

**УТВЕРЖДЕНО**  
приказом Федерального агентства  
по техническому регулированию  
и метрологии  
от «20» апреля 2023 г. № 880

Регистрационный № 88878-23

Лист № 1  
Всего листов 15

**ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ**

**Комплексы программно-аппаратные ПТК КРУГ-2000**

**Назначение средства измерений**

Комплексы программно-аппаратные ПТК КРУГ-2000 (далее – ПАК ПТК КРУГ-2000) предназначены 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.

**Описание средства измерений**

ПАК ПТК КРУГ-2000 являются многоуровневыми иерархическими комплексами распределённого типа, состоящими в общем случае из верхнего и нижнего уровней, связанных между собой посредством кабельных (проводных) цифровых линий связи на основе стандартных интерфейсов HART, RS-232, RS-485, RS-422, CAN, Ethernet и др., а также посредством беспроводных цифровых каналов связи на базе интерфейсов радиомодемных соединений, интерфейсов сотовых каналов связи (GSM/GPRS/3G/4G) и др.

Нижний уровень представлен нормирующими преобразователями, барьерами искрозащиты и микропроцессорными устройствами сбора и обработки информации (далее – УСО), в качестве которых могут использоваться:

- контроллеры промышленные DevLink (далее – DevLink);
- устройства программного управления «TREI-5B» (далее – TREI);
- контроллеры логические программируемые ПЛК 200 (далее – ПЛК 200).

Устройствами верхнего уровня ПАК ПТК КРУГ-2000 являются технические средства сбора и обработки информации, выполненные на базе IBM PC совместимых компьютеров промышленного или офисного исполнения, объединённых локальной вычислительной сетью (по интерфейсу Ethernet): серверы оперативной и (или) архивной базы данных, локальные автоматизированные рабочие места (далее – АРМ) и АРМ-клиенты, архивный центр, сервер WEB-Контроля, коммуникационные серверы (СОМ-серверы), станция инжиниринга и т. д.

Результаты измерений отображаются на экране персонального компьютера и панелей управления (при их наличии), а также сохраняются в архивах.

ПАК ПТК КРУГ-2000 имеют несколько исполнений, отличающихся габаритными размерами, количеством каналов ввода-вывода. Конкретное исполнение определяется договором на поставку.

ПАК ПТК КРУГ-2000 обеспечивают:

- измерения аналоговых сигналов силы постоянного электрического тока и напряжения по ГОСТ 26.011, поступающих от датчиков физических величин и преобразование результатов измерений в соответствующие значения измеряемых физических величин (давления, перепада давления, расхода, температуры и т. д.);
- измерения аналоговых сигналов силы переменного электрического тока и напряжения;
- измерения электрического сопротивления термопреобразователей сопротивления, обладающих нормированными статическими характеристиками (далее – НСХ) по ГОСТ 6651 и преобразования результатов измерений в соответствующие значения температуры;
- измерения электрического напряжения термопар, обладающих НСХ по ГОСТ Р 8.585, и преобразования результатов измерений в соответствующие значения температуры;
- измерения параметров импульсных периодических сигналов (длительности импульса, частоты, периода, числа импульсов), поступающих от датчиков физических величин и преобразования результатов измерений в соответствующие значения измеряемых физических величин (объёмного и массового расхода и др.);
- измерения физических величин с помощью датчиков и преобразователей измерительных с цифровыми выходами, регламентированными стандартными интерфейсами HART, RS-232, RS-485, Ethernet, CAN;
- воспроизведение значений силы электрического тока и напряжения в диапазонах, соответствующих ГОСТ 26.011, в том числе для целей управления и регулирования сложными техническими объектами и системами;
- формирование управляющих воздействий для целей управления и регулирования для исполнительных устройств, обладающих стандартными интерфейсами HART, RS-232, RS-485, Ethernet, CAN;
- защиту данных и результатов вычислений от несанкционированного изменения;
- сохранение данных и результатов вычислений при обесточивании сети питания;
- формирование световой и звуковой сигнализации выхода за регламентированные (устанавливаемые) границы значений любых измеряемых физических величин;
- формирование, архивирование и визуализацию часовых, сменных и суточных трендов (средних, суммарных, экстремальных и текущих значений) любых измеряемых или рассчитываемых значений физических величин.

В ПАК ПТК КРУГ-2000 обеспечивается автоматическая синхронизация часов абонентов ПАК с шкалой координированного времени UTC (SU), с помощью системы обеспечения единого времени (СОЕВ), реализованной на базе Сервера единого времени TimeVisor с использованием приемника временной синхронизации NVS-GNSS-MTA.

Результаты измерений отображаются на экране персонального компьютера (при его наличии), а также сохраняются в архивах.

ПАК ПТК КРУГ-2000 могут быть использованы на нормальных и опасных производственных объектах вне взрывоопасных зон, в системах с резервированием и дублированием, в том числе в системах противоаварийных блокировок и защит.

Обобщенная структурная схема ПАК ПТК КРУГ-2000 приведена на рисунке 1.

Места установки пломб и нанесения оттисков клейм от несанкционированного доступа на технические средства из состава ПАК ПТК КРУГ-2000 изображены на рисунке 2 и предусмотрены на шкафах, в которых располагаются УСО, которые закрываются на ключ или пломбируются. Защита от несанкционированного доступа обеспечивается наличием ключей для шкафов. Также в шкаф может быть установлен датчик открытия дверцы (концевой выключатель), информация с которого записывается в протокол событий УСО. Внешний вид датчика открытия дверцы приведен на рисунке 2.

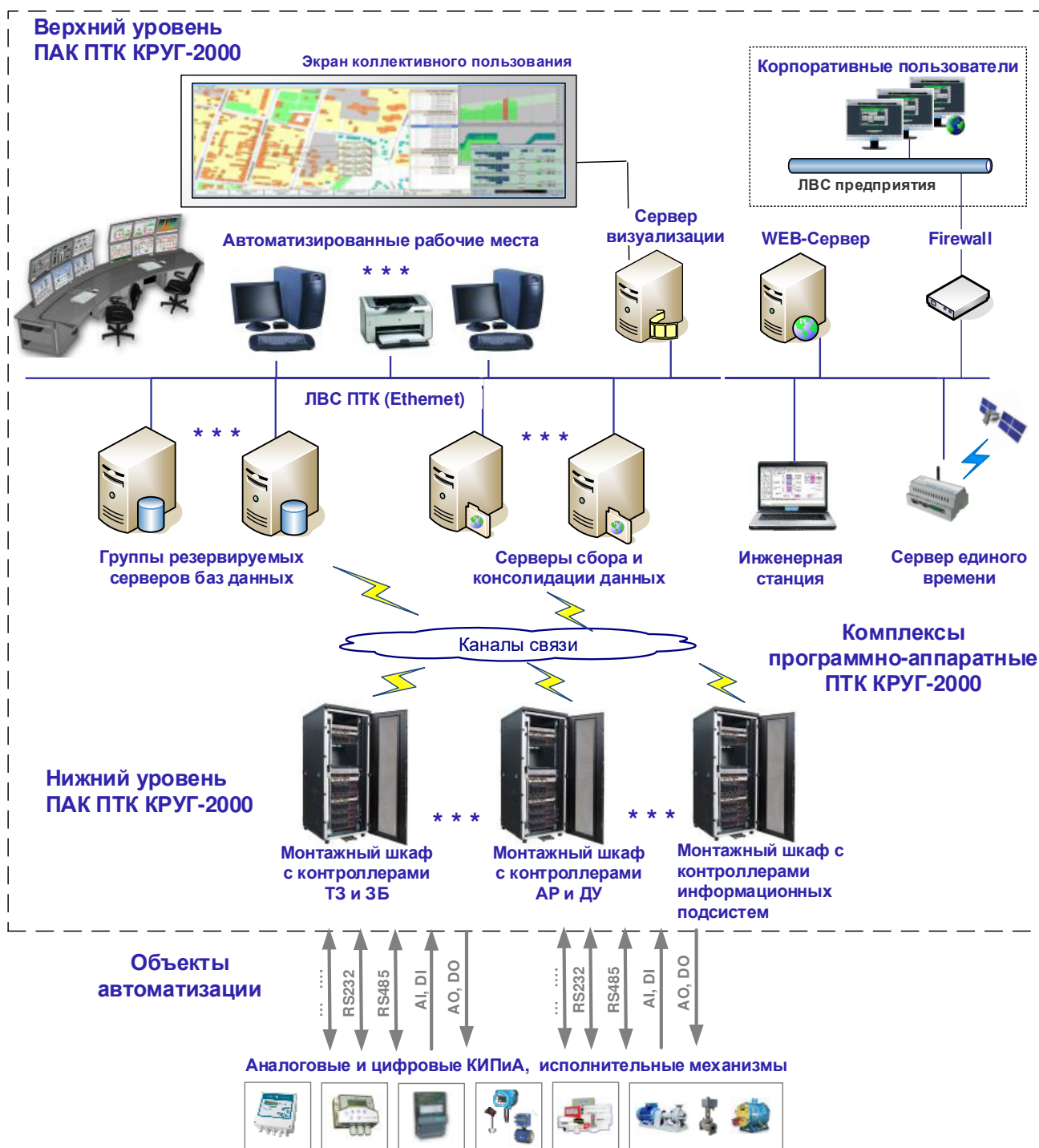


Рисунок 1 – Обобщенная структурная схема ПАК ПТК КРУГ-2000



Рисунок 2 – Места установки пломб и нанесения оттисков клейм от несанкционированного доступа на технические средства из состава ПАК ПТК КРУГ-2000

Заводской номер в буквенно-цифровом формате наносится типографским способом на внутреннюю лицевую стенку шкафа в виде наклейки.

Знак поверки наносится на свидетельство о поверке и/или в формуляр.

### Программное обеспечение

Программное обеспечение (далее – ПО) ПАК ПТК КРУГ-2000 имеет два уровня – встроенное ПО и ПО верхнего уровня, устанавливаемое на компьютер.

ПО верхнего уровня включает:

- SCADA КРУГ-2000 – для создания систем мониторинга, контроля и управления, систем сбора данных, систем учёта, измерительных и информационно-вычислительных систем, функционирующих на базе компьютеров, совместимых с IBM PC;

- Цифровая платформа StreamDat (СтримДат) - для создания цифровых комплексных информационно-управляющих систем контроля, мониторинга, управления, систем сбора и консолидации данных, систем учёта;

Встроенное ПО включает:

- Систему реального времени контроллеров (СРВК), обеспечивающую выполнение функций заявленных контроллеров ПАК ПТК КРУГ-2000 в реальном времени;

- TimeVisor. ПО сервера единого времени TimeVisor, предназначенного для обеспечения точного единого времени на абонентах сети;

- встроенное ПО средств измерений, входящих в состав ПАК ПТК КРУГ-2000, сведения о котором приведены в описаниях типа этих средств измерений.

ПО разделено на метрологически значимую и незначимую части.

Идентификационные данные метрологически значимого ПО ПАК ПТК КРУГ-2000 приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Идентификационные данные метрологически значимого ПО верхнего уровня

Идентификационные данные ПО	Значение
Идентификационное наименование ПО	SCADA КРУГ-2000
	StreamDat (СтримДат)
Номер версии (идентификационный номер) ПО	4.2
	1.0
Цифровой идентификатор ПО	0xdd1f2d91faa432f909e0474d0b0d8fb4
	0x641f0be8aac8676cfe5e0b069a22f9b7
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО	MD5
	MD5

Таблица 2 – Идентификационные данные метрологически значимого встроенного ПО

Идентификационные данные ПО	Значение
Идентификационное наименование ПО	СРБК TREI-5B-04(05)
	СРБК DevLink Linux
	СРБК ПЛК 200/210
	ПО TimeVisor
Номер версии (идентификационный номер) ПО	8.0
	8.2
	8.1
	1.3
Цифровой идентификатор ПО	0x2505
	0xC973
	0x2806
	0xa5529a5e5fe0be820af9a64e1185ca37
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО	MODBUS CRC16
	MODBUS CRC16
	MODBUS CRC16
	MD5

Защита программного обеспечения от непреднамеренных и преднамеренных изменений соответствует уровню «высокий» по Р 50.2.077-2014.

### Метрологические и технические характеристики

Метрологические характеристики ПАК ПТК КРУГ-2000 приведены в таблицах 3-12.

Технические характеристики ПАК ПТК КРУГ-2000 приведены в таблице 13.

Таблица 3 – Метрологические характеристики каналов измерений силы постоянного электрического тока

УСО	Диапазон измерений, мА	Обозначение канала	Пределы допускаемой основной приведенной погрешности, %	Пределы допускаемой дополнительной приведенной погрешности, %/10 °С
TREI	от 0 до 20 от 4 до 20	AI.0-20mA AI.4-20mA	±0,1	±0,05
		AI.0-20mA-B AI.4-20mA-B	±0,2	±0,1
		AI.0-20mA-S AI.4-20mA-S	±0,025	±0,015
		AI.0-20mA-L1 AI.4-20mA-L1	±0,2	±0,1
		AI.0-20mA-N1 AI.4-20mA-N1	±0,2	±0,1
DevLink	от -20 до +20 от 0 до 20 от 4 до 20	–	±0,1	±0,025
ПЛК 200	от 0 до 5 от 0 до 20 от 4 до 20	–	±0,25	±0,125

Таблица 4 – Метрологические характеристики каналов измерений напряжения постоянного электрического тока

УСО	Диапазон измерений	Обозначение канала	Пределы допускаемой основной приведенной погрешности, %	Пределы допускаемой дополнительной приведенной погрешности, %/10 °С
TREI	от 0 до 10 В от -10 до +10 В	AI.0-10V AI.10V	±0,1	±0,05
		AI.0-10V-B AI.10V-B	±0,2	±0,1
		AI.0-100mV AI.100mV	±0,05	±0,025
DevLink	от 0 до 50 мВ от 0 до 150 мВ от 0 до 500 мВ от 0 до 1000 мВ от -150 до +150 мВ от -250 до +250 мВ от -500 до +500 мВ от -1 до +1 В от -2 до +2 В от -5 до +5 В от -10 до +10 В от 0 до 1 В от 0 до 2 В от 0 до 5 В от 0 до 10 В	–	±0,1	±0,025
ПЛК 200	от -50 до +50 мВ от -1 до +1 В	–	±0,25	±0,125

Таблица 5 – Метрологические характеристики каналов измерений электрического сопротивления

УСО	Диапазон измерений, Ом	Пределы допускаемой основной приведённой погрешности, %	Пределы допускаемой дополнительной приведённой погрешности, %/10 °С
TREI	от 0 до 100 от 0 до 200 от 0 до 500 от 0 до 1000 от 0 до 2000 от 0 до 5000	±0,025	±0,015
DevLink	от 0 до 100 от 0 до 250 от 0 до 500 от 0 до 1000 от 0 до 2000	±0,1	±0,025
ПЛК 200	от 0 до 2000 от 0 до 5000	±0,25	±0,125

Таблица 6 – Метрологические характеристики каналов импульсного ввода

Обозначение канала	Описание канала	Диапазоны измерений	Минимальная длительность входного импульса и паузы, мкс	Пределы допускаемой абсолютной погрешности счёта импульсов, имп.	Пределы допускаемой относительной погрешности измерений частоты
<b>УСО TREI</b>					
C1.F1	Канал положительной полярности	Диапазон измерений числа импульсов амплитудой 0,1-30 В от 0 до $(2^{32}-1)$ имп.  Диапазон измерений частоты следования импульсов амплитудой 0,1-30 В от 1 Гц до 30 кГц	4	±1 на каждые 100 000 имп.	±10 <sup>-4</sup>
C1.F2	Канал двухполярный синусоидальный	Диапазон измерений числа импульсов от 0 до $(2^{32}-1)$ имп.  Диапазон измерений частоты следования импульсов: – от 10 Гц до 20 кГц (амплитуда 0,1-30 В) – от 30 Гц до 5 кГц (амплитуда 0,02-30 В)			
<b>УСО DevLink</b>					
–	–	Диапазон измерений числа импульсов от 0 до 65535 имп.	–	±1	–

Таблица 7 – Метрологические характеристики каналов измерений температуры с помощью внешних термометров сопротивлений

УСО	Тип термометра	Температурный коэффициент термометра сопротивления, $\alpha$ , °C <sup>-1</sup>	Диапазон измерений, °C	Пределы допускаемой основной (дополнительной) абсолютной погрешности измерений, °C (°C/10 °C)
TREI	Pt50, Pt100, Pt1000	0,00385	от -200 до +850	±0,4 (±0,25)
	50П, 100П, 1000П	0,00391		
	50М, 100М	0,00426	от -50 до +200	±0,2 (±0,1)
	50М, 100М	0,00428	от -180 до +200	±0,2 (±0,1)
	100Н, 1000Н	0,00617	от -40 до +180	±0,1 (±0,07)
	21 по ГОСТ 6651-78	–	от -200 до +600	±0,3 (±0,2)
	23 по ГОСТ 6651-78	–	от -50 до +180	
DevLink	50М, 100М, 500М, 1000М	0,00428	от -180 до +200	±0,25 (±0,25)
	Pt50, Pt100, Pt500, Pt1000	0,00385	от -200 до +850	±1 (±0,25)
	50П, 100П, 500П, 1000П	0,00391		
	100Н, 500Н	0,00617	от -60 до +180	±0,3 (±0,075)
ПЛК 200	Cu50, Cu100, Cu500, Cu1000	0,00426	от -50 до +200	±0,9 (±0,45)
	50М, 100М, 500М, 1000М	0,00428	от -180 до +200	±1 (±0,5)
	Pt50, Pt100, Pt500, Pt1000	0,00385	от -200 до +850	±3 (±1,5)
	50П, 100П, 500П, 1000П	0,00391	от -200 до +850	±3 (±1,5)
	Ni100, Ni500, Ni1000	0,00617	от -40 до +180	±0,6 (±0,3)



Таблица 8 – Метрологические характеристики каналов измерений температуры с помощью внешних термодпар

УСО	НСХ по ГОСТ Р 8.585	Диапазон измерений, °С	Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности, °С	Пределы допускаемой дополнительной абсолютной погрешности, °С/10 °С
TREI	S (ТПП)	от 0 до +100	±4	±0,5
		от +100 до +400	±3	±0,4
		от +400 до +1600	±2	±0,4
	B (ТПР)	от +300 до +500	±5	±1
		от +500 до +650	±4	±0,8
		от +650 до +950	±3	±0,5
	J (ТЖК)	от +950 до +1800	±2	±0,4
		от -200 до -150	±2	±1
		от -150 до 0	±1	±0,8
	T (ТМК)	от 0 до +200	±0,8	±0,5
		от +200 до +1000	±0,7	±0,5
		от -250 до -200	±3	±1
		от -200 до -100	±1,5	±0,4
		от -100 до 0	±0,7	±0,2
	E (ТХК <sub>H</sub> )	от 0 до +200	±0,5	±0,15
		от +200 до +370	±0,4	±0,1
		от -100 до 0	±1	±0,5
		от 0 до +100	±0,7	±0,4
	K (ТХА)	от +100 до +300	±0,6	±0,4
		от +300 до +900	±0,5	±0,4
		от -200 до -50	±2	±1,5
	N (ТНН)	от -50 до +1300	±1	±0,8
		от -200 до -100	±4	±2,5
		от -100 до 0	±2	±1,5
		от 0 до +600	±1,5	±1
	A-1 (ТВР)	от +600 до +1300	±1	±0,6
		от 0 до +1500	±0,8	±0,5
	A-2 (ТВР) A-3 (ТВР)	от +1500 до +2500	±1	±0,8
		от 0 до +200	±0,8	±0,5
		от +200 до +1000	±0,6	±0,4
L (ТХК)	от +1000 до +1780	±0,8	±0,5	
	от -200 до -100	±1,5	±0,8	
	от -100 до +200	±0,8	±0,5	
		от +200 до +800	±0,5	±0,3

УСО	НСХ по ГОСТ Р 8.585	Диапазон измерений, °С	Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности, °С	Пределы допускаемой дополнительной абсолютной погрешности, °С/10 °С
DevLink	K (ТХА)	от -200 до +1300	±1	±0,25
	L (ТХК)	от -200 до +800	±1	±0,25
	S (ТПП)	от -50 до +1700	±2	±0,5
	R (ТПП)	от -50 до +1700	±2	±0,5
	B (ТПР)	от +300 до +1700	±2	±0,5
	A-1 (ТВР)	от 0 до +2300	±3	±0,75
	A-2 (ТВР)	от 0 до +1800	±3	±0,75
	A-3 (ТВР)	от 0 до +1800	±3	±0,75
	J (ТЖК)	от -200 до +1200	±1	±0,25
	N (ТНН)	от -200 до +1300	±1	±0,25
	T (ТМК)	от -220 до +400	±3	±0,75
		от -270 до -220	±1	±0,25
E (ТХКн)	от -220 до +1000	±3	±0,75	
	от -270 до -220	±1	±0,25	
ПЛК 200	L (ТХК)	от -200 до +800	±5	±2,5
	K (ТХА)	от -200 до +1360	±8	±4,0
	J (ТЖК)	от -200 до +1200	±7	±3,5
	N (ТНН)	от -200 до +1300	±7,5	±3,75
	T (ТМК)	от -250 до +400	±3,25	±1,7
	S (ТПП)	от -50 до +1750	±9	±4,5
	R (ТПП)	от -50 до +1750	±9	±4,5
	B (ТПР)	от +200 до +1800	±10	±5
	A-1 (ТВР)	от 0 до +2500	±12,5	±6,25
	A-2 (ТВР)	от 0 до +1800	±9	±4,5
A-3 (ТВР)	от 0 до +1800	±9	±4,5	

**Примечания:**

1 Пределы допускаемой погрешности преобразования сигналов термопар представлены без учёта погрешности преобразования температуры холодного спая.

2 Для учёта температуры холодного спая используется один из каналов преобразования сигналов от термопреобразователей сопротивления, пределы допускаемой основной/дополнительной абсолютной погрешности которого приведены в таблице 7. При этом, общая погрешность измерительного канала температуры определяется алгебраической суммой пределов допускаемой погрешности соответствующего измерительного канала температуры холодного спая (согласно таблицы 7) и пределов погрешности измерительного канала температуры согласно данной таблицы.

3 Для точек, попадающих на границы двух температурных диапазонов с разной допускаемой погрешностью, погрешность принимается для диапазона с большей температурой.

Таблица 9 – Метрологические характеристики каналов воспроизведения силы и напряжения постоянного электрического тока

УСО	Обозначение канала	Диапазон воспроизведения	Пределы допускаемой основной приведённой погрешности, %	Пределы допускаемой дополнительной, приведённой погрешности, % /10 °С
TREI	АО.0-20mA	от 0 до 20 мА	±0,1	±0,05
	АО.4-20mA	от 4 до 20 мА		
	АО.0-20mA-B	от 0 до 20 мА	±0,2	±0,1
	АО.4-20mA-B	от 4 до 20 мА		
	АО.0-10V	от 0 до 10 В	±0,1	±0,05
	АО.0-10V-B	от 0 до 10 В	±0,2	±0,1
DevLink	–	от 0 до 20 мА	±0,1	±0,25
	–	от 4 до 20 мА		
	–	от 0 до 5 В		
	–	от 0 до 10 В		

Таблица 10 – Метрологические характеристики для каналов с резервированием, а также содержащих барьеры искрозащиты

Измерительные каналы ПАК ПТК КРУГ-2000	Пределы допускаемой основной погрешности	Пределы допускаемой основной дополнительной температурной погрешности, на каждые 10 °С
Включенные по схемам с резервированием	$\pm 1,1 \cdot \epsilon_{\text{ПТКосн}}$	$\pm 1,1 \cdot \epsilon_{\text{ПТКдоп}}$
Образованные с использованием барьеров искрозащиты	$\pm (\epsilon_{\text{ПТКосн}} + \epsilon_{\text{БИЗосн}})$	$\pm (\epsilon_{\text{ПТКдоп}} + \epsilon_{\text{БИЗдоп}})$
Включенные по схемам с резервированием и барьерами искрозащиты (резервирование реализовано аппаратными средствами ПАК ПТК КРУГ-2000)	$\pm (1,1 \cdot \epsilon_{\text{ПТКосн}} + \epsilon_{\text{БИЗосн}})$	$\pm (1,1 \cdot \epsilon_{\text{ПТКдоп}} + \epsilon_{\text{БИЗдоп}})$
Включенные по схемам с резервированием и барьерами искрозащиты (резервирование реализовано на уровне барьеров)	$\pm (\epsilon_{\text{ПТКосн}} + \epsilon_{\text{БИЗосн}})$	$\pm (\epsilon_{\text{ПТКдоп}} + \epsilon_{\text{БИЗдоп}})$
Примечание: 1 $\epsilon_{\text{ПТКосн}}/\epsilon_{\text{ПТКдоп}}$ – пределы допускаемой основной/дополнительной абсолютной, относительной или приведенной (в зависимости от типа измерительного канала) погрешности соответствующего канала УСО, регламентированные в таблицах 3-9. 2 $\epsilon_{\text{БИЗосн}}/\epsilon_{\text{БИЗдоп}}$ – пределы допускаемой основной/дополнительной абсолютной, относительной или приведенной погрешности барьера искрозащиты.		

Таблица 11 – Метрологические характеристики каналов измерений силы и напряжения переменного электрического тока, использующих нормирующие преобразователи

Наименование параметра	Значение
Пределы допускаемой основной приведённой погрешности измерений, %	$\pm(\epsilon_{\text{ПТКосн}} + \epsilon_{\text{НПосн}})$
Пределы дополнительной приведённой температурной погрешности измерения на каждые 10°C	$\pm(\epsilon_{\text{ПТКдоп}} + \epsilon_{\text{НПдоп}})$
<p>Примечание:</p> <p>1 <math>\epsilon_{\text{ПТКосн}}/\epsilon_{\text{ПТКдоп}}</math> – пределы допускаемой основной/дополнительной приведенной погрешности соответствующего канала УСО, регламентированные в таблицах 3-4, или пределы допускаемой основной/дополнительной погрешности измерительного канала с резервированием, и/или с барьером искрозащиты, регламентированные в таблице 10.</p> <p>2 <math>\epsilon_{\text{НПосн}}/\epsilon_{\text{НПдоп}}</math> – пределы допускаемой основной/дополнительной погрешности нормирующих преобразователей утвержденного типа.</p>	

Таблица 12 – Метрологические характеристики каналов измерений времени

Наименование параметра	Значение
Пределы допускаемой абсолютной погрешности расхождений показаний отдельного абонента ПАК ПТК КРУГ-2000 относительно координированной шкалы времени UTC, с/сут:	
а) в автономном режиме:	
– в нормальных условиях	$\pm 2$
– в условиях эксплуатации	$\pm 3$
б) с синхронизацией по сигналам от ГНСС (GPS/ГЛОНАСС)	$\pm 0,025$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности расхождений показаний между всеми абонентами ПАК ПТК КРУГ-2000, с/сут	$\pm 0,5$

Таблица 13 – Технические характеристики

Наименование параметра	Значение
Параметры электрического питания устройств верхнего уровня:	
– напряжение переменного тока, В	от 187 до 242
– частота переменного тока, Гц	от 49 до 51
Параметры электрического питания УСО TREI:	
– напряжение постоянного тока, В	от 20,4 до 28,8
Параметры электрического питания УСО DevLink:	
– напряжение переменного тока, В	от 170 до 260
– частота переменного тока, Гц	от 47,5 до 52,5 Гц
– напряжение постоянного тока, В	от 18 до 30
Параметры электрического питания УСО ПЛК 200:	
– напряжение постоянного тока, В	от 10 до 48 (номинальное значение 24 В)
Нормальные условия:	
– температура окружающего воздуха, °С	от +15 до +25
– относительная влажность окружающего воздуха, %	от 30 до 80
– атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.)	от 84 до 106 (от 630 до 795)

Наименование параметра	Значение
Рабочие условия эксплуатации устройств верхнего уровня: – температура окружающего воздуха, °С – относительная влажность при температуре окружающего воздуха +25 °С, % – атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.)	от +10 до +35  до 80 от 84 до 106,7 (от 630 до 800)
Рабочие условия эксплуатации УСО TREI: – температура окружающего воздуха, °С: – для TREI-5B-04 – для TREI-5B-05 – относительная влажность при температуре окружающего воздуха +35 °С, % – атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.)	от –40 до +60 от –60 до +60  до 85 от 84 до 106,7 (от 630 до 800)
Рабочие условия эксплуатации УСО DevLink: – температура окружающего воздуха, °С – относительная влажность при температуре окружающего воздуха +25 °С, % – атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.)	от –40 до +60  до 80 от 84 до 106,7 (от 630 до 800)
Рабочие условия эксплуатации УСО ПЛК 200: – температура окружающего воздуха, °С – относительная влажность при температуре окружающего воздуха +25 °С, % – атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.)	от –40 до +55  до 95 от 84 до 106,7 (от 630 до 800)

Примечания к разделу:

1) Метрологические характеристики измерительных каналов ввода/вывода нормированы с учётом влияния ПО ПАК ПТК КРУГ 2000.

2) Нормирующее значение для пределов допускаемой приведённой погрешности (основной и дополнительной температурной) определено как больший из пределов измерений, если нулевое значение входного (выходного) сигнала находится на краю или вне диапазона измерений, или как сумма модулей пределов измерений канала, если нулевое значение находится внутри диапазона измерений.

### **Знак утверждения типа**

наносится на информационную табличку на внутренней дверке шкафа ПАК ПТК КРУГ-2000, а также на левый верхний угол титульного листа руководства по эксплуатации и формуляра типографским способом.

### Комплектность средства измерений

Комплектность ПАК ПТК КРУГ-2000 представлена в таблице 14.

Таблица 14 – Комплектность средства измерений

Наименование	Обозначение (состав/комплектация)	Количество
Технические средства	– *	1 компл.
Программные средства	– **	1 компл.
Формуляр	ЖАЯК.425200.001-XXX ФО ***	1 экз.
Руководство по эксплуатации	ЖАЯК.425200.001 РЭ	1 экз.
<p>Примечания:</p> <p>* конструктивное исполнение и конфигурация (в том числе количество и состав измерительных каналов) определяются формуляром и в общем случае могут включать в свой состав шкафы с контролерами и модулями ввода вывода, шкафы питания, серверные шкафы, автоматизированные рабочие места (АРМ), пульты оператора и т. д.</p> <p>** состав и конфигурация программного обеспечения (количество точек ввода-вывода, программные модули), количество ключей защиты определяются формуляром.</p> <p>*** XXX – в зависимости от исполнения.</p>		

### Сведения о методиках (методах) измерений

приведены в разделе 4 «Устройства и работа» документа ЖАЯК.425200.001 РЭ «Комплексы программно-аппаратные ПТК КРУГ-2000». Руководство по эксплуатации.

### Нормативные документы, устанавливающие требования к средству измерений

Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 1 октября 2018 г. № 2091 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений силы постоянного электрического тока в диапазоне от  $1 \cdot 10^{-16}$  до 100 А»;

Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 17 марта 2022 г. № 668 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений силы переменного электрического тока от  $1 \cdot 10^{-8}$  до 100 А в диапазоне частот от  $1 \cdot 10^{-1}$  до  $1 \cdot 10^6$  Гц»;

Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30 декабря 2019 года № 3457 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы»;

Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 3 сентября 2021 г. № 1942 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений переменного электрического напряжения до 1000 В в диапазоне частот от  $1 \cdot 10^{-1}$  до  $2 \cdot 10^9$  Гц»;

Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30 декабря 2019 г. № 3456 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений электрического сопротивления постоянного и переменного тока»;

Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26 сентября 2022 г. № 2360 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений времени и частоты»;

ЖАЯК.425200.001 ТУ. Комплексы программно-аппаратные ПТК КРУГ-2000. Технические условия.

**Правообладатель**

Общество с ограниченной ответственностью Научно-производственная фирма «КРУГ»  
(ООО НПФ «КРУГ»)  
ИНН 5837003278  
Юридический адрес: 440028, г. Пенза, ул. Германа Титова, д. 1  
Телефон: (8412) 49-97-75  
E-mail: [krug@krug2000.ru](mailto:krug@krug2000.ru)  
Web-сайт: [www.krug2000.ru](http://www.krug2000.ru)

**Изготовитель**

Общество с ограниченной ответственностью Научно-производственная фирма «КРУГ»  
(ООО НПФ «КРУГ»)  
ИНН 5837003278  
Адрес: 440028, г. Пенза, ул. Германа Титова, д. 1  
Телефон: (8412) 49-97-75,  
E-mail: [krug@krug2000.ru](mailto:krug@krug2000.ru)  
Web-сайт: [www.krug2000.ru](http://www.krug2000.ru)

**Испытательный центр**

Федеральное бюджетное учреждение «Государственный региональный центр стандартизации, метрологии и испытаний в Пензенской области»  
(ФБУ «Пензенский ЦСМ»)  
Адрес: 440028, г. Пенза, ул. Комсомольская, д. 20  
Телефон (факс): (8412) 49-82-65  
E-mail: [pcsm@sura.ru](mailto:pcsm@sura.ru)  
Web-сайт: [www.penzacsm.ru](http://www.penzacsm.ru)  
Уникальный номер записи в реестре аккредитованных лиц № RA.RU.311197.

