34                                  | 42,15 | 41,97 | 41,79 | 41,60 | 41,42 | 41,24 | 41,05 | 40,87 | 40,68 |
| -10                                  | 44,17                                  | 43,99 | 43,81 | 43,62 | 43,44 | 43,26 | 43,07 | 42,89 | 42,71 | 42,52 |
| 0                                    | 46,00                                  | 45,82 | 45,63 | 45,45 | 45,27 | 45,09 | 44,90 | 44,72 | 44,54 | 44,35 |
| 0                                    | 46,00                                  | 46,18 | 46,37 | 46,55 | 46,75 | 46,91 | 47,09 | 47,28 | 47,46 | 47,64 |
| +10                                  | 47,82                                  | 48,01 | 48,19 | 48,37 | 48,55 | 48,73 | 48,91 | 49,09 | 49,28 | 49,46 |
| +20                                  | 49,64                                  | 49,82 | 50,00 | 50,18 | 50,37 | 50,55 | 50,73 | 50,91 | 51,09 | 51,27 |



| Температура<br>рабочего<br>конца, °C | Сопротивление для температуры в °C, Ом |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|--------------------------------------|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                                      | 0                                      | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      | 9      |
| +30                                  | 51,45                                  | 51,63  | 51,81  | 51,99  | 52,18  | 52,36  | 52,54  | 52,72  | 52,90  | 53,08  |
| +40                                  | 53,26                                  | 53,44  | 53,62  | 53,80  | 53,98  | 54,16  | 54,34  | 54,52  | 54,70  | 54,88  |
| +50                                  | 55,06                                  | 55,24  | 55,42  | 55,60  | 55,78  | 55,96  | 56,14  | 56,32  | 56,50  | 56,68  |
| +60                                  | 56,86                                  | 57,04  | 57,22  | 57,39  | 57,57  | 57,75  | 57,93  | 58,11  | 58,29  | 58,47  |
| +70                                  | 58,65                                  | 58,83  | 59,00  | 59,18  | 59,36  | 59,54  | 59,72  | 59,90  | 60,07  | 60,25  |
| +80                                  | 60,43                                  | 60,61  | 60,79  | 60,97  | 61,14  | 61,32  | 61,50  | 61,68  | 61,86  | 62,04  |
| +90                                  | 62,21                                  | 62,39  | 62,57  | 62,74  | 62,92  | 63,10  | 63,28  | 63,45  | 63,63  | 63,81  |
| +100                                 | 63,99                                  | 64,16  | 64,34  | 64,52  | 64,70  | 64,87  | 65,05  | 65,22  | 65,40  | 65,58  |
| +110                                 | 65,76                                  | 65,93  | 66,11  | 66,28  | 66,46  | 66,64  | 66,81  | 66,99  | 67,16  | 67,34  |
| +120                                 | 67,52                                  | 67,69  | 67,87  | 68,05  | 68,22  | 68,40  | 68,51  | 68,75  | 68,93  | 69,10  |
| +130                                 | 69,28                                  | 69,45  | 69,63  | 69,80  | 69,98  | 70,15  | 70,33  | 70,50  | 70,68  | 70,85  |
| +140                                 | 71,03                                  | 71,20  | 71,38  | 71,55  | 71,73  | 71,90  | 72,08  | 72,25  | 72,43  | 72,60  |
| +150                                 | 72,78                                  | 72,95  | 73,12  | 73,30  | 73,47  | 73,65  | 73,82  | 74,00  | 74,17  | 74,34  |
| +160                                 | 74,52                                  | 74,69  | 74,87  | 75,04  | 75,21  | 75,39  | 75,56  | 75,73  | 75,91  | 76,08  |
| +170                                 | 76,26                                  | 76,43  | 76,60  | 76,77  | 76,95  | 77,12  | 77,29  | 77,47  | 77,64  | 77,81  |
| +180                                 | 77,99                                  | 78,16  | 78,33  | 78,50  | 78,68  | 78,85  | 79,02  | 79,19  | 79,37  | 79,54  |
| +190                                 | 79,71                                  | 79,88  | 80,05  | 80,23  | 80,40  | 80,57  | 80,75  | 80,92  | 81,09  | 81,26  |
| +200                                 | 81,43                                  | 81,60  | 81,78  | 81,95  | 82,12  | 82,29  | 82,46  | 82,63  | 82,81  | 82,98  |
| +210                                 | 83,15                                  | 83,32  | 83,49  | 83,66  | 83,83  | 84,00  | 84,18  | 84,35  | 84,52  | 84,69  |
| +220                                 | 84,86                                  | 85,03  | 85,20  | 85,37  | 85,54  | 85,71  | 85,88  | 86,05  | 86,22  | 86,39  |
| +230                                 | 86,56                                  | 86,73  | 86,90  | 87,07  | 87,24  | 87,41  | 87,58  | 87,75  | 87,92  | 88,09  |
| +240                                 | 88,26                                  | 88,43  | 88,60  | 88,77  | 88,94  | 89,11  | 89,28  | 89,45  | 89,62  | 89,79  |
| +250                                 | 89,96                                  | 90,12  | 90,29  | 90,46  | 90,63  | 90,80  | 90,97  | 91,14  | 91,31  | 91,48  |
| +260                                 | 91,64                                  | 91,81  | 91,98  | 92,15  | 92,32  | 92,49  | 92,66  | 92,82  | 92,99  | 93,16  |
| +270                                 | 93,33                                  | 93,50  | 93,66  | 93,83  | 94,00  | 94,17  | 94,33  | 94,50  | 94,67  | 94,84  |
| +280                                 | 95,00                                  | 95,17  | 95,34  | 95,51  | 95,67  | 95,84  | 96,01  | 96,18  | 96,34  | 96,51  |
| +290                                 | 96,68                                  | 96,84  | 97,01  | 97,18  | 97,34  | 97,51  | 97,68  | 97,84  | 98,01  | 98,18  |
| +300                                 | 98,34                                  | 98,51  | 98,68  | 98,84  | 99,01  | 99,18  | 99,34  | 99,51  | 99,67  | 99,84  |
| +310                                 | 100,01                                 | 100,17 | 100,34 | 100,50 | 100,67 | 100,83 | 101,00 | 101,17 | 101,33 | 101,50 |
| +320                                 | 101,66                                 | 101,83 | 101,99 | 102,16 | 102,32 | 102,49 | 102,65 | 102,82 | 102,98 | 103,15 |
| +330                                 | 103,31                                 | 103,48 | 103,64 | 103,81 | 103,97 | 104,14 | 104,30 | 104,46 | 104,63 | 104,79 |
| +340                                 | 104,96                                 | 105,12 | 105,29 | 105,45 | 105,61 | 105,78 | 105,94 | 106,11 | 106,27 | 106,43 |
| +350                                 | 106,60                                 | 106,76 | 106,92 | 107,09 | 107,25 | 107,42 | 107,58 | 107,74 | 107,90 | 108,07 |
| +360                                 | 108,23                                 | 108,39 | 108,56 | 108,72 | 108,88 | 109,05 | 109,21 | 109,37 | 109,54 | 109,70 |
| +370                                 | 109,86                                 | 110,02 | 110,19 | 110,35 | 110,51 | 110,67 | 110,84 | 111,00 | 111,16 | 111,32 |
| +380                                 | 111,48                                 | 111,65 | 111,81 | 111,97 | 112,13 | 112,29 | 112,46 | 112,62 | 112,78 | 112,94 |
| +390                                 | 113,10                                 | 113,26 | 113,43 | 113,59 | 113,75 | 113,91 | 114,07 | 114,23 | 114,39 | 114,56 |
| +400                                 | 114,72                                 | 114,88 | 115,04 | 115,20 | 115,36 | 115,52 | 115,68 | 115,84 | 116,00 | 116,16 |
| +410                                 | 116,32                                 | 116,48 | 116,64 | 116,80 | 116,97 | 117,13 | 117,29 | 117,45 | 117,61 | 117,77 |
| +420                                 | 117,93                                 | 118,09 | 118,25 | 118,41 | 117,57 | 118,73 | 118,89 | 119,04 | 119,20 | 119,36 |
| +430                                 | 119,52                                 | 119,68 | 119,84 | 120,00 | 120,16 | 120,32 | 120,48 | 120,64 | 120,80 | 120,96 |
| +440                                 | 121,11                                 | 121,27 | 121,43 | 121,59 | 121,75 | 121,91 | 122,07 | 122,23 | 122,38 | 122,54 |
| +450                                 | 122,70                                 | 122,86 | 123,02 | 123,18 | 123,33 | 123,49 | 123,65 | 123,81 | 123,96 | 124,12 |
| +460                                 | 124,28                                 | 124,44 | 124,60 | 124,76 | 124,91 | 125,07 | 125,23 | 135,39 | 125,54 | 125,70 |
| +470                                 | 125,86                                 | 126,02 | 126,17 | 126,33 | 126,49 | 126,64 | 126,80 | 126,96 | 127,11 | 127,27 |
| +480                                 | 127,43                                 | 127,58 | 127,74 | 127,90 | 128,05 | 128,21 | 128,37 | 128,52 | 128,68 | 128,84 |
| +490                                 | 128,99                                 | 129,14 | 129,30 | 129,46 | 129,61 | 129,77 | 129,92 | 130,08 | 130,23 | 130,39 |
| +500                                 | 130,55                                 | 130,70 | 130,86 | 131,02 | 131,17 | 131,33 | 131,48 | 131,63 | 131,79 | 131,95 |
| +510                                 | 132,10                                 | 132,26 | 132,41 | 132,57 | 132,72 | 132,88 | 133,03 | 133,19 | 133,34 | 133,50 |
| +520                                 | 133,65                                 | 133,81 | 133,96 | 134,12 | 134,27 | 134,43 | 134,58 | 134,73 | 134,89 | 135,04 |
| +530                                 | 135,20                                 | 135,35 | 135,50 | 135,66 | 135,81 | 135,97 | 136,12 | 136,27 | 136,43 | 136,58 |
| +540                                 | 136,73                                 | 136,89 | 137,04 | 137,19 | 137,35 | 137,50 | 137,65 | 137,81 | 137,96 | 138,11 |
| +550                                 | 138,27                                 | 138,42 | 138,57 | 138,73 | 138,88 | 139,03 | 139,18 | 139,33 | 139,48 | 139,64 |
| +560                                 | 139,79                                 | 139,94 | 140,10 | 140,25 | 140,40 | 140,55 | 140,70 | 140,86 | 141,01 | 141,16 |
| +570                                 | 141,32                                 | 141,47 | 141,62 | 141,77 | 141,92 | 142,07 | 142,22 | 142,37 | 142,53 | 142,68 |
| +580                                 | 142,83                                 | 142,98 | 143,13 | 143,28 | 143,44 | 143,59 | 143,74 | 143,89 | 144,04 | 144,19 |
| +590                                 | 144,34                                 | 144,49 | 144,64 | 144,79 | 144,94 | 145,09 | 145,24 | 145,40 | 145,55 | 145,70 |
| +600                                 | 145,85                                 | 146,00 | 146,15 | 146,30 | 146,45 | 146,60 | 146,75 | 146,90 | 147,05 | 147,20 |



| Температура<br>рабочего<br>конца, °C | Сопротивление для температуры в °C, Ом |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|--------------------------------------|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                                      | 0                                      | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      | 9      |
| +610                                 | 147,35                                 | 147,50 | 147,65 | 147,80 | 147,95 | 148,10 | 148,24 | 148,39 | 148,54 | 148,69 |
| +620                                 | 148,84                                 | 148,99 | 149,14 | 149,29 | 149,44 | 149,59 | 149,74 | 149,89 | 150,03 | 150,18 |
| +630                                 | 150,33                                 | 150,48 | 150,63 | 150,78 | 150,93 | 151,07 | 151,22 | 151,37 | 151,52 | 151,67 |
| +640                                 | 151,81                                 | 151,96 | 152,11 | 152,26 | 152,41 | 152,55 | 152,70 | 152,85 | 153,00 | 153,15 |
| +650                                 | 153,30                                 | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      |