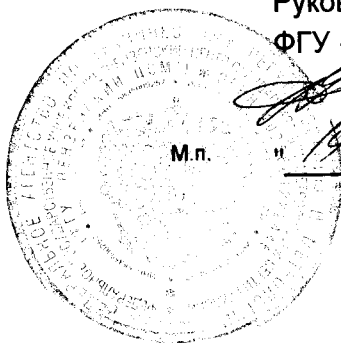


Подлежит публикации  
в открытой печати

СОГЛАСОВАНО

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



*А.А. Данилов*  
А.А. Данилов  
"19" *марта* 2008 г.

|                                                                 |                                                                                                                            |
|-----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>КОМПЛЕКСЫ<br/>ПРОГРАММНО - ТЕХНИЧЕСКИЕ<br/>«КРУГ-2000/Г»</b> | Внесены в Государственный<br>реестр средств измерений<br>Регистрационный номер <u>18030-08</u><br>Взамен № <u>18030-04</u> |
|-----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Выпускаются по ГОСТ 22261 и техническим условиям KP01.425200.001ТУ

### НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Комплексы программно-технические (далее ПТК) «КРУГ-2000/Г» предназначены для измерений массового и объёмного расхода, массы и объёма в рабочих и нормальных условиях, энергосодержания природного газа и его компонентов.

ПТК «КРУГ-2000/Г» могут применяться на объектах теплоэнергетики, нефтегазовых отраслях промышленности, на промышленных предприятиях с газовым хозяйством в составе автоматизированных измерительных систем, обеспечивающих коммерческий учет и диспетчеризацию отпускаемого или потребляемого природного газа и его компонентов в трубопроводах и узлах учёта любой конфигурации, а также оперативный контроль, архивирование текущих, суммарных и усреднённых значений теплофизических и количественных параметров природного газа и его компонентов.

### ОПИСАНИЕ

ПТК «КРУГ-2000/Г» - многоуровневая иерархическая система распределённого типа, состоящая в общем случае из верхнего и нижнего уровней, связанных между собой посредством кабельных (проводных) цифровых каналов 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.

Устройствами верхнего уровня ПТК «КРУГ-2000/Г» являются технические средства сбора и обработки информации, выполненные на базе IBM PC совместимых компьютеров промышленного или офисного исполнения под управлением операционных систем WINDOWS и SCADA «КРУГ-2000», 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), станции инжиниринга и т.д.

Устройствами нижнего уровня ПТК «КРУГ-2000/Г» являются микропроцессорные устройства связи с объектом (далее - УСО), в качестве которых могут использоваться:

- устройство программного управления TREI - 5B;
- многофункциональный контроллер МФК 3000.

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

При этом вычисление теплофизических и количественных параметров природного газа и его компонентов может осуществляться, как в устройствах верхнего, так и нижнего уровней ПТК «КРУГ-2000/Г».

**ПТК «КРУГ-2000/Г» обеспечивают выполнение следующих основных функций:**

| Основные функции                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Реализация функций в                      |                                          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | устройствах верхнего уровня <sup>1)</sup> | устройствах нижнего уровня <sup>2)</sup> |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• прямые измерения электрических сигналов (тока, напряжения, сопротивления, частоты), поступающих от средств измерений, обладающих выходными аналоговыми сигналами по ГОСТ 26.011, выходными дискретными сигналами по ГОСТ 26.013, и преобразование их в эквивалентные значения физической величины (температуры, давления, разности давлений, влагосодержания, компонентного состава, плотности, вязкости, калорийности, теплоты сгорания, объёмного и массового расхода, объёма и массы, энергосодержания и др. параметров природного газа и его компонентов);</li> </ul> | -                                         | +                                        |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• чтение (приём) цифровых значений температуры, давления, уровня, разности давлений, влагосодержания, плотности, вязкости, энтальпии, объёмного и массового расхода, объёма и массы, тепловой мощности и тепловой энергии теплоносителя, а также других параметров, поступающих от средств измерений по каналным (проводным) и (или) беспроводным цифровым каналам связи;</li> </ul>                                                                                                                                                                                        | +                                         | +                                        |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• косвенные измерения температуры по преобразованию сигналов с термопреобразователей сопротивления по ГОСТ Р 8.625-2006;</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | -                                         | +                                        |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• косвенные измерения температуры по преобразованию сигналов с термопар по ГОСТ Р 8.585-2001;</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | -                                         | +                                        |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• косвенные измерения (вычисления) коэффициента сжимаемости, плотности в рабочих и нормальных условиях, динамической вязкости, адиабаты, высшей и низшей теплоты сгорания по уравнениям состояния и методам ГОСТ 30319.1-3 при неизвестном и известном компонентом составе природного газа</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                       | +                                         | +                                        |

Продолжение таблицы

| Основные функции                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Реализация функций в                            |                                                |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | устройствах<br>верхнего<br>уровня <sup>1)</sup> | устройствах<br>нижнего<br>уровня <sup>2)</sup> |
| • косвенные измерения (вычисления) высшей и низшей теплоты сгорания по ГОСТ 22667                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | +                                               | +                                              |
| • косвенные измерения (вычисления) объёмного расхода природного газа в нормальных условиях по результатам прямых измерений объёмного расхода природного газа в рабочих условиях, температуры, давления и влагосодержания природного газа                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | +                                               | +                                              |
| • косвенные измерения (вычисления) коэффициента сжимаемости, плотности в рабочих и нормальных условиях, динамической вязкости, адиабаты, высшей и низшей теплоты сгорания по уравнениям состояния и методам ГОСТ 30319.1-3 при неизвестном и известном компонентом составе природного газа                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | +                                               | +                                              |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• косвенные измерения (вычисления) объёма и объёмного расхода в рабочих и нормальных условиях, массы и массового расхода, энергосодержания и расхода энергосодержания природного газа, отпускаемого или потребляемого в трубопроводах или узлах учёта любой конфигурации <ul style="list-style-type: none"> <li>- методом переменного перепада давления в соответствии с ГОСТ 8.586.1, ГОСТ 8.586.2, ГОСТ 8.586.3, ГОСТ 8.586.4, ГОСТ 8.586.5 с использованием стандартных сужающих устройств;</li> <li>- методом переменного перепада давления в соответствии с МИ 2667 с использованием осредняющих трубок ANNUBAR;</li> <li>- методом измерения скорости в одной точке сечения трубы в соответствии с ГОСТ 8.361;</li> <li>- в соответствии с ПР 50.2.019 с использованием турбинных и ротационных счётчиков газа;</li> </ul> </li> </ul> | +                                               | +                                              |
| • формирование и вывод на печать журнала и ведомости учета природного газа и его компонентов;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | +                                               | +                                              |
| • диагностика измеряемых параметров, с процедурой замещения недостоверной информации на договорные значения, дорасчёт количественных параметров природного газа и его компонентов по их договорным значениям за время простоя системы;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | +                                               | +                                              |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• формирование сигнализации выхода за регламентированные (программируемые) границы значений любых измеряемых или вычисляемых параметров: <ul style="list-style-type: none"> <li>- световой</li> <li>- звуковой</li> </ul> </li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | +<br>+                                          | +<br>-                                         |
| • ведение архивов измеряемых и вычисляемых данных                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | +                                               | +                                              |
| • визуализация измеряемых и вычисляемых данных                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | +                                               | +                                              |
| • формирование, архивирование и визуализация секундных, минутных, часовых, суточных трендов и их производных (средних, суммарных, экстремальных, текущих значений и др.) любых измеряемых или вычисляемых параметров;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | +                                               | -                                              |

Продолжение таблицы

| Основные функции                                                                                                                                                                                                         | Реализация функций в                            |                                                |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                          | устройствах<br>верхнего<br>уровня <sup>1)</sup> | устройствах<br>нижнего<br>уровня <sup>2)</sup> |
| • ведение протокола с фиксацией в нём происходящих событий (нештатные ситуации, сигнализация, диагностические сообщения, регистрация действий пользователей и т.п.) с присвоением событию соответствующей метки времени; | +                                               | +                                              |
| • защита результатов измерений, вычислений и хранимых данных от несанкционированного доступа и изменения, сохранение оперативных и архивных данных при обесточивании сети питания.                                       | +                                               | +                                              |
| • ведение календаря, времени суток, привязка (синхронизация) единого системного времени ПТК к национальной шкале координированного времени                                                                               | +                                               | +                                              |

Примечания: <sup>1)</sup> на базе SCADA «КРУГ-2000»;

<sup>2)</sup> для УСО TREI - 5В и МФК 3000.

## 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:

- Метрологические характеристики измерительных каналов ПТК «КРУГ-2000/Г» приведены в таблицах 1 – 11.

Примечания:

1) Метрологические характеристики аналоговых измерительных каналов, регламентированные в таблицах 1 – 11, нормированы без учёта инструментальных погрешностей их первичных измерительных преобразователей.

2) Пределы допускаемой дополнительной погрешности аналоговых измерительных каналов, регламентированные в таблицах 1 – 9, 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.

3) Метрологические характеристики измерительных каналов теплофизических и количественных параметров природного газа и его компонентов, регламентированные в таблицах 10, 11, нормированы без учёта допускаемых погрешностей измерительных каналов температуры, давления, перепада давления, образованных аналоговыми измерительными каналами, приведёнными в таблицах 1 – 9.

- Пределы допускаемой погрешности измерительного канала ПТК, образованного при подключении к нему внешнего устройства по канальным (проводным) и (или) беспроводным цифровым каналам связи, соответствует пределам допускаемой погрешности самого подключаемого устройства.

- Пределы допускаемой погрешности измерений отклонения значения измерительных каналов ПТК от заданных границ сигнализации:  $\pm$  единица младшего значащего разряда соответствующего измерительного канала.

- Пределы допускаемой погрешности измерений отклонения значения измерительных каналов ПТК от их значений, представляемых в виде оперативного или архивного тренда:  $\pm$  единица младшего разряда соответствующего измерительного 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.

Таблица 1 – Пределы допускаемой погрешности входных аналоговых измерительных каналов постоянного тока.

| УСО      | Диапазон входных сигналов, мА | Пределы допускаемой приведённой погрешности, % |                |
|----------|-------------------------------|------------------------------------------------|----------------|
|          |                               | основной                                       | дополнительной |
| TREI-5B  | -5...5                        | $\pm 0,05$                                     | $\pm 0,025$    |
|          | 0...5                         |                                                |                |
|          | -10...10                      |                                                |                |
|          | 0...20                        |                                                |                |
|          | 4...20                        |                                                |                |
| МФК-3000 | 0...5                         | $\pm 0,15$                                     | $\pm 0,075$    |
|          | 0...20                        | $\pm 0,1$                                      | $\pm 0,05$     |
|          | 4...20                        |                                                |                |

Таблица 2 – Пределы допускаемой погрешности входных аналоговых измерительных каналов напряжения.

| УСО      | Диапазон входных сигналов, мВ | Пределы допускаемой приведённой погрешности, % |                |
|----------|-------------------------------|------------------------------------------------|----------------|
|          |                               | основной                                       | дополнительной |
| TREI-5B  | 0...5                         | $\pm 0,05$                                     | $\pm 0,025$    |
|          | 0...10                        |                                                |                |
|          | -5...5                        |                                                |                |
|          | -10...10                      |                                                |                |
| МФК-3000 | 0...10, $\pm 10$              | $\pm 0,05$                                     | $\pm 0,025$    |
|          | 0...50, $\pm 50$              |                                                |                |
|          | 0...100, $\pm 100$            |                                                |                |
|          | 0...500, $\pm 500$            |                                                |                |
|          | 0...10000                     | $\pm 0,1$                                      | $\pm 0,05$     |

Таблица 3 – Пределы допускаемой погрешности входных аналоговых измерительных каналов электрического сопротивления.

| УСО      | Диапазон входных сигналов, Ом | Пределы допускаемой приведённой погрешности, % |                |
|----------|-------------------------------|------------------------------------------------|----------------|
|          |                               | основной                                       | дополнительной |
| TREI-5B  | 0 ...500                      | ± 0,05                                         | ± 0,025        |
| МФК-3000 | 10...100                      | ± 0,1                                          | ± 0,05         |
|          | 10...200                      |                                                |                |
|          | 10...500                      |                                                |                |

Таблица 4 – Пределы допускаемой погрешности входных аналоговых измерительных каналов частоты.

| УСО      | Диапазон входных сигналов, Гц | Пределы допускаемой основной [приведённой] погрешности, % |                                             |
|----------|-------------------------------|-----------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
|          |                               | основной                                                  | дополнительной                              |
| TREI-5B  | 1...100000                    | $\pm (0,001 + 100/(T_n \cdot f))$                         | ± 0,001                                     |
| МФК-3000 | 1...1000                      | ± 0,2                                                     | ½ пределов допускаемой основной погрешности |
|          | 0,1...1000                    | ± 0,05                                                    |                                             |

Примечания:

- 1)  $f$  – результат измерений частоты.
- 2)  $T_n$  – время измерений частоты, принимающее значения из ряда [1,67; 3,35; 6,71; 13,4], с.

Таблица 5 - Пределы допускаемой погрешности входных аналоговых числоимпульсных измерительных каналов

| УСО     | Диапазон входных сигналов, имп. | Пределы допускаемой абсолютной погрешности, имп. |
|---------|---------------------------------|--------------------------------------------------|
| TREI-5B | 0...16777215                    | ± 1 <sup>*)</sup>                                |

Примечание - <sup>\*)</sup> – на каждые 100 000 импульсов в диапазоне входных частот от 0 до 50 кГц.

Таблица 6 – Пределы допускаемой погрешности входных аналоговых измерительных каналов температуры по преобразованию сигналов термопреобразователей сопротивлений по ГОСТ 8.625

| УСО     | Номинальная статическая характеристика преобразования | Диапазон измеряемых температур, °С | Пределы допускаемой абсолютной погрешности, °С |                                             |
|---------|-------------------------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------------------|---------------------------------------------|
|         |                                                       |                                    | основной                                       | дополнительной                              |
| TREI-5B | 50П, 100П; W100=1,391                                 | -200...600                         | ± 0,5                                          | ½ пределов допускаемой основной погрешности |
|         | 50П, 100П; W100=1,385                                 |                                    |                                                |                                             |
|         | 50М, 100М; W100=1,428                                 | -200...200                         |                                                |                                             |
|         | 50М, 100М; W100=1,426                                 | -50...200                          |                                                |                                             |
| МФК3000 | ТСП 50П W100=1,3910                                   | -200...850                         | ± 1,0                                          |                                             |
|         | ТСП 100П W100=1,3910                                  | -200...850                         |                                                |                                             |
|         | ТСП 50П W100=1,3850                                   | -200...850                         |                                                |                                             |
|         | ТСП 100П W100=1,3850                                  | -200...850                         |                                                |                                             |

Продолжение таблицы 6

| УСО     | Номинальная статическая характеристика преобразования | Диапазон измеряемых температур, °С | Пределы допускаемой абсолютной погрешности, °С |                                             |
|---------|-------------------------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------------------|---------------------------------------------|
|         |                                                       |                                    | основной                                       | дополнительной                              |
| МФК3000 | ТСМ 50М W100=1,4260                                   | -50...200                          | ± 0,25                                         | ½ пределов допускаемой основной погрешности |
|         | ТСМ 100М W100=1,4260                                  | -50...200                          |                                                |                                             |
|         | ТСМ 50М W100=1,4280                                   | -50...200                          |                                                |                                             |
|         | ТСМ 100М W100=1,4280                                  | -50...200                          |                                                |                                             |
|         | ТСН 100Н W100=1,6170                                  | -60...180                          | ± 1,3                                          |                                             |
|         | ТСП 46П W100 =1,3910                                  | -200...1100                        |                                                |                                             |
|         | ТСМ 53М W100 =1,4260                                  | 0...150                            | ± 0,15                                         |                                             |
|         | ТСП 50П W100=1,3910                                   | 0...100                            |                                                |                                             |
|         | ТСП 50П W100=1,3850                                   | 0...100                            |                                                |                                             |

Таблица 7 - Пределы допускаемой погрешности входных аналоговых измерительных каналов температуры по преобразованию сигналов термпар согласно НСХ, регламентированными ГОСТ Р 8.585

| УСО       | Номинальная статическая характеристика преобразования | Диапазон измеряемых температур, °С | Пределы допускаемой абсолютной погрешности, °С |                                             |
|-----------|-------------------------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------------------|---------------------------------------------|
|           |                                                       |                                    | основной                                       | дополнительной                              |
| TREI-5B   | ТПП (R)                                               | 150...600                          | ± 2,0                                          | ½ пределов допускаемой основной погрешности |
|           |                                                       | 600...1300                         | ± 1,5                                          |                                             |
|           | ТПП (S)                                               | 400...1000                         | ± 2,0                                          |                                             |
|           |                                                       | 1000...1768                        | ± 1,5                                          |                                             |
|           | ТПР (B)                                               | 600...800                          | ± 3,0                                          |                                             |
|           |                                                       | 800...1820                         | ± 2,0                                          |                                             |
|           | ТХК (E)                                               | -40...300                          | ± 0,7                                          |                                             |
|           |                                                       | 300...1000                         | ± 0,5                                          |                                             |
|           | ТЖК (J)                                               | -40...300                          | ± 0,8                                          |                                             |
|           |                                                       | 300...1200                         | ± 0,7                                          |                                             |
| TREI-5B   | ТМК (T)                                               | -200...-40                         | ± 2,0                                          | ½ пределов допускаемой основной погрешности |
|           |                                                       | -40...100                          | ± 1,0                                          |                                             |
|           |                                                       | 100...400                          | ± 0,8                                          |                                             |
|           | ТХА (K)                                               | -40...300                          | ± 1,0                                          |                                             |
|           |                                                       | 300...1300                         | ± 0,8                                          |                                             |
|           | ТНН (N)                                               | -40...300                          | ± 1,5                                          |                                             |
|           |                                                       | 300...1300                         | ± 1,0                                          |                                             |
|           | ТВР (A-1)                                             | 0...2500                           | ± 1,5                                          |                                             |
|           | ТВР (A-2, A-3)                                        | 0...1800                           | ± 1,5                                          |                                             |
|           | ТХК (L)                                               | -40...300                          | ± 0,7                                          |                                             |
| 300...800 |                                                       | ± 0,5                              |                                                |                                             |
| МФК3000   | ТВР, A-1                                              | 0...2500                           | ± 2,5                                          | ± 1,8                                       |
|           | ТВР, A-2                                              | 0...1800                           |                                                |                                             |
|           | ТВР, A-3                                              | 0...1800                           |                                                |                                             |

Продолжение таблицы 7

| УСО     | Номинальная статическая характеристика преобразования | Диапазон измеряемых температур, °С | Пределы допускаемой абсолютной погрешности, °С |                                             |
|---------|-------------------------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------------------|---------------------------------------------|
|         |                                                       |                                    | основной                                       | дополнительной                              |
| МФК3000 | ТПР, ПР(В)                                            | 500...1800                         | ± 1,3                                          | ½ пределов допускаемой основной погрешности |
|         | ТПП, ПП(С)                                            | 500...1769                         |                                                |                                             |
|         | ТПП, ПП(R)                                            | 500...1769                         |                                                |                                             |
|         | ТХА, ХА (К)                                           | 0...1300                           |                                                |                                             |
|         | ТХА, ХА (К)                                           | 0...600                            | ± 0,6                                          |                                             |
|         | ТХА, ХА (К)                                           | 0...800                            | ± 0,8                                          |                                             |
|         | ТХК, ХК (L)                                           | -50...600                          | ± 0,7                                          |                                             |
|         | ТХК, ХК (L)                                           | 0...600                            | ± 0,6                                          |                                             |
|         | ТХК, ХК (L)                                           | -50...200                          | ± 0,25                                         |                                             |
|         | ТХК, ХК (Е)                                           | 0...1000                           | ± 1,0                                          |                                             |
|         | ТХК, ХК (Е)                                           | 0...600                            | ± 0,6                                          |                                             |
|         | ТМК, МК(Т)                                            | -100...400                         | ± 0,5                                          |                                             |
|         | ТМК, МК(М)                                            | -200...100                         |                                                |                                             |
|         | ТЖК, ЖК(J)                                            | 0...760                            | ± 0,8                                          |                                             |
|         | ТЖК, ЖК(J)                                            | 0...1000                           | ± 1,0                                          |                                             |
|         | ТНН, НН(N)                                            | 0...1300                           | ± 1,3                                          |                                             |

Примечание - В качестве термочувствительного элемента канала компенсации температуры холодного спая термопар используются соответствующие входные аналоговые измерительные каналы температуры по преобразованию сигналов с термометров сопротивления, типы и пределы допускаемых погрешностей которых регламентированы в таблице 6.

Таблица 8 - Пределы допускаемой погрешности входных аналоговых измерительных каналов с резервированием

| УСО                | Пределы допускаемой приведённой погрешности, %  |                                                                                         |
|--------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
|                    | основной                                        | дополнительной                                                                          |
| TREI-5B<br>МФК3000 | $1,1 \times \gamma_o$ или $1,1 \times \Delta_o$ | ½ пределов допускаемой основной погрешности измерительных каналов УСО с резервированием |

Примечание -  $\gamma_o$  и  $\Delta_o$  - пределы допускаемой основной приведённой или абсолютной погрешности соответствующих входных аналоговых измерительных каналов, регламентированных в таблицах 1-7.

Таблица 9 - Пределы допускаемой погрешности входных аналоговых измерительных каналов с барьерами искрозащиты.

| УСО                | Пределы допускаемой приведённой погрешности, %  |                                                                                               |
|--------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
|                    | основной                                        | дополнительной                                                                                |
| TREI-5B<br>МФК3000 | $1,1 \times \gamma_o$ или $1,1 \times \Delta_o$ | ½ пределов допускаемой основной погрешности измерительных каналов УСО с барьерами искрозащиты |

Примечание -  $\gamma_o$  и  $\Delta_o$  - пределы допускаемой основной приведённой или абсолютной погрешности соответствующих входных аналоговых измерительных каналов, регламентированных в таблицах 1-7.

Таблица 10 - Пределы допускаемой относительной погрешности вычисления теплофизических параметров природного газа

| Вычисляемый параметр            | Метод измерения             | В диапазоне измерений |               | Пределы допускаемой относительной погрешности, % |
|---------------------------------|-----------------------------|-----------------------|---------------|--------------------------------------------------|
|                                 |                             | температуры, °C       | давления, МПа |                                                  |
| Коэффициент сжимаемости         | NX19 по ГОСТ 30319.2        | -23,15 ... 66,85      | 0,001...12    | ± 0,0025                                         |
|                                 | GERG 91 по ГОСТ 30319.2     | -23,15 ... 66,85      | 0,001...12    | ± 0,0025                                         |
|                                 | ВНИЦСМВ по ГОСТ 30319.2     | -23,15 ... 66,85      | 0,001...12    | ± 0,025                                          |
|                                 |                             |                       |               | ± 0,25 <sup>1)</sup>                             |
| Плотность в нормальных условиях | по ГОСТ 30319.1             | -23,15 ... 66,85      | 0,001...12    | ± 0,001                                          |
| Плотность в рабочих условиях    | по ГОСТ 30319.1             | -23,15 ... 66,85      | 0,001...12    | ± 0,0025                                         |
|                                 | по ГОСТ 30319.3             | -23,15 ... 66,85      | 0,001...12    | ± 0,025                                          |
|                                 |                             |                       |               | ± 0,25 <sup>1)</sup>                             |
| Динамическая вязкость           | по ГОСТ 30319.1             | -23,15 ... 66,85      | 0,001...12    | ± 0,001                                          |
|                                 | по ГОСТ 30319.3             | -23,15 ... 66,85      | 0,001...12    | ± 0,001                                          |
|                                 |                             |                       |               | ± 0,005 <sup>1)</sup>                            |
| Показатель адиабаты             | по ГОСТ 30319.1             | -23,15 ... 66,85      | 0,001...12    | ± 0,001                                          |
|                                 | по ГОСТ 30319.3             | -23,15 ... 66,85      | 0,001...12    | ± 0,005                                          |
|                                 |                             |                       |               | ± 0,015 <sup>1)</sup>                            |
| Теплота сгорания                | по ГОСТ 30319.1, ГОСТ 22667 | -23,15 ... 66,85      | 0,001...12    | ± 0,001                                          |

Примечание - <sup>1)</sup> для газовых смесей, содержащих сероводород.

Таблица 11 - Пределы допускаемой относительной погрешности вычисления количественных параметров теплоресурсов, отпущенных или потреблённых по трубопроводам и узлам учёта любой конфигурации

| Вычисляемый параметр                         | Метод вычисления            | Пределы допускаемой относительной погрешности, %                     |
|----------------------------------------------|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| Массовый расход, масса                       | ГОСТ 8.586.1 - ГОСТ 8.586.5 | ± 0,10 <sup>1)</sup><br>± 0,15 <sup>2)</sup><br>± 0,25 <sup>3)</sup> |
|                                              | ГОСТ 8.361, МИ 2667         |                                                                      |
|                                              | ПР 50.2.019                 |                                                                      |
| Объёмный расход, объём в рабочих условиях    | ГОСТ 8.586.1 - ГОСТ 8.586.5 |                                                                      |
|                                              | ГОСТ 8.361, МИ 2667         |                                                                      |
|                                              | ПР 50.2.019                 |                                                                      |
| Объёмный расход, объём в нормальных условиях | ГОСТ 8.586.1 - ГОСТ 8.586.5 |                                                                      |
|                                              | ГОСТ 8.361, МИ 2667         |                                                                      |
|                                              | ПР 50.2.019                 |                                                                      |
| Расход энергосодержания, энергосодержание    | ГОСТ 8.586.1 - ГОСТ 8.586.5 |                                                                      |
|                                              | ГОСТ 8.361, МИ 2667         |                                                                      |
|                                              | ПР 50.2.019                 |                                                                      |

**Примечания:**

- 1) для газовых смесей, рассчитанных по неполному компонентному составу;
- 2) для газовых смесей, рассчитанных по полному компонентному составу, не содержащих сероводород;
- 3) для газовых смесей, рассчитанных по полному компонентному составу, содержащих сероводород.

**Рабочие условия эксплуатации ПТК «КРУГ-2000/Г»:**

– для верхнего уровня определяются рабочими условиями применения входящих в комплект поставки IBM-совместимого компьютера, но не хуже чем:

- температура окружающего воздуха от плюс 10 до плюс 35 °С
- относительная влажность воздуха до 80 % при 25 °С
- 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 нижнего уровня определяются рабочими условиями применения входящего в комплект поставки устройств нижнего уровня, в соответствии с таблицей 12.

Таблица 12 – Рабочие условия применения ПТК для устройств нижнего уровня

| Условия применения<br>ПТК «КРУГ-2000/Г»      | УСО                                          |                                            |
|----------------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------------------|
|                                              | TREI-5B                                      | МФК3000                                    |
| Температура окружающего воздуха              | от минус 40 до плюс 60 °С                    | от плюс 5 до плюс 50 °С                    |
| Относительная влажность                      | от 30 до 85 % при 35 °С                      | до 80 % при 25 °С                          |
| Атмосферное давление                         | от 84 до 106,7 кПа                           |                                            |
| Напряжение питающей сети<br>переменного тока | от 140 до 260 В,<br>частота $(50 \pm 1)$ Гц. | от 187 до 242 В,<br>частота от 47 до 52 Гц |

**Нормальные условия эксплуатации ПТК «КРУГ-2000/Г»:**

- 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/Г» входят устройства, программное обеспечение и документация, конкретное количество и состав которых определяется картой заказа или договором на поставку, в соответствии с таблицей 13.

Таблица 13 – Комплект поставки ПТК «КРУГ-2000/Г»

| Наименование и условное обозначение                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Примечание                                                            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| <b>1 ТЕХНИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                       |
| 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).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Тип, конфигурация и количество определяется договором на поставку ПТК |
| 1.2 Мониторы цветные (со стандартным размером экрана по диагонали от 15 дюймов и более, в офисном и промышленном исполнениях)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                       |
| 1.3 Принтеры                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                       |
| 1.4 Источники бесперебойного питания                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                       |
| 1.5 Устройства:<br>- Устройство программного управления TREI-5B<br>- Многофункциональный контроллер МФК 3000                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                       |
| 1.6 Барьеры искрозащиты                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                       |
| 1.7 Комплект кабельного и сетевого оборудования                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                       |
| <b>2 МОНТАЖНЫЕ ШКАФЫ</b> в сборе<br>Выполненные в конструктиве «ЕВРОМЕХАНИКА 19"» с размерами 2000x800x800, 1600x600x600, 760x600x350 мм и др.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                       |
| <b>3 БАЗОВОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ</b><br>- SCADA «КРУГ-2000» (система реального времени устройств верхнего уровня) с контрольной суммой программного обеспечения, подлежащего метрологическому контролю - CRC 0x587D16C9;<br>- Система реального времени устройств нижнего уровня с контрольной суммой программного обеспечения, подлежащего метрологическому контролю - CRC 0x2401;<br>- Драйверы согласования с логическими интерфейсами внешних устройств, подключаемые к цифровым измерительным каналам УСО или к устройствам верхнего уровня |                                                                       |
| <b>4 ДОКУМЕНТАЦИЯ</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                       |
| 4.1 Комплексы программно-технические «КРУГ-2000/Г». Формуляр КР01.425200.002 ФО                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 1 экз.                                                                |
| 4.2 Комплексы программно-технические «КРУГ-2000/Г». Руководство по эксплуатации КР01.425200.002 РЭ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 1 экз.                                                                |
| 4.3 Комплексы программно-технические «КРУГ-2000/Г». Методика поверки КР01.425200.002 МП                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 1 экз.                                                                |
| 4.4 Эксплуатационная документация на поставляемые устройства нижнего и верхнего уровня                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                       |

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

## ПОВЕРКА

Поверку ПТК проводят в соответствии с документом «Комплексы программно-технические «КРУГ-2000/Г». Методика поверки" КР01.425200.003 МП, согласованным ГЦИ СИ ФГУ «Пензенский ЦСМ» «19 января 2008 г.

В перечень основного поверочного оборудования входят:

- Гигрометр психрометрический ВИТ-1
- Барометр анероид БАММ-1
- Вольтметр Э545
- Частотомер ЧЗ-64/1
- Мегомметр М4100/4
- Многофункциональный калибратор-измеритель МСХ-IIR
- Калибратор-измеритель унифицированных сигналов ИКСУ-200Ex
- Генератор сигналов Г5-54
- Мера сопротивления Р3026
- Катушка электрического сопротивления Р331, 100 Ом
- Дифференциальный вольтметр В1-12
- Радиочасы РЧ-011
- Средства поверки в соответствии с нормативными документами, регламентирующими поверку средств измерений, входящих в состав ПТК «КРУГ-2000/Г»:
  - TREI.421457.151 МП «Устройства программного управления TREI-5B. Методика поверки»;
  - ДАРЦ.420002.002ИП «Измерительные модули многофункционального контроллера МФК3000. Методика поверки».

Межповерочный интервал ПТК – 2 года.

## НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

ГОСТ 8.361-79 Государственная система обеспечения единства измерений. Расход жидкости и газа. Методика выполнения измерений по скорости в одной точке сечения трубы

ГОСТ 8.586.1-2005 Государственная система обеспечения единства измерений. Измерение расхода и количества жидкостей и газов с помощью стандартных сужающих устройств. Часть 1 принцип метода измерений и общие требования

ГОСТ 8.586.2- 2005 Государственная система обеспечения единства измерений. Измерение расхода и количества жидкостей и газов с помощью стандартных сужающих устройств. Часть 2 Диафрагмы технические требования

ГОСТ 8.586.3 –2005 Государственная система обеспечения единства измерений. Измерение расхода и количества жидкостей и газов с помощью стандартных сужающих устройств. Часть 3 Сопла и сопла Вентури. Технические требования

ГОСТ 8.586.4 –2005 Государственная система обеспечения единства измерений. Измерение расхода и количества жидкостей и газов с помощью стандартных сужающих устройств. Часть 4 Трубы Вентури. Технические требования

ГОСТ 8.586.5 –2005 Государственная система обеспечения единства измерений. Измерение расхода и количества жидкостей и газов с помощью стандартных сужающих устройств. Часть 5 Методика выполнения измерений

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

ГОСТ 26.013–81 Единая система стандартов приборостроения. Средства измерения и автоматизации. Сигналы электрические с дискретным изменением параметров входные и выходные

ГОСТ 22261–94 Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия

ГОСТ 22667-82 Газы горючие природные. Расчетный метод определения теплоты сгорания, относительной плотности и числа Воббе

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

МИ 2667-2004 Расход и количество жидкостей и газов. МВИ с помощью осредняющих трубок "ANNUBAR DIAMOND II+" и "ANNUBAR 485"

ГОСТ 30319.0-96 Газ природный. Методы расчета физических свойств. Общие положения

ГОСТ 30319.1-96 Газ природный. Методы расчета физических свойств. Определение физических свойств природного газа, его компонентов и продуктов его переработки

ГОСТ 30319.2-96 Газ природный. Методы расчета физических свойств. Определение коэффициента сжимаемости

ГОСТ 30319.3-96 Газ природный. Методы расчета физических свойств. Определение физических свойств по уравнению состояния

ПР 50.2.019-2006 ГСИ. Методика выполнения измерений при помощи турбинных. Ротационных и вихревых счетчиков.

Правила учета газа

Правила поставки газа потребителям Российской Федерации

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

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Тип "Комплексы программно-технические «КРУГ-2000/Г»" 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 «Г»

тел (841-2)-55-64-95

факс (841-2)-55-64-96

<http://www.krug2000.ru>

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

Генеральный директор ООО НПФ



М.Б. Шехтман