

СОГЛАСОВАНО  
Заместитель директора  
ФБУ «Пензенский ЦСМ»



Ю. Г. Тюрина

10 января 2023 г.

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

**КОМПЛЕКСЫ ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЕ**  
**ПТК КРУГ-2000**

Методика поверки  
ЖАЯК.425200.002 МП

г. Пенза  
2023

## Общие положения

Настоящая методика поверки устанавливает методы и средства проведения первичной и периодической поверок комплексов программно-аппаратных ПТК КРУГ-2000 (далее – ПАК ПТК КРУГ-2000), предназначенных для измерений силы и напряжения постоянного электрического тока, силы и напряжения переменного электрического тока, электрического сопротивления, количества импульсов, времени, преобразований значений электрического сопротивления и значений напряжения постоянного электрического тока в значения температуры, а также для воспроизведения силы и напряжения постоянного электрического тока.

При определении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечиваются:

- передача единицы силы постоянного электрического тока в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 1 октября 2018 г. № 2091, подтверждающая прослеживаемость к государственному первичному эталону ГЭТ4-91;

- передача единицы силы электрического тока в диапазоне частот  $20 \cdot 10^6$  Гц в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 17 марта 2022 г. № 668, подтверждающая прослеживаемость к государственному первичному специальному эталону ГЭТ88-2014;

- передача единицы постоянного электрического напряжения в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3457, подтверждающая прослеживаемость к государственному первичному эталону ГЭТ13-01;

- передача единицы электрического напряжения (вольта) в диапазоне частот  $10 \cdot 3 \cdot 10^7$  Гц в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 3 сентября 2021 г. № 1942, подтверждающая прослеживаемость к государственному первичному специальному эталону ГЭТ89-2008;

- передача единицы электрического сопротивления в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3456, подтверждающая прослеживаемость к государственному первичному эталону ГЭТ14-2014;

- передача единицы времени в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 26 сентября 2022 г. № 2360, подтверждающая прослеживаемость к государственному первичному эталону ГЭТ1-2022.

При определении метрологических характеристик поверяемого ПАК ПТК КРУГ-2000 используются:

- метод прямых измерений поверяемым ПАК ПТК КРУГ-2000 значений измеряемых величин, воспроизводимых средствами поверки (при проверках метрологических характеристик каналов измерений силы и напряжения постоянного электрического тока, силы и напряжения переменного электрического тока, электрического сопротивления, температуры с помощью внешних термометров сопротивлений и внешних термодпар, каналов импульсного ввода);

- метод прямых измерений средствами поверки значений измеряемых величин, воспроизводимых ПАК ПТК КРУГ-2000 (при проверке метрологических характеристик каналов вывода силы и напряжения постоянного электрического тока);

- метод непосредственного сличения (при проверке метрологических характеристик каналов измерений времени).

Настоящей методикой предусмотрена возможность проведения поверки ПАК ПТК КРУГ-2000 в сокращенном объеме, а именно: проведение поверки отдельных измерительных каналов ПАК ПТК КРУГ-2000 из числа тех, которые указаны в Приложении А формуляра на ПАК ПТК КРУГ-2000.

# 1 Перечень операций поверки средства измерений

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

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер раздела, пункта МП	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр средства измерений	5	да	да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	6	да	да
Проверка программного обеспечения средства измерений	7	да	да
Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	8	–	–
Проверка метрологических характеристик каналов измерений силы постоянного электрического тока	8.1	да	да
Проверка метрологических характеристик каналов измерений напряжения постоянного электрического тока	8.2	да	да
Проверка метрологических характеристик каналов измерений электрического сопротивления	8.3	да	да
Проверка метрологических характеристик каналов импульсного ввода	8.4	да	да
Проверка метрологических характеристик каналов измерений температуры с помощью внешних термометров сопротивлений	8.5	да	да
Проверка метрологических характеристик каналов измерений температуры с помощью внешних термодпар	8.6	да	да
Проверка метрологических характеристик каналов воспроизведения силы и напряжения постоянного электрического тока	8.7	да	да
Проверка метрологических характеристик каналов измерений, содержащих барьеры искрозащиты	8.8	да	да
Проверка метрологических характеристик каналов измерений переменного электрического тока и напряжения, использующих нормирующие преобразователи	8.9	да	да
Проверка метрологических характеристик каналов измерений времени	8.10	да	да
Оформление результатов поверки	9	да	да

## 2 Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С от 15 до 25;
- относительная влажность воздуха, % до 80;
- атмосферное давление, кПа от 84 до 106;
- напряжение питания переменного электрического тока, В от 187 до 242;
- частота переменного электрического тока, Гц от 49,5 до 50,5.

## 3 Метрологические и технические требования к средствам поверки

При проведении поверки должны применяться средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Требования к средствам поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
Пункт 6.1	Диапазон измерений атмосферного давления от 70 до 110 кПа (от 700 до 1100 гПа), пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений атмосферного давления $\pm 0,25$ кПа ( $\pm 2,5$ гПа). Диапазон измерений температуры от 10 до 30 °С, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений температуры $\pm 0,3$ °С. Диапазон измерений относительной влажности от 0 до 90 %, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений относительной влажности $\pm 2$ %.	Термогигрометр ИВА-6Н-Д (Рег. № 46434-11 в ФИФ ОЕИ)
	Диапазон измерений напряжения переменного электрического тока от 198 до 242 В, пределы допускаемой относительной погрешности измерений напряжения переменного тока $\pm 1$ %. Диапазон измерений частоты напряжения переменного электрического тока от 49 до 51 Гц, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений частоты напряжения переменного электрического тока $\pm 0,1$ Гц.	Мультиметр Ресурс-ПЭ (Рег. № 33750-12 в ФИФ ОЕИ)

Раздел 8	<p>Диапазон воспроизведений напряжения постоянного тока от 0 до 10 В, погрешность <math>\pm 0,6</math> мВ</p> <p>Диапазон воспроизведений напряжения постоянного тока от 0 до 75 мВ, погрешность <math>\pm 6</math> мкВ</p> <p>Диапазон воспроизведений напряжения постоянного тока от 75 до 100 мВ, погрешность <math>\pm 25</math> мкВ</p> <p>Диапазон измерений напряжения постоянного тока от 0 до 5 В, погрешность <math>\pm 2,5</math> мВ</p> <p>Диапазон измерений напряжения постоянного тока от 5 до 10 В, погрешность <math>\pm 5</math> мВ</p>	<p>Калибратор многофункциональный МСХ-ИР (рег. № 21591-07 в ФИФ ОЕИ)</p>
	<p>Диапазон воспроизведений силы постоянного тока от 0 до 20 мА, погрешность <math>\pm 2,5</math> мкА.</p>	<p>Калибратор универсальный Fluke 5520A (рег. № 23346-02 в ФИФ ОЕИ)</p>
	<p>Диапазон воспроизведений силы постоянного тока от 0 до 5 мА, погрешность <math>\pm 1,2</math> мкА.</p>	<p>Калибратор многофункциональный Fluke 5730A (рег. № 60407-15 в ФИФ ОЕИ)</p>
	<p>Диапазон частот импульсного выходного сигнала от 0 до 1000 Гц.</p> <p>Пределы допускаемой относительной погрешности <math>\pm 2 \cdot 10^{-5}</math>.</p>	<p>Генератор сигналов произвольной формы 33220A (Рег. № 32993-09 в ФИФ ОЕИ)</p>
	<p>Диапазон коэффициента развертки от 2,5 нс/дел до 50 с/дел.</p> <p>Пределы допускаемой относительной погрешности установки коэффициента развертки <math>\pm 0,01</math> %.</p>	<p>Осциллограф цифровой запоминающий WaveAcc 232 (Рег. № 40234-08 в ФИФ ОЕИ)</p>
	<p>Диапазон измерений напряжения постоянного электрического тока от 0 до 10 В. Пределы допускаемой приведенной погрешности <math>\pm 0,03</math> %.</p> <p>Диапазон измерений силы постоянного электрического тока от 0 до 20 мА. Пределы допускаемой приведенной погрешности <math>\pm 0,03</math> %.</p>	<p>Мультиметр цифровой прецизионный Fluke 8508A (Рег. № 25984-03 в ФИФ ОЕИ)</p>
	<p>Диапазон воспроизведения значений электрического сопротивления от <math>1 \cdot 10^{-2}</math> до <math>5 \cdot 10^3</math> Ом.</p> <p>Класс точности 0,002.</p>	<p>Мера электрического сопротивления постоянного тока многозначная P3026-1 (рег. № 8478-81 в ФИФ ОЕИ)</p>

	<p>Погрешность синхронизации со шкалой UTC <math>\pm 20</math> нс.</p> <p>Диапазон измерений от 0 до 86400 с, погрешность измерений <math>\pm 0,6</math> с</p> <p>Диапазон воспроизведения напряжений переменного электрического тока от 0 до 500 В частотой 50 Гц Диапазон воспроизведения силы переменного электрического тока от 0 до 100 А частотой 50 Гц Нестабильность не более 0,01 %.</p> <p>Диапазон измерений силы переменного тока от 0,2 до 50 А, класс точности 0,1.</p> <p>Диапазон измерений от 7,5 до 600 В, приведённая погрешность <math>\pm 0,1</math> %.</p>	<p>Приёмник опорный синхронизирующий ОСП-2 (Рег. № 53953-13 в ФИФ ОЕИ)</p> <p>Радиочасы РЧ-011/2 (Рег. № 35682-07 в ФИФ ОЕИ)</p> <p>Устройство для питания измерительных цепей постоянного и переменного тока УИ-300.1 (рег. № 35739-08 в ФИФ ОЕИ)</p> <p>Амперметр ЦА8500/2 (рег. № 37459-17 в ФИФ ОЕИ)</p> <p>Вольтметр цифровой СВ3010/2 (рег. № 27219-04 в ФИФ ОЕИ)</p>
<p><b>Примечания:</b></p> <p>1. Допускается применение средств поверки с метрологическими и техническими характеристиками, обеспечивающими требуемую точность передачи единиц величин поверяемому ПАК ПТК КРУГ-2000.</p> <p>2. Средства поверки должны соответствовать требованиям пунктов 14-16 Приказа Минпромторга России от 31.07.2020 № 2510.</p>		

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

4.1 При проведении поверки должны соблюдаться требования безопасности, установленные действующими «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», требования разделов «Указания мер безопасности», приведённых в эксплуатационной документации применяемых средств поверки.

4.2 К проведению поверки допускаются лица, имеющие II квалификационную группу по электробезопасности в электроустановках до 1000 В.

4.3 Лица, выполняющие измерения, должны быть ознакомлены со всеми действующими инструкциями и правилами по безопасному выполнению работ и требованиями, указанными в эксплуатационных документах на ПАК ПТК КРУГ-2000 и средства поверки.

4.4 Средства поверки, имеющие заземляющую клемму, должны быть заземлены в соответствии с требованиями действующих «Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей».

4.5 Клеммы защитного заземления средств поверки необходимо присоединять заземляющим проводником к контуру защитного заземления раньше других присоединений и отсоединять в последнюю очередь.



## **5 Внешний осмотр средства измерений**

5.1 При внешнем осмотре должны быть установлены:

- соответствие внешнему виду ПАК ПТК КРУГ-2000, приведенному в описании типа;
- отсутствие механических повреждений, влияющих на метрологические характеристики ПАК ПТК КРУГ-2000 и на его функционирование в целом;
- наличие неповрежденных оттисков клейм и пломб;
- соответствие комплектности ПАК ПТК КРУГ-2000 эксплуатационной документации и описанию типа.

5.2 Результаты внешнего осмотра считаются положительными, если при проверке подтверждается их соответствие требованиям п. 5.1.

5.3 При отрицательных результатах внешнего осмотра дальнейшие операции поверки не проводятся.

## **6 Подготовка к поверке и опробование средства измерений**

6.1 Контроль условий поверки

6.1.1 Контроль условий поверки проводить средствами поверки, приведенными в таблице 2.

6.1.2 Результаты контроля условий поверки считаются положительными, если подтверждается их соответствие требованиям раздела 2.

6.1.3 При отрицательных результатах контроля условий поверки дальнейшие операции поверки не проводятся до достижения условиями поверки требуемых значений.

6.2 Подготовка к поверке

Должны быть выполнены следующие действия:

- подготовить к работе средства поверки согласно их эксплуатационной документации;
- подготовить к работе ПАК ПТК КРУГ-2000 в соответствии с руководством по эксплуатации на него;

6.3 Опробование средства измерений

6.3.1 При опробовании должна быть установлена возможность функционирования ПАК ПТК КРУГ-2000 согласно руководству по эксплуатации на него.

6.3.2 Результаты опробования считаются положительными, если ПАК ПТК КРУГ-2000 после включения функционирует согласно руководству по эксплуатации на него.

## **7 Проверка программного обеспечения средства измерений**

7.1 Проверить идентификационные данные метрологически значимого программного обеспечения (далее – ПО) согласно документу ЖАЯК.425200.001 РЭ «Комплексы программно-аппаратные ПТК КРУГ-2000. Руководство по эксплуатации».

7.2 Результаты проверки считаются положительными, если идентификационные данные метрологически значимого ПО соответствуют сведениям, приведенным в описании типа.

## **8 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям**

8.1 Проверка погрешности каналов измерений силы постоянного электрического тока

Проверку проводят путем измерений силы постоянного электрического тока, подаваемой с калибратора на вход канала измерений при подключении ПАК ПТК КРУГ-2000 к активным датчикам. Калибратор переводят в режим выдачи тока. Функциональная схема проверки приведена на рисунке А.1 приложения А.

При подключении ПАК ПТК КРУГ-2000 к пассивным датчикам калибратор переводят в режим выдачи электрического сопротивления с контролем значения выходного токового сигнала (выдачи пассивного токового сигнала). Функциональная схема проверки приведена на рисунке А.2 приложения А.

Проверку проводят в 5-6 точках, приблизительно равномерно распределённых по диапазону измерений канала. Рекомендуемые значения приведены в таблице 3.

Допускается за диапазон измерений канала принимать диапазон показаний сконфигурированного канала в единицах величин, приписанных данному измерительному каналу.

Таблица 3

Диапазон измерений, мА	Пределы допускаемой основной приведённой погрешности (без резервирования/с резервированием), % (тип УСО*)	Эталонное значение силы тока, мА	Допускаемое значение измеренной силы тока при уровне бракования 0,8, мА			
			Без резервирования		С резервированием	
			И <sub>мин</sub>	И <sub>макс</sub>	И <sub>мин</sub>	И <sub>макс</sub>
от 0 до 20	±0,1/±0,11 (TREI, DevLink)	0,1	0,084	0,116	0,082	0,118
		5	4,984	5,016	4,982	5,018
		10	9,984	10,016	9,982	10,018
		15	14,984	15,016	14,982	15,018
		20	19,984	20,016	19,982	20,018
	±0,2/±0,22 (TREI)	0,1	0,068	0,132	0,065	0,135
		5	4,968	5,032	4,965	5,035
		10	9,968	10,032	9,965	10,035
		15	14,968	15,032	14,965	15,035
		20	19,968	20,032	19,965	20,035
	±0,25/±0,275 (ПЛК 200)	0,1	0,060	0,140	0,056	0,144
		5	4,960	5,040	4,956	5,044
		10	9,960	10,040	9,956	10,044
		15	14,960	15,040	14,956	15,044
		20	19,960	20,040	19,956	20,044
	±0,025/±0,0275 (TREI)	0,1	0,096	0,104	0,096	0,104
		5	4,996	5,004	4,996	5,004
		10	9,996	10,004	9,996	10,004
		15	14,996	15,004	14,996	15,004
		20	19,996	20,004	19,996	20,004
от 4 до 20	±0,1/±0,11 (TREI, DevLink)	4	3,987	4,013	3,986	4,014
		8	7,987	8,013	7,986	8,014
		12	11,987	12,013	11,986	12,014
		16	15,987	16,013	15,986	16,014
		20	19,987	20,013	19,986	20,014
	±0,2/±0,22 (TREI)	4	3,974	4,026	3,972	4,028
		8	7,974	8,026	7,972	8,028
		12	11,974	12,026	11,972	12,028
		16	15,974	16,026	15,972	16,028
		20	19,974	20,026	19,972	20,028
	±0,25/±0,275 (ПЛК 200)	4	3,968	4,032	3,965	4,035
		8	7,968	8,032	7,965	8,035
		12	11,968	12,032	11,965	12,035
		16	15,968	16,032	15,965	16,035
		20	19,968	20,032	19,965	20,035
	±0,025/±0,0275 (TREI)	4	3,997	4,003	3,996	4,004
		8	7,997	8,003	7,996	8,004
		12	11,997	12,003	11,996	12,004
		16	15,997	16,003	15,996	16,004
		20	19,997	20,003	19,996	20,004



от -20 до +20	±0,1/±0,11 (DevLink)	-20	-20,032	-19,968	-20,035	-19,965
		-10	-10,032	-9,968	-10,035	-9,965
		0	-0,032	0,032	-0,035	0,035
		10	9,968	10,032	9,965	10,035
		20	19,968	20,032	19,965	20,035
от 0 до 5	±0,25/±0,275 (ПЛК 200)	0,10	0,020	0,180	0,012	0,188
		1,25	1,170	1,330	1,162	1,338
		2,50	2,420	2,580	2,412	2,588
		3,75	3,670	3,830	3,662	3,838
		5,00	4,920	5,080	4,912	5,088
Примечание: * УСО – устройство сбора и обработки информации						

Измерительный канал ПАК ПТК КРУГ-2000 признается годным, если во всех проверяемых точках выполняется неравенство:  $I_{\min} < I_{\text{изм}} < I_{\max}$ .

## 8.2 Проверка погрешности каналов измерений напряжения постоянного электрического тока

Проверку проводят путем измерений напряжения постоянного электрического тока, подаваемых с калибратора на вход канала измерений.

Функциональная схема проверки приведена на рисунке А.1 приложения А.

Проверку проводят в 5-6 точках, приблизительно равномерно распределённых по диапазону измерений канала. Рекомендуемые значения приведены в таблице 4.

Допускается за диапазон измерений канала принимать диапазон показаний сконфигурированного канала в единицах величин, приписанных данному измерительному каналу.

Таблица 4

Диапазон измерений	Ед. изм.	Пределы допускаемой приведённой погрешности (без резервирования/с резервированием), % (тип УСО)	Эталонное значение напряжения	Допускаемое значение измеренного напряжения при уровне бракования 0,8			
				Без резервирования		С резервированием	
				U <sub>мин</sub>	U <sub>макс</sub>	U <sub>мин</sub>	U <sub>макс</sub>
от 0 до 10	В	$\pm 0,1/\pm 0,11$ (TREI)	0,1	0,092	0,108	0,091	0,109
			2,5	2,492	2,508	2,491	2,509
			5,0	4,992	5,008	4,991	5,009
			7,5	7,492	7,508	7,491	7,509
			10,0	9,992	10,008	9,991	10,009
		$\pm 0,2/\pm 0,22$ (TREI)	0,1	0,084	0,116	0,082	0,118
			2,5	2,484	2,516	2,482	2,518
			5,0	4,984	5,016	4,982	5,018
			7,5	7,484	7,516	7,482	7,518
			10,0	9,984	10,016	9,982	10,018
		$\pm 0,05/\pm 0,055$ (TREI)	0,1	0,0960	0,1040	0,0956	0,1044
			2,5	2,4960	2,5040	2,4956	2,5044
			5,0	4,9960	5,0040	4,9956	5,0044
			7,5	7,4960	7,5040	7,4956	7,5044
			10,0	9,9960	10,0040	9,9956	10,0044

от -10 до +10	В	$\pm 0,1/\pm 0,11$ (TREI, DevLink)	-10	-10,016	-9,984	-10,018	-9,982
			-5	-5,016	-4,984	-5,018	-4,982
			0	-0,016	0,016	-0,018	0,018
			5	4,984	5,016	4,982	5,018
			10	9,984	10,016	9,982	10,018
от -10 до +10	В	$\pm 0,2/\pm 0,22$ (TREI)	-10	-10,032	-9,968	-10,035	-9,965
			-5	-5,032	-4,968	-5,035	-4,965
			0	-0,032	0,032	-0,035	0,035
			5	4,968	5,032	4,965	5,035
			10	9,968	10,032	9,965	10,035
		$\pm 0,05/\pm 0,055$ (TREI)	-10	-10,008	-9,992	-10,009	-9,991
			-5	-5,008	-4,992	-5,009	-4,991
			0	-0,008	0,008	-0,009	0,009
			5	4,992	5,008	4,991	5,009
			10	9,992	10,008	9,991	10,009
от -1 до +1	В	$\pm 0,1/\pm 0,11$ (DevLink)	-1	-1,0016	-0,9984	-1,0018	-0,9982
			-0,5	-0,5016	-0,4984	-0,5018	-0,4982
			0	-0,0016	0,0016	-0,0018	0,0018
			0,5	0,4984	0,5016	0,4982	0,5018
			1	0,9984	1,0016	0,9982	1,0018
		$\pm 0,25/\pm 0,275$ (ПЛК 200)	-1	-1,0040	-0,9960	-1,0044	-0,9956
			-0,5	-0,5040	-0,4960	-0,5044	-0,4956
			0	-0,0040	0,0040	-0,0044	0,0044
			0,5	0,4960	0,5040	0,4956	0,5044
			1	0,9960	1,0040	0,9956	1,0044
от -50 до +50	мВ	$\pm 0,25/\pm 0,275$ (ПЛК 200)	-50	-50,200	-49,800	-50,220	-49,780
			-25	-25,200	-24,800	-25,220	-24,780
			0	-0,200	0,200	-0,220	0,220
			25	24,800	25,200	24,780	25,220
			50	49,800	50,200	49,780	50,220
от 0 до 50	мВ	$\pm 0,1/\pm 0,11$ (DevLink)	0,1	0,060	0,140	0,056	0,144
			12,5	12,460	12,540	12,456	12,544
			25	24,960	25,040	24,956	25,044
			37,5	37,460	37,540	37,456	37,544
			50	49,960	50,040	49,956	50,044
от 0 до 150	мВ	$\pm 0,1/\pm 0,11$ (DevLink)	0,2	0,080	0,320	0,068	0,332
			37,5	37,380	37,620	37,368	37,632
			75	74,880	75,120	74,868	75,132
			122,5	122,380	122,620	122,368	122,632
			150	149,880	150,120	149,868	150,132
от 0 до 500	мВ	$\pm 0,1/\pm 0,11$ (DevLink)	0,5	0,100	0,900	0,060	0,940
			125	124,600	125,400	124,560	125,440
			250	249,600	250,400	249,560	250,440
			375	374,600	375,400	374,560	375,440
			500	499,600	500,400	499,560	500,440
от 0 до 1000	мВ	$\pm 0,1/\pm 0,11$ (DevLink)	1	0,200	1,800	0,120	1,880
			250	249,200	250,800	249,120	250,880
			500	499,200	500,800	499,120	500,880
			750	749,200	750,800	749,120	750,880
			1000	999,200	1000,800	999,120	1000,880

от -150 до +150	мВ	$\pm 0,1/\pm 0,11$ (DevLink)	-150	-150,240	-149,760	-150,264	-149,736
			-75	-75,240	-74,760	-75,264	-74,736
			0	-0,240	0,240	-0,264	0,264
			75	74,760	75,240	74,736	75,264
			150	149,760	150,240	149,736	150,264
от -250 до +250	мВ	$\pm 0,1/\pm 0,11$ (DevLink)	-250	-250,400	-249,600	-250,440	-249,560
			-125	-125,400	-124,600	-125,440	-124,560
			0	-0,400	0,400	-0,440	0,440
			125	124,600	125,400	124,560	125,440
			250	249,600	250,400	249,560	250,440
от -500 до +500	мВ	$\pm 0,1/\pm 0,11$ (DevLink)	-500	-500,800	-499,200	-500,880	-499,120
			-250	-250,800	-249,200	-250,880	-249,120
			0	-0,800	0,800	-0,880	0,880
			250	249,200	250,800	249,120	250,880
			500	499,200	500,800	499,120	500,880
от -2 до +2	В	$\pm 0,1/\pm 0,11$ (DevLink)	-2	-2,003	-1,997	-2,004	-1,996
			-1	-1,003	-0,997	-1,004	-0,996
			0	-0,003	0,003	-0,004	0,004
			1	0,997	1,003	0,996	1,004
			2	1,997	2,003	1,996	2,004
от -5 до +5	В	$\pm 0,1/\pm 0,11$ (DevLink)	-5	-5,008	-4,992	-5,009	-4,991
			-2,5	-2,508	-2,492	-2,509	-2,491
			0	-0,008	0,008	-0,009	0,009
			2,5	2,492	2,508	2,491	2,509
			5	4,992	5,008	4,991	5,009
от 0 до 1	В	$\pm 0,1/\pm 0,11$ (DevLink)	0,01	0,0092	0,0108	0,0091	0,0109
			0,25	0,2492	0,2508	0,2491	0,2509
			0,5	0,4992	0,5008	0,4991	0,5009
			0,75	0,7492	0,7508	0,7491	0,7509
			1	0,9992	1,0008	0,9991	1,0009
от 0 до 2	В	$\pm 0,1/\pm 0,11$ (DevLink)	0,01	0,008	0,012	0,008	0,012
			0,5	0,498	0,502	0,498	0,502
			1	0,998	1,002	0,998	1,002
			1,5	1,498	1,502	1,498	1,502
			2	1,998	2,002	1,998	2,002
от 0 до 5	В	$\pm 0,1/\pm 0,11$ (DevLink)	0,01	0,006	0,014	0,006	0,014
			1,25	1,246	1,254	1,246	1,254
			2,5	2,496	2,504	2,496	2,504
			3,75	3,746	3,754	3,746	3,754
			5	4,996	5,004	4,996	5,004

Измерительный канал ПАК ПТК КРУГ-2000 признается годным, если во всех проверяемых точках выполняется неравенство:  $U_{\min} < U_{\text{изм}} < U_{\max}$ .

### 8.3 Проверка погрешности каналов измерений электрического сопротивления

Проверку проводят путем измерений электрического сопротивления, воспроизводимых многозначной мерой электрического сопротивления на вход канала измерений. Функциональная схема проверки приведена на рисунке А.3 приложения А.

Проверку проводят в 5-6 точках, приблизительно равномерно распределённых по диапазону измерений канала. Рекомендуемые значения приведены в таблице 5.

Допускается за диапазон измерений канала принимать диапазон показаний сконфигурированного канала в единицах величин, приписанных данному измерительному каналу.

Таблица 5

Диапазон измерений, Ом	Пределы допускаемой основной приведённой погрешности (без резервирования/с резервированием), % (тип УСО)	Эталонное значение электрического сопротивления, Ом	Допускаемое значение измеренного электрического сопротивления при уровне бракования 0,8, Ом			
			Без резервирования		С резервированием	
			R <sub>мин</sub>	R <sub>макс</sub>	R <sub>мин</sub>	R <sub>макс</sub>
от 0 до 100	$\pm 0,025/\pm 0,0275$ (TREI)	0,1	0,080	0,120	0,078	0,122
		25	24,980	25,020	24,978	25,022
		50	49,980	50,020	49,978	50,022
		75	74,980	75,020	74,978	75,022
		100	99,980	100,020	99,978	100,022
	$\pm 0,1/\pm 0,11$ (DevLink)	0,1	0,020	0,180	0,012	0,188
		25	24,920	25,080	24,912	25,088
		50	49,920	50,080	49,912	50,088
		75	74,920	75,080	74,912	75,088
		100	99,920	100,080	99,912	100,088
от 0 до 200	$\pm 0,025/\pm 0,0275$ (TREI)	0,1	0,060	0,140	0,056	0,144
		50	49,960	50,040	49,956	50,044
		100	99,960	100,040	99,956	100,044
		150	149,960	150,040	149,956	150,044
		200	199,960	200,040	199,956	200,044
от 0 до 250	$\pm 0,1/\pm 0,11$ (DevLink)	0,3	0,100	0,500	0,080	0,520
		62,5	62,300	62,700	62,280	62,720
		125	124,800	125,200	124,780	125,220
		187,5	187,300	187,700	187,280	187,720
		250	249,800	250,200	249,780	250,220
от 0 до 500	$\pm 0,025/\pm 0,0275$ (TREI)	0,5	0,400	0,600	0,390	0,610
		125	124,900	125,100	124,890	125,110
		250	249,900	250,100	249,890	250,110
		375	374,900	375,100	374,890	375,110
		500	499,900	500,100	499,890	500,110
	$\pm 0,1/\pm 0,11$ (DevLink)	0,5	0,100	0,900	0,060	0,940
		125	124,600	125,400	124,560	125,440
		250	249,600	250,400	249,560	250,440
		375	374,600	375,400	374,560	375,440
		500	499,600	500,400	499,560	500,440
от 0 до 1000	$\pm 0,025/\pm 0,0275$ (TREI)	1	0,800	1,200	0,780	1,220
		250	249,800	250,200	249,780	250,220
		500	499,800	500,200	499,780	500,220
		750	749,800	750,200	749,780	750,220
		1000	999,800	1000,200	999,780	1000,220
	$\pm 0,1/\pm 0,11$ (DevLink)	1	0,200	1,800	0,120	1,880
		250	249,200	250,800	249,120	250,880
		500	499,200	500,800	499,120	500,880
		750	749,200	750,800	749,120	750,880
		1000	999,200	1000,800	999,120	1000,880



от 0 до 2000	$\pm 0,025/\pm 0,0275$ (TREI)	5	4,600	5,400	4,560	5,440
		500	499,600	500,400	499,560	500,440
		1000	999,600	1000,400	999,560	1000,440
		1500	1499,600	1500,400	1499,560	1500,440
		2000	1999,600	2000,400	1999,560	2000,440
	$\pm 0,1/\pm 0,11$ (DevLink)	5	3,400	6,600	3,240	6,760
		500	498,400	501,600	498,240	501,760
		1000	998,400	1001,600	998,240	1001,760
		1500	1498,400	1501,600	1498,240	1501,760
		2000	1998,400	2001,600	1998,240	2001,760
	$\pm 0,25/\pm 0,275$ (ПЛК 200)	5	1,000	9,000	0,600	9,400
		500	496,000	504,000	495,600	504,400
		1000	996,000	1004,000	995,600	1004,400
		1500	1496,000	1504,000	1495,600	1504,400
		2000	1996,000	2004,000	1995,600	2004,400
от 0 до 5000	$\pm 0,025/\pm 0,0275$ (TREI)	12	11,000	13,000	10,900	13,100
		1250	1249,000	1251,000	1248,900	1251,100
		2500	2499,000	2501,000	2498,900	2501,100
		3750	3749,000	3751,000	3748,900	3751,100
		5000	4999,000	5001,000	4998,900	5001,100
	$\pm 0,25/\pm 0,275$ (ПЛК 200)	12	2,000	22,000	1,000	23,000
		1250	1240,000	1260,000	1239,000	1261,000
		2500	2490,000	2510,000	2489,000	2511,000
		3750	3740,000	3760,000	3739,000	3761,000
		5000	4990,000	5010,000	4989,000	5011,000

Измерительный канал ПАК ПТК КРУГ-2000 признается годным, если во всех проверяемых точках выполняется неравенство:  $R_{\min} < R_{\text{изм}} < R_{\max}$ .

#### 8.4 Проверка метрологических характеристик каналов импульсного ввода

##### 8.4.1 Проверка метрологических характеристик каналов на основе УСО TREI

Функциональная схема при проверке каналов импульсного ввода приведена на рисунке А.4.

##### 8.4.1.1 Проверка погрешности измерений частоты сигнала прямоугольной формы

Подключить генератор в режиме генерации импульсов прямоугольной формы ко входу канала типа C1.F1.

Установить на генераторе следующие параметры:

- полярность сигнала положительная;
- длительность импульса 4 мкс;
- амплитуда 0,1 В;
- частота 1 кГц.

Зафиксировать показания канала.

Используя полученное значение, рассчитать относительную погрешность измерений частоты по формуле:

$$\delta = ((f_{\text{ик}} - f_0)/f_0),$$

где  $f_{\text{ик}}$  – показания канала, Гц;

$f_0$  – установленное значение частоты на генераторе, Гц.

Аналогично провести проверку при других значениях частоты 1 Гц; 50 Гц; 10 кГц; 30 кГц без изменения остальных параметров, установленных на генераторе.

Измерительный канал ПАК ПТК КРУГ-2000 признается годным, если во всех проверяемых точках относительная погрешность измерений частоты не превышает  $\pm 0,00008$  (при уровне бракования 0,8)

8.4.1.2 Проверка погрешности измерений количества импульсов сигнала прямоугольной формы

Перевести генератор в режим генерации количества импульсов. Задать на генераторе количество импульсов 100 000 (два раза по 50 000, поскольку генератор выдаёт за один раз максимально 50 000 имп.).

Установить на генераторе следующие параметры:

- полярность сигнала положительная;
- длительность импульса 4 мкс;
- амплитуда 0,1 В;
- частота 1 кГц.

По результатам измерений зафиксировать показания канала.

Выполнить вышеуказанные операции для всех проверяемых каналов.

Измерительный канал ПАК ПТК КРУГ-2000 признается годным, если абсолютная погрешность измерений количества импульсов не превышает  $\pm 1$  импульс.

8.4.1.3 Проверка погрешности измерений частоты сигнала синусоидальной формы

Подключить генератор ко входу канала типа CLF2 в режиме генерации сигнала синусоидальной формы.

Установить на генераторе следующие параметры:

- отсутствие смещения нуля;
- амплитуда 0,1 В;
- частота 1 кГц.

Зафиксировать показания канала.

Используя полученное значение рассчитать относительную погрешность измерений частоты по формуле:

$$\delta = ((f_{\text{ик}} - f_0)/f_0),$$

где  $f_{\text{ик}}$  – показания канала, Гц;

$f_0$  – установленное значение частоты на генераторе, Гц.

Аналогично провести проверку при других значениях частоты 10 Гц; 50 Гц; 5 кГц; 20 кГц без изменения остальных параметров, установленных на генераторе.

Установить на генераторе амплитуду сигнала 0,02 В. Провести проверку аналогичным образом на частотах 30 Гц и 5 кГц.

Измерительный канал ПАК ПТК КРУГ-2000 признается годным, если во всех проверяемых точках относительная погрешность измерений частоты не превышает  $\pm 0,00008$  (при уровне бракования 0,8)

8.4.1.4 Проверка погрешности измерений количества импульсов сигнала синусоидальной формы

Перевести генератор в режим генерации количества импульсов. Задать на генераторе количество импульсов 100 000 (два раза по 50 000, поскольку генератор выдаёт за один раз максимально 50 000 имп.).

Установить на генераторе следующие параметры:

- полярность сигнала положительная;
- длительность импульса 4 мкс;
- амплитуда 0,1 В;
- частота 1 кГц.

По результатам измерений зафиксировать показания канала.



Измерительный канал ПАК ПТК КРУГ-2000 признается годным, если абсолютная погрешность измерений количества импульсов не превышает  $\pm 1$  импульс.

#### 8.4.2 Проверка метрологических характеристик каналов на основе YCO DevLink

Проверку проводят путем измерений количества импульсов, подаваемых с генератора на вход проверяемого канала.

Порядок проведения проверки следующий:

- собрать схему согласно рисунку А.4;
- подать с генератора 65535 импульсов с частотой 1000 Гц и амплитудой сигнала 24 В;
- по окончании выдачи импульсов на экране АРМ зафиксировать число подсчитанных импульсов.

Выполнить вышеуказанные операции по для всех проверяемых каналов.

Измерительный канал ПАК ПТК КРУГ-2000 признается годным, абсолютная погрешность измерений количества импульсов не превышает  $\pm 1$  импульс.

#### 8.5 Проверка метрологических характеристик каналов измерений температуры с помощью внешних термометров сопротивлений

Проверку проводят с помощью многозначной меры электрического сопротивления, подключаемой к входу канала измерений. Функциональная схема проверки приведена на рисунке А.3 приложения А.

Проверку проводят в 5-6 точках, приблизительно равномерно распределённых по диапазону измерений канала (значения сопротивления, соответствующие эталонным значениям температуры выбираются по ГОСТ 6651 для конкретного типа термосопротивления) Рекомендуемые значения приведены в таблице 6.

Допускается за диапазон измерений канала принимать диапазон показаний сконфигурированного канала в единицах величин, приписанных данному измерительному каналу.

Таблица 6

Тип ТС (температурный коэффициент) / диапазон измерений	Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности (без резервирования/ с резервированием), °C (УСО)	Эталонное значение электрического сопротивления (температуры), Ом (°C)	Допускаемое значение измеренной температуры при уровне бракования 0,8, °C			
			Без резервирования		С резервированием	
			Тмин	Тмакс	Тмин	Тмакс
Pt50 ( $\alpha = 0,00385 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ ) / от -200 до +850 °C	$\pm 0,4/\pm 0,44$  (TREI)	9,26 (-200)	-200,32	-199,68	-200,352	-199,648
		50,00 (0)	-0,32	0,32	-0,352	0,352
		97,05 (250)	249,68	250,32	249,648	250,352
		140,49 (500)	499,68	500,32	499,648	500,352
		195,24 (850)	849,68	850,32	849,648	850,352
Pt100 ( $\alpha = 0,00385 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ ) / от -200 до +850 °C		18,52 (-200)	-200,32	-199,68	-200,352	-199,648
		100,00 (0)	-0,32	0,32	-0,352	0,352
		194,10 (250)	249,68	250,32	249,648	250,352
		280,98 (500)	499,68	500,32	499,648	500,352
		390,48 (850)	849,68	850,32	849,648	850,352

Pt1000 ( $\alpha = 0,00385 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ )/ от -200 до +850 °C		185,2 (-200)	-200,32	-199,68	-200,352	-199,648
		1000,0 (0)	-0,32	0,32	-0,352	0,352
		1941,0 (250)	249,68	250,32	249,648	250,352
		2809,8 (500)	499,68	500,32	499,648	500,352
		3904,8 (850)	849,68	850,32	849,648	850,352
50П ( $\alpha = 0,00391 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ )/ от -200 до +850 °C		8,62 (-200)	-200,32	-199,68	-200,352	-199,648
		50,00 (0)	-0,32	0,32	-0,352	0,352
		97,785 (250)	249,68	250,32	249,648	250,352
		141,925 (500)	499,68	500,32	499,648	500,352
		197,58 (850)	849,68	850,32	849,648	850,352
100П ( $\alpha = 0,00391 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ )/ от -200 до +850 °C		17,24 (-200)	-200,32	-199,68	-200,352	-199,648
		100,00 (0)	-0,32	0,32	-0,352	0,352
		195,57 (250)	249,68	250,32	249,648	250,352
		283,85 (500)	499,68	500,32	499,648	500,352
		395,16 (850)	849,68	850,32	849,648	850,352
1000П ( $\alpha = 0,00391 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ )/ от -200 до +850 °C		172,4 (-200)	-200,32	-199,68	-200,352	-199,648
		1000,0 (0)	-0,32	0,32	-0,352	0,352
		1955,7 (250)	249,68	250,32	249,648	250,352
		2838,5 (500)	499,68	500,32	499,648	500,352
		3951,6 (850)	849,68	850,32	849,648	850,352
50М ( $\alpha = 0,00426 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ )/ от -50 до +200 °C	39,35 (-50)	-50,16	-49,84	-50,176	-49,824	
	50 (0)	-0,16	0,16	-0,176	0,176	
	63,845 (65)	64,84	65,16	64,824	65,176	
	77,69 (130)	129,84	130,16	129,824	130,176	
	92,6 (200)	199,84	200,16	199,824	200,176	
100М ( $\alpha = 0,00426 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ )/ от -50 до +200 °C	78,7 (-50)	-50,16	-49,84	-50,176	-49,824	
	100 (0)	-0,16	0,16	-0,176	0,176	
	127,69 (65)	64,84	65,16	64,824	65,176	
	155,38 (130)	129,84	130,16	129,824	130,176	
	185,2 (200)	199,84	200,16	199,824	200,176	
50М ( $\alpha = 0,00428 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ )/ от -180 до +200 °C	10,265 (-180)	-180,16	-179,84	-180,176	-179,824	
	30,475 (-90)	-90,16	-89,84	-90,176	-89,824	
	50,00 (0)	-0,16	0,16	-0,176	0,176	
	71,40 (100)	99,84	100,16	99,824	100,176	
	92,80 (200)	199,84	200,16	199,824	200,176	
100М ( $\alpha = 0,00428 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ )/ от -180 до +200 °C	20,53 (-180)	-180,16	-179,84	-180,176	-179,824	
	60,95 (-90)	-90,16	-89,84	-90,176	-89,824	
	100,00 (0)	-0,16	0,16	-0,176	0,176	
	142,80 (100)	99,84	100,16	99,824	100,176	
	185,60 (200)	199,84	200,16	199,824	200,176	
100Н ( $\alpha = 0,00617 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ )/ от -40 до +180 °C	79,10 (-40)	-40,16	-39,84	-40,176	-39,824	
	105,56 (10)	9,84	10,16	9,824	10,176	
	141,78 (70)	69,84	70,16	69,824	70,176	
	179,62 (125)	124,84	125,16	124,824	125,176	
	223,21 (180)	179,84	180,16	179,824	180,176	
1000Н ( $\alpha = 0,00617 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ )/ от -40 до +180 °C	791,0 (-40)	-40,16	-39,84	-40,176	-39,824	
	1055,6 (10)	9,84	10,16	9,824	10,176	
	1417,8 (70)	69,84	70,16	69,824	70,176	
	1796,2 (125)	124,84	125,16	124,824	125,176	
	2232,1 (180)	179,84	180,16	179,824	180,176	

21 по ГОСТ 6651-78/ от -200 до +600 °C	$\pm 0,3/\pm 0,33$  (TREI)	7,95 (-200)	-200,24	-199,76	-200,264	-199,736
		46,00 (0)	-0,24	0,24	-0,264	0,264
		81,43 (200)	199,76	200,24	199,736	200,264
		114,72 (400)	399,76	400,24	399,736	400,264
		145,85 (600)	599,76	600,24	599,736	600,264
23 по ГОСТ 6651-78/ от -50 до +180 °C	(TREI)	41,71 (-50)	-50,24	-49,76	-50,264	-49,736
		53,00 (0)	-0,24	0,24	-0,264	0,264
		68,55 (60)	59,76	60,24	59,736	60,264
		80,09 (120)	119,76	120,24	119,736	120,264
		93,64 (180)	179,76	180,24	179,736	180,264
50M ( $\alpha = 0,00428 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ )/ от -180 до +200 °C	$\pm 0,25/\pm 0,275$  (DevLink)	10,265 (-180)	-180,20	-179,80	-180,220	-179,780
		30,475 (-90)	-90,20	-89,80	-90,220	-89,780
		50,00 (0)	-0,20	0,20	-0,220	0,220
		71,40 (100)	99,80	100,20	99,780	100,220
		92,80 (200)	199,80	200,20	199,780	200,220
100M ( $\alpha = 0,00428 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ )/ от -180 до +200 °C	$\pm 0,25/\pm 0,275$  (DevLink)	20,53 (-180)	-180,20	-179,80	-180,220	-179,780
		60,95 (-90)	-90,20	-89,80	-90,220	-89,780
		100,00 (0)	-0,20	0,20	-0,220	0,220
		142,80 (100)	99,80	100,20	99,780	100,220
		185,60 (200)	199,80	200,20	199,780	200,220
500M ( $\alpha = 0,00428 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ )/ от -180 до +200 °C	$\pm 0,25/\pm 0,275$  (DevLink)	102,65 (-180)	-180,20	-179,80	-180,220	-179,780
		304,75 (-90)	-90,20	-89,80	-90,220	-89,780
		500,0 (0)	-0,20	0,20	-0,220	0,220
		714,0 (100)	99,80	100,20	99,780	100,220
		928,0 (200)	199,80	200,20	199,780	200,220
1000M ( $\alpha = 0,00428 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ )/ от -180 до +200 °C	$\pm 0,25/\pm 0,275$  (DevLink)	205,3 (-180)	-180,20	-179,80	-180,220	-179,780
		609,5 (-90)	-90,20	-89,80	-90,220	-89,780
		1000,0 (0)	-0,20	0,20	-0,220	0,220
		1428,0 (100)	99,80	100,20	99,780	100,220
		1856,0 (200)	199,80	200,20	199,780	200,220
Pt50 ( $\alpha = 0,00385 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ )/ от -200 до +850 °C	$\pm 1/\pm 1,1$  (DevLink)	9,26 (-200)	-200,88	-199,12	-200,968	-199,032
		50,00 (0)	-0,88	0,88	-0,968	0,968
		97,05 (250)	249,12	250,88	249,032	250,968
		140,49 (500)	499,12	500,88	499,032	500,968
		195,24 (850)	849,12	850,88	849,032	850,968
Pt100 ( $\alpha = 0,00385 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ )/ от -200 до +850 °C	$\pm 1/\pm 1,1$  (DevLink)	18,52 (-200)	-200,88	-199,12	-200,968	-199,032
		100,00 (0)	-0,88	0,88	-0,968	0,968
		194,10 (250)	249,12	250,88	249,032	250,968
		280,98 (500)	499,12	500,88	499,032	500,968
		390,48 (850)	849,12	850,88	849,032	850,968
Pt500 ( $\alpha = 0,00385 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ )/ от -200 до +850 °C	$\pm 1/\pm 1,1$  (DevLink)	92,6 (-200)	-200,88	-199,12	-200,968	-199,032
		500,0 (0)	-0,88	0,88	-0,968	0,968
		970,5 (250)	249,12	250,88	249,032	250,968
		1404,9 (500)	499,12	500,88	499,032	500,968
		1952,4 (850)	849,12	850,88	849,032	850,968
Pt1000 ( $\alpha = 0,00385 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ )/ от -200 до +850 °C	$\pm 1/\pm 1,1$  (DevLink)	185,2 (-200)	-200,88	-199,12	-200,968	-199,032
		1000,0 (0)	-0,88	0,88	-0,968	0,968
		1941,0 (250)	249,12	250,88	249,032	250,968
		2809,8 (500)	499,12	500,88	499,032	500,968
		3904,8 (850)	849,12	850,88	849,032	850,968

50П ( $\alpha = 0,00391 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ )/ от -200 до +850 °C		8,62 (-200)	-200,88	-199,12	-200,968	-199,032
		50,00 (0)	-0,88	0,88	-0,968	0,968
		97,785 (250)	249,12	250,88	249,032	250,968
		141,925 (500)	499,12	500,88	499,032	500,968
		197,58 (850)	849,12	850,88	849,032	850,968
100П ( $\alpha = 0,00391 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ )/ от -200 до +850 °C		17,24 (-200)	-200,88	-199,12	-200,968	-199,032
		100,00 (0)	-0,88	0,88	-0,968	0,968
		195,57 (250)	249,12	250,88	249,032	250,968
		283,85 (500)	499,12	500,88	499,032	500,968
		395,16 (850)	849,12	850,88	849,032	850,968
500П ( $\alpha = 0,00391 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ )/ от -200 до +850 °C		86,2 (-200)	-200,88	-199,12	-200,968	-199,032
		500,0 (0)	-0,88	0,88	-0,968	0,968
		977,85 (250)	249,12	250,88	249,032	250,968
		1419,25 (500)	499,12	500,88	499,032	500,968
		1975,8 (850)	849,12	850,88	849,032	850,968
1000П ( $\alpha = 0,00391 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ )/ от -200 до +850 °C		172,4 (-200)	-200,88	-199,12	-200,968	-199,032
		1000,0 (0)	-0,88	0,88	-0,968	0,968
		1955,7 (250)	249,12	250,88	249,032	250,968
		2838,5 (500)	499,12	500,88	499,032	500,968
		3951,6 (850)	849,12	850,88	849,032	850,968
100Н ( $\alpha = 0,00617 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ )/ от -60 до +180 °C	$\pm 0,3/\pm 0,33$  (DevLink)	69,45 (-60)	-60,24	-59,76	-60,264	-59,736
		100,00 (0)	-0,24	0,24	-0,264	0,264
		135,41 (60)	59,76	60,24	59,736	60,264
		175,95 (120)	119,76	120,24	119,736	120,264
		223,21 (180)	179,76	180,24	179,736	180,264
500Н ( $\alpha = 0,00617 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ )/ от -60 до +180 °C		347,25 (-60)	-60,24	-59,76	-60,264	-59,736
		500,00 (0)	-0,24	0,24	-0,264	0,264
		677,05 (60)	59,76	60,24	59,736	60,264
		879,55 (120)	119,76	120,24	119,736	120,264
		1116,05 (180)	179,76	180,24	179,736	180,264
Cu50 ( $\alpha = 0,00426 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ )/ от -50 до +200 °C	$\pm 0,9/\pm 0,99$  (ПЛИК 200)	39,35 (-50)	-50,72	-49,28	-50,79	-49,21
		50 (0)	-0,72	0,72	-0,79	0,79
		63,845 (65)	64,28	65,72	64,21	65,79
		77,69 (130)	129,28	130,72	129,21	130,79
		92,6 (200)	199,28	200,72	199,21	200,79
Cu100 ( $\alpha = 0,00426 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ )/ от -50 до +200 °C		78,7 (-50)	-50,72	-49,28	-50,79	-49,21
		100 (0)	-0,72	0,72	-0,79	0,79
		127,69 (65)	64,28	65,72	64,21	65,79
		155,38 (130)	129,28	130,72	129,21	130,79
		185,2 (200)	199,28	200,72	199,21	200,79
Cu500 ( $\alpha = 0,00426 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ )/ от -50 до +200 °C		393,5 (-50)	-50,72	-49,28	-50,79	-49,21
		500 (0)	-0,72	0,72	-0,79	0,79
		638,45 (65)	64,28	65,72	64,21	65,79
		776,9 (130)	129,28	130,72	129,21	130,79
		926 (200)	199,28	200,72	199,21	200,79
Cu1000 ( $\alpha = 0,00426 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ )/ от -50 до +200 °C		787 (-50)	-50,72	-49,28	-50,79	-49,21
		1000 (0)	-0,72	0,72	-0,79	0,79
		1276,9 (65)	64,28	65,72	64,21	65,79
		1553,8 (130)	129,28	130,72	129,21	130,79
		1852 (200)	199,28	200,72	199,21	200,79



50M ( $\alpha = 0,00428 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ )/ от -180 до +200 $^{\circ}\text{C}$	$\pm 1/\pm 1,1$  (ПЛК 200)	10,265 (-180)	-180,80	-179,20	-180,880	-179,120
		30,475 (-90)	-90,80	-89,20	-90,880	-89,120
		50,00 (0)	-0,80	0,80	-0,880	0,880
		71,40 (100)	99,20	100,80	99,120	100,880
		92,80 (200)	199,20	200,80	199,120	200,880
100M ( $\alpha = 0,00428 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ )/ от -180 до +200 $^{\circ}\text{C}$		20,53 (-180)	-180,80	-179,20	-180,880	-179,120
		60,95 (-90)	-90,80	-89,20	-90,880	-89,120
		100,00 (0)	-0,80	0,80	-0,880	0,880
		142,80 (100)	99,20	100,80	99,120	100,880
		185,60 (200)	199,20	200,80	199,120	200,880
500M ( $\alpha = 0,00428 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ )/ от -180 до +200 $^{\circ}\text{C}$		102,65 (-180)	-180,80	-179,20	-180,880	-179,120
		304,75 (-90)	-90,80	-89,20	-90,880	-89,120
		500,0 (0)	-0,80	0,80	-0,880	0,880
		714,0 (100)	99,20	100,80	99,120	100,880
		928,0 (200)	199,20	200,80	199,120	200,880
1000M ( $\alpha = 0,00428 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ )/ от -180 до +200 $^{\circ}\text{C}$		205,3 (-180)	-180,80	-179,20	-180,880	-179,120
		609,5 (-90)	-90,80	-89,20	-90,880	-89,120
		1000,0 (0)	-0,80	0,80	-0,880	0,880
		1428,0 (100)	99,20	100,80	99,120	100,880
		1856,0 (200)	199,20	200,80	199,120	200,880
Pt50 ( $\alpha = 0,00385 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ )/ от -200 до +850 $^{\circ}\text{C}$	$\pm 3/\pm 3,3$  (ПЛК 200)	9,26 (-200)	-202,64	-197,36	-202,904	-197,096
		50,00 (0)	-2,64	2,64	-2,904	2,904
		97,05 (250)	247,36	252,64	247,096	252,904
		140,49 (500)	497,36	502,64	497,096	502,904
		195,24 (850)	847,36	852,64	847,096	852,904
Pt100 ( $\alpha = 0,00385 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ )/ от -200 до +850 $^{\circ}\text{C}$		18,52 (-200)	-202,64	-197,36	-202,904	-197,096
		100,00 (0)	-2,64	2,64	-2,904	2,904
		194,10 (250)	247,36	252,64	247,096	252,904
		280,98 (500)	497,36	502,64	497,096	502,904
		390,48 (850)	847,36	852,64	847,096	852,904
Pt500 ( $\alpha = 0,00385 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ )/ от -200 до +850 $^{\circ}\text{C}$		92,6 (-200)	-202,64	-197,36	-202,904	-197,096
		500,0 (0)	-2,64	2,64	-2,904	2,904
		970,5 (250)	247,36	252,64	247,096	252,904
		1404,9 (500)	497,36	502,64	497,096	502,904
		1952,4 (850)	847,36	852,64	847,096	852,904
Pt1000 ( $\alpha = 0,00385 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ )/ от -200 до +850 $^{\circ}\text{C}$		185,2 (-200)	-202,64	-197,36	-202,904	-197,096
		1000,0 (0)	-2,64	2,64	-2,904	2,904
		1941,0 (250)	247,36	252,64	247,096	252,904
		2809,8 (500)	497,36	502,64	497,096	502,904
		3904,8 (850)	847,36	852,64	847,096	852,904
50П ( $\alpha = 0,00391 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ )/ от -200 до +850 $^{\circ}\text{C}$		8,62 (-200)	-202,64	-197,36	-202,904	-197,096
		50,00 (0)	-2,64	2,64	-2,904	2,904
		97,785 (250)	247,36	252,64	247,096	252,904
		141,925 (500)	497,36	502,64	497,096	502,904
		197,58 (850)	847,36	852,64	847,096	852,904
100П ( $\alpha = 0,00391 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ )/ от -200 до +850 $^{\circ}\text{C}$		17,24 (-200)	-202,64	-197,36	-202,904	-197,096
		100,00 (0)	-2,64	2,64	-2,904	2,904
		195,57 (250)	247,36	252,64	247,096	252,904
		283,85 (500)	497,36	502,64	497,096	502,904
		395,16 (850)	847,36	852,64	847,096	852,904

500П ( $\alpha = 0,00391 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ ) / от -200 до +850 °C		86,2 (-200)	-202,64	-197,36	-202,904	-197,096
		500,0 (0)	-2,64	2,64	-2,904	2,904
		977,85 (250)	247,36	252,64	247,096	252,904
		1419,25 (500)	497,36	502,64	497,096	502,904
		1975,8 (850)	847,36	852,64	847,096	852,904
1000П ( $\alpha = 0,00391 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ ) / от -200 до +850 °C		172,4 (-200)	-202,64	-197,36	-202,904	-197,096
		1000,0 (0)	-2,64	2,64	-2,904	2,904
		1955,7 (250)	247,36	252,64	247,096	252,904
		2838,5 (500)	497,36	502,64	497,096	502,904
		3951,6 (850)	847,36	852,64	847,096	852,904
Ni100 ( $\alpha = 0,00617 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ ) / от -40 до +180 °C		79,10 (-40)	-40,20	-39,80	-40,220	-39,780
		105,56 (10)	9,80	10,20	9,780	10,220
		141,78 (70)	69,80	70,20	69,780	70,220
		179,62 (125)	124,80	125,20	124,780	125,220
		223,21 (180)	179,80	180,20	179,780	180,220
Ni500 ( $\alpha = 0,00617 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ ) / от -40 до +180 °C	$\pm 0,6/\pm 0,66$  (ПЛК 200)	79,10 (-40)	-40,20	-39,80	-40,220	-39,780
		105,56 (10)	9,80	10,20	9,780	10,220
		141,78 (70)	69,80	70,20	69,780	70,220
		179,62 (125)	124,80	125,20	124,780	125,220
		223,21 (180)	179,80	180,20	179,780	180,220
Ni1000 ( $\alpha = 0,00617 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ ) / от -40 до +180 °C		791,0 (-40)	-40,20	-39,80	-40,220	-39,780
		1055,6 (10)	9,80	10,20	9,780	10,220
		1417,8 (70)	69,80	70,20	69,780	70,220
		1796,2 (125)	124,80	125,20	124,780	125,220
		2232,1 (180)	179,80	180,20	179,780	180,220

Измерительный канал ПАК ПТК КРУГ-2000 признается годным, если во всех проверяемых точках выполняется неравенство:  $T_{\min} < T_{\text{изм}} < T_{\max}$ .

8.6 Проверка метрологических характеристик каналов измерений температуры с помощью внешних термодпар

Проверку проводят подачей напряжения постоянного тока с калибратора на вход канала измерений. Функциональная схема проверки каналов приведена на рисунке А.1.

Перед началом проверки провести настройку компенсации температуры холодного спая. Для компенсации холодного спая термодпары в соответствии с эксплуатационной документацией на ПАК ПТК КРУГ-2000 и УСО на измерительный канал подать (с калибратора) значение напряжения, эквивалентное 0 °C и зафиксировать (запомнить) измеренные показания. Далее на калибраторе в режиме ручного задатчика компенсации холодного спая (manual) ввести данное значение. В процессе проведения проверки необходимо контролировать температуру холодного спая. Её значение должно измениться (рекомендуемо) не более, чем на  $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$ , при большем изменении необходимо выполнить повторную настройку и вывести на экран дисплея ПАК ПТК КРУГ-2000 значение поверяемого канала температуры.

Проверку каждого канала проводят в пяти точках согласно таблице 6. Значения напряжения, соответствующего эталонным значениям температуры по ГОСТ Р 8.585 для конкретного типа термодпары приведены в таблице 7.

Проверку проводят в 5-6 точках, приблизительно равномерно распределённых по диапазону измерений канала (значения напряжения, соответствующие эталонным значениям температуры выбираются по ГОСТ Р 8.585 для конкретного типа термодпары). Рекомендуемые значения приведены в таблице 7.

Допускается за диапазон измерений канала принимать диапазон показаний сконфигурированного канала в единицах величин, приписанных данному измерительному каналу.



Таблица 7

НСХ по ГОСТ Р 8.585/ диапазон измерений, °C	Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности (без резервирования/ с резервированием), °C (УСО)	Эталонное значение напряжения (температуры), мВ (°C)	Допускаемое значение измеренной температуры при уровне бракования 0,8, °C			
			Без резервирования		С резервированием	
			Т <sub>мин</sub>	Т <sub>макс</sub>	Т <sub>мин</sub>	Т <sub>макс</sub>
S (ТПП) от 0 до +100	±4/±4,4 (TREI)	0,000 (0)	-3,20	3,20	-3,52	3,52
		0,143 (25)	21,80	28,20	21,48	28,52
		0,299 (50)	46,80	53,20	46,48	53,52
		0,467 (75)	71,80	78,20	71,48	78,52
		0,646 (100)	96,80	103,20	96,48	103,52
S (ТПП) от +100 до +400	±3/±3,3 (TREI)	0,646 (100)	97,60	102,40	97,36	102,64
		1,232 (175)	172,60	177,40	172,36	177,64
		1,874 (250)	247,60	252,40	247,36	252,64
		2,553 (325)	322,60	327,40	322,36	327,64
		3,259 (400)	397,60	402,40	397,36	402,64
S (ТПП) от +400 до +1600	±2/±2,2 (TREI)	3,259 (400)	398,40	401,60	398,24	401,76
		6,275 (700)	698,40	701,60	698,24	701,76
		9,587 (1000)	998,40	1001,60	998,24	1001,76
		13,159 (1300)	1298,40	1301,60	1298,24	1301,76
		16,777 (1600)	1598,40	1601,60	1598,24	1601,76
B (ТПР) от +300 до +500	±5/±5,5 (TREI)	0,431 (300)	296,00	304,00	295,60	304,40
		0,596 (350)	346,00	354,00	345,60	354,40
		0,787 (400)	396,00	404,00	395,60	404,40
		1,002 (450)	446,00	454,00	445,60	454,40
		1,242 (500)	496,00	504,00	495,60	504,40
B (ТПР) от +500 до +650	±4/±4,4 (TREI)	1,242 (500)	496,80	503,20	496,48	503,52
		1,451 (540)	536,80	543,20	536,48	543,52
		1,675 (580)	576,80	583,20	576,48	583,52
		1,913 (620)	616,80	623,20	616,48	623,52
		2,101 (650)	646,80	653,20	646,48	653,52
B (ТПР) от +650 до +950	±3/±3,3 (TREI)	2,101 (650)	647,60	652,40	647,36	652,64
		2,604 (725)	722,60	727,40	722,36	727,64
		3,154 (800)	797,60	802,40	797,36	802,64
		3,749 (875)	872,60	877,40	872,36	877,64
		4,387 (950)	947,60	952,40	947,36	952,64
B (ТПР) от +950 до +1800	±2/±2,2 (TREI)	4,387 (950)	948,40	951,60	948,24	951,76
		6,786 (1200)	1198,40	1201,60	1198,24	1201,76
		8,956 (1400)	1398,40	1401,60	1398,24	1401,76
		11,263 (1600)	1598,40	1601,60	1598,24	1601,76
		13,591 (1800)	1798,40	1801,60	1798,24	1801,76
J (ТЖК) от -200 до -150	±2/±2,2 (TREI)	-7,890 (-200)	-188,60	-185,40	-188,76	-185,24
		-7,585 (-187)	-176,60	-173,40	-176,76	-173,24
		-7,265 (-175)	-163,60	-160,40	-163,76	-160,24
		-6,583 (-162)	-151,60	-148,40	-151,76	-148,24
		-6,500 (-150)	-188,60	-185,40	-188,76	-185,24

J (ТЖК) от -150 до 0	$\pm 1/\pm 1,1$ (TREI)	-6,500 (-150)	-150,80	-149,20	-150,88	-149,12
		-5,426 (-120)	-120,80	-119,20	120,88	-119,12
		-3,786 (-80)	-80,80	-79,20	-80,88	-79,12
		-1,961 (-40)	-40,80	-39,20	-40,88	-39,12
		0,000 (0)	-0,80	0,80	-0,88	0,88
J (ТЖК) от 0 до +200	$\pm 0,8/\pm 0,88$ (TREI)	0,000 (0)	-0,64	0,64	-0,70	0,70
		2,585 (50)	49,36	50,64	49,30	50,70
		5,269 (100)	99,36	100,64	99,30	100,70
		8,010 (150)	149,36	150,64	149,30	150,70
		10,779 (200)	199,36	200,64	199,30	200,70
J (ТЖК) от +200 до +1000	$\pm 0,7/\pm 0,77$ (TREI)	10,779 (200)	199,44	200,56	199,38	200,62
		21,848 (400)	399,44	400,56	399,38	400,62
		33,102 (600)	599,44	600,56	599,38	600,62
		45,494 (800)	799,44	800,56	799,38	800,62
		57,953 (1000)	999,44	1000,56	999,38	1000,62
T (ТМК) от -250 до -200	$\pm 3/\pm 3,3$ (TREI)	-6,180 (-250)	-252,40	-247,60	-252,64	-247,36
		-6,078 (-237)	-239,40	-234,60	-239,64	-234,36
		-5,950 (-225)	-227,40	-222,60	-227,64	-222,36
		-5,767 (-212)	-214,40	-209,60	-214,64	-209,36
		-5,603 (-200)	-202,40	-197,60	-202,64	-197,36
T (ТМК) от -200 до -100	$\pm 1,5/\pm 1,65$ (TREI)	-5,603 (-200)	-201,20	-198,80	-201,32	-198,68
		-5,167 (-175)	-176,20	-173,80	-176,32	-173,68
		-4,648 (-150)	-151,20	-148,80	-151,32	-148,68
		-4,052 (-125)	-126,20	-123,80	-126,32	-123,68
		-3,379 (-100)	-101,20	-98,80	-101,32	-98,68
T (ТМК) от -100 до 0	$\pm 0,7/\pm 0,77$ (TREI)	-3,379 (-100)	-100,56	-99,44	-100,62	-99,38
		-2,633 (-75)	-75,56	-74,44	-75,62	-74,38
		-1,819 (-50)	-50,56	-49,44	-50,62	-49,38
		-0,940 (-25)	-25,56	-24,44	-25,62	-24,38
		0,000 (0)	-0,56	0,56	-0,62	0,62
T (ТМК) от 0 до +200	$\pm 0,5/\pm 0,55$ (TREI)	0,000 (0)	-0,40	0,40	-0,44	0,44
		2,036 (50)	49,60	50,40	49,56	50,44
		4,279 (100)	99,60	100,40	99,56	100,44
		6,704 (150)	149,60	150,40	149,56	150,44
		9,288 (200)	199,60	200,40	199,56	200,44
T (ТМК) от +200 до +370	$\pm 0,4/\pm 0,44$ (TREI)	9,288 (200)	199,68	200,32	199,65	200,35
		1,458 (240)	239,68	240,32	239,65	240,35
		13,709 (280)	279,68	280,32	279,65	280,35
		16,032 (320)	319,68	320,32	319,65	320,35
		19,030 (370)	369,68	370,32	369,65	370,35
E (ТХКН) от -100 до 0	$\pm 1/\pm 1,1$ (TREI)	-5,237 (-100)	-100,80	-99,20	-100,88	-99,12
		-4,058 (-75)	-75,80	-74,20	-75,88	-74,12
		-2,787 (-50)	-50,80	-49,20	-50,88	-49,12
		-1,432 (-25)	-25,80	-24,20	-25,88	-24,12
		0,000 (0)	-0,80	0,80	-0,88	0,88
E (ТХКН) от 0 до +100	$\pm 0,7/\pm 0,77$ (TREI)	0,000 (0)	-0,56	0,56	-0,62	0,62
		1,495 (25)	24,44	25,56	24,38	25,62
		3,048 (50)	49,44	50,56	49,38	50,62
		4,656 (75)	74,44	75,56	74,38	75,62
		6,319 (100)	99,44	100,56	99,38	100,62

Е (ТХКН) от +100 до +300	$\pm 0,6/\pm 0,66$ (TREI)	6,319 (100)	99,52	100,48	99,47	100,53
		9,789 (150)	149,52	150,48	149,47	150,53
		13,421 (200)	199,52	200,48	199,47	200,53
		17,181 (250)	249,52	250,48	249,47	250,53
		21,036 (300)	299,52	300,48	299,47	300,53
Е (ТХКН) от +300 до +900	$\pm 0,5/\pm 0,55$ (TREI)	21,036 (300)	299,60	300,40	299,56	300,44
		32,965 (450)	449,60	450,40	449,56	450,44
		45,093 (600)	599,60	600,40	599,56	600,44
		57,080 (750)	749,60	750,40	749,56	750,44
		68,787 (900)	899,60	900,40	899,56	900,44
К (ТХА) от -200 до -50	$\pm 2/\pm 2,2$ (TREI)	-5,891 (-200)	-201,60	-198,40	-201,76	-198,24
		-5,354 (-170)	-171,60	-168,40	-171,76	-168,24
		-4,411 (-130)	-131,60	-128,40	-131,76	-128,24
		-3,243 (-90)	-91,60	-88,40	-91,76	-88,24
		-1,889 (-50)	-51,60	-48,40	-51,76	-48,24
К (ТХА) от -50 до +1300	$\pm 1/\pm 1,1$ (TREI)	-1,889 (-50)	-50,80	-49,20	-50,88	-49,12
		12,209 (300)	299,20	300,80	299,12	300,88
		27,025 (650)	649,20	650,80	649,12	650,88
		41,276 (1000)	999,20	1000,80	999,12	1000,88
		52,410 (1300)	1299,20	1300,80	1299,12	1300,88
N (ТНН) от -200 до -100	$\pm 4/\pm 4,4$ (TREI)	-3,990 (-200)	-203,20	-196,80	-203,52	-196,48
		-3,702 (-175)	-178,20	-171,80	-178,52	-171,48
		-3,336 (-150)	-153,20	-146,80	-153,52	-146,48
		-2,902 (-125)	-128,20	-121,80	-128,52	-121,48
		-2,407 (-100)	-103,20	-96,80	-103,52	-96,48
N (ТНН) от -100 до 0	$\pm 2/\pm 2,2$ (TREI)	2,407 (-100)	-101,60	-98,40	-101,76	-98,24
		-1,859 (-75)	-76,60	-73,40	-76,76	-73,24
		-1,269 (-50)	-51,60	-48,40	-51,76	-48,24
		-0,646 (-25)	-26,60	-23,40	-26,76	-23,24
		0,000 (0)	-1,60	1,60	-1,76	1,76
N (ТНН) от 0 до +600	$\pm 1,5/\pm 1,65$ (TREI)	0,000 (0)	-1,20	1,20	-1,32	1,32
		4,302 (150)	148,80	151,20	148,68	151,32
		9,341 (300)	298,80	301,20	298,68	301,32
		14,846 (450)	448,80	451,20	448,68	451,32
		20,613 (600)	598,80	601,20	598,68	601,32
N (ТНН) от +600 до +1300	$\pm 1/\pm 1,1$ (TREI)	20,613 (600)	599,20	600,80	599,12	600,88
		28,455 (800)	799,20	800,80	799,12	800,88
		36,256 (1000)	999,20	1000,80	999,12	1000,88
		41,976 (1150)	1149,20	1150,80	1149,12	1150,88
		47,513 (1300)	1299,20	1300,80	1299,12	1300,88
А-1 (ТБР) от 0 до +1500	$\pm 0,8/\pm 0,88$ (TREI)	0,000 (0)	-0,64	0,64	-0,70	0,70
		5,355 (350)	349,36	350,64	349,30	350,70
		11,284 (700)	699,36	700,64	699,30	700,70
		17,662 (1100)	1099,36	1100,64	1099,30	1100,70
		23,311 (1500)	1499,36	1500,64	1499,30	1500,70
А-1 (ТБР) от +1500 до +2500	$\pm 1/\pm 1,1$ (TREI)	23,311 (1500)	1499,20	1500,80	1499,12	1500,88
		26,426 (1750)	1749,20	1750,80	1749,12	1750,88
		29,186 (2000)	1999,20	2000,80	1999,12	2000,88
		31,593 (2250)	2249,20	2250,80	2249,12	2250,88
		33,640 (2500)	2499,20	2500,80	2499,12	2500,88

A-2 (TBP) от 0 до +200	$\pm 0,8/\pm 0,88$ (TREI)	0,000 (0)	-0,64	0,64	-0,70	0,70
		0,630 (50)	49,36	50,64	49,30	50,70
		1,338 (100)	99,36	100,64	99,30	100,70
		2,101 (150)	149,36	150,64	149,30	150,70
		2,902 (200)	199,36	200,64	199,30	200,70
A-2 (TBP) от +200 до +1000	$\pm 0,6/\pm 0,66$ (TREI)	2,902 (200)	199,52	200,48	199,47	200,53
		6,280 (400)	399,52	400,48	399,47	400,53
		9,707 (600)	599,52	600,48	599,47	600,53
		13,064 (800)	799,52	800,48	799,47	800,53
		16,289 (1000)	999,52	1000,48	999,47	1000,53
A-2 (TBP) от +1000 до +1780	$\pm 0,8/\pm 0,88$ (TREI)	16,289 (1000)	999,36	1000,64	999,30	1000,70
		19,330 (1200)	1199,36	1200,64	1199,30	1200,70
		22,168 (1400)	1399,36	1400,64	1399,30	1400,70
		24,814 (1600)	1599,36	1600,64	1599,30	1600,70
		27,004 (1780)	1779,36	1780,64	1779,30	1780,70
A-3 (TBP) от 0 до +200	$\pm 0,8/\pm 0,88$ (TREI)	0,000 (0)	0,64	0,64	-0,70	0,70
		0,625 (50)	49,36	50,64	49,30	50,70
		1,319 (100)	99,36	100,64	99,30	100,70
		2,062 (150)	149,36	150,64	149,30	150,70
		2,842 (200)	199,36	200,64	199,30	200,70
A-3 (TBP) от +200 до +1000	$\pm 0,6/\pm 0,66$ (TREI)	2,842 (200)	199,52	200,48	199,47	200,53
		6,143 (400)	399,52	400,48	399,47	400,53
		9,506 (600)	599,52	600,48	599,47	600,53
		12,805 (800)	799,52	800,48	799,47	800,53
		15,980 (1000)	999,52	1000,48	999,47	1000,53
A-3 (TBP) от +1000 до +1780	$\pm 0,8/\pm 0,88$ (TREI)	15,980 (1000)	999,36	1000,64	999,30	1000,70
		18,981 (1200)	1199,36	1200,64	1199,30	1200,70
		21,781 (1400)	1399,36	1400,64	1399,30	1400,70
		24,382 (1600)	1599,36	1600,64	1599,30	1600,70
		26,546 (1780)	1779,36	1780,64	1779,30	1780,70
L (TXK) от -200 до -100	$\pm 1,5/\pm 1,65$ (TREI)	-9,488 (-200)	-201,20	-198,80	-201,32	-198,68
		-8,731 (-175)	-176,20	-173,80	-176,32	-173,68
		-7,831 (-150)	-151,20	-148,80	-151,32	-148,68
		-6,797 (-125)	-126,20	-123,80	-126,32	-123,68
		-5,641 (-100)	-101,20	-98,80	-101,32	-98,68
L (TXK) от -100 до +200	$\pm 0,8/\pm 0,88$ (TREI)	-5,641 (-100)	-100,64	-99,36	-100,70	-99,30
		-1,843 (-30)	-30,64	-29,36	-30,70	-29,30
		2,624 (40)	39,36	40,64	39,30	40,70
		8,344 (120)	119,36	120,64	119,30	120,70
		14,560 (200)	199,36	200,64	199,30	200,70
L (TXK) от +200 до +800	$\pm 0,5/\pm 0,55$ (TREI)	14,560 (200)	199,60	200,40	199,56	200,44
		27,135 (350)	349,60	350,40	349,56	350,44
		40,299 (500)	499,60	500,40	499,56	500,44
		53,492 (650)	649,60	650,40	649,56	650,44
		66,466 (800)	799,60	800,40	799,56	800,44
K (TXA) от -200 до +1300	$\pm 1/\pm 1,1$ (DevLink)	-5,891 (-200)	-200,80	-199,20	-200,88	-199,12
		8,138 (200)	199,20	200,80	199,12	200,88
		24,905 (600)	599,20	600,80	599,12	600,88
		41,276 (1000)	999,20	1000,80	999,12	1000,88
		52,410 (1300)	1299,20	1300,80	1299,12	1300,88



L (ТХК) от +200 до +800	$\pm 1/\pm 1,1$  (DevLink)	-9,488 (-200)	-200,80	-199,20	-200,88	-199,12
		3,306 (50)	49,20	50,80	49,12	50,88
		22,843 (300)	299,20	300,80	299,12	300,88
		44,709 (550)	549,20	550,80	549,12	550,88
		66,466 (800)	799,20	800,80	799,12	800,88
S (ТПП) от -50 до +1700	$\pm 2/\pm 2,2$  (DevLink)	-0,236 (-50)	-51,60	-48,40	-51,76	-48,24
		3,259 (400)	398,40	401,60	398,24	401,76
		7,345 (800)	798,40	801,60	798,24	801,76
		11,951 (1200)	1198,40	1201,60	1198,24	1201,76
		17,947 (1700)	1698,40	1701,60	1698,24	1701,76
R (ТПП) от -50 до +1700	$\pm 2/\pm 2,2$  (DevLink)	-0,226 (-50)	-51,60	-48,40	-51,76	-48,24
		3,408 (400)	398,40	401,60	398,24	401,76
		7,950 (800)	798,40	801,60	798,24	801,76
		13,228 (1200)	1198,40	1201,60	1198,24	1201,76
		20,222 (1700)	1698,40	1701,60	1698,24	1701,76
B (ТПР) от +300 до +1700	$\pm 2/\pm 2,2$  (DevLink)	0,431 (300)	298,40	301,60	298,24	301,76
		2,101 (650)	648,40	651,60	648,24	651,76
		4,834 (1000)	998,40	1001,60	998,24	1001,76
		8,397 (1350)	1348,40	1351,60	1348,24	1351,76
		12,433 (1700)	1698,40	1701,60	1698,24	1701,76
A-1 (ТБР) от 0 до +2300	$\pm 3/\pm 3,3$  (DevLink)	0,000 (0)	-2,40	2,40	-2,64	2,64
		9,606 (600)	597,60	602,40	597,36	602,64
		19,150 (1200)	1197,60	1202,40	1197,36	1202,64
		26,998 (1800)	1797,60	1802,40	1797,36	1802,64
		32,028 (2300)	2297,60	2302,40	2297,36	2302,64
A-2 (ТБР) от 0 до +1800	$\pm 3/\pm 3,3$  (DevLink)	0,000 (0)	-2,40	2,40	-2,64	2,64
		7,139 (450)	447,60	452,40	447,36	452,64
		14,696 (900)	897,60	902,40	897,36	902,64
		21,478 (1350)	1347,60	1352,40	1347,36	1352,64
		27,232 (1800)	1797,60	1802,40	1797,36	1802,64
A-3 (ТБР) от 0 до +1800	$\pm 3/\pm 3,3$  (DevLink)	0,000 (0)	-2,40	2,40	-2,64	2,64
		6,985 (450)	447,60	452,40	447,36	452,64
		14,411 (900)	897,60	902,40	897,36	902,64
		21,100 (1350)	1347,60	1352,40	1347,36	1352,64
		26,773 (1800)	1797,60	1802,40	1797,36	1802,64
J (ТЖК) от -200 до +1200	$\pm 1/\pm 1,1$  (DevLink)	-7,890 (-200)	-200,80	-199,20	-200,88	-199,12
		8,010 (150)	149,20	150,80	149,12	150,88
		27,393 (500)	499,20	500,80	499,12	500,88
		51,877 (900)	899,20	900,80	899,12	900,88
		69,553 (1200)	1199,20	1200,80	1199,12	1200,88
N (ТНН) от -200 до +1300	$\pm 1/\pm 1,1$  (DevLink)	-3,990 (-200)	-200,80	-199,20	-200,88	-199,12
		5,913 (200)	199,20	200,80	199,12	200,88
		20,613 (600)	599,20	600,80	599,12	600,88
		36,256 (1000)	999,20	1000,80	999,12	1000,88
		47,513 (1300)	1299,20	1300,80	1299,12	1300,88
T (ТМК) от -220 до +400	$\pm 3/\pm 3,3$  (DevLink)	-5,888 (-220)	-222,40	-217,60	-222,64	-217,36
		-2,476 (-70)	-72,40	-67,60	-72,64	-67,36
		4,279 (100)	97,60	102,40	97,36	102,64
		12,013 (250)	247,60	252,40	247,36	252,64
		20,872 (400)	397,60	402,40	397,36	402,64

Т (ТМК) от -270 до -220	$\pm 1/\pm 1,1$  (DevLink)	-6,258 (-270)	-270,80	-269,20	-270,88	-269,12
		-6,232 (-260)	-260,80	-259,20	-260,88	-259,12
		-6,180 (-250)	-250,80	-249,20	-250,88	-249,12
		-6,059 (-235)	-235,80	-234,20	-235,88	-234,12
		-5,888 (-220)	-220,80	-219,20	-220,88	-219,12
Е (ТХКН) от -220 до +1000	$\pm 3/\pm 3,3$  (DevLink)	-9,274 (-220)	-222,40	-217,60	-222,64	-217,36
		-5,237 (100)	97,60	102,40	97,36	102,64
		28,946 (400)	397,60	402,40	397,36	402,64
		53,112 (700)	697,60	702,40	697,36	702,64
		76,373 (1000)	997,60	1002,40	997,36	1002,64
Е (ТХКН) от -270 до -220	$\pm 1/\pm 1,1$  (DevLink)	-9,835 (-270)	-270,80	-269,20	-270,88	-269,12
		-9,797 (-260)	-260,80	-259,20	-260,88	-259,12
		-9,718 (-250)	-250,80	-249,20	-250,88	-249,12
		-9,534 (-235)	-235,80	-234,20	-235,88	-234,12
		-9,274 (-220)	-220,80	-219,20	-220,88	-219,12
L (ТХК) от -200 до +800	$\pm 5/\pm 5,5$  (ПЛК 200)	-9,488 (-200)	-204,00	-196,00	-204,40	-195,60
		3,306 (50)	46,00	54,00	45,60	54,40
		22,843 (300)	296,00	304,00	295,60	304,40
		44,709 (550)	546,00	554,00	545,60	554,40
		66,466 (800)	796,00	804,00	795,60	804,40
К (ТХА) от -200 до +1360	$\pm 8/\pm 8,8$  (ПЛК 200)	-5,891 (-200)	-206,40	-193,60	-207,04	-192,96
		8,138 (200)	193,60	206,40	192,96	207,04
		24,905 (600)	593,60	606,40	592,96	607,04
		41,276 (1000)	993,60	1006,40	992,96	1007,04
		54,479 (1360)	1353,60	1366,40	1352,96	1367,04
J (ТЖК) от -200 до +1200	$\pm 7/\pm 7,7$  (ПЛК 200)	-7,890 (-200)	-205,60	-194,40	-206,16	-193,84
		8,010 (150)	-155,60	-144,40	-156,16	-143,84
		27,393 (500)	494,40	505,60	493,84	506,16
		51,877 (900)	894,40	905,60	893,84	906,16
		69,553 (1200)	1194,40	1205,60	1193,84	1206,16
N (ТНН) от -200 до +1300	$\pm 7,5/\pm 8,25$  (ПЛК 200)	-3,990 (-200)	-206,00	-194,00	-206,60	-193,40
		5,913 (200)	194,00	206,00	193,40	206,60
		20,613 (600)	594,00	606,00	593,40	606,60
		36,256 (1000)	994,00	1006,00	993,40	1006,60
		47,513 (1300)	1294,00	1306,00	1293,40	1306,60
Т (ТМК) от -250 до +400	$\pm 3,25/\pm 3,58$  (ПЛК 200)	-6,180 (-250)	-252,60	-247,40	-252,86	-247,14
		-3,379 (-100)	-102,60	-97,40	-102,86	-97,14
		2,036 (50)	47,40	52,60	47,14	52,86
		9,288 (200)	197,40	202,60	197,14	202,86
		20,872 (400)	397,40	402,60	397,14	402,86
S (ТПП) от -50 до +1750	$\pm 9/\pm 9,9$  (ПЛК 200)	-0,236 (-50)	-57,20	-42,80	-57,92	-42,08
		3,259 (400)	392,80	407,20	392,08	407,92
		7,345 (800)	792,80	807,20	792,08	807,92
		11,951 (1200)	1192,80	1207,20	1192,08	1207,92
		18,503 (1750)	1742,80	1757,20	1742,08	1757,92
R (ТПП) от -50 до +1750	$\pm 9/\pm 9,9$  (ПЛК 200)	-0,226 (-50)	-57,20	-42,80	-57,92	-42,08
		3,408 (400)	392,80	407,20	392,08	407,92
		7,950 (800)	792,80	807,20	792,08	807,92
		13,228 (1200)	1192,80	1207,20	1192,08	1207,92
		20,877 (1750)	1742,80	1757,20	1742,08	1757,92



В (ТПР) от +200 до +1800	$\pm 10/\pm 11$ (ПЛК 200)	0,178 (200)	192,00	208,00	191,20	208,80
		1,792 (600)	592,00	608,00	591,20	608,80
		4,834 (1000)	992,00	1008,00	991,20	1008,80
		8,956 (1400)	1392,00	1408,00	1391,20	1408,80
		13,591 (1800)	1792,00	1808,00	1791,20	1808,80
А-1 (ТВР) от 0 до +2500	$\pm 12,5/\pm 13,75$ (ПЛК 200)	0,000 (0)	-10,00	10,00	-11,00	11,00
		9,606 (600)	590,00	610,00	589,00	611,00
		19,150 (1200)	1190,00	1210,00	1189,00	1211,00
		26,998 (1800)	1790,00	1810,00	1789,00	1811,00
		33,640 (2500)	2490,00	2510,00	2489,00	2511,00
А-2 (ТВР) от 0 до +1800	$\pm 9/\pm 9,9$ (ПЛК 200)	0,000 (0)	-7,20	7,20	-7,92	7,92
		7,139 (450)	442,80	457,20	442,08	457,92
		14,696 (900)	892,80	907,20	892,08	907,92
		21,478 (1350)	1342,80	1357,20	1342,08	1357,92
		27,232 (1800)	1792,80	1807,20	1792,08	1807,92
А-3 (ТВР) от 0 до +1800	$\pm 9/\pm 9,9$ (ПЛК 200)	0,000 (0)	-7,20	7,20	-7,92	7,92
		6,985 (450)	442,80	457,20	442,08	457,92
		14,411 (900)	892,80	907,20	892,08	907,92
		21,100 (1350)	1342,80	1357,20	1342,08	1357,92
		26,773 (1800)	1792,80	1807,20	1792,08	1807,92

Измерительный канал ПАК ПТК КРУГ-2000 признается годным, если во всех проверяемых точках выполняется неравенство:  $T_{\min} < T_{\text{изм}} < T_{\max}$ .

8.7 Проверка метрологических характеристик каналов воспроизведения силы и напряжения постоянного электрического тока

Проверку проводят путем измерений значений силы и напряжения постоянного электрического тока, подаваемых с выходов каналов воспроизведения силы и напряжения постоянного электрического тока на входы мультиметра цифрового. Функциональная схема проверки каналов приведена на рисунке А.5.

Проверку проводят в 5-6 точках, приблизительно равномерно распределённых по диапазону измерений канала. Рекомендуемые значения приведены в таблицах 8 и 9.

Допускается за диапазон измерений канала принимать диапазон показаний сконфигурированного канала в единицах величин, приписанных данному измерительному каналу.

Таблица 8

Диапазон воспроизведения силы тока, мА	Пределы допускаемой приведённой погрешности (без резервирования/с резервированием), % (УСО)	Значение воспроизводимой силы тока, мА	Допускаемое значение силы тока при уровне бракования 0,8, мА			
			Без резервирования		С резервированием	
			I <sub>мин</sub>	I <sub>макс</sub>	I <sub>мин</sub>	I <sub>макс</sub>
От 0 до 20	$\pm 0,1/\pm 0,11$ (TREI, DevLink)	0,1	0,084	0,116	0,082	0,118
		5	4,984	5,016	4,982	5,018
		10	9,984	10,016	9,982	10,018
		15	14,984	15,016	14,982	15,018
		20	19,984	20,016	19,982	20,018

	$\pm 0,2/\pm 0,22$ (TREI)	0,1	0,068	0,132	0,065	0,135
		5	4,968	5,032	4,965	5,035
		10	9,968	10,032	9,965	10,035
		15	14,968	15,032	14,965	15,035
		20	19,968	20,032	19,965	20,035
от 4 до 20	$\pm 0,1/\pm 0,11$ (TREI, DevLink)	4	3,987	4,013	3,986	4,014
		8	7,987	8,013	7,986	8,014
		12	11,987	12,013	11,986	12,014
		16	15,987	16,013	15,986	16,014
		20	19,987	20,013	19,986	20,014
	$\pm 0,2/\pm 0,22$ (TREI)	4	3,974	4,026	3,972	4,028
		8	7,974	8,026	7,972	8,028
		12	11,974	12,026	11,972	12,028
		16	15,974	16,026	15,972	16,028
		20	19,974	20,026	19,972	20,028

Таблица 9

Диапазон воспроизведе ния напряжения, В	Пределы допускаемой приведённой погрешности (без резервирования/ с резервированием), % (УСО)	Значение воспроизвод имого напряжения, В	Допускаемое значение напряжения при уровне бракования 0,8, В			
			Без резервирования		С резервированием	
			U <sub>мин</sub>	U <sub>макс</sub>	U <sub>мин</sub>	U <sub>макс</sub>
От 0 до 5	$\pm 0,1/\pm 0,11$ (DevLink)	0,1	0,0960	0,1040	0,0956	0,1044
		1,25	1,2460	1,2540	1,2456	1,2544
		2,5	2,4960	2,5040	2,4956	2,5044
		3,75	3,7460	3,7540	3,7456	3,7544
		5	4,9960	5,0040	4,9956	5,0044
от 0 до 10	$\pm 0,1/\pm 0,11$ (TREI, DevLink)	0,1	0,092	0,108	0,091	0,109
		2,5	2,492	2,508	2,491	2,509
		5	4,992	5,008	4,991	5,009
		7,5	7,492	7,508	7,491	7,509
		10	9,992	10,008	9,991	10,009
	$\pm 0,2/\pm 0,22$ (TREI)	0,1	0,084	0,116	0,082	0,118
		2,5	2,484	2,516	2,482	2,518
		5	4,984	5,016	4,982	5,018
		7,5	7,484	7,516	7,482	7,518
		10	9,984	10,016	9,982	10,018

Измерительный канал ПАК ПТК КРУГ-2000 признается годным, если во всех проверяемых точках выполняются неравенства:  $I_{\min} < I_{\text{изм}} < I_{\max}$  и  $U_{\min} < U_{\text{изм}} < U_{\max}$ .

## 8.8 Проверка метрологических характеристик каналов измерений, содержащих барьеры искрозащиты

Проверка проводится по процедурам, описанных в подразделах 8.1-8.7 настоящей методики.

Таблица 10

Каналы измерений ПАК ПТК КРУГ-2000	Пределы допускаемой основной погрешности
Образованные с использованием барьеров искрозащиты	$\pm(\epsilon_{\text{ПТКосн}} + \epsilon_{\text{БИЗосн}})$
Включенные по схемам с резервированием и барьерами искрозащиты (резервирование реализовано аппаратными средствами ПАК ПТК КРУГ-2000)	$\pm(1,1 \cdot \epsilon_{\text{ПТКосн}} + \epsilon_{\text{БИЗосн}})$
Включенные по схемам с резервированием и барьерами искрозащиты (резервирование реализовано на уровне барьеров)	$\pm(\epsilon_{\text{ПТКосн}} + \epsilon_{\text{БИЗосн}})$
<p>Примечание:</p> <p>1 <math>\epsilon_{\text{ПТКосн}}</math> – пределы допускаемой основной абсолютной, относительной или приведенной (в зависимости от типа канала измерений) погрешности соответствующего канала УСО, регламентированные в таблицах 3-9 описания типа.</p> <p>2 <math>\epsilon_{\text{БИЗосн}}</math> – пределы допускаемой основной абсолютной, относительной или приведенной погрешности барьера искрозащиты.</p> <p>3 Формулы для преобразования пределов допускаемых погрешностей:</p> $\delta = \pm (\Delta / X_{\text{изм}}) \cdot 100 \%$ $\gamma = \pm (\Delta / X_N) \cdot 100 \%,$ <p>где <math>\Delta</math> – пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений;  <math>\delta</math> – пределы допускаемой относительной погрешности измерений;  <math>\gamma</math> – пределы допускаемой приведенной погрешности измерений;  <math>X_{\text{изм}}</math> – измеренное значение величины;  <math>X_N</math> – нормирующее значение (предел, диапазон).</p>	

*Пример расчета пределов допускаемой основной погрешности канала измерений, содержащего барьер искрозащиты:*

Канал состоит из:

– устройства программного управления «TREI-5B» (модуль AI.4-20mA) (регистрационный номер 31404-08 в ФИФ ОЕИ);

– преобразователя измерительного HiC2027 (регистрационный номер 65587-16 в ФИФ ОЕИ), используемого в качестве барьера искрозащиты.

Пределы допускаемой основной приведенной погрешности измерений силы постоянного тока устройства программного управления «TREI-5B» (модуль AI.4-20mA)  $\gamma_{\text{ПТКосн}}$  составляют  $\pm 0,1 \%$ .

Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерительных преобразований силы постоянного тока преобразователя измерительного HiC2027  $\Delta_{\text{БИЗосн}}$  составляют  $\pm 20$  мкА.

Значение пределов допускаемой основной абсолютной погрешности преобразователя измерительного HiC2027 может быть пересчитано в значение пределов допускаемой основной приведенной погрешности по формуле:

$$\gamma_{\text{БИЗосн}} = \pm (\Delta_{\text{БИЗосн}} / X_N) \cdot 100 \% = \pm (0,02 \text{ мА} / 16 \text{ мА}) \cdot 100 \% = \pm 0,125 \%,$$

где  $X_N = 16$  мА – нормирующее значение для диапазона измерений канала 4-20 мА.

Пределы допускаемой основной приведенной погрешности данного канала измерений равны:

$$\gamma = \pm (\gamma_{\text{ПТКОСН}} + \gamma_{\text{БИЗОСН}}) = \pm (0,1 + 0,125) = \pm 0,225 \, \%$$

Измерительный канал ПАК ПТК КРУГ-2000 признается годным, если основная погрешность измерений не превышает пределов основной погрешности измерений, приведенных в таблице 10.

8.9 Проверка метрологических характеристик каналов измерений силы и напряжения переменного электрического тока, использующих нормирующие преобразователи

8.9.1 Проверка метрологических характеристик каналов измерений переменного электрического тока, использующих нормирующие преобразователи

Функциональная схема проверки метрологических характеристик каналов с нормирующими преобразователями приведена на рисунке А.6.

Проверка проводится в 5-6 точках приблизительно равномерно расположенных по диапазону измерений, включая нижнее и верхнее значения.

Подключить устройство УИ-300.1 ко входу проверяемого канала последовательно с амперметром ЦА8500/2.

Установить на устройстве УИ-300.1 силу выходного тока согласно выбранной проверяемой точке частотой 50 Гц.

Значение устанавливаемой силы тока контролируется с помощью амперметра ЦА8500/2.

По полученным значениям рассчитать приведённую погрешность измерений силы переменного электрического тока по формуле:

$$\gamma = 5I_{\text{нк}} - 80I_0/I_{\text{к}} - 20, \, \%$$

где  $I_{\text{нк}}$  – показания канала измерений, мА;

$I_0$  – заданное на устройстве УИ-300.1 значение тока, А;

$I_{\text{к}}$  – верхний предел измерений проверяемого канала, А.

8.9.2 Проверка метрологических характеристик каналов измерений переменного электрического напряжения, использующих нормирующие преобразователи

Функциональная схема проверки метрологических характеристик каналов с нормирующими преобразователями приведена на рисунке А.6.

Проверка проводится в 5-6 точках приблизительно равномерно расположенных по диапазону измерений, включая нижнее и верхнее значения.

Подключить устройство УИ-300.1 ко входу проверяемого канала.

Установить на устройстве УИ-300.1 выходное напряжение согласно выбранной проверяемой точке частотой 50 Гц.

Значение устанавливаемого напряжения контролируется с помощью вольтметра цифрового СВ3010/2.

По полученным значениям рассчитать приведённую погрешность измерений напряжения переменного тока по формуле:

$$\gamma = 5U_{\text{нк}} - 80U_0/U_{\text{к}} - 20, \, \%$$

где  $U_{\text{нк}}$  – показания канала измерений, мВ;

$U_0$  – заданное на устройстве УИ-300.1 значение напряжения, В;

$U_{\text{к}}$  – верхний предел измерений проверяемого канала, В.

8.9.3 Подтверждение соответствия метрологических характеристик каналов измерений переменного электрического напряжения, использующих нормирующие преобразователи

КРУГ-2000 считается прошедшим испытания, если основная погрешность измерений не превышает пределов допускаемой основной погрешности измерений, приведенных в таблице 11.

Таблица 11

Наименование параметра	Значение
Пределы допускаемой основной приведенной погрешности измерений, %	$\pm (\epsilon_{\text{ПТКосн}} + \epsilon_{\text{НПосн}})$
Примечания:	
1 $\epsilon_{\text{ПТКосн}}$ – пределы допускаемой основной приведенной погрешности соответствующего канала УСО	
2 $\epsilon_{\text{НПосн}}$ – пределы допускаемой основной погрешности нормирующих преобразователей утвержденного типа.	

8.10 Проверка метрологических характеристик каналов измерений времени

8.10.1 Проверка погрешности каналов измерений времени отдельного абонента ПАК ПТК КРУГ-2000 относительно координированной шкалы времени UTC, в автономном режиме (без внешней синхронизации)

В ПАК ПТК КРУГ-2000 в соответствии с руководством по эксплуатации на УСО (контроллер) войти в соответствующую вкладку программного обеспечения системы реального времени контроллера, которая отображает дату и время.

Выполнить сличение показаний часов УСО контроллера с показаниями радиочасов. Зафиксировать значения. Через 24 часа повторить сличение.

Измерительный канал ПАК ПТК КРУГ-2000 признается годным, если абсолютная погрешность расхождения показаний отдельного абонента ПАК ПТК КРУГ-2000 относительно координированной шкалы времени UTC в автономном режиме (без внешней синхронизации) не превышает  $\pm 2$  с.

8.10.2 Проверка погрешности каналов измерений времени отдельного абонента ПАК ПТК КРУГ-2000 относительно координированной шкалы времени UTC, с синхронизацией времени по сигналам от ГНСС (GPS/ГЛОНАСС)

Проверка осуществляется для одного контроллера, входящего в состав ПАК ПТК КРУГ-2000. Функциональная схема проверки приведена на рисунке А.7.

В соответствии с руководством по эксплуатации настроить сервер единого времени TimeVisor для приема сигналов от ГНСС (GPS/ГЛОНАСС) и передаче всем абонентам ПАК ПТК КРУГ-2000.

В соответствии с руководством по эксплуатации на ПАК ПТК КРУГ-2000 настроить УСО (контроллер) в режим выдачи импульсного сигнала с характеристиками, приведенными на рисунке 1.

В соответствии с руководством по эксплуатации настроить осциллограф и вывести на его экран одновременно импульсные сигналы УСО (контроллера) и приемника опорного синхронизирующего (см. рисунок 1).

Выполнить сличение показаний на экране осциллографа. Зафиксировать значение расхождения  $\Delta$ . Через 24 часа повторить сличение.

Измерительный канал ПАК ПТК КРУГ-2000 признается годным, если абсолютная погрешность расхождения показаний отдельного абонента ПАК ПТК КРУГ-2000 относительно координированной шкалы времени UTC в режиме с синхронизацией по сигналам от ГНСС (GPS/ГЛОНАСС) не превышает  $\pm 0,025$  с.



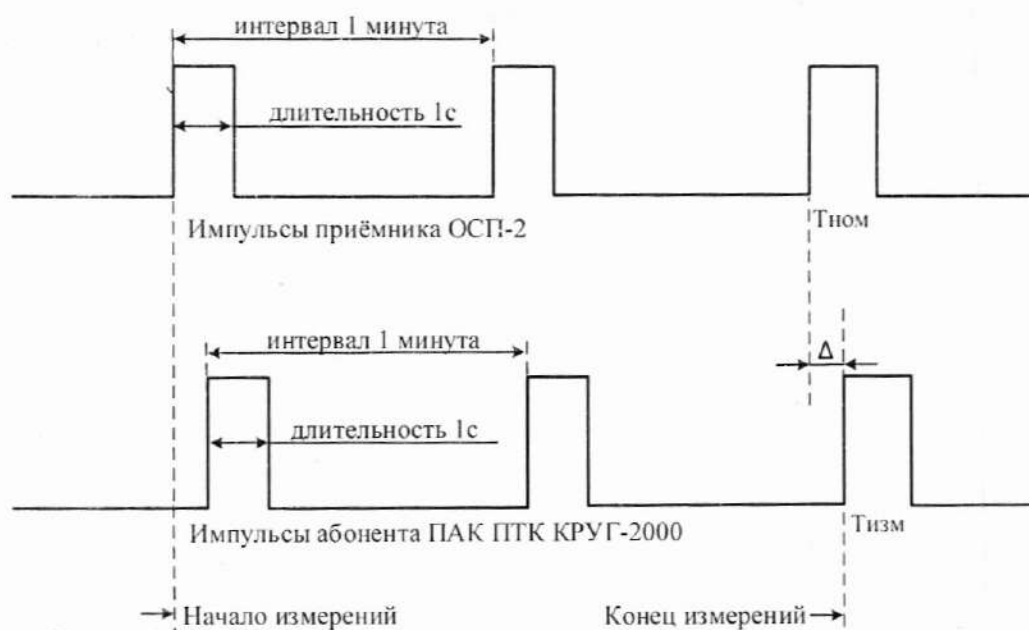


Рисунок 1 – Определение расхождения времени отдельного абонента ПАК ПТК КРУГ-2000 относительно координированной шкалы времени UTC, с синхронизацией времени по сигналам от ГНСС (GPS/ГЛОНАСС)

#### 8.10.3 Проверка погрешности расхождения показаний между всеми абонентами ПАК ПТК КРУГ-2000

Функциональная схема проверки приведена на рисунке А.8.

В соответствии с руководством по эксплуатации на программное обеспечение SCADA КРУГ-2000 включить функцию «Сервис коррекции системного времени» всех абонентов ПАК ПТК КРУГ-2000.

В соответствии с руководством по эксплуатации на ПАК ПТК КРУГ-2000 настроить УСО (контроллеры) в режим выдачи импульсного сигнала с характеристиками, приведенными на рисунке 2.

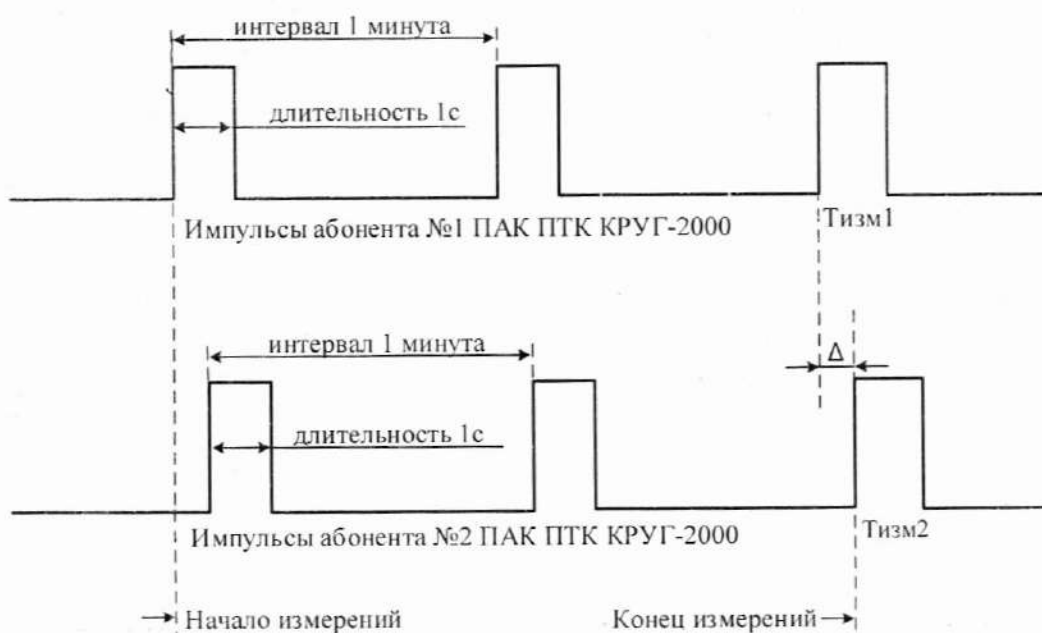


Рисунок 2 – Определение расхождения времени ПАК ПТК КРУГ-2000 между абонентами



В соответствии с руководством по эксплуатации настроить осциллограф и вывести на его экран одновременно сигнал с двух любых УСО (контроллеров).

Выполнить сличение показаний на экране осциллографа. Зафиксировать значение расхождения  $\Delta$ . Через 24 часа повторить сличение.

Измерительный канал ПАК ПТК КРУГ-2000 признается годным, если абсолютная погрешность расхождения показаний между всеми абонентами ПАК ПТК КРУГ-2000 не превышает  $\pm 0,5$  с.

## **9 Оформление результатов поверки**

9.1 Сведения о результатах поверки ПАК ПТК КРУГ-2000 должны быть переданы в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с указаниями части 3 статьи 20 Федерального закона от 26.06.2008 № 102-ФЗ аккредитованным на поверку лицом, проводившим поверку, в сроки, установленные Приказом Минпромторга России от 31.07.2020 № 2510.

9.2 По заявлению владельца ПАК ПТК КРУГ-2000 или лица, представившего ПАК ПТК КРУГ-2000 на поверку, в случае положительных результатов поверки выдается свидетельство о поверке, оформленное в соответствии с Приказом Минпромторга России от 31.07.2020 № 2510. При этом знак поверки наносится на свидетельство о поверке.

9.3 По заявлению владельца ПАК ПТК КРУГ-2000 или лица, представившего ПАК ПТК КРУГ-2000 на поверку, в случае отрицательных результатов поверки выдается извещение о непригодности к применению, по форме и содержанию удовлетворяющее требованиям Приказа Минпромторга России от 31.07.2020 № 2510, с указанием причин непригодности.

9.4 По заявлению владельца ПАК ПТК КРУГ-2000 или лица, представившего ПАК ПТК КРУГ-2000 на поверку, оформляют протокол поверки по форме, принятой в организации, проводившей поверку.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

(обязательное)

### Функциональные схемы при проверке каналов ПАК ПТК КРУГ-2000



Рисунок А.1 – Функциональная схема при проверке каналов измерений силы постоянного тока для подключения к токовым датчикам (активным), напряжения постоянного тока и температуры с помощью внешних термопар



Рисунок А.2 – Функциональная схема при проверке каналов измерений силы постоянного тока для подключения к токовым датчикам (пассивным)



Рисунок А.3 – Функциональная схема при проверке каналов измерений электрического сопротивления и температуры с помощью внешних термометров сопротивлений по трех- или четырехпроводной схеме



Рисунок А.4 – Функциональная схема при проверке каналов импульсного ввода

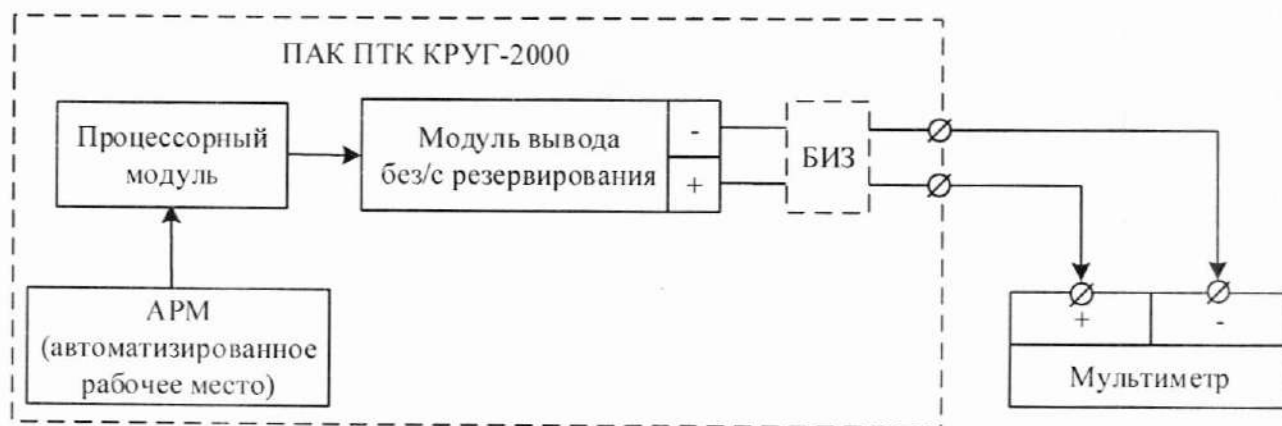


Рисунок А.5 – Функциональная схема при проверке каналов воспроизведения силы и напряжения постоянного тока



Рисунок А.6 – Функциональная схема при проверке каналов с нормирующими преобразователями



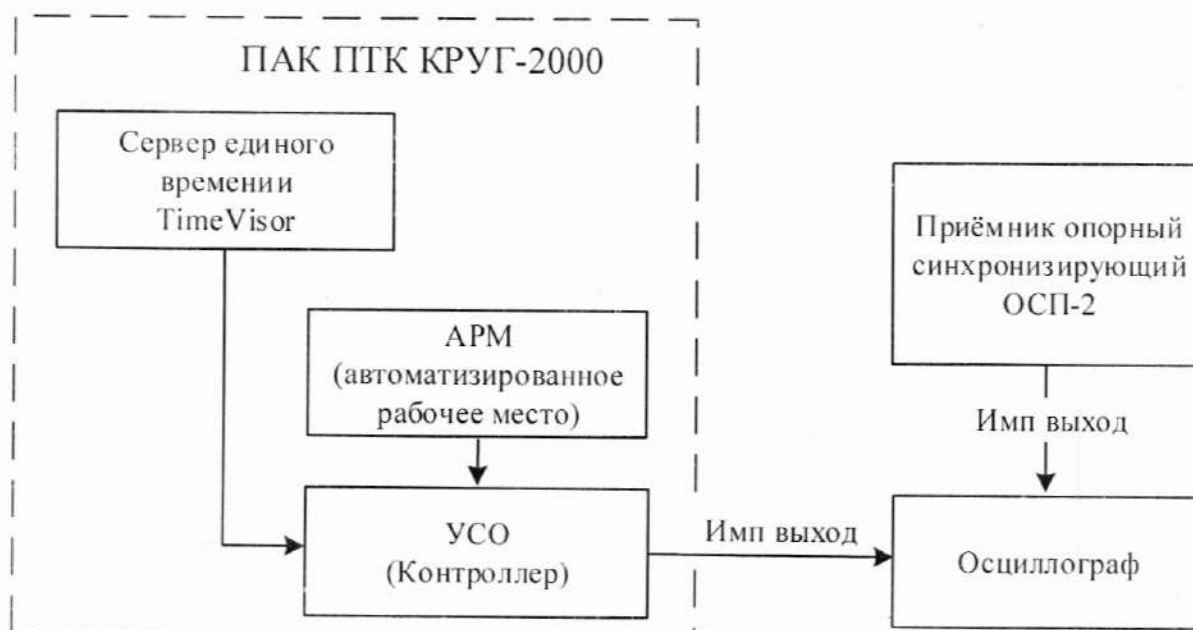


Рисунок А.7 – Функциональная схема при проверке каналов измерений времени отдельного абонента ПАК ПТК КРУГ-2000 относительно координированной шкалы времени UTC, с синхронизацией времени по сигналам от ГНСС (GPS/ГЛОНАСС)

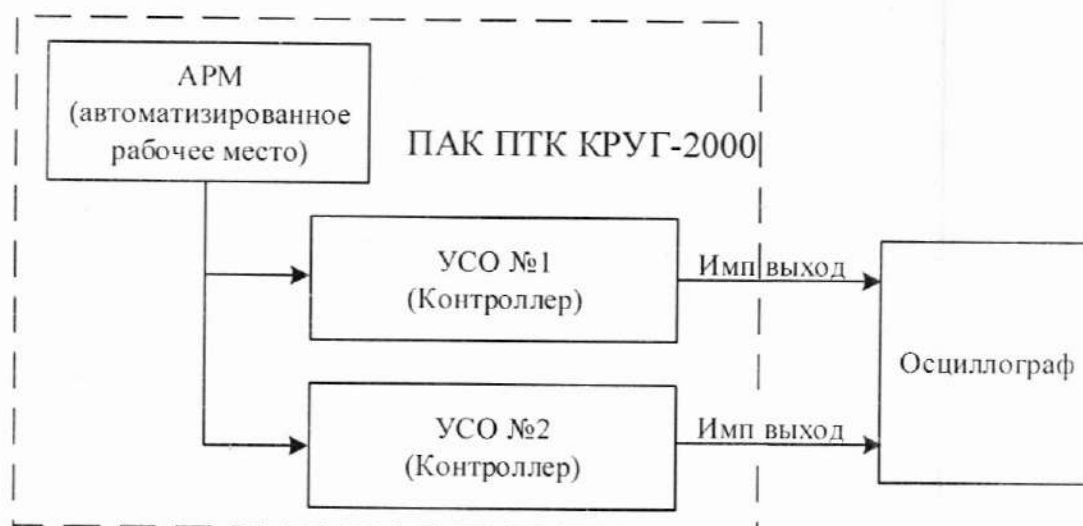


Рисунок А.8 – Функциональная схема при проверке каналов времени расхождения показаний между всеми абонентами ПАК ПТК КРУГ-2000