

Подлежит публикации  
в открытой печати



СОГЛАСОВАНО

Руководитель ГЦИ СИ  
ФГУ «Пензенский ЦСМ», д.т.н., проф.

*А.А. Данилов*  
А.А. Данилов  
2008 г.

<b>КОМПЛЕКСЫ ПРОГРАММНО - ТЕХНИЧЕСКИЕ «КРУГ-2000»</b>	Внесены в Государственный реестр средств измерений Регистрационный номер <u>15592-08</u> Взамен № 15592-07
---	---

Выпускаются по ГОСТ 22261 и техническим условиям КР01.425200.001ТУ.

### НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Комплексы программно-технические «КРУГ-2000» (далее ПТК) предназначены для измерений напряжения, тока, сопротивления, времени, частоты, температуры, электрической энергии и мощности, показателей качества электрической энергии.

ПТК «КРУГ-2000» могут применяться в составе автоматизированных информационно-измерительных и управляющих систем, в том числе в составе автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП), систем телемеханики, систем коммерческого и технического учёта электроэнергии, систем контроля показателей качества электроэнергии в различных отраслях промышленности с нормальными и пожаро/взрывоопасными условиями производства.

### ОПИСАНИЕ

ПТК «КРУГ-2000» - многоуровневая иерархическая система распределённого типа, состоящая в общем случае из верхнего и нижнего уровней, связанных между собой посредством кабельных (проводных) цифровых линий связи на основе стандартных интерфейсов ИРПС, RS-232, RS-485, RS-422, CAN, Ethernet и (или) посредством беспроводных цифровых каналов связи на базе интерфейсов радиомодемных соединений, интерфейсов сотовых каналов связи (GSM/GPRS) и т.д. (смотри рисунок 1).

Нижний уровень представлен микропроцессорными устройствами сбора и обработки информации (далее - УСО), в качестве которых могут использоваться:

- устройства программного управления TREI-5B;
- преобразователи измерительные Ш932;
- комплексы информационные, измерительные и управляющие ДЕКОНТ;
- контроллеры многофункциональные КР-500;
- счётчики электрической энергии «Меркурий»;
- счётчики электрической энергии «СЭТ-4ТМ.ХХ»;
- измерители показателей качества электрической энергии «РЕСУРС-UF2»;
- преобразователи измерительные цифровые типа ПЦ6806;
- коммуникационные сервера (СОМ-Сервера) на базе IBM PC совместимых компьютеров промышленного исполнения.

Устройствами верхнего уровня ПТК «КРУГ-2000» являются технические средства сбора и обработки информации, выполненные на базе IBM PC совместимых компьютеров промышленного или офисного исполнения под управлением операционных систем WINDOWS, объединённые локальной вычислительной сетью (по интерфейсу Ethernet): сервера оперативной и (или) архивной базы данных, локальные автоматизированные рабочие места (АРМ) и АРМ – клиенты,

архивный центр, сервер WEB-Контроля, коммуникационные сервера (COM-серверы), станция инжиниринга и т.д.

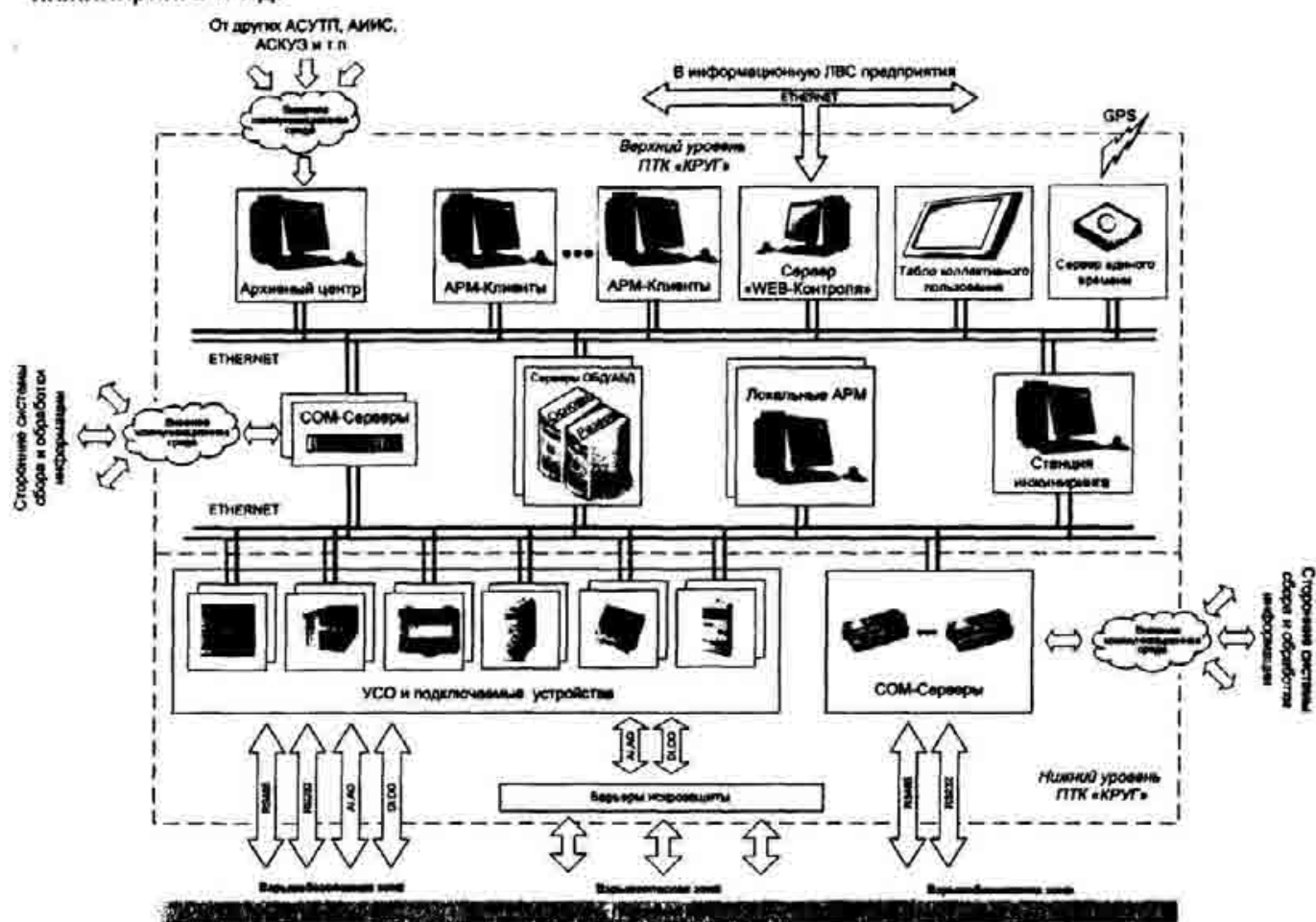


Рисунок 1 – Обобщенная структурная схема ПТК «КРУГ-2000»

Кроме того, в качестве устройств верхнего и нижнего уровня ПТК «КРУГ-2000» могут использоваться другие устройства, тип которых утверждён и внесён в Госреестр средств измерений, результаты измерений и вычислений которых передаются в ПТК «КРУГ-2000» по кабельным (проводным) и беспроводным цифровым каналам связи.

Комплексы программно-технические «КРУГ-2000» выпускаются в базовых модификациях в зависимости от используемых УСО в соответствии с таблицей 1.

Таблица 1

УСО, используемые в модификациях ПТК	Модификации ПТК		
	«КРУГ-2000»	«КРУГ-2000-01»	«КРУГ-2000-02»
TREI-5B	+	+	-
Ш932	+	-	-
ДЕКОНТ	+	-	-
КР-500;	+	-	-
Меркурий	+	-	+
СЭТ-4ТМ.ХХ	+	-	-
РЕСУРС-UF2	+	-	-
ПЦ6806	+	-	-
COM-Сервера	+	+	+

В зависимости от модификаций ПТК обеспечивает выполнение следующих основных функций в соответствии с таблицей 2.

Таблица 2

Реализуемые функции ПТК	Модификации ПТК		
	«КРУГ-2000»	«КРУГ-2000-01»	«КРУГ-2000-02»
Прямые измерения тока, напряжения, сопротивления, частоты, длительности и числа импульсов, и преобразование результатов измерений в эквивалентное значение физической величины.	+	+	-
Косвенные измерения температуры с помощью термопреобразователей сопротивлений	+	+	-
Косвенные измерения температуры с помощью термопар	+	+	-
Прямые измерения напряжения, тока, мощности и энергии в 2-х, 3-х и 4-х проводных электрических сетях переменного тока прямой и обратной последовательности.	+	-	+
Прямые измерения показателей качества электрической энергии по ГОСТ 13109-97	+	-	-
Аналоговое ручное и автоматическое регулирование технологических параметров, в том числе по законам ПИД, ПИ, ПД и П регулирования	+	+	-
Диагностика измеряемых параметров, с процедурой замещения недостоверной информации на договорные значения, значения ручного ввода и т.п.	+	+	+
Формирование секундных, минутных, часовых, суточных, месячных и их производных трендов (средних, суммарных, экстремальных, текущих и других значений) контролируемых параметров.	+	+	+
Световая и звуковая сигнализация отклонения контролируемых параметров от заданных (программируемых) границ, в том числе контроль превышения установленных лимитов электроэнергии и мощностей с возможностью управления режимом отключения нагрузки	+	+	+
Ведение протокола сообщений с фиксацией в нём происходящих событий (нештатные ситуации, сигнализация, диагностические сообщения, регистрация действий пользователей и т.п.) с присвоением сообщению соответствующей метки времени.	+	+	+
Ведение календаря, времени суток, обеспечение (синхронизация) единого астрономического времени абонентов ПТК, в том числе по сигналам с GPS-приемника.	+	+	+
Защита информации от несанкционированного доступа и изменения, её сохранение при обесточивании питания.	+	+	+

### ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

#### Общие технические характеристики:

- Общее количество входных аналоговых измерительных каналов – до 30 000;
- Период опроса входных аналоговых измерительных каналов - от 0,02 до 1 с;
- Период обновления информации на верхнем уровне ПТК – не более 1 с;
- Параметры формируемых трендов:
  - количество трендов - до 50 000;
  - дискретность записи в тренды - от 1 секунды, минуты, часа и выше в зависимости от типа самописца тренда (секундного, минутного, часового, месячного и их производных);
  - количество дискретных точек в трендах ("глубина" истории трендов):
    - а) оперативных – не более 100 000;
    - б) архивных – ограничено только ёмкостью дискового накопителя, но «глубиной» истории трендов не более 10 лет.
- Количество регистрируемых событий:

- оперативных - не более 21 000 за одни сутки;
- архивных - ограничено только ёмкостью дискового накопителя, но «глубиной» истории событий не более 10 лет.

Дискретность регистрируемых событий - не менее 10 мс.

#### Метрологические характеристики:

- Пределы допускаемой погрешности измерения отклонения значения измерительных и управляющих каналов ПТК от заданных границ сигнализации:  $\pm$  единица младшего значащего разряда соответствующего измерительного (управляющего) канала.
- Пределы допускаемой погрешности измерения значения сигналов измерительных и управляющих каналов ПТК для представления их в виде оперативного или архивного тренда:  $\pm$  единица младшего разряда соответствующего измерительного (управляющего) канала.
- Пределы допускаемой абсолютной погрешности отклонения единого системного времени ПТК от национальной шкалы координированного времени  $\pm 0,5$  с при периодичности синхронизации таймеров ПТК не реже 1 раза в час.
- Расхождение между показаниями системных таймеров абонентов ПТК - не более  $\pm 5$  мс.

В таблицах 3 – 14 приведены метрологические характеристики измерительных каналов ПТК.

#### Примечания:

1) Метрологические характеристики аналоговых измерительных и управляющих каналов, регламентированные в таблицах 3 – 14, нормированы без учёта инструментальных погрешностей их первичных измерительных преобразователей.

2) метрологические характеристики ПТК при применении устройств программного управления TREI-5B (изделие TREI-5B-04) в соответствии с описанием типа на данное средство измерения

3) Пределы допускаемой дополнительной погрешности аналоговых измерительных и управляющих каналов, обусловленные отклонением температуры окружающей среды от нормальной, нормированы на каждые 10 °С в диапазоне рабочих температур. Дополнительные погрешности, обусловленные влиянием других внешних факторов, приведены в описании типа на соответствующие УСО.

Таблица 3 – Пределы допускаемой погрешности входных аналоговых измерительных каналов постоянного тока.

УСО	Диапазон входных сигналов, мА	Пределы допускаемой приведённой (относительной) погрешности, %		Модификации ПТК	
		основной	дополнительной	«КРУГ-2000»	«КРУГ-2000-01»
TREI-5B	-5...5	$\pm 0,05$	$\pm 0,025$	+	+
	0...5				
	-10...10				
	0...20				
	4...20				
Ш932.7	0...5	$\pm (0,25 + 0,04 \times \frac{I_{\text{max}}}{I-1})$	$\frac{1}{2}$ пределов допускаемой основной погрешности	+	-
	0...20				
	4...20				
Ш932.9	0...5	$\pm 0,1;$ $\pm 0,25$ *)	$\pm 0,05;$ $\pm 0,08$ *)	+	-
	0...20				
	4...20				
ДЕКОНТ	0...5	$\pm 0,1;$ $\pm 0,25$	$\pm 0,05;$ $\pm 0,1$	+	-
	0...20				
	4...20				
	-20...20	$\pm 0,1$	$\pm 0,05$	+	-
КР500	0...5	$\pm 0,1$	$\pm 0,1$	+	-
	0...20				
	4...20				



Примечания:

1)  $I_{\text{макс}}$  – максимальное значение диапазона измерений токового сигнала;  
 $I$  – измеряемое значение тока.

2)  $\gamma$  – только для Ш932.9М

Таблица 4 - Пределы допускаемой погрешности входных аналоговых измерительных каналов напряжения

УСО	Диапазон входных сигналов, В (мВ)	Пределы допускаемой приведённой (относительной) погрешности, %		Модификации ПТК	
		основной	дополнительной	«КРУГ-2000»	«КРУГ-2000-01»
TREI-5B	0...5	$\pm 0,05$	$\pm 0,025$	+	+
	0...10				
	-5...5				
	-10...10				
Ш932.7	(0...100)	$\pm (0,1 + 0,03 \times \frac{U_{\text{макс}}}{U - 1})$	$\frac{1}{2}$ пределов допускаемой основной погрешности	+	-
	(0...1000)				
	0...5				
	-5...5				
Ш932.9	(0...100)	$\pm 0,1$ ;	$\pm 0,05$ ;	+	-
	(0...1000)	$\pm 0,25 \gamma$	$\pm 0,08 \gamma$		
ДЕКОНТ	0...10	$\pm 0,1$ ; $\pm 0,25$	$\pm 0,05$ ; $\pm 0,1$	+	-
	-10...10	$\pm 0,1$	$\pm 0,05$	+	-
	-5...5				
	0...5				
	(0...60)	$\pm 0,25$	$\pm 0,1$	+	-
КР500	0...10	$\pm 0,1$	$\pm 0,1$	+	-
	(0...100)				

Примечания:

1)  $U_{\text{макс}}$  – максимальное значение диапазона измерений напряжения;  
 $U$  – измеряемое значение напряжения.

2)  $\gamma$  – только для Ш932.9М

Таблица 5 - Пределы допускаемой погрешности входных аналоговых измерительных каналов частоты

УСО	Диапазон входных сигналов, Гц	Пределы допускаемой относительной погрешности, %		Модификации ПТК	
		основной	дополнительной	«КРУГ-2000»	«КРУГ-2000-01»
TREI-5B	1...100000	$\pm (0,001 + 100/(T_n \cdot f))$	0,001	+	+
ДЕКОНТ	1...5000	$\pm 0,1 \cdot f$	$\frac{1}{2}$ пределов допускаемой основной погрешности	+	-
	0,1...200	$\pm 200/T_n$			

Примечания:

1)  $f$  – измеряемое значение частоты.

2)  $T_n$  – время измерений частоты, принимающее значения из ряда, с:

- [1,67; 3,35; 6,71; 13,4] – для TREI-5B;
- [1...65000] – для ДЕКОНТ.

Таблица 6 - Пределы допускаемой погрешности входных аналоговых числоимпульсных измерительных каналов

УСО	Диапазон входных сигналов, Гц	Пределы допускаемой абсолютной погрешности, импульсов	Модификации ПТК	
			«КРУГ-2000»	«КРУГ-2000-01»
TREI-5B	0...16777215	$\pm 1 \gamma$	+	+
ДЕКОНТ	1...85635	$\pm 1$	+	-

Примечание -  $\gamma$  – на каждые 100 000 импульсов в диапазоне входных частот от 0 до 50 кГц.

Таблица 7 - Пределы допускаемой погрешности входных аналоговых измерительных каналов электрического сопротивления

УСО	Диапазон входных сигналов, Ом	Пределы допускаемой приведенной погрешности, %		Модификации ПТК	
		основной	дополнительной	«КРУГ-2000»	«КРУГ-2000-01»
TREI-5B	0...500	± 0,05	± 0,025	+	+
ДЕКОНТ	38...105	± 0,2	± 0,1	+	-
	76...210				
	48...160				
	96...320				
	0...700	± 0,1	± 0,05	+	-
	700...1000	± 0,4	± 0,2		
	0...1400	± 0,1	± 0,05	+	-
	1400...2000	± 0,4	± 0,2		
	0...3150	± 0,1	± 0,05	+	-
	3150...4500	± 0,4	± 0,2		
KP500	0...365	± 0,1	± 0,1	+	-

Таблица 8 – Пределы допускаемой погрешности входных аналоговых измерительных каналов температуры по преобразованию сигналов термопреобразователей сопротивлений.

УСО	Номинальная статическая характеристика преобразования (НСХ)	Диапазон измеряемых температур, °C	Пределы допускаемой абсолютной погрешности, °C		Модификации ПТК	
			Основной	дополнительной	«КРУГ-2000»	«КРУГ-2000-01»
TREI-5B	50П, 100П; W <sub>100</sub> =1,391, W <sub>100</sub> =1,385	-200...600	± 0,5	± 0,25	+	+
	50М, 100М; W <sub>100</sub> =1,428	-200...200				
	50М, 100М; W <sub>100</sub> =1,426	-50...200				
Ш932.7	50П, 100П; W <sub>100</sub> =1,391	-200...200	± 0,5	± 0,25	+	-
		200...750	± 0,8	± 0,4		
		750...1000	± 1,0	± 0,5		
	50П, 100П; W <sub>100</sub> =1,385	-200...200	± 0,5	± 0,25		
		200...750	± 0,8	± 0,4		
		-50...200	± 0,5	± 0,25		
Ш932.9	50П, 100П; W <sub>100</sub> =1,3910	-200...1100	± 1,3 ± 3,3 <sup>*)</sup>	± 1,3 ± 1,0 <sup>*)</sup>	+	-
	50П, 100П; W <sub>100</sub> =1,3850	-200...850	± 1,1 ± 2,6 <sup>*)</sup>	± 1,1 ± 0,8 <sup>*)</sup>		
	50М, 100М; W <sub>100</sub> =1,428	-200...200	± 0,4 ± 1,0 <sup>*)</sup>	0,4 0,3 <sup>*)</sup>		
	50М, 100М; W <sub>100</sub> =1,426	-50...200	± 0,30 ± 0,65 <sup>*)</sup>	0,3 0,2 <sup>*)</sup>		
	TCH 100Н; W <sub>100</sub> =1,6170	-60...180	± 0,2 ± 0,6 <sup>*)</sup>	0,20 0,18 <sup>*)</sup>		
ДЕКОНТ	100П; W <sub>100</sub> =1,3910	-150 ...600	± 1,2	± 0,6	+	-
	50П; W <sub>100</sub> =1,3910	-60...1100				
	100П; W <sub>100</sub> =1,3850	-150 ...600				
	50П; W <sub>100</sub> =1,3850	-60...850				
	100М; W <sub>100</sub> =1,428	-140...200				
	50М; W <sub>100</sub> =1,428	-50...200				
	100М; W <sub>100</sub> =1,426	-50...200				
	50М; W <sub>100</sub> =1,426	-50...200				
	100Н; W <sub>100</sub> =1,6170	-60...180				
KP500	50П, 100П; W <sub>100</sub> =1,3910	-200...750	± 1,0	± 1,0	+	-
	50П, 100П; W <sub>100</sub> =1,3850	-200...750	± 1,0	± 1,0		
	50М, 100М; W <sub>100</sub> =1,428	-200...200	± 0,4	± 0,4		
	50М, 100М; W <sub>100</sub> =1,426	-50...200	± 0,3	± 0,3		
	TCH 100Н; W <sub>100</sub> =1,6170	-60...180	± 0,25	± 0,25		

Примечание: \*) – значения погрешностей указаны для модификации Ш932.9М.

Таблица 9 - Пределы допускаемой погрешности входных аналоговых измерительных каналов температуры по преобразованию сигналов термодатчиков согласно НСХ, регламентированными ГОСТ Р 8.585

УСО	Номинальная статическая характеристика преобразования (НСХ)	Диапазон измеряемых температур, °C	Пределы допускаемой абсолютной погрешности, °C		Модификации ПТИ	
			основной	дополнительной	«КРУГ-2000»	«КРУГ-2000-01»
TREI-5B	ТПП (R)	150...600	± 2,0	± 1,0	+	+
		600...1300	± 1,5	± 0,75		
	ТПП (S)	400...1000	± 2,0	± 1,0		
		1000...1768	± 1,5	± 0,75		
	ТПР (B)	600...800	± 3,0	± 1,5		
		800...1820	± 2,0	± 1,0		
	ТХК (E)	-40...300	± 0,7	± 0,35		
		300...1000	± 0,5	± 0,25		
TREI-5B	ТЖК (J)	-40...300	± 0,8	± 0,4	+	+
		300...1200	± 0,7	± 0,35		
	ТМК (T)	-200...-40	± 2,0	± 1,0		
		-40...100	± 1,0	± 0,5		
		100...400	± 0,8	± 0,4		
	ТХА (K)	-40...300	± 1,0	± 0,5		
		300...1300	± 0,8	± 0,4		
	ТНН (N)	-40...300	± 1,5	± 0,75		
		300...1300	± 1,0	± 0,5		
	ТВР (A-1, A-2, A-3)	0...2500	± 1,5	± 0,75		
Ш932.2	ТХК (L)	-40...300	± 0,7	± 0,35	+	-
		300...800	± 0,5	± 0,25		
		-200...100	± 0,30; ± 0,75	± 0,150; ± 0,40		
		-50...200	± 0,25; ± 0,63	± 0,125; ± 0,30		
		0...400	± 0,40; ± 1,00	± 0,200; ± 0,50		
		0...600	± 0,60; ± 1,50	± 0,300; ± 0,75		
		0...800	± 0,80; ± 2,00	± 0,400; ± 1,00		
		-50...50	± 0,10; ± 0,25	± 0,050; ± 0,125		
		-50...100	± 0,15; ± 0,38	± 0,075; ± 0,20		
		-50...150	± 0,20; ± 0,50	± 0,100; ± 0,25		
		0...100	± 0,10; ± 0,25	± 0,050; ± 0,125		
		0...150	± 0,15; ± 0,38	± 0,075; ± 0,20		
		0...200	± 0,20; ± 0,50	± 0,100; ± 0,25		
		0...300	± 0,30; ± 0,75	± 0,150; ± 0,40		
		200...600	± 0,40; ± 1,00	± 0,200; ± 0,50		
		200...800	± 0,60; ± 1,50	± 0,300; ± 0,75		
	ТХА (K)	-200...100	± 0,3; ± 0,75	± 0,15; ± 0,4		
		0...400	± 0,4; ± 1,0	± 0,2; ± 0,5		
		0...600	± 0,6; ± 1,5	± 0,3; ± 0,75		
		0...800	± 0,8; ± 2,0	± 0,4; ± 1,0		
		0...1300	± 1,3; ± 3,25	± 0,65; ± 1,63		
		200...600	± 0,4; ± 1,0	± 0,2; ± 0,5		
		400...900	± 0,5; ± 1,25	± 0,25; ± 0,63		
		600...1300	± 0,7; ± 1,75	± 0,35; ± 0,88		
		0...900	± 0,9; ± 2,25	± 0,45; ± 1,13		
		0...1100	± 1,1; ± 2,75	± 0,55; ± 1,4		
		200...1200	± 1,0; ± 2,5	± 0,5; ± 1,25		
		600...1100	± 0,5; ± 1,25	± 0,25; ± 0,625		
	ТВР (A-1, A-2, A-3)	0...1800	± 1,8 ± 4,5	± 0,9; ± 2,25		
		1000...1800	± 0,8 ± 2,0	± 0,4; ± 1,0		

Продолжение таблицы 9

УСО	Номинальная статическая характеристика преобразования (НСХ)	Диапазон измеряемых температур, °C	Пределы допускаемой абсолютной погрешности, °C		Модификации ПТИ	
			основной	дополнительной	«КРУГ-2000»	«КРУГ-2000-01»
Ш932.2	ТПП (S)	0...1300	$\pm 1,3 \pm 3,25$	$\pm 0,65; \pm 1,63$		
		0...1600	$\pm 1,6 \pm 4,0$	$\pm 0,8; \pm 2,0$		
		500...1300	$\pm 0,8 \pm 2,0$	$\pm 0,4; \pm 1,0$		
		1000...1600	$\pm 0,6 \pm 1,5$	$\pm 0,3; \pm 0,75$		
	ТПР (B)	300...1000	$\pm 0,7 \pm 1,75$	$\pm 0,35; \pm 0,88$		
		300...1600	$\pm 1,3 \pm 3,25$	$\pm 0,65; \pm 1,63$		
		1000...1600	$\pm 0,6 \pm 1,5$	$\pm 0,3; \pm 0,75$		
		1000...1800	$\pm 0,8 \pm 2,0$	$\pm 0,4; \pm 1,0$		
Ш932.2	ТХК (L)	-50...50	$\pm 0,5$	$\pm 0,25$	+	-
		-50...200	$\pm 1,3$	$\pm 0,63$		
		0...100	$\pm 0,5$	$\pm 0,25$		
		0...150	$\pm 0,8$	$\pm 0,38$		
		0...400	$\pm 2,0$	$\pm 1,00$		
		0...600	$\pm 3,0$	$\pm 1,50$		
		0...800	$\pm 4,0$	$\pm 2,00$		
		200...800	$\pm 3,0$	$\pm 1,50$		
Ш932.2	ТХА (K)	0...400	$\pm 2,0$	$\pm 1,00$		
		0...600	$\pm 3,0$	$\pm 1,50$		
		0...800	$\pm 4,0$	$\pm 2,00$		
		0...1100	$\pm 5,5$	$\pm 2,75$		
		0...1300	$\pm 6,5$	$\pm 3,25$		
		400...900	$\pm 2,5$	$\pm 1,25$		
		600...1300	$\pm 3,5$	$\pm 1,75$		
		0...1800	$\pm 1,3$	$\pm 0,65$		
Ш932.7	ТВР (A1, A2, A3)	800...2200	$\pm 1,5$	$\pm 0,75$	+	-
		2200...2500	$\pm 2,1$	$\pm 1,05$		
		300 ... 1000	$\pm 3,2$	$\pm 1,60$		
	ТПР (B)	1000...1800	$\pm 2,3$	$\pm 1,15$		
		0...600	$\pm 1,6$	$\pm 0,75$		
	ТПП (S)	600...1600	$\pm 1,9$	$\pm 0,95$		
		-200...-50	$\pm 0,7$	$\pm 0,35$		
		-50...1000	$\pm 0,8$	$\pm 0,40$		
	ТХА (K)	1000...1300	$\pm 1,0$	$\pm 0,50$		
		-200...-50	$\pm 0,7$	$\pm 0,35$		
		-50...800	$\pm 0,8$	$\pm 0,40$		
	ТХК (L)	-200...-50	$\pm 0,8$	$\pm 0,40$		
		-50...100	$\pm 0,7$	$\pm 0,35$		
Ш932.9	ТВР (A-1)	0...2500	$\pm 2,8$	$\pm 1,4; \pm 2,8^{*)}$	+	-
		0...1800	$\pm 2,2$	$\pm 1,1; \pm 2,2^{*)}$		
	ТПР (B)	300...1800	$\pm 2,0$	$\pm 1,0; \pm 2,0^{*)}$		
		0...1600	$\pm 2,1$	$\pm 1,0; \pm 2,1^{*)}$		
	ТПП (R)	0...1600	$\pm 2,1$	$\pm 1,0; \pm 2,1^{*)}$		
		-200...1300	$\pm 2,0$	$\pm 1,0; \pm 2,0^{*)}$		
	ТХА (K)	-200...800	$\pm 1,6$	$\pm 0,8; \pm 1,6^{*)}$		
		-200...900	$\pm 1,7$	$\pm 0,8; \pm 1,7^{*)}$		
	ТМК (M)	-200...400	$\pm 1,4$	$\pm 0,7; \pm 1,4^{*)}$		
		-200 ... 1200	$\pm 1,9$	$\pm 0,9; \pm 1,9^{*)}$		
	ТЖК (J)	-200 ... 1300	$\pm 2,0$	$\pm 1,0; \pm 2,0^{*)}$		
		-200 ... 1300	$\pm 2,0$	$\pm 1,0; \pm 2,0^{*)}$		



Продолжение таблицы 9

УСО	Номинальная статическая характеристика преобразования (НСХ)	Диапазон измеряемых температур, °C	Пределы допускаемой абсолютной погрешности, °C		Модификации ПТИ	
			основной	дополнительной	«КРУГ-2000»	«КРУГ-2000-01»
ДЕКОНТ	ТХК (L)	85...680	± 1,3	± 0,65	+	-
	ТХА (K)	85...1330				
	ТПП (S)	85...1720				
	ТВР(A-1)	85...2460				
	ТВР(A-2, A-3)	85...1760				
	ТПП(R)	85...1720				
	ТЖК(J)	85...1000				
	ТМК(T)	85...360				
	ТХК(E)	85...750				
	ТНН(N)	85...1260				
КР500	ТХК (L)	-200...800	± 1,1	± 1,1	+	-
	ТХА (K)	-270...1372	± 1,7	± 1,7		
	ТПП (S)	0...1768	± 1,9	± 1,9		
	ТВР(A-1)	0...2500	± 2,5	± 2,5		
	ТВР(A-2, A-3)	0...1800	± 1,9	± 1,9		
	ТПП(R)	0...1768	± 1,9	± 1,9		
	ТПР(B)	200...1820	± 1,7	± 1,7		
	ТЖК(J)	-210...1200	± 1,5	± 1,5		
	ТМК(T)	-270...400	± 0,9	± 0,9		
	ТХК(E)	-270...1000	± 1,4	± 1,4		
	ТНН(N)	-270...1300	± 1,7	± 1,7		
	ТМК(M)	-200...100	± 0,6	± 0,6		

Примечания: \*) - только для Ш932.9А.

Таблица 10 – Пределы допускаемой погрешности управляющих каналов (каналов цифроаналогового преобразования)

УСО	Диапазон вы- ходных сиг- налов	Пределы допускаемой приве- дѐнной погрешности, %		Модификации ПТК	
		основной	дополнительной	«КРУГ- 2000»	«КРУГ-2000-01»
TREI-5B	0-20 мА	± 0,1	± 0,05	+	+
	4-20 мА				
	0-5 В	± 0,1	± 0,05		
	0-10 В				
ДЕКОНТ	0-5 мА	± 0,1	± 0,05	+	-
	0-20 мА				
	0-10 В				
КР-500	0-5 мА	± 0,5	± 0,25	+	-
	0-20 мА				
	4-20 мА				

Таблица 11 – Пределы допускаемой погрешности реализуемого программного автоматического регулятора

УСО	Пределы допускаемой приведённой погрешности, %	Модификации ПТК	
		«КРУГ-2000»	«КРУГ-2000-01»
TREI-5B	Пределы допускаемой погрешности соответствующих выходных аналоговых каналов, регламентируемых в таблице 10	+	+
ДЕКОНТ		+	-
КР-500		+	-

Таблица 12 - Пределы допускаемой погрешности измерительных и управляющих каналов УСО с резервированием

УСО	Пределы допускаемой погрешности		Модификации ПТК	
	основной	дополнительной	«КРУГ-2000»	«КРУГ-2000-01»
TREI-5B	$1,1 \times \theta_0$	$\frac{1}{2}$ пределов допускаемой основной погрешности измерительных (управляющих) каналов УСО с резервированием	+	+

Примечание:  $\theta_0$  - пределы допускаемой основной погрешности соответствующих измерительных и управляющих каналов УСО, регламентированных в таблицах 3-11.

Таблица 13 - Пределы допускаемой погрешности измерительных и управляющих каналов УСО с барьерами искрозащиты

УСО	Пределы допускаемой погрешности		Модификации ПТК	
	основной	дополнительной	«КРУГ-2000»	«КРУГ-2000-01»
TREI-5B	$1,1 \times \theta_0$	$\frac{1}{2}$ пределов допускаемой основной погрешности измерительных (управляющих) каналов УСО с барьерами искрозащиты	+	+
ДЕКОНТ				
KP-500				

Примечание:  $\theta_0$  - пределы допускаемой основной погрешности соответствующих измерительных и управляющих каналов УСО, регламентированных в таблицах 3-11.

Таблица 14 – Основные метрологические характеристики измерительных каналов показателей качества электроэнергии на базе устройства «РЕСУРС – UF2» (для модификации «КРУГ-2000»)

Измеряемая характеристика	Диапазон измерений	Предел допускаемой абсолютной погрешности,
Установившееся отклонение напряжения, %	-20...20	$\pm 0,2$
Отклонение частоты, Гц	-5...5	$\pm 0,02$
Коэффициент искажения синусоидальности напряжения $K_U$ , %	0,1...30	$\pm 0,05 + 0,02 \cdot K_U$
Коэффициент $n$ -ой гармонической составляющей напряжения $K_{U(n)}$ , %	0,05...30, при $2 \leq n \leq 10$	$\pm 0,03 + 0,02 \cdot K_{U(n)}$
	0,05...20, при $10 < n \leq 20$	
	0,05...10, при $20 < n \leq 30$	
	0,05...5, при $30 < n \leq 40$	
Коэффициент несимметрии напряжений по обратной последовательности, %	0...20	$\pm 0,2$
Коэффициент несимметрии напряжений по нулевой последовательности, %	0...20	$\pm 0,2$
Длительность провала напряжения, с	0,01...60	$\pm 0,01$

Примечание - Пределы допускаемой дополнительной температурной погрешности измерительного канала данного типа составляют 1/3 от предела допускаемой основной погрешности измерительного канала на каждые 10°C изменения температуры окружающей среды от нормальной.

Основные метрологические характеристики измерительных каналов электроэнергии, мощности электроэнергии, каналов режимных параметров электрической сети - в соответствии с описаниями типа на соответствующие УСО (Меркурий, ПЦ6806, СЭТ-4ТМ.ХХ, Ресурс-UF2).

#### Рабочие условия применения ПТК «КРУГ-2000»:

— для устройств верхнего уровня и коммуникационного сервера определяются рабочими условиями применения входящего в комплект поставки процессорного блока, но не хуже чем:

- температура окружающего воздуха от 10 до 35 °C
- относительная влажность воздуха до 80 % при 25 °C
- атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа
- напряжение питающей сети переменного тока от 187 до 242 В, с частотой  $(50 \pm 1)$  Гц

– для устройств нижнего уровня определяются рабочими условиями применения входящего в комплект поставки устройств в соответствии с таблицей 15.

Таблица 15 – Рабочие условия применения ПТК для устройств нижнего уровня

Устройства нижнего уровня	Характеристика условия эксплуатации			
	Температура окружающего воздуха	Относительная влажность	Атмосферное давление	Напряжение питающей сети переменного тока
TREI-5B	от минус 40 до плюс 60 °С	до 85 %	от 84 до 106,7 кПа	от 95 до 264 В с частотой от 47 до 63 Гц; от 8 до 370 В (питание от источника постоянного тока)
Ш932	от 0 до 60 °С	до 80 % при 25°С	от 84 до 106,7 кПа	220 В с частотой 50 Гц
ДЕКОНТ	от минус 40 до плюс 70 °С	от 5 до 95 % при 35 °С	от 84 до 106,0 кПа	от 24 до 270 В с частотой от 45 до 55 Гц; от 24 до 350 В (питание от источника постоянного тока)
КР-500	от минус 30 до плюс 50 °С	от 30 до 80 % при 25 °С	от 84 до 107 кПа	от 210 до 230 В с частотой от 49 до 51 Гц
ПЦ6806	от минус 30 до плюс 50 °С	до 90 % при 30 °С	от 80 до 106,7 кПа	от 80 до 260 В с частотой от 45 до 55 Гц; от 100 до 300 В (питание от источника постоянного тока)
РЕСУРС-UF2	от минус 20 до плюс 55 °С	до 90 % при 30 °С	от 84 до 106,7 кПа	от 85 до 265 В с частотой от 45 до 55 Гц
Меркурий	от минус 40 до плюс 55 °С	до 90 % при 30 °С	от 84 до 106,7 кПа	от 80 до 260 В с частотой от 45 до 55 Гц
СЭТ-4ТМ.ХХ	от минус 40 до плюс 55 °С	до 90 % при 30 °С	от 84 до 106,7 кПа	от 80 до 260 В с частотой от 45 до 55 Гц

**Нормальные условия применения ПТК «КРУГ-2000»:**

- температура окружающего воздуха ( $20 \pm 5$ ) °С;
- относительная влажность воздуха от 30 до 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106 кПа (от 630 до 795 мм рт. ст.);
- напряжение питающей сети переменного тока – (от 215,6 до 224,4) В, с частотой ( $50,0 \pm 0,5$ ) Гц

**ЗНАК УТВЕРЖДЕНИЯ ТИПА**

Знак утверждения типа наносится на титульные листы руководства по эксплуатации, и формуляра типографским способом.

**КОМПЛЕКТНОСТЬ**

В комплект поставки ПТК «КРУГ-2000» входят технические устройства, программное обеспечение и документация, конкретный тип, состав и количество которых определяется картой заказа или договором на поставку, в соответствии с таблицей 16.

Таблица 16 – Комплект поставки ПТК «КРУГ-2000»

Наименование и условное обозначение	Примечание
<b>1 ТЕХНИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА</b>	Тип, конфигурация и количество определяется договором на поставку ПТК
1.1 Персональные IBM-совместимые компьютеры промышленного или офисного исполнения (модификации не ниже P-III для операционных систем WINDOWS 2000, WINDOWS XP, ОЗУ не менее 128 Мб, видео ОЗУ не менее 8Мб).	
1.2 Мониторы цветные (со стандартным размером экрана по диагонали от 15 дюймов и более, в офисном и промышленном исполнениях)	
1.3 Принтеры	Тип, конфигурация и количество определяется договором на поставку ПТК
1.4 Источники бесперебойного питания	

Продолжение таблицы 16

Наименование и условное обозначение	Примечание
<b>1.5 Устройства:</b> - устройства программного управления TREI-5B - преобразователи измерительные Ш932 - комплексы информационные, измерительные и управляющие <b>ДЕКОНТ</b> - контроллеры многофункциональные КР-500 - преобразователи измерительные цифровые типа ПЦ6806 - измерители показателей качества электрической энергии «РЕ-СУРС-UF2» - электросчётчики «Меркурий» - электросчётчики «СЭТ»	Тип, конфигурация и количество определяется договором на поставку ПТК
<b>1.6 Барьеры искрозащиты</b>	
<b>1.7 Комплект кабельного и сетевого оборудования</b>	
<b>1.8 Пневмопреобразователи многоканальные ППМ</b>	
<b>2 МОНТАЖНЫЕ ШКАФЫ в сборе</b> Выполненные в конструктиве «ЕВРОМЕХАНИКА 19"» с размерами 2000x800x800, 1600x600x600, 760x600x350 мм и др.	Конфигурация и количество определяется договором на поставку ПТК
<b>3 БАЗОВОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ</b> - SCADA «КРУГ-2000» - Система реального времени устройств нижнего уровня с контрольной суммой программного обеспечения, подлежащего метрологическому контролю - CRC 0x2806 - Драйверы согласования с логическими интерфейсами внешних устройств, подключаемые к цифровым измерительным каналам УСО или к устройствам верхнего уровня	
<b>4 ДОКУМЕНТАЦИЯ</b>	
<b>4.1 Комплексы программно-технические «КРУГ-2000» Формуляр КР01.425200.001 ФО</b>	
<b>4.2 Комплексы программно-технические «КРУГ-2000» Руководство по эксплуатации КР01.425200.001 РЭ</b>	1 экз.
<b>4.3 Комплексы программно-технические «КРУГ-2000» Методика поверки КР01.425200.001 МП</b>	1 экз.
<b>4.4 Комплект эксплуатационной документации на поставляемые технические устройства ПТК</b>	1 комплект

**Примечание:** В комплект поставки ПТК дополнительно могут входить другие устройства верхнего уровня, программное обеспечение и документация, комплектность и количество которых, определяется в соответствии с договором на поставку ПТК.

#### ПОВЕРКА

Поверку ПТК проводят в соответствии с документом КР01.425200.001МП "Комплексы программно-технические «КРУГ-2000». Методика поверки", согласованным ГЦИ СИ ФГУ «Пензенский ЦСМ» «19» МАРТА 2008г.

В перечень основного поверочного оборудования входят:

- Гигрометр психрометрический ВИТ-1
- Барометр анероид БАММ-1
- Вольтметр Э545
- Мегомметр М4100/4
- Многофункциональный калибратор-измеритель МСХ-II
- Магазин сопротивлений Р4831
- Частотомер ЧЗ-64/1
- Генератор сигналов Г5-54
- Радиочасы РЧ-011

- Средства поверки в соответствии с нормативными документами, регламентирующими поверку средств измерений, входящих в состав ПТК «КРУГ-2000»:



- TREI.421457.151 МП «Устройства программного управления TREI-5B. Методика поверки»;
- КПЛШ.405511.001Д Преобразователи измерительные Ш932 для термопреобразователей сопротивления. Методика поверки;
- КПЛШ.405521.001Д Преобразователи измерительные Ш932 для преобразователей для преобразователей термоэлектрических. Методика поверки;
- КПЛШ.466429.001Д Преобразователи измерительные Ш932.7. Методика поверки;
- МП 44-221-01 (КПЛШ.466429.006Д) Преобразователи измерительные Ш932.9. Методика поверки;
- ДЕПЛ.421457.301 МП «Комплексы информационные, измерительные и управляющие ДЕКОНТ. Методика поверки»;
- КГЖТ.421457.005 И1 «Контроллеры многофункциональные КР-500. Методика поверки»;
- КС 124.00.00.000РЭ. Преобразователи измерительные цифровые типа ПЦ6806. Руководство по эксплуатации. Раздел 4»;
- «Инструкция. Измеритель показателей качества электрической энергии «Ресурс-UF2». Методика поверки»;
- АВЛГ.411152.021 РЭ1. «Методика поверки с тестовым программным обеспечением «Конфигуратор счётчика «Меркурий 230» и «BMonitorFEC»»;
- ИЛГШ.411152.124 РЭ1 «Счётчики электрической энергии СЭТ-4ТМ.03 Методика поверки»;

Межповерочный интервал ПТК – 2 года.

## НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

ГОСТ 26.011-80. «Средства измерения и автоматизации. Сигналы тока и напряжения электрические непрерывные входные и выходные».

ГОСТ 26.013-81. «Средства измерения и автоматизации. Сигналы электрические с дискретным изменением параметров входные и выходные».

ГОСТ Р 8.625-2006 Термометры сопротивления из платины. Меди и никеля. Общие технические требования и методы испытаний

ГОСТ 13109-97. «Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения».

ГОСТ 22261-94. «Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия».

ГОСТ Р 8.585-2001. «Термопары. Номинальные статические характеристики преобразования».

КР01.425200.001ТУ. «Комплексы программно-технические «КРУГ-2000», «КРУГ-2000/Г», «КРУГ-2000/Т». Технические условия».

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Тип «Комплексы программно-технические «КРУГ-2000» утвержден с техническими и метрологическими характеристиками, приведёнными в настоящем описании типа, метрологически обеспечен при выпуске из производства и в эксплуатации.

Изготовитель

ООО НПФ «КРУГ»

440028, г. Пенза, ул. Титова, 1

тел (841-2)-55-64-95

<http://www.krug2000.ru>

факс (841-2)-55-64-96

E-mail: [krug@krug2000.ru](mailto:krug@krug2000.ru)

Генеральный директор ООО НПФ «КРУГ»



М.Б. Шехтман

