

**ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ» (ФГБУ «ВНИИМС»)**

**СОГЛАСОВАНО**

Заместитель директора  
по производственной метрологии  
ФГБУ «ВНИИМС»

  
\_\_\_\_\_ А.Е. Коломин  
  
\_\_\_\_\_ 2024 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

**СИСТЕМА ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИ-СТ18**

Методика поверки

061.817.2024МП

г. Москва  
2024 г.

## Содержание

|                                                                                     | Лист |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1 Общие положения .....                                                             | 3    |
| 2 Перечень операций поверки .....                                                   | 5    |
| 3 Требования к условиям проведения поверки .....                                    | 7    |
| 4 Метрологические и технические требования к средствам поверки .....                | 8    |
| 5 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки .....         | 13   |
| 6 Внешний осмотр .....                                                              | 14   |
| 7 Подготовка к поверке и опробование .....                                          | 15   |
| 8 Проверка программного обеспечения .....                                           | 16   |
| 9 Определение метрологических характеристик .....                                   | 17   |
| 10. Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям ..... | 35   |
| 11 Оформление результатов поверки .....                                             | 37   |
| Приложение А .....                                                                  | 38   |
| Приложение Б .....                                                                  | 47   |



## 1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки (далее - методика) разработана в соответствии с приказом Минпромторга России от 28.08.2020 N 2907 и распространяется на систему измерительную СИ-СТ18 зав. № 001 (далее - система), изготовленную АО «ОДК-Климов», и устанавливает периодичность, объем и порядок ее первичной и периодических поверок.

1.2 Система подлежит первичной поверке до ввода в эксплуатацию или после ремонта и периодической в процессе эксплуатации.

1.3 Допускается проведение поверки отдельных измерительных каналов (далее - ИК) из состава системы в соответствии с заявлением владельца, с обязательным указанием в сведениях о результатах поверки в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений (далее - ФИФ ОЕИ) информации об объеме проведенной поверки.

1.4 Обеспечивается прослеживаемость ИК системы к Государственным первичным эталонам:

- единицы давления-паскаля ГЭТ 23-2010 и единицы давления в диапазоне 10 - 1600 МПа и эффективной площади поршневых пар грузопоршневых манометров в диапазоне 0,05-1 см<sup>2</sup> ГЭТ 43-2013, в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений избыточного давления до 4000 МПа, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 1339 от 29 июня 2018 года;

- единицы давления для области абсолютного давления в диапазоне  $1 \cdot 10^{-1}$  -  $1 \cdot 10^7$  Па ГЭТ 101-2011, в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений абсолютного давления, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2900 от 06.12.2019 г.;

- единицы температуры в диапазоне от 0 до 3200 °С ГЭТ 34-2020, в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений температуры, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 3253 от 23 декабря 2022 года;

- единицы температуры в диапазоне от минус 272,85 °С до 0,01 °С ГЭТ 35-2021, в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений температуры, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 3253 от 23 декабря 2022 года;

- единицы электрического сопротивления ГЭТ 14-2014, в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений электрического сопротивления постоянного и переменного тока, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 3456 от 30 декабря 2019 года;

- единицы электрического напряжения ГЭТ 13-2001, в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 1520 от 28 июля 2023 года;

- единицы времени, частоты и национальной шкалы времени ГЭТ 1-2022, в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений времени и частоты, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2360 от 26 сентября 2022 года;

- единицы силы постоянного электрического тока ГЭТ 4-91, в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений силы постоянного электрического тока в диапазоне от  $1 \cdot 10^{-16}$  до 100 А, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2091 от 1 октября 2018 года;

- единицы плоского угла ГЭТ 22-2014, в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений плоского угла, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2482 от 26 ноября 2018 года;

– единицы массы ГЭТ 3-2020, в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений массы, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 1622 от 04 июля 2022 года;

– единицы силы ГЭТ 32-2011, в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений силы, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2498 от 22 октября 2019 года.



**2 Перечень операций поверки**

2.1 При первичной и периодической поверке выполнить операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

| Наименование операции поверки                                                                                                                           | Обязательность выполнения операции поверки при |                       | Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                         | первичной поверке                              | периодической поверке |                                                                                                |
| Внешний осмотр                                                                                                                                          | Да                                             | Да                    | 6                                                                                              |
| Подготовка к поверке и опробование                                                                                                                      | Да                                             | Да                    | 7                                                                                              |
| Проверка программного обеспечения (ПО)                                                                                                                  | Да                                             | Да                    | 8                                                                                              |
| Определение метрологических характеристик ИК                                                                                                            |                                                |                       | 9                                                                                              |
| Определение метрологических характеристик ИК давления и силы постоянного тока, соответствующей значениям давления                                       | Да                                             | Да                    | 9.3                                                                                            |
| Определение метрологических характеристик ИК температуры (с термопреобразователями сопротивления)                                                       | Да                                             | Да                    | 9.4                                                                                            |
| Определение метрологических характеристик ИК термо-ЭДС, соответствующей значениям температуры, измеряемой термоэлектрическими преобразователями ХА и ХК | Да                                             | Да                    | 9.5                                                                                            |
| Определение метрологических характеристик ИК частоты переменного тока                                                                                   | Да                                             | Да                    | 9.6                                                                                            |
| Определение метрологических характеристик ИК виброскорости и напряжения постоянного тока, соответствующего значениям виброскорости                      | Да                                             | Да                    | 9.7                                                                                            |
| Определение метрологических характеристик ИК углового перемещения                                                                                       | Да                                             | Да                    | 9.8                                                                                            |
| Определение метрологических характеристик ИК массы масла                                                                                                | Да                                             | Да                    | 9.9                                                                                            |
| Определение метрологических характеристик ИК расхода (прокачки) масла                                                                                   | Да                                             | Да                    | 9.10                                                                                           |
| Определение метрологических характеристик ИК интервала времени                                                                                          | Да                                             | Да                    | 9.11                                                                                           |
| Определение метрологических характеристик ИК силы на рычаге гидротормоза, соответствующей значениям крутящего момента силы                              | Да                                             | Да                    | 9.12                                                                                           |
| Определение метрологических характеристик ИК напряжения постоянного тока.                                                                               | Да                                             | Да                    | 9.13                                                                                           |
| Определение метрологических характеристик ИК силы постоянного тока                                                                                      | Да                                             | Да                    | 9.14                                                                                           |
| Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям                                                                               | Да                                             | Да                    | 10                                                                                             |
| Оформление результатов поверки                                                                                                                          | Да                                             | Да                    | 11                                                                                             |

2.2 При несоответствии характеристик системы установленным требованиям по любому из пунктов таблицы 1 поверка прекращается и последующие операции не выполняются, за исключением оформления результатов по пункту 11.2 настоящей методики.

**3 Требования к условиям проведения поверки**

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающей среды, °C..... от +15 до +25;
- относительная влажность, % ..... от 30 до 80;
- атмосферное давление, кПа ..... от 84 до 106.



#### 4 Метрологические и технические требования к средствам поверки

4.1 При проведении поверки должны быть применены средства поверки, приведенные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки

| Операции поверки, требующие применение средств поверки                                                               | Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Перечень рекомендуемых средств поверки                                                                                                                                                                              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| п. 7.4 Контроль условий проведения поверки                                                                           | <p>Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от +15 °С до +25 °С с абсолютной погрешностью не более <math>\pm 1</math> °С.</p> <p>Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 30 % до 80 % с абсолютной погрешностью не более <math>\pm 2</math> %.</p> <p>Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 84 до 106 кПа с абсолютной погрешностью не более <math>\pm 0,5</math> кПа</p> | <p>Термогигрометры ИВА-6 модификаций ИВА-6Н-Д, рег. № 46434-11</p> <p>Термогигрометры ИВА-6 модификаций ИВА-6Н-Д, рег. № 46434-11</p> <p>Барометры рабочие сетевые БРС-1М модификаций БРС-1М-1, рег. № 16006-97</p> |
| п. 9.3.1 Определение метрологических характеристик ИК давления комплектным способом                                  | Средства воспроизведения давления 4-го разряда в диапазоне от -0,06 до +10 МПа, класс точности не хуже 0,05 (приказ Росстандарта от 20.10.2022 г. № 2653)                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Калибраторы давления портативные Метран 501-ПКД-Р, рег. № 22307-09                                                                                                                                                  |
| п. 9.3.2 Определение метрологических характеристик ИК давления поэлементным способом                                 | Средства воспроизведения силы постоянного тока 2-го разряда в диапазоне от 4 до 20 мА, класс точности не хуже 0,05 (приказ Росстандарта от 01.10.2018 г. № 2091)                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Калибраторы-измерители стандартных сигналов КИСС-03, рег. № 20641-00                                                                                                                                                |
| п. 9.3.3 Определение метрологических характеристик ИК давления с датчиками абсолютного давления комплектным способом | <p>Средства воспроизведения давления 4-го разряда в диапазоне от -0,06 до +10 МПа, класс точности не хуже 0,05 (приказ Росстандарта от 20.10.2022 г. № 2653)</p> <p>Средства измерений атмосферного давления 2-го разряда в диапазоне от 84 до 106 кПа с абсолютной погрешностью не более <math>\pm 0,5</math> кПа</p>                                                                                                                             | <p>Калибраторы давления портативные Метран 501-ПКД-Р, рег. № 22307-09</p> <p>Барометры рабочие сетевые БРС-1М модификаций БРС-1М-1, рег. № 16006-97</p>                                                             |



| Операции поверки,<br>требующие применение<br>средств поверки                                                                                                                        | Метрологические<br>и технические требования<br>к средствам поверки,<br>необходимые для проведения<br>поверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Перечень рекомендуемых<br>средств поверки                                                                                                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| п. 9.3.4 Определение<br>метрологических<br>характеристик<br>ИК силы постоянного тока,<br>соответствующей значениям<br>давления                                                      | Средства воспроизведения<br>силы постоянного тока 2-го<br>разряда в диапазоне от 4 до 20<br>мА, класс точности не хуже<br>0,05 (приказ Росстандарта от<br>01.10.2018 г. № 2091)                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Калибраторы-измерители<br>стандартных сигналов<br>КИСС-03, рег. № 20641-00                                                                              |
| п. 9.4.1 Определение<br>метрологических<br>характеристик<br>ИК температуры (с<br>термопреобразователями<br>сопротивления) комплектным<br>способом                                   | Средства воспроизведения<br>температуры 3-го разряда в<br>диапазоне от минус 30 °С до<br>плюс 300 °С с абсолютной<br>погрешностью $\pm(0,1-0,3)$ °С<br>(приказ Росстандарта от<br>23.12.2022 г. № 3253)                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Калибраторы температуры<br>JOFRA серии RTC-R<br>моделей RTC-156B и RTC-<br>700B, рег. № 46576-11                                                        |
| п. 9.4.2 Определение<br>метрологических<br>характеристик<br>ИК температуры (с<br>термопреобразователями<br>сопротивления)<br>поэлементным способом                                  | Средства воспроизведения<br>сопротивления постоянному<br>току 4-го разряда в диапазоне<br>от 1 до 200 Ом, класс<br>точности не хуже 0,02,<br>дискретность установки<br>значений сопротивления не<br>более 0,01 Ом (приказ<br>Росстандарта от 30.12.2019 г.<br>№ 3456)                                                                                                                                                                                                                        | Магазины сопротивлений<br>P4831, рег. № 6332-77                                                                                                         |
| п. 9.4.3 Определение<br>метрологических<br>характеристик ИК<br>температуры (с<br>термопреобразователями<br>сопротивления) с<br>приемниками температуры<br>П-77 вар. 2, П-109, П-125 | Средства воспроизведения<br>температуры 3-го разряда в<br>диапазоне от минус 30 °С<br>до плюс 300 °С с абсолютной<br>погрешностью не более<br>$\pm(0,1-0,3)$ °С (приказ<br>Росстандарта от 23.12.2022 г.<br>№ 3253)<br>Средства воспроизведения<br>сопротивления постоянному<br>току 4-го разряда в диапазоне<br>от 1 до 200 Ом, класс<br>точности не хуже 0,02,<br>дискретность установки<br>значений сопротивления не<br>более 0,01 Ом (приказ<br>Росстандарта от 30.12.2019 г.<br>№ 3456) | Калибраторы температуры<br>JOFRA серии RTC-R<br>моделей RTC-156B и<br>RTC-700B, рег. № 46576-11.<br><br>Магазины сопротивлений<br>P4831, рег. № 6332-77 |

| Операции поверки,<br>требующие применение<br>средств поверки                                                                                                   | Метрологические<br>и технические требования<br>к средствам поверки,<br>необходимые для проведения<br>поверки                                                                                                                                                                                                                       | Перечень рекомендуемых<br>средств поверки                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| п. 9.5 Определение метрологических характеристик ИК термо-ЭДС, соответствующей значениям температуры, измеряемой термоэлектрическими преобразователями ХА и ХК | Средства воспроизведения термо-ЭДС 3-го разряда, соответствующей значениям температуры, измеряемой термоэлектрическими преобразователями ХА, ХК, с абсолютной погрешностью не более $\pm 0,66^{\circ}\text{C}$ , обеспечивающие компенсацию ЭДС «холодных» спаев в месте подключения (приказ Росстандарта от 28.07.2023 г. № 1520) | Калибраторы-измерители стандартных сигналов КИСС-03, рег. № 20641-00                                         |
| п. 9.6 Определение метрологических характеристик ИК частоты переменного тока                                                                                   | Средства воспроизведения частоты переменного тока 5 разряда в диапазоне от 20 до 5000 Гц, класс точности не хуже 0,03, сигнал синусоидальной формы с амплитудой от 20 мВ до 2 В (приказ Росстандарта от 26.09.2022 г. № 2360)                                                                                                      | Генераторы сигналов произвольной формы 33210А, рег. № 62209-15                                               |
| п. 9.7.1 Определение метрологических характеристик ИК виброскорости                                                                                            | Средства воспроизведения напряжения постоянного тока 3-го разряда в диапазоне от 0 до 5 В, класс точности не хуже 0,05 (приказ Росстандарта от 01.10.2018 г. № 2091)                                                                                                                                                               | Калибраторы-измерители стандартных сигналов КИСС-03, рег. № 20641-00                                         |
| п. 9.7.2 Определение метрологических характеристик ИК напряжения постоянного тока, соответствующего значениям виброскорости                                    | Средства воспроизведения напряжения постоянного тока 3-го разряда в диапазоне от 0 до 5 В, класс точности не хуже 0,05 (приказ Росстандарта от 01.10.2018 г. № 2091)                                                                                                                                                               | Калибраторы-измерители стандартных сигналов КИСС-03, рег. № 20641-00                                         |
| п. 9.8 Определение метрологических характеристик ИК углового перемещения                                                                                       | Средства измерений угловых перемещений 4-го разряда в диапазоне от $0^{\circ}$ до $360^{\circ}$ с абсолютной погрешностью не более $\pm 0,15^{\circ}$ (приказ Росстандарта от 26.11.2018 г. № 2482)                                                                                                                                | Преобразователи угловых перемещений ЛИР-1170К с устройствами цифровой индикации ЛИР-510А-00, рег. № 64111-16 |



| Операции поверки,<br>требующие применение<br>средств поверки                                                                                      | Метрологические<br>и технические требования<br>к средствам поверки,<br>необходимые для проведения<br>поверки                                                                                                                                             | Перечень рекомендуемых<br>средств поверки                                                                             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| п. 9.9 Определение<br>метрологических<br>характеристик<br>ИК массы масла                                                                          | Средства воспроизведения<br>массы 4-го разряда с<br>номинальным значением 10 кг<br>и абсолютной погрешностью<br>не более $\pm 1$ г (приказ<br>Росстандарта от 04.07.2022 г.<br>№ 1622)                                                                   | Гири специальные массой<br>10 кг, рег. № 48177-11                                                                     |
| п. 9.10 Определение<br>метрологических<br>характеристик<br>ИК расхода (прокачки) масла                                                            | Средства воспроизведения<br>частоты переменного тока<br>5-го разряда в диапазоне от 20<br>до 5000 Гц, класс точности не<br>хуже 0,03, сигнал<br>синусоидальной формы с<br>амплитудой от 20 мВ до 2 В<br>(приказ Росстандарта от<br>26.09.2022 г. № 2360) | Генераторы сигналов<br>произвольной формы<br>33210А, рег. № 62209-15                                                  |
| п. 9.11 Определение<br>метрологических<br>характеристик<br>ИК интервала времени                                                                   | Средства воспроизведения<br>интервала времени 5-го<br>разряда в диапазоне от 1 до<br>100 с с абсолютной<br>погрешностью не более<br>$\pm 0,01$ с (приказ Росстандарта<br>от 26.09.2022 г. № 2360)                                                        | Генераторы сигналов<br>произвольной формы<br>33210А, рег. № 62209-15                                                  |
| п. 9.12 Определение<br>метрологических<br>характеристик ИК силы на<br>рычаге гидротормоза,<br>соответствующей значениям<br>крутящего момента силы | Средства воспроизведения<br>массы 4-го разряда с<br>номинальным значением 10 кг<br>и абсолютной погрешностью<br>не более $\pm 1$ г (приказ<br>Росстандарта от 04.07.2022 г.<br>№ 1622)                                                                   | Гири специальные массой<br>10 кг, рег. № 48177-11                                                                     |
| п. 9.13 Определение<br>метрологических<br>характеристик<br>ИК напряжения постоянного<br>тока                                                      | Средства воспроизведения<br>напряжения постоянного тока<br>3-го разряда в диапазоне от 0<br>до 30 В<br>Средства измерений<br>напряжения постоянного тока<br>в диапазоне от 0 до 30 В,<br>класс точности не хуже 0,05                                     | Источник питания<br>постоянного тока Б5-71КИП<br>(вспомогательное)<br>Мультиметры цифровые<br>34401А, рег. № 54848-13 |
| п. 9.14 Определение<br>метрологических<br>характеристик<br>ИК силы постоянного тока                                                               | Средства воспроизведения<br>напряжения постоянного тока<br>3-го разряда в диапазоне от 0<br>до 75 мВ, класс точности не<br>хуже 0,05 (приказ<br>Росстандарта от 28.07.2023 г.<br>№ 1520)                                                                 | Калибраторы-измерители<br>стандартных сигналов<br>КИСС-03, рег. № 20641-00                                            |



4.2 Используемые при проведении поверки эталоны должны быть аттестованы, а средства измерений, используемые в качестве эталонов единиц величин, поверены в соответствии с требованиями Приказа Минпромторга № 2510 от 31.07.2020 г., сведения об аттестации (поверке) должны быть внесены в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

4.3 Допускается применение других средств поверки обеспечивающих необходимую точность измерений в соответствии с данной методикой.

**5 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки**

5.1 При проведении поверки необходимо соблюдать требования безопасности, установленные «Правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок», «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей», эксплуатационной документацией на систему, эксплуатационной документацией на средства поверки, действующими инструкциями по технике безопасности для конкретного рабочего места.



**6 Внешний осмотр**

6.1 При внешнем осмотре проверить:

- соответствие системы комплекту поставки, включая эксплуатационные документы (руководство по эксплуатации и формуляр);
- отсутствие механических повреждений;
- наличие на лицевой стороне приборного шкафа № 1 таблички с наименованием и заводским номером системы;
- соответствие заводского номера системы номеру, указанному в формуляре на систему.

6.2 Результаты внешнего осмотра считать положительными, если выполняются все вышеперечисленные требования. При несоблюдении любого из вышеперечисленных требований система бракуется и к дальнейшей поверке не допускается.

## **7 Подготовка к поверке и опробование**

7.1 При подготовке к поверке проверить наличие актуальных сведений о положительных результатах поверки в ФИФ ОЕИ:

- используемых средств поверки;
- первичных измерительных преобразователей из состава системы, поверяемых поэлементно.

7.2 Подготовить средства поверки к работе в соответствии с технической документацией на используемые средства поверки.

7.3 Обеспечить оперативную связь между оператором у монитора компьютера и оператором, задающим контрольные значения эталонных сигналов на входах ИК системы.

7.4 Создать, проконтролировать и записать в протокол поверки (см. приложение Б) условия проведения поверки, приведенные выше в разделе 3.

7.5 Определение метрологических характеристик выполнять поочередно для всех ИК системы (в произвольном порядке следования ИК).

7.6 После проведения поверки вернуть систему в штатное состояние (восстановить отключенные для проведения поверки цепи).

7.7 Для проведения опробования подать питание на АСУТП-И, система включится автоматически.

С использованием АСУТП-И проверить:

- наличие положительных результатов диагностики аппаратных средств системы;
- наличие и соответствие результатов измерений по всем ИК системы текущему состоянию испытываемого изделия, испытательного стенда.

Результаты опробования считать положительными при выполнении всех вышеперечисленных требований, в противном случае система бракуется и направляется в ремонт.

Допускается проводить опробование непосредственно в ходе проведения проверок по разделу 9 настоящей методики.

Перед последующими операциями определения метрологических характеристик прогреть систему в течение 0,5 ч.

## 8 Проверка программного обеспечения

8.1 Проверка ПО системы осуществляется путем проверки идентификационных данных (признаков) программных компонентов ПО системы, отнесенных к метрологически значимым.

8.2 Подать питание на АСУТП-И, система включится автоматически.

8.3 Запустить на компьютере программу метрологической поверки в соответствии с руководством оператора.

8.4 На экран компьютера будет выведено окно программы с идентификационной информацией ПО в его верхней части.

8.5 Сравнить выведенную на экран компьютера идентификационную информацию (наименование программы, номер версии) с рисунком 1 или, для последующих версий ПО, с записью в разделе «Основные технические данные» формуляра системы 107.18.0832-2024ФО.

8.6 Результаты проверки считать положительными, если наименование программы полностью соответствует наименованию на рисунке 1, а версия ПО указанная в разделе «Основные технические данные» формуляра СИ-СТ18 соответствует версии определенной в результате проверки, в противном случае система бракуется и направляется в ремонт.

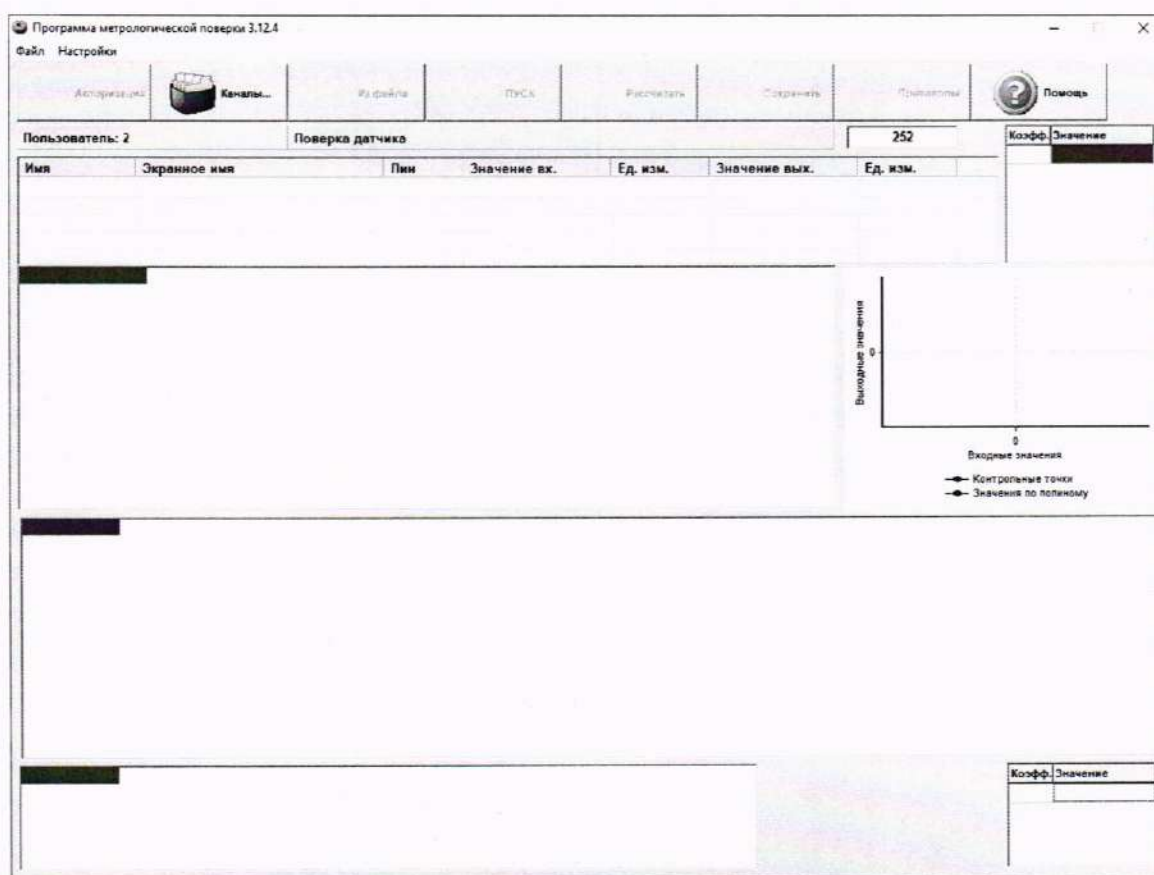


Рисунок 1 - Окно с идентификационной информацией ПО



## 9 Определение метрологических характеристик

### 9.1 Загрузка компьютерной программы

9.1.1 Запустить программную утилиту «Конфигуратор» двойным щелчком левой кнопки мыши на пиктограмме «Конфигуратор» на рабочем столе АРМ1 и установить с помощью нее в файле конфигурации АСУТП-И klimov.xml конфигурацию для соответствующего типа двигателя.

9.1.2 Запустить программную утилиту «Метрология» двойным щелчком левой кнопки мыши на пиктограмме «Метрология» на рабочем столе АРМ1.

9.1.3 Указать файл конфигурации. Для этого в главном окне программы выбрать команду меню «Файл/Конфигурация». В открывшемся диалоговом окне выбрать необходимый файл конфигурации, который был создан в Конфигураторе. Закрыть окно нажатием кнопки «Применить».

В открывшемся окне «Метрология» выбрать соответствующий ИК, тип операции и тип объекта.

Программа готова к проведению опробования и поверки.

Информация на всех этапах поверки отображается на дисплее.

### 9.2 Установление способов и параметров поверки

9.2.1 Установлены два способа поверки ИК СИ-СТ18: комплектный и поэлементный.

9.2.2 Определение метрологических характеристик ИК проводится в следующей последовательности.

Установить с помощью средств поверки последовательно не менее 5 контрольных точек (ступеней) входной величины в диапазоне поверки при прямом и обратном ходе. Для ИК силы на рычаге гидротормоза, соответствующей значениям крутящего момента силы - не менее 10 контрольных точек. Указанные циклы измерений (прямой и обратный ходы) для ИК силы на рычаге гидротормоза, соответствующей значениям крутящего момента силы, повторить не менее 3-х раз.

В результате в памяти компьютера запоминаются массивы значений выходной величины при прямом и обратном ходе. Для ИК с пренебрежимо малой погрешностью вариации допускается обратные ходы для определения метрологических характеристик не проводить.

9.3 Определение метрологических характеристик ИК давления и силы постоянного тока, соответствующей значениям давления

Определение метрологических характеристик ИК давления выполнять комплектным или поэлементным способом.

9.3.1 Определение метрологических характеристик ИК давления комплектным способом

1) Собрать схему, приведенную на рисунке 2 для комплектного способа. Калибратор давления подключить к штуцеру датчика давления выбранного ИК, предварительно отключив датчик от магистрали давления.

2) Провести определение метрологических характеристик ИК давления в соответствии с методикой раздела 9.2.2. Описание алгоритма получения результата измерений и формулы вычисления погрешности измерений приведены в разделе 10.

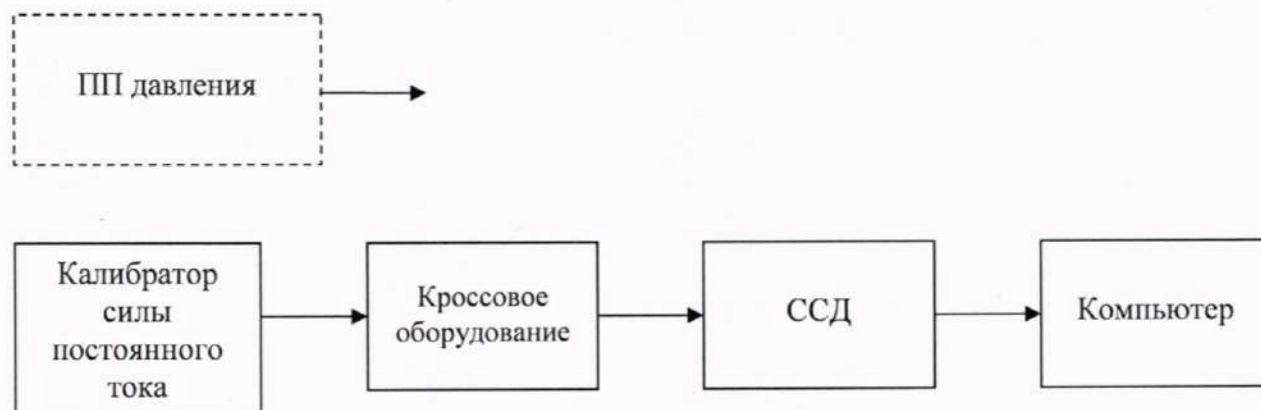
3) Повторить действия по пунктам 1), 2) для всех ИК давления, поверяемых комплектным способом.

4) Результаты поверки ИК давления считать положительными, если максимальное значение погрешности измерений для всех ИК находится в допускаемых пределах,

приведенных в таблице А.1 приложения А. В противном случае система бракуется и направляется в ремонт.



а) Схема определения метрологических характеристик комплектным способом



б) Схема определения метрологических характеристик поэлементным способом

ПП - первичный измерительный преобразователь

Рисунок 2 - Схемы определения метрологических характеристик ИК давления



9.3.2 Определение метрологических характеристик ИК давления поэлементным способом включает:

- проверку наличия действующей поверки на входящие в состав ИК первичные измерительные преобразователи давления;
- определение приведенной погрешности измерений силы постоянного тока, соответствующей значениям давления;
- расчет суммарных значений приведенной погрешности измерений.

1) Собрать схему, приведенную выше на рисунке 2 для поэлементного способа. Калибратор силы постоянного тока с использованием технологического кабеля подключить к соединителю кабеля выбранного ИК, предварительно отключив кабель от датчика.

2) Провести определение метрологических характеристик ИК силы постоянного тока, соответствующей значениям давления в соответствии с методикой раздела 9.2.2. Описание алгоритма получения результата измерений и формулы вычисления погрешности измерений приведены в разделе 10.

3) За погрешность прошедшего поверку датчика считать модуль пределов допускаемой основной приведенной погрешности датчика в соответствии с его описанием типа. Рассчитать в соответствии с разделом 10 погрешность датчика, приведенную к нормирующему значению ИК.

4) Рассчитать значение суммарной погрешности измерений ИК в соответствии с разделом 10.

5) Повторить действия по пунктам 1) ... 4) для всех ИК давления, поверяемых поэлементным способом.

6) Результаты определения считать положительными, если максимальное значение приведенной к нормирующему значению ИК, погрешности измерений давления в рабочем диапазоне измерений для всех ИК находится в допускаемых пределах, приведенных в таблице А.1 приложения А, в противном случае система бракуется и направляется в ремонт.

9.3.3 Определение метрологических характеристик ИК давления с датчиками абсолютного давления комплектным способом

1) Собрать схему, приведенную на рисунке 3 для комплектного способа. Калибратор давления подключить к штуцеру датчика давления выбранного ИК, предварительно отключив датчик от магистрали давления.

2) Определить действительное значение атмосферного давления с использованием барометра.

3) Провести определение метрологических характеристик ИК давления в соответствии с методикой раздела 9.2.2. Последовательно, для всех поверяемых точек, установить на калибраторе давления требуемые значения давления. Избыточное давление должно задаваться с учетом атмосферного (барометрического) давления, в соответствии с формулой:

$$P_{\text{и}} = P_{\text{а}} - P_{\text{б}} \quad (1)$$

где  $P_{\text{и}}$  - значение избыточного давления;

$P_{\text{а}}$  - значение абсолютного давления;

$P_{\text{б}}$  - значение атмосферного (барометрического) давления.

Описание алгоритма получения результата измерений и формулы вычисления погрешности измерений приведены в разделе 10.

4) Результаты поверки ИК давления считать положительными, если максимальное значение погрешности измерений ИК находится в допускаемых пределах, приведенных в таблице А.1 приложения А. В противном случае система бракуется и направляется в ремонт.





Рисунок 3 - Схема определения метрологических характеристик ИК давления с датчиками абсолютного давления комплектным способом

9.3.4 Определение метрологических характеристик ИК силы постоянного тока, соответствующей значениям давления включает в себя:

1) Собрать схему, приведенную на рисунке 4. Калибратор силы постоянного тока с использованием технологического кабеля подключить к входу выбранного ИК.

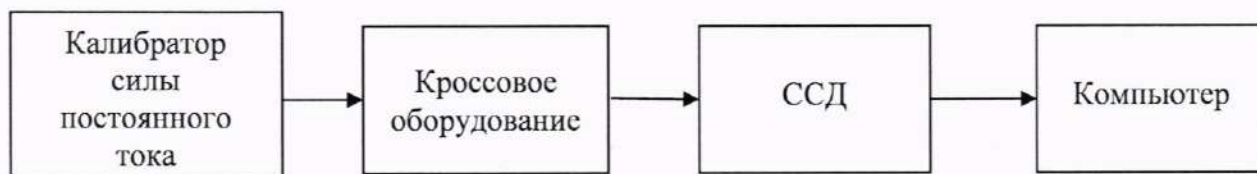


Рисунок 4 - Схема определения метрологических характеристик ИК силы постоянного тока, соответствующей значениям давления

2) Провести определение метрологических характеристик ИК силы постоянного тока, соответствующей значениям давления в соответствии с методикой раздела 9.2.2. Описание алгоритма получения результата измерений и формулы вычисления погрешности измерений приведены в разделе 10.

3) Повторить действия по пунктам 1), 2) для всех ИК силы постоянного тока, соответствующей значениям давления.

4) Результаты определения считать положительными, если максимальное значение приведенной к нормирующему значению ИК погрешности измерений силы постоянного тока, соответствующей значениям давления, в рабочем диапазоне измерений для всех ИК находится в допустимых пределах, приведенных в таблице А.1 приложения А, в противном случае система бракуется и направляется в ремонт.

#### 9.4 Определение метрологических характеристик ИК температуры (с термопреобразователями сопротивления)

Определение метрологических характеристик ИК температуры (с термопреобразователями сопротивления) выполнять комплектным или поэлементным способом. Определение метрологических характеристик ИК температуры (с термопреобразователями сопротивления) с приемниками температуры П-77 вар. 2, П-109, П-125 выполнять комплектным способом или по методике пункта 9.4.3.

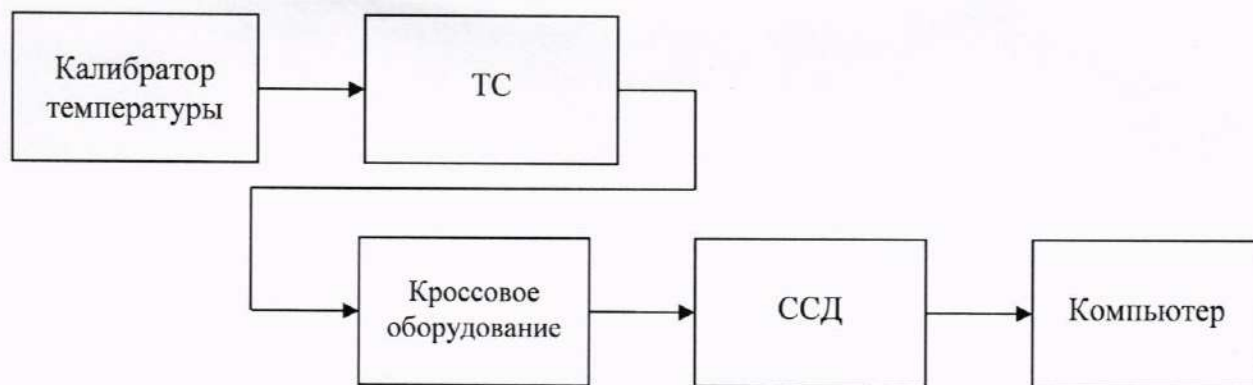
##### 9.4.1 Определение метрологических характеристик ИК температуры (с термопреобразователями сопротивления) комплектным способом

1) Собрать схему, приведенную на рисунке 5 для комплектного способа. Датчик температуры выбранного ИК поместить в калибратор температуры, предварительно демонтировав датчик со штатного места стенда.

2) Провести определение метрологических характеристик ИК температуры (с термопреобразователями сопротивления) в соответствии с методикой раздела 9.2.2. Описание алгоритма получения результата измерений и формулы вычисления погрешности измерений приведены в разделе 10.

3) Повторить действия по пунктам 1), 2) для всех ИК температуры (с термопреобразователями сопротивления), проверяемых комплектным способом.

4) Результаты определения считать положительными, если максимальное значение погрешности измерений температуры в рабочем диапазоне измерений для всех ИК находится в допускаемых пределах, приведенных в таблице А.1 приложения А, в противном случае система бракуется и направляется в ремонт.



а) Схема определения метрологических характеристик комплектным способом



б) Схема определения метрологических характеристик поэлементным способом

ТС - термпреобразователь сопротивления

Рисунок 5 - Схема определения метрологических характеристик ИК температуры (с термпреобразователями сопротивления)



9.4.2 Определение метрологических характеристик ИК температуры (с термопреобразователями сопротивления) поэлементным способом включает:

- проверку наличия действующей поверки термопреобразователей сопротивления;
- определение абсолютной погрешности измерений сопротивления постоянному току, соответствующего значениям температуры;
- расчет суммарных значений погрешности измерений температуры (с термопреобразователями сопротивления).

1) Собрать схему, приведенную выше на рисунке 5, для поэлементного способа. Магазин сопротивлений с использованием технологического кабеля подключить к соединителю кабеля выбранного ИК, предварительно отключив кабель от датчика температуры.

2) Провести определение метрологических характеристик ИК сопротивления постоянному току, соответствующего значениям температуры, в соответствии с методикой раздела 9.2.2. Значения эталонного сопротивления в контрольных точках термопреобразователя сопротивления берутся согласно ГОСТ 8.6651-2009. Описание алгоритма получения результата измерений и формулы вычисления погрешности измерений приведены в разделе 10.

3) За погрешность прошедшего поверку термопреобразователя сопротивления считать модуль пределов допускаемой основной абсолютной погрешности датчика в соответствии с его описанием типа.

4) Рассчитать значение суммарной погрешности измерений ИК в соответствии с разделом 10.

5) Повторить действия по пунктам 1) ... 4) для всех ИК температуры (с термопреобразователями сопротивления), поверяемых поэлементным способом.

6) Результаты определения считать положительными, если максимальное значение погрешности измерений температуры в рабочем диапазоне измерений для всех ИК находится в допускаемых пределах, приведенных в таблице А.1 приложения А, в противном случае система бракуется и направляется в ремонт.

9.4.3 Определение метрологических характеристик ИК температуры (с термопреобразователями сопротивления) с приемниками температуры П-77 вар. 2, П-109, П-125

Определение метрологических характеристик ИК температуры (с термопреобразователями сопротивления) с приемниками температуры П-77 вар. 2, П-109, П-125 включает:

- автономное определение действительных значений абсолютной погрешности измерений температуры приемниками температуры П-77 вар. 2, П-109, П-125 в диапазоне измерений ИК, в состав которых они входят, с использованием калибраторов температуры по методике ГОСТ 8.461-2009 «ГСИ. Термопреобразователи сопротивления из платины, меди и никеля. Методика поверки»;

- определение абсолютной погрешности измерений сопротивления постоянному току, соответствующего значениям температуры;

- расчет суммарных значений погрешности измерений температуры (с термопреобразователями сопротивления) с приемниками температуры П-77 вар. 2, П-109, П-125.

1) Собрать схему, приведенную выше на рисунке 5, для поэлементного способа. Магазин сопротивлений с использованием технологического кабеля подключить к соединителю кабеля выбранного ИК, предварительно отключив кабель от датчика температуры.

2) Провести определение метрологических характеристик ИК сопротивления постоянному току, соответствующего значениям температуры, в соответствии с методикой раздела 9.2.2. Значения эталонного сопротивления в контрольных точках термопреобразователя сопротивления берутся согласно ГОСТ 8.6651-2009. Описание алгоритма получения результата измерений и формулы вычисления погрешности измерений приведены в разделе 10.

3) За погрешность приемников температуры П-77 вар. 2, П-109, П-125 (для которых полученные значения абсолютных погрешностей находятся в допустимых пределах абсолютной погрешности в соответствии с их этикеткой) считать модуль пределов допускаемой основной абсолютной погрешности датчика в соответствии с его этикеткой:

- 1,30 °С для ИК с диапазоном измерений от 0 °С до плюс 200 °С (для П-125);
- 0,75 °С для ИК с диапазоном измерений от минус 30 °С до плюс 50 °С (для П-109);
- 1,20 °С для ИК с диапазоном измерений от 0 °С до плюс 200 °С (для П-77 вар. 2);
- 0,615 °С для ИК с диапазоном измерений от минус 30 °С до плюс 70 °С (для П-77 вар. 2);

- 1,65 °С для ИК с диапазоном измерений от 50 °С до 300 °С (для П-77 вар. 2);

- 1,80 °С для ИК с диапазоном измерений от 50 °С до 300 °С (для П-125);

4) Рассчитать значение суммарной погрешности измерений ИК в соответствии с разделом 10.

5) Повторить действия по пунктам 1) ... 4) для всех ИК температуры (с термопреобразователями сопротивления) с приемниками температуры П-77 вар. 2, П-109, П-125.

6) Результаты определения считать положительными, если максимальное значение погрешности измерений температуры в рабочем диапазоне измерений для всех ИК находится в допустимых пределах, приведенных в таблице А.1 приложения А, в противном случае система бракуется и направляется в ремонт.



### 9.5 Определение метрологических характеристик ИК термо-ЭДС, соответствующей значениям температуры, измеряемой термоэлектрическими преобразователями ХА и ХК

1) Собрать схему, приведенную на рисунке 6. Использовать калибратор напряжения постоянного тока, обеспечивающий компенсацию ЭДС «холодных» спаев в месте подключения. Калибратор напряжения постоянного тока с использованием технологического кабеля подключить к входу выбранного ИК.



ТП - термоэлектрический преобразователь

Рисунок 6 - Схема определения метрологических характеристик ИК термо-ЭДС, соответствующей значениям температуры, измеряемой термоэлектрическими преобразователями ХА и ХК

2) Провести определение метрологических характеристик ИК термо-ЭДС, соответствующей значениям температуры, измеряемой термоэлектрическими преобразователями ХА и ХК в соответствии с методикой раздела 9.2.2. Последовательно для всех поверяемых точек, установить на калибраторе требуемые значения температуры. Калибратор воспроизводит значения термо-ЭДС, соответствующие значениям заданной температуры с учетом компенсации ЭДС «холодных» спаев в месте подключения с учетом вида термоэлектрического преобразователя. Описание алгоритма получения результата измерений и формулы вычисления погрешности измерений приведены в разделе 10.

3) Повторить действия по пунктам 1), 2) для всех ИК термо-ЭДС, соответствующей значениям температуры, измеряемой термоэлектрическими преобразователями ХА и ХК.

4) Результаты определения считать положительными, если максимальное значение абсолютной погрешности измерений термо-ЭДС, соответствующего значениям температуры, выраженной в единицах индицируемой температуры, в рабочем диапазоне измерений для всех ИК находится в допустимых пределах, приведенных в таблице А.1 приложения А, в противном случае система бракуется и направляется в ремонт.



### 9.6 Определение метрологических характеристик ИК частоты переменного тока

1) Собрать схему, приведенную на рисунке 7. Генератор сигналов синусоидальной формы с использованием технологического кабеля подключить к соединителю кабеля соответствующего ИК, предварительно отключив кабель от датчика. Установить на выходе генератора необходимую амплитуду выходного сигнала. Использовать амплитуду выходного сигнала, измеренную при штатной работе системы, или минимальную амплитуду сигнала, при которой наблюдаются устойчивые адекватные результаты измерений ИК, увеличенную на 20 %.

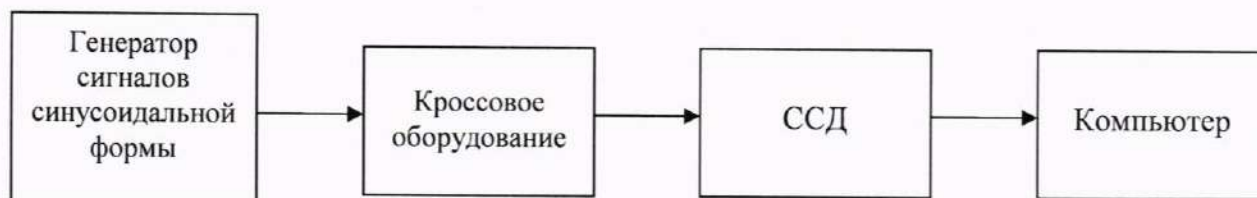


Рисунок 7 - Схема определения метрологических характеристик ИК частоты переменного тока

2) Провести определение метрологических характеристик ИК частоты переменного тока в соответствии с методикой раздела 9.2.2. Описание алгоритма получения результата измерений и формулы вычисления погрешности измерений приведены в разделе 10.

3) Повторить действия по пунктам 1), 2) для всех ИК частоты переменного тока;

4) Результаты определения считать положительными, если максимальное значение относительной погрешности измерений частоты переменного тока в рабочем диапазоне измерений для всех ИК находится в допускаемых пределах, приведенных в таблице А.1 приложения А, в противном случае система бракуется и направляется в ремонт.

### 9.7 Определение метрологических характеристик ИК виброскорости и напряжения постоянного тока, соответствующего значениям виброскорости

9.7.1 Определение метрологических характеристик ИК виброскорости выполняется поэлементным способом и включает:

– проверку наличия действующей поверки аппаратуры измерений роторных вибраций (АИРВ) ИВ-Д-СФ-3М (вместо аппаратуры измерения роторных вибраций ИВ-Д-СФ-3М (рег. № 44044-10) допускается использование блока электронного БЭ-40-4М (рег. № 82483-21) и вибропреобразователей МВ-43 (рег. № 16985-08));

– определение приведенной погрешности измерений напряжения постоянного тока, соответствующего значениям виброскорости;

– расчет суммарных значений погрешности измерений виброскорости.

1) Собрать схему, приведенную на рисунке 8. Калибратор силы постоянного тока с использованием технологического кабеля подключить к соединителю кабеля выбранного ИК, предварительно отключив кабель от АИРВ;

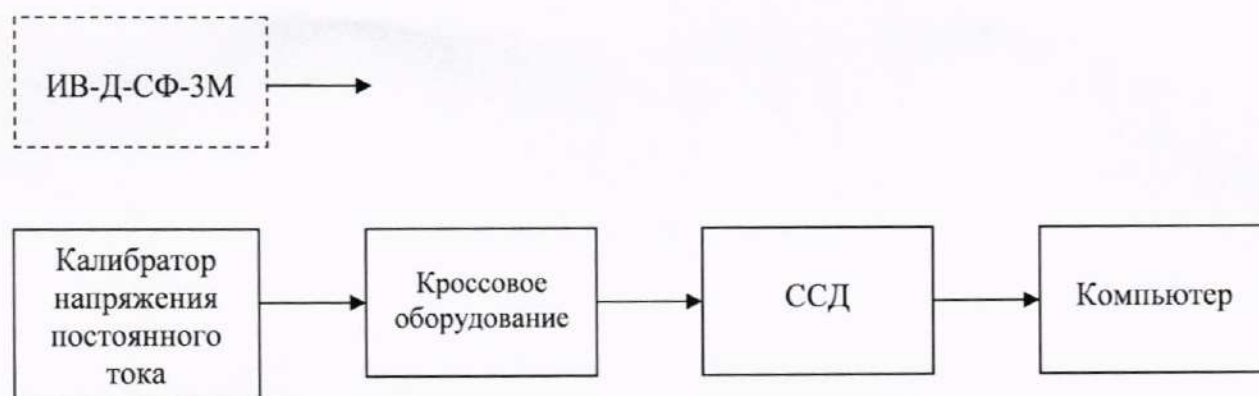


Рисунок 8 - Схема определения метрологических характеристик ИК виброскорости

2) Провести определение метрологических характеристик ИК напряжения постоянного тока, соответствующего значениям виброскорости в соответствии с методикой раздела 9.2.2. Описание алгоритма получения результата измерений и формулы вычисления погрешности измерений приведены в разделе 10;

3) За погрешность прошедшей поверку АИРВ считать модуль пределов допускаемой приведенной погрешности АИРВ, рассчитанной в соответствии с разделом 10.

4) Рассчитать значение суммарной погрешности измерений ИК в соответствии с разделом 10;

5) Повторить действия по пунктам 1) ... 4) для всех ИК виброскорости.

6) Результаты определения считать положительными, если максимальное значение, приведенной к ВП, погрешности измерений виброскорости в рабочем диапазоне измерений для всех ИК находится в допускаемых пределах, приведенных в таблице А.1 приложения А, в противном случае система бракуется и направляется в ремонт.

#### 9.7.2 Определение метрологических характеристик ИК напряжения постоянного тока, соответствующего значениям виброскорости

1) Собрать схему, приведенную на рисунке 9. Источник питания постоянного тока с вольтметром постоянного тока с использованием технологического кабеля подключить к цепям соответствующего ИК, предварительно отключив цепи от источника штатно измеряемого напряжения.

2) Провести определение метрологических характеристик ИК напряжения постоянного тока, соответствующего значениям виброскорости, в соответствии с методикой раздела 9.2.2. Последовательно, для всех поверяемых точек, установить калибраторе напряжения постоянного тока требуемые значения напряжения постоянного тока. Описание алгоритма получения результата измерений и формулы вычисления погрешности измерений приведены в разделе 10.

3) Повторить действия по пунктам 1), 2) для всех ИК напряжения постоянного тока, соответствующего значениям виброскорости.

4) Результаты определения считать положительными, если максимальное значение приведенной к нормирующему значению ИК погрешности измерений напряжения постоянного тока, соответствующего значениям виброскорости, в рабочем диапазоне измерений для всех ИК находится в допускаемых пределах, приведенных в таблице А.1 приложения А, в противном случае система бракуется и направляется в ремонт.





Рисунок 9 - Схема определения метрологических характеристик ИК напряжения постоянного тока, соответствующего значениям виброскорости

#### 9.8 Определение метрологических характеристик ИК углового перемещения

1) Собрать схему, приведенную на рисунке 10. Исполнительный механизм выбранного ИК отключить от штатной нагрузки и демонтировать со штатного места стенда. Подключить преобразователь угловых перемещений ЛИР-1170К с устройством цифровой индикации ЛИР-510А-00 к выходу исполнительного механизма. Установить исполнительный механизм в нулевое положение (вручную, или с помощью рукоятки управления двигателем, или пульта управления), и принять данное положение за нулевое значение ЛИР-1170К.

2) Провести определение метрологических характеристик ИК углового перемещения в соответствии с методикой раздела 9.2.2. Последовательно для всех поверяемых точек установить на выходе исполнительного механизма требуемые значения углового перемещения (вручную, или с помощью рукоятки управления двигателем, или пульта управления), контролируя их по ЛИР-510А-00. Описание алгоритма получения результата измерений и формулы вычисления погрешности измерений приведены в разделе 10.

3) Повторить действия по пунктам 1), 2) для всех ИК углового перемещения.



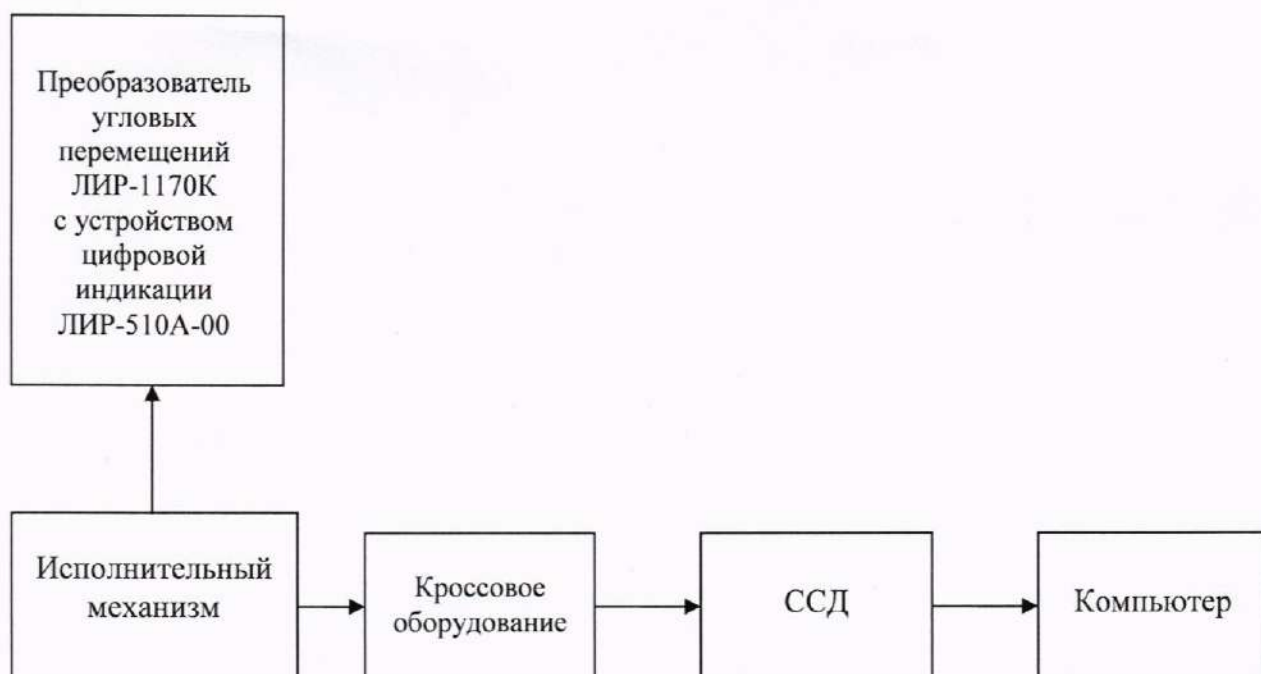


Рисунок 10 - Схема определения метрологических характеристик ИК углового перемещения

4) Результаты определения считать положительными, если максимальное значение абсолютной погрешности измерений углового перемещения в рабочем диапазоне измерений для ИК находится в допустимых пределах, приведенных в таблице А.1 приложения А, в противном случае система бракуется и направляется в ремонт.

#### 9.9 Определение метрологических характеристик ИК массы масла

1) Собрать схему, приведенную на рисунке 11.

2) Провести определение метрологических характеристик ИК массы масла в соответствии с методикой раздела 9.2.2. Последовательно, для всех поверяемых точек, с использованием гирь задать на входе ИК требуемые значения массы. Описание алгоритма получения результата измерений и формулы вычисления погрешности измерений приведены в разделе 10.

3) Результаты поверки считать положительными, если максимальное значение, приведенной к нормирующему значению ИК, погрешности измерений массы в рабочем диапазоне измерений находится в допустимых пределах, приведенных в таблице А.1 приложения А, в противном случае система бракуется и направляется в ремонт.

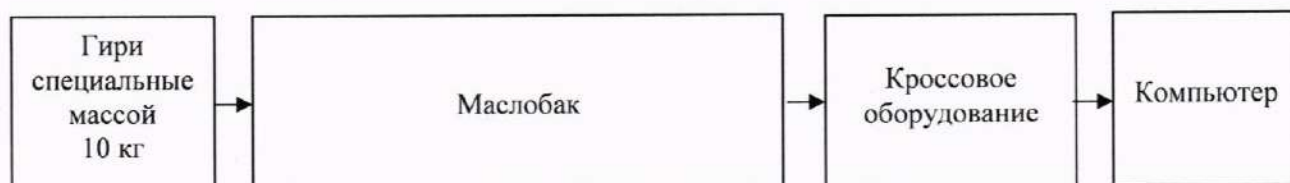


Рисунок 11 - Схема определения метрологических характеристик ИК массы масла

## 9.10 Определение метрологических характеристик ИК расхода (прокачки) масла

Определение метрологических характеристик ИК расхода (прокачки) масла с преобразователями расхода турбинными ТПР выполняется поэлементным способом и включает:

- проверку наличия действующей поверки преобразователей расхода турбинных ТПР;
- определение относительной погрешности измерений частоты переменного тока, соответствующей значениям расхода;
- расчет суммарного значения приведенной погрешности измерений ИК расхода (прокачки) масла.

1) Собрать схему, приведенную на рисунке 12. Генератор сигналов синусоидальной формы с использованием технологического кабеля подключить к соединителю кабеля соответствующего ИК, предварительно отключив кабель от датчика расхода. Установить на выходе генератора необходимую амплитуду выходного сигнала. Использовать амплитуду выходного сигнала, измеренную при штатной работе системы, или минимальную амплитуду сигнала, при которой наблюдаются устойчивые адекватные результаты измерений ИК, увеличенную на 20 %.

2) Провести определение метрологических характеристик ИК расхода (прокачки) масла в соответствии с методикой раздела 9.2.2. Описание алгоритма получения результата измерений и формулы вычисления погрешности измерений приведены в разделе 10.

3) За погрешность прошедшего поверку преобразователя расхода турбинного ТПР считать модуль пределов допускаемой основной относительной погрешности преобразователя расхода в соответствии с его описанием типа.

4) Рассчитать значение суммарной погрешности измерений ИК в соответствии с разделом 10.

5) Повторить действия по пунктам 1) ... 4) для всех ИК расхода (прокачки) масла с преобразователями расхода турбинными ТПР.

6) Результаты определения считать положительными, если максимальное значение, приведенной к нормирующему значению ИК, погрешности измерений расхода в рабочем диапазоне измерений для всех ИК находится в допускаемых пределах, приведенных в таблице А.1 приложения А, в противном случае система бракуется и направляется в ремонт.

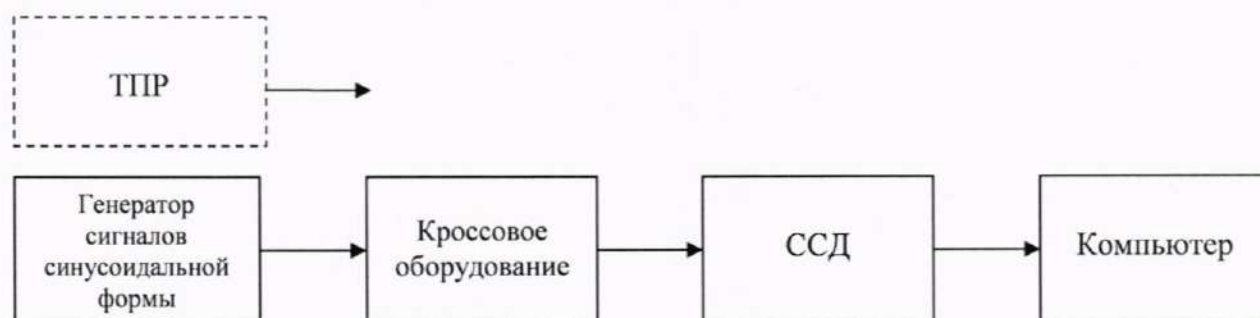


Рисунок 12 - Схема определения метрологических характеристик ИК расхода (прокачки) масла



## 9.11 Определение метрологических характеристик ИК интервала времени

1) Собрать схему, приведенную на рисунке 13. Генератор сигналов произвольной формы с использованием технологического кабеля подключить к цепям соответствующего ИК, предварительно отключив их от штатно измеряемых сигналов. Установить амплитуду сигнала синусоидальной формы ( $5 \pm 0,2$ ) В.

2) Провести определение метрологических характеристик ИК интервала времени в соответствии с методикой раздела 9.2.2. Последовательно, для всех поверяемых точек, с использованием генератора сигналов задать на входе ИК значения частоты, соответствующие интервалам времени 1, 10, 25, 50, 100 с. С использованием АРМ моториста записать кольцевой файл графиков измерений интервалов времени. Провести определение значений интервала времени по графикам измерений интервалов времени и определить погрешности измерений ИК интервала времени. Формулы вычисления погрешности измерений приведены в разделе 10.

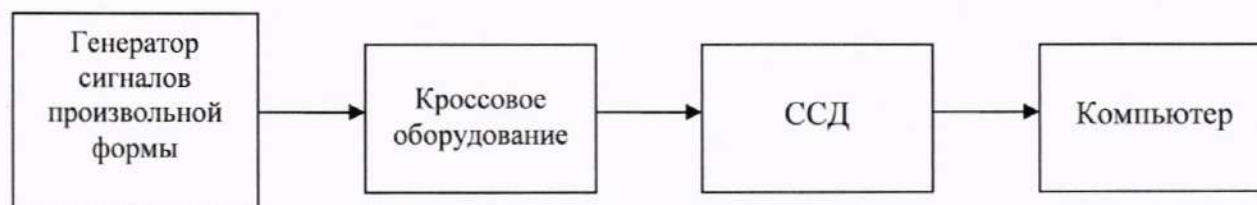


Рисунок 13 - Схема определения метрологических характеристик ИК интервала времени

3) Результаты определения считать положительными, если максимальное значение абсолютной погрешности измерений интервала времени в рабочем диапазоне измерений ИК находится в допустимых пределах, приведенных в таблице А.1 приложения А, в противном случае система бракуется и направляется в ремонт.

9.12 Определение метрологических характеристик ИК силы на рычаге гидротормоза, соответствующей значениям крутящего момента силы

9.12.1 Подготовка к определению метрологических характеристик

1) Установить грузовые рычаги и противовесы на гидротормоз. Отрегулировать противовесы по нулевым показаниям силы на рычаге гидротормоза в программе управления испытаниями АСУТП-И.

2) Перед проведением измерений нагрузить максимальной силой в режиме растяжения весоизмерительные датчики рычагов нагружения гидротормоза, установив на грузовые рычаги гири общим весом, равным наибольшему пределу измерений ИК (200 кгс), и выдержать в течение 10 мин. Затем разгрузить датчики.

9.12.2 Правила определения метрологических характеристик

При определении метрологических характеристик ИК равномерно нагружают ступенями нагрузки от нуля до максимального значения. После достижения максимальной нагрузки ИК равномерно разгружают, используя те же ступени нагрузки, по которым он нагружался.

Нагружения ИК проводят плавно (без ударов и рывков). Перемены знака нагрузки до окончания нагружения не допускаются. В случае несоблюдения данного требования цикл нагружения повторяют.

Минимальное время выдержки на каждой ступени - 30 с.

9.12.3 Определение метрологических характеристик

1) Собрать схему, приведенную на рисунке 14.

2) Провести определение метрологических характеристик ИК силы на рычаге гидротормоза в соответствии с методикой раздела 9.2.2. Последовательно, для всех поверяемых точек, с использованием гирь задать на входе ИК требуемые значения силы. Описание алгоритма получения результата измерений и формулы вычисления погрешности измерений приведены в разделе 10.

3) Результаты определения считать положительными, если максимальные значения, приведенной к нормирующему значению ИК погрешности и относительной погрешности измерений силы на рычаге гидротормоза, соответствующей значениям крутящего момента силы в рабочем диапазоне измерений находятся в допускаемых пределах, приведенных в таблице А.1 приложения А, в противном случае система бракуется и направляется в ремонт.



Рисунок 14 - Схема определения метрологических характеристик ИК силы на рычаге гидротормоза, соответствующей значениям крутящего момента силы



### 9.13 Определение метрологических характеристик ИК напряжения постоянного тока

1) Собрать схему, приведенную на рисунке 15. Источник питания постоянного тока с вольтметром постоянного тока с использованием технологического кабеля подключить к цепям соответствующего ИК, предварительно отключив цепи от источника штатно измеряемого напряжения.

2) Провести определение метрологических характеристик ИК напряжения постоянного тока в соответствии с методикой раздела 9.2.2. Последовательно, для всех поверяемых точек, установить на источнике питания требуемые значения напряжения постоянного тока. Описание алгоритма получения результата измерений и формулы вычисления погрешности измерений приведены в разделе 10.

3) Повторить действия по пунктам 1), 2) для всех ИК напряжения постоянного тока.

4) Результаты определения считать положительными, если максимальное значение приведенной к нормирующему значению ИК погрешности измерений напряжения постоянного тока в рабочем диапазоне измерений для всех ИК находится в допустимых пределах, приведенных в таблице А.1 приложения А, в противном случае система бракуется и направляется в ремонт.



Рисунок 15 - Схема определения метрологических характеристик ИК напряжения постоянного тока

## 9.14 Определение метрологических характеристик ИК силы постоянного тока

Определение метрологических характеристик ИК силы постоянного тока выполняется поэлементным способом и включает:

- проверку наличия действующей поверки шунта 75.ШИСВ;
- определение приведенной погрешности измерений напряжения постоянного тока, соответствующей значениям силы постоянного тока;
- расчет суммарного значения приведенной погрешности измерений ИК силы постоянного тока.

1) Собрать схему, приведенную на рисунке 16. Калибратор напряжения постоянного тока с использованием технологического кабеля подключить к цепям кабеля выбранного ИК.



Рисунок 16 - Схема определения метрологических характеристик ИК силы постоянного тока

2) Провести определение метрологических характеристик ИК силы постоянного тока в соответствии с методикой раздела 9.2.2. Последовательно, для всех поверяемых точек, установить на калибраторе требуемые значения напряжения постоянного тока, соответствующего значениям силы постоянного тока. Описание алгоритма получения результата измерений и формулы вычисления погрешности измерений приведены в разделе 10.

3) За погрешность прошедшего поверку шунта считать модуль пределов допускаемой основной, приведенной к ВП, погрешности шунта в соответствии с его описанием типа. Рассчитать в соответствии с разделом 10 погрешность шунта, приведенную к нормирующему значению ИК.

4) Рассчитать значение суммарной погрешности измерений ИК в соответствии с разделом 10.

5) Повторить действия по пунктам 1) ... 4) для всех ИК силы постоянного тока.

6) Результаты определения считать положительными, если максимальное значение, приведенной к нормирующему значению ИК, погрешности измерений силы постоянного тока в рабочем диапазоне измерений для всех ИК находится в допускаемых пределах, приведенных в таблице А.1 приложения А, в противном случае система бракуется и направляется в ремонт.



## 10. Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

### 10.1 Расчет абсолютной погрешности

Значение абсолютной погрешности измерений  $\Delta$  вычисляется по формуле (2):

$$\Delta = X_{\text{и}} - X_{\text{д}}, \quad (2)$$

где  $X_{\text{и}}$  - результат измерений, определенный в п. 9.13.1;  
 $X_{\text{д}}$  - действительное значение измеряемой величины.

### 10.2 Расчет относительной погрешности

Значение относительной погрешности измерений  $\delta$  вычисляется по формуле (3):

$$\delta = (|\Delta| / X_{\text{д}}) \cdot 100, \quad (3)$$

где  $\Delta$  - значение абсолютной погрешности, определенное в п. 10.1;  
 $X_{\text{д}}$  - действительное значение измеряемой величины.

### 10.3 Расчет приведенной погрешности

Значение, приведенной к НЗ, погрешности измерений  $\gamma$  вычисляется по формуле (4):

$$\gamma = (|\Delta| / \text{НЗ}) \cdot 100, \quad (4)$$

где  $\Delta$  - значение абсолютной погрешности, определенное в п. 10.1;  
НЗ - нормирующее значение.

Соответственно, значение абсолютной погрешности  $\Delta$  (при известной  $\gamma$ ) вычисляется по формуле (5):

$$\Delta = (\gamma \cdot \text{НЗ}) / 100, \quad (5)$$

где  $\Delta$  - значение абсолютной погрешности;  
 $\gamma$  - значение, приведенной к НЗ, погрешности;  
НЗ - нормирующее значение.

### 10.4. Расчет погрешностей при поэлементной поверке

10.4.1 Приведенная к НЗ, суммарная погрешность ИК давления вычисляется по формуле (6):

$$\gamma_1 = |\gamma_{\text{д1}}| + |\gamma_{\text{и1}}|, \quad (6)$$

где  $\gamma_1$  - приведенная к НЗ, погрешность ИК давления;  
 $\gamma_{\text{д1}}$  - приведенная к НЗ, погрешность датчика давления;  
 $\gamma_{\text{и1}}$  - приведенная к НЗ, погрешность ИК силы постоянного тока, соответствующей значениям давления.

При этом, приведенная к НЗ, погрешность датчика давления вычисляется по формуле (7):

$$\gamma_{д1} = \gamma_{ди} \cdot (ДИ/НЗ), \quad (7)$$

где  $\gamma_{д1}$  - приведенная к НЗ, погрешность датчика давления;

$\gamma_{ди}$  - приведенная к диапазону измерений (ДИ) погрешность датчика давления согласно его описанию типа;

ДИ - диапазон измерений датчика давления, для которого нормируется его погрешность;

НЗ - нормирующее значение (одинаковое для всех составляющих погрешности, вычисляемых по формулам (4) и (5) для каждого конкретного ИК).

10.4.2 Абсолютная суммарная погрешность ИК температуры (с термопреобразователями сопротивления) вычисляется по формуле (8):

$$\Delta_2 = |\Delta_{д2}| + |\Delta_{и2}|, \quad (8)$$

где  $\Delta_2$  - абсолютная погрешность ИК температуры (с термопреобразователями сопротивления);

$\Delta_{д2}$  - абсолютная погрешность термопреобразователя сопротивления (для ТСП-0196, ТП-9201 - согласно описанию типа, для П-77 вар. 2, П-109, П-125 - согласно этикетке);

$\Delta_{и2}$  - абсолютная погрешность ИК сопротивления постоянному току, соответствующего значениям температуры.

10.4.3 Приведенная к ВП, суммарная погрешность ИК виброскорости вычисляется по формуле (9):

$$\gamma_3 = |\gamma_{д3}| + |\gamma_{из}|, \quad (9)$$

где  $\gamma_3$  - приведенная к ВП, погрешность ИК виброскорости;

$\gamma_{д3}$  - приведенная к ВП, погрешность (численно равная относительной погрешности как максимальной из возможных) аппаратуры измерения роторных вибраций (АИРВ); для АИРВ, состоящей из вибропреобразователей МВ-43 и блока электронного БЭ-40-4М утвержденных типов, погрешность, определенная по ГОСТ Р 8.669-2009 «ГСИ. Виброметры с пьезоэлектрическими, индукционными и вихретоковыми вибропреобразователями. Методика поверки» численно равна 11,11 % (при работе МВ-43 в диапазоне рабочих температур от +20 °С до +150 °С);

$\gamma_{из}$  - приведенная к НЗ, погрешность ИК напряжения постоянного тока, соответствующего значениям виброскорости.

10.4.4 Приведенная к НЗ, суммарная погрешность ИК силы постоянного тока вычисляется по формуле (10):

$$\gamma_4 = |\gamma_{д4}| + |\gamma_{и4}|, \quad (10)$$

где  $\gamma_4$  - приведенная к НЗ, погрешность ИК силы постоянного тока;

$\gamma_{д4}$  - приведенная к НЗ, погрешность шунта согласно его описанию типа;

$\gamma_{и4}$  - приведенная к НЗ, погрешность ИК напряжения постоянного тока, соответствующего значениям силы постоянного тока.



10.4.5 Приведенная к НЗ, погрешность ИК расхода (прокачки) масла вычисляется по формуле (11):

$$\gamma_5 = \gamma_{д5} + \gamma_{и5}, \quad (11)$$

где  $\gamma_5$  - приведенная к НЗ, погрешность ИК расхода (прокачки) масла;

$\gamma_{д5}$  - приведенная к НЗ, погрешность преобразователя расхода турбинного ТПР, принимается численно равной относительной погрешности ТПР (как максимальной из возможных) согласно его описанию типа;

$\gamma_{и5}$  - приведенная к НЗ, погрешность ИК частоты переменного тока, соответствующей значениям расхода (прокачки) масла.

## 11 Оформление результатов поверки

11.1 Результаты поверки оформляют протоколом. Рекомендуемая форма протокола приведена в приложении Б.

11.2 Сведения о результатах поверки должны быть переданы в ФИФ ОЕИ. При положительных результатах поверки по требованию заказчика оформляется свидетельство о поверке установленной формы.

При несоответствии результатов поверки требованиям любого из пунктов настоящей методики система к дальнейшей эксплуатации не допускается. Информация вносится в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений и выдается извещение о непригодности в соответствии с положениями Приказа Минпромторга РФ № 2510 от 31.08.2020 г.

Примечание – В свидетельстве о поверке указывать, что оно действительно при наличии действующих свидетельств о поверке на ПП, входящие в ИК, поверяемые поэлементным способом.

Начальник отдела 201/2  
ФГБУ «ВНИИМС»

Ведущий инженер отдела 201/2  
ФГБУ «ВНИИМС»



А.С. Смирнов

С.Н. Чурилов

## Приложение А

(обязательное)

## Перечень измеряемых параметров

А.1 Перечень измеряемых параметров системы измерительной СИ-СТ18 приведен в таблице А.1.

Таблица А.1

| Наименование параметра                                                                    | Обозначение параметра | Диапазон измерений                                              | Пределы допускаемой погрешности измерений                                                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| ИК для двигателей ТВЗ-117 и ВК-2500 всех моделей и модификаций                            |                       |                                                                 |                                                                                              |
| ИК давления                                                                               |                       |                                                                 |                                                                                              |
| 1 Давление масла на входе в двигатель                                                     | $P_{м\text{ вх}}$     | от 0 до 0,6 МПа<br>(от 0 до 6,0 кгс/см <sup>2</sup> )           | $\pm 1,0$ % приведенной к нормирующему значению (НЗ),<br>НЗ=0,4 МПа (4 кгс/см <sup>2</sup> ) |
| 2 Давление масла перед маслофильтром                                                      | $P_{мф}$              | от 0 до 1,0 МПа<br>(от 0 до 10,0 кгс/см <sup>2</sup> )          | $\pm 1,0$ % к НЗ,<br>НЗ=0,6 МПа (6 кгс/см <sup>2</sup> )                                     |
| 3 Давление масла на выходе из двигателя в линии откачки II – V опор                       | $P_{м\text{ вых}}$    | от 0 до 0,25 МПа<br>(от 0 до 2,5 кгс/см <sup>2</sup> )          | $\pm 1,0$ % приведенной к верхнему пределу измерений (ВП)                                    |
| 4 Давление масла на выходе из двигателя в линии откачки из I опоры и центрального привода | $P_{м\text{ вых1}}$   | от 0 до 0,25 МПа<br>(от 0 до 2,5 кгс/см <sup>2</sup> )          |                                                                                              |
| 5 Давление воздуха в предмасляной полости I опоры                                         | $P_{10}/P_{м12}$      | от 0 до 0,25 МПа<br>(от 0 до 2,5 кгс/см <sup>2</sup> )          | $\pm 1,0$ % к НЗ,<br>НЗ=0,2 МПа (2 кгс/см <sup>2</sup> )                                     |
| 6 Давление в масляной полости коробки приводов                                            | $P_{кп}$              | от -0,06 до +0,06 МПа<br>(от -0,6 до +0,6 кгс/см <sup>2</sup> ) | $\pm 1,0$ % к НЗ,<br>НЗ=0,1 МПа (1 кгс/см <sup>2</sup> )                                     |
| 7 Давление воздуха в предмасляной полости II опоры                                        | $P_{15}/P_{м22}$      | от 0 до 0,25 МПа<br>(от 0 до 2,5 кгс/см <sup>2</sup> )          | $\pm 1,0$ % к НЗ<br>НЗ=0,2 МПа, (2 кгс/см <sup>2</sup> )                                     |
| 8 Давление в масляной полости II опоры                                                    | $P_{14}/P_{м23}$      | от -0,06 до +0,06 МПа<br>(от -0,6 до +0,6 кгс/см <sup>2</sup> ) | $\pm 1,0$ % к НЗ,<br>НЗ=0,1 МПа (1 кгс/см <sup>2</sup> )                                     |
| 9 Давление в масляной полости III опоры                                                   | $P_{18}/P_{м33}$      | от -0,06 до +0,06 МПа<br>(от -0,6 до +0,6 кгс/см <sup>2</sup> ) |                                                                                              |
| 10 Давление в масляной полости IV опоры                                                   | $P_{22}/P_{м43}$      | от -0,06 до +0,06 МПа<br>(от -0,6 до +0,6 кгс/см <sup>2</sup> ) |                                                                                              |
| 11 Давление воздуха перед эжектором                                                       | $P_{эж}$              | от -0,06 до +0,06 МПа<br>(от -0,6 до +0,6 кгс/см <sup>2</sup> ) | $\pm 1,0$ % к НЗ,<br>НЗ=0,05 МПа (0,5 кгс/см <sup>2</sup> )                                  |



Продолжение таблицы А.1

| Наименование параметра                                                  | Обозначение параметра | Диапазон измерений                                           | Пределы допускаемой погрешности измерений                                                                                                                                                                                                                        |
|-------------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 12 Давление топлива на входе в подкачивающий насос                      | $P_{Т\text{ вх}}$     | от -0,06 до +0,3 МПа<br>(от -0,6 до +3 кгс/см <sup>2</sup> ) | $\pm 1,0\%$ к НЗ,<br>НЗ=0,25 МПа (2,5 кгс/см <sup>2</sup> )                                                                                                                                                                                                      |
| 13 Давление топлива в коллекторе 1-го контура форсунок                  | $P_{Т1}$              | от 0 до 6 МПа<br>(от 0 до 60 кгс/см <sup>2</sup> )           | $\pm 1,0\%$ к НЗ,<br>НЗ=5,0 МПа (50 кгс/см <sup>2</sup> )                                                                                                                                                                                                        |
| 14 Давление топлива в коллекторе 1-го контура на ложном запуске         | $P_{Т1\text{ лз}}$    | от 0 до 1 МПа<br>(от 0 до 10,0 кгс/см <sup>2</sup> )         | $\pm 1,0\%$ к НЗ,<br>НЗ=0,5 МПа (5 кгс/см <sup>2</sup> )                                                                                                                                                                                                         |
| 15 Давление топлива в коллекторе 2-го контура форсунок                  | $P_{Т2}$              | от 0 до 6 МПа<br>(от 0 до 60 кгс/см <sup>2</sup> )           | $\pm 1,0\%$ к НЗ,<br>НЗ=4,0 МПа (40 кгс/см <sup>2</sup> )                                                                                                                                                                                                        |
| 16 Давление топлива на входе в НР                                       | $P_{Т\text{ вх нр}}$  | от 0 до 0,4 МПа<br>(от 0 до 4,0 кгс/см <sup>2</sup> )        | $\pm 1,0\%$ к НЗ,<br>НЗ=0,3 МПа (3 кгс/см <sup>2</sup> )                                                                                                                                                                                                         |
| 17 Давление топлива открытия НАК                                        | $P_{Т\text{ от нак}}$ | от 0 до 10 МПа<br>(от 0 до 100,0 кгс/см <sup>2</sup> )       | $\pm 1,0\%$ к НЗ,<br>НЗ=7,0 МПа (70 кгс/см <sup>2</sup> )                                                                                                                                                                                                        |
| 18 Давление топлива закрытия НАК                                        | $P_{Т\text{ за нак}}$ | от 0 до 10 МПа<br>(от 0 до 100,0 кгс/см <sup>2</sup> )       |                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 19 Командное давление топлива на КПВ от НР                              | $P_{Т\text{ кпв}}$    | от 0 до 10 МПа<br>(от 0 до 100,0 кгс/см <sup>2</sup> )       |                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 20 Командное давление топлива от концевого переключателя гидромеханизма | $P_{Т\text{ ком}}$    | от 0 до 10 МПа<br>(от 0 до 100,0 кгс/см <sup>2</sup> )       |                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 21-22 Давление воздуха за компрессором                                  | $P_{к1}, P_{к2}$      | от 0 до 1,2 МПа<br>(от 0 до 12 кгс/см <sup>2</sup> )         | $\pm 0,3\%$ к НЗ в диапазоне от 0 до 0,6 МПа включ. (от 0 до 6 кгс/см <sup>2</sup> включ.),<br>НЗ=0,6 МПа (6 кгс/см <sup>2</sup> );<br><br>$\pm 0,3\%$ приведенной к измеренному значению (ИЗ) в диапазоне св. 0,6 до 1,2 МПа (св. 6 до 12 кгс/см <sup>2</sup> ) |
| 23 Давление воздуха за компрессором на ложном запуске                   | $P_{к1\text{ лз}}$    | от 0 до 0,1 МПа<br>(от 0 до 1 кгс/см <sup>2</sup> )          | $\pm 1,0\%$ к НЗ<br>НЗ=0,05 МПа, (0,5 кгс/см <sup>2</sup> )                                                                                                                                                                                                      |
| 24 Давление воздуха на входе в стартер                                  | $P_{\text{воз св}}$   | от 0 до 0,25 МПа<br>(от 0 до 2,5 кгс/см <sup>2</sup> )       | $\pm 1,0\%$ к НЗ,<br>НЗ=0,2 МПа (2 кгс/см <sup>2</sup> )                                                                                                                                                                                                         |

Продолжение таблицы А.1

| Наименование параметра                                                                                        | Обозначение параметра | Диапазон измерений                                        | Пределы допускаемой погрешности измерений                            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| 25 Перепад давлений воздуха на РМК - «Закольцовка»                                                            | $P_{\text{зак}}$      | от 0 до 6,3 кПа<br>(от 0 до 0,063 кгс/см <sup>2</sup> )   | $\pm 1,0 \% \text{ к НЗ}$<br>НЗ=5 кПа, (0,05 кгс/см <sup>2</sup> )   |
| 26 Перепад давлений воздуха на РМК - «Контроль»                                                               | $P_{\text{контр}}$    | от 0 до 6,3 кПа<br>(от 0 до 0,063 кгс/см <sup>2</sup> )   |                                                                      |
| 27 Перепад давлений воздуха на РМК - «Полный»                                                                 | $P^*$                 | от 0 до 0,63 кПа<br>(от 0 до 0,0063 кгс/см <sup>2</sup> ) | $\pm 10 \% \text{ к НЗ}$<br>НЗ=0,5 кПа, (0,005 кгс/см <sup>2</sup> ) |
| ИК термо-ЭДС, соответствующей значениям температуры, измеряемой термоэлектрическими преобразователями ХА и ХК |                       |                                                           |                                                                      |
| 28 Термо-ЭДС, соответствующая значениям температуры газов (канал сравнения с БАРК)                            | tr барк               | от 0 °С до 1000 °С                                        | $\pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$                                     |
| 29 Термо-ЭДС, соответствующая значениям температуры газов                                                     | tr                    | от 0 °С до 1000 °С                                        | $\pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$                                     |
| 30 Термо-ЭДС, соответствующая значениям температуры газов (канал сравнения с РТ)                              | tr рт                 | от 0 °С до 1000 °С                                        |                                                                      |
| 31-44 Термо-ЭДС, соответствующая значениям температуры температурного поля                                    | tr1 ÷ tr14            | от 0 °С до 1200 °С                                        |                                                                      |
| 45 Термо-ЭДС, соответствующая значениям температуры заслонки 1919Т (ПОС)                                      | tзасл                 | от 0 °С до 200 °С                                         |                                                                      |
| 46 Термо-ЭДС, соответствующая значениям температуры воздуха на входе в СВ                                     | tвоз св               | от 0 °С до 200 °С                                         | $\pm 3 \text{ }^{\circ}\text{C}$                                     |
| ИК температуры (с термопреобразователями сопротивления)                                                       |                       |                                                           |                                                                      |
| 47-50 Температура воздуха на входе в двигатель (4 точки)                                                      | tvx1 ÷ tvx4           | от 243 до 323 К                                           | $\pm 0,3 \% \text{ к ИЗ}$                                            |
| 51 Температура масла на входе в двигатель                                                                     | tm вх                 | от 0 °С до 200 °С                                         | $\pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$                                     |
| 52 Температура масла на выходе из двигателя                                                                   | tm вых1               | от 0 °С до 200 °С                                         |                                                                      |
| 53 Температура масла на выходе из двигателя                                                                   | tm вых2               | от 0 °С до 200 °С                                         |                                                                      |



Продолжение таблицы А.1

| Наименование параметра                                                              | Обозначение параметра | Диапазон измерений                                              | Пределы допускаемой погрешности измерений           |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| 54 Температура воздуха на входе в термопатрон                                       | t <sub>воз тп</sub>   | от -30 °С до +50 °С                                             | ±1 °С                                               |
| ИК частоты переменного тока                                                         |                       |                                                                 |                                                     |
| 55 Частота вращения ротора турбокомпрессора                                         | f <sub>тк</sub>       | от 50 до 5000 Гц                                                | ±0,1 % к ИЗ                                         |
| 56 Частота вращения ротора свободной турбины                                        | f <sub>ст</sub>       | от 50 до 5000 Гц                                                |                                                     |
| ИК углового перемещения                                                             |                       |                                                                 |                                                     |
| 57 Угол положения НАК                                                               | α <sub>вна</sub>      | от -10° до +35°                                                 | ±0,5°                                               |
| 58 Угол положения РО                                                                | α <sub>ро</sub>       | от 15° до 105°                                                  | ±1°                                                 |
| ИК массы масла                                                                      |                       |                                                                 |                                                     |
| 59 Масса масла                                                                      | gm                    | от 0 до 50 кг                                                   | ±0,5 % к НЗ,<br>НЗ=25 кг                            |
| ИК для двигателя ТВ7-117В всех моделей и модификаций                                |                       |                                                                 |                                                     |
| ИК давления                                                                         |                       |                                                                 |                                                     |
| 60 Полное давление воздуха на входе в двигатель                                     | P <sub>вх</sub> *     | от 0,09 до 0,11 МПа<br>(от 0,9 до 1,1 кгс/см <sup>2</sup> )     | ±0,4 % к ИЗ                                         |
| 61 Давление масла на входе в двигатель                                              | P <sub>м вх</sub>     | от 0 до 0,6 МПа<br>(от 0 до 6,0 кгс/см <sup>2</sup> )           | ±1,0 % к ВП                                         |
| 62 Давление масла на входе в двигатель 2                                            | P <sub>м вх2</sub>    | от 0 до 1,0 МПа<br>(от 0 до 10,0 кгс/см <sup>2</sup> )          | ±1,0 % к ВП                                         |
| 63 Противодействие масла в откачивающей магистрали (при выходе из опор)             | P <sub>м вых оп</sub> | от 0 до 0,25 МПа<br>(от 0 до 2,5 кгс/см <sup>2</sup> )          |                                                     |
| 64 Противодействие масла в откачивающей магистрали (при выходе из коробки приводов) | P <sub>м вых кп</sub> | от 0 до 0,25 МПа<br>(от 0 до 2,5 кгс/см <sup>2</sup> )          |                                                     |
| 65 Давление воздуха в предмасляной полости I опоры                                  | P8712                 | от 0 до 0,25 МПа<br>(от 0 до 2,5 кгс/см <sup>2</sup> )          | ±1,0 % к НЗ,<br>НЗ=0,1 МПа (1 кгс/см <sup>2</sup> ) |
| 66 Давление в масляной полости I опоры                                              | P8713                 | от -0,05 до +0,05 МПа<br>(от -0,5 до +0,5 кгс/см <sup>2</sup> ) |                                                     |

Продолжение таблицы А.1

| Наименование параметра                                 | Обозначение параметра | Диапазон измерений                                              | Пределы допускаемой погрешности измерений            |
|--------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| 67 Давление в коробке приводов                         | P8715                 | от -0,05 до +0,05 МПа<br>(от -0,5 до +0,5 кгс/см <sup>2</sup> ) | ±1,0 % к НЗ,<br>НЗ=0,1 МПа (1 кгс/см <sup>2</sup> )  |
| 68 Давление воздуха в предмасляной полости II-V опоры  | P8722                 | от 0 до 0,25 МПа<br>(от 0 до 2,5 кгс/см <sup>2</sup> )          |                                                      |
| 69 Давление в масляной полости II-V опоры              | P8723                 | от -0,05 до +0,05 МПа<br>(от -0,5 до +0,5 кгс/см <sup>2</sup> ) |                                                      |
| 70 Давление в масляной полости III-IV опоры            | P8733                 | от -0,05 до +0,05 МПа<br>(от -0,5 до +0,5 кгс/см <sup>2</sup> ) |                                                      |
| 71 Давление масла в маслобаке                          | P <sub>м мб</sub>     | от 0 до 0,1 МПа<br>(от 0 до 1 кгс/см <sup>2</sup> )             | ±1,0 % к ВП                                          |
| 72 Давление топлива на входе в двигатель               | P <sub>т вх</sub>     | от -0,06 до +0,3 МПа<br>(от -0,6 до +3 кгс/см <sup>2</sup> )    | ±1,0 % к НЗ,<br>НЗ=0,4 МПа (4 кгс/см <sup>2</sup> )  |
| 73 Давление топлива за вихревым насосом НД             | P <sub>т вн</sub>     | от 0 до 1 МПа<br>(от 0 до 10,0 кгс/см <sup>2</sup> )            | ±1,0 % к ВП                                          |
| 74 Давление топлива в коллекторе 1-го контура форсунок | P <sub>т1</sub>       | от 0 до 6 МПа<br>(от 0 до 60 кгс/см <sup>2</sup> )              | ±1,0 % к НЗ,<br>НЗ=5,0 МПа (50 кгс/см <sup>2</sup> ) |
| 75 Давление топлива на ложном запуске                  | P <sub>т1 лз</sub>    | от 0 до 1 МПа<br>(от 0 до 10,0 кгс/см <sup>2</sup> )            | ±1,0 % к НЗ,<br>НЗ=0,8 МПа (8 кгс/см <sup>2</sup> )  |
| 76 Давление топлива в коллекторе 2-го контура форсунок | P <sub>т2</sub>       | от 0 до 6 МПа<br>(от 0 до 60 кгс/см <sup>2</sup> )              | ±1,0 % к НЗ,<br>НЗ=5,0 МПа (50 кгс/см <sup>2</sup> ) |
| 77 Давление топлива на ложном запуске                  | P <sub>т2 лз</sub>    | от 0 до 1 МПа<br>(от 0 до 10,0 кгс/см <sup>2</sup> )            | ±1,0 % к НЗ,<br>НЗ=0,8 МПа (8 кгс/см <sup>2</sup> )  |
| 78 Давление топлива на входе ВН                        | P <sub>т вн</sub>     | от 0 до 1 МПа<br>(от 0 до 10,0 кгс/см <sup>2</sup> )            | ±1,0 % к ВП                                          |
| 79 Давление топлива на выходе из ШН                    | P <sub>т вых шн</sub> | от 0 до 10 МПа<br>(от 0 до 100,0 кгс/см <sup>2</sup> )          | ±1,0 % к НЗ,<br>НЗ=8,0 МПа (80 кгс/см <sup>2</sup> ) |
| 80 Давление топлива перед РТ                           | P <sub>т рт</sub>     | от 0 до 6 МПа<br>(от 0 до 60 кгс/см <sup>2</sup> )              | ±1,0 % к НЗ,<br>НЗ=5,0 МПа (50 кгс/см <sup>2</sup> ) |



Продолжение таблицы А.1

| Наименование параметра                               | Обозначение параметра | Диапазон измерений                                     | Пределы допускаемой погрешности измерений                                                                                                                                                                                       |
|------------------------------------------------------|-----------------------|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 81 Давление топлива открытия НАК                     | $P_{то\text{ на к}}$  | от 0 до 10 МПа<br>(от 0 до 100,0 кгс/см <sup>2</sup> ) | $\pm 1,0\%$ к НЗ,<br>НЗ=8,0 МПа (80 кгс/см <sup>2</sup> )                                                                                                                                                                       |
| 82 Давление топлива закрытия НАК                     | $P_{тз\text{ на к}}$  | от 0 до 10 МПа<br>(от 0 до 100,0 кгс/см <sup>2</sup> ) |                                                                                                                                                                                                                                 |
| 83 Давление топлива в управляющей полости КПВ        | $P_{т\text{ к п в}}$  | от 0 до 10 МПа<br>(от 0 до 100,0 кгс/см <sup>2</sup> ) |                                                                                                                                                                                                                                 |
| 84-85 Давление воздуха за центробежным компрессором  | $P_{к1}, P_{к2}$      | от 0 до 1,9 МПа<br>(от 0 до 19 кгс/см <sup>2</sup> )   | $\pm 0,3\%$ к НЗ в диапазоне от 0 до 0,95 МПа включ. (от 0 до 9,5 кгс/см <sup>2</sup> включ.), НЗ=0,95 МПа (9,5 кгс/см <sup>2</sup> );<br>$\pm 0,3\%$ к ИЗ в диапазоне св. 0,95 до 1,9 МПа (св. 9,5 до 19 кгс/см <sup>2</sup> ) |
| 86 Давление воздуха за осевым компрессором           | $P_{ок}$              | от 0 до 0,6 МПа<br>(от 0 до 6 кгс/см <sup>2</sup> )    | $\pm 0,3\%$ к НЗ,<br>НЗ=0,5 МПа, (5 кгс/см <sup>2</sup> )                                                                                                                                                                       |
| 87 Давление воздуха на входе в стартер               | $P_{воз\text{ св}}$   | от 0 до 0,4 МПа<br>(от 0 до 4,0 кгс/см <sup>2</sup> )  | $\pm 1,0\%$ к ВП                                                                                                                                                                                                                |
| 88 Давление воздуха в магистрали отбора на СКВ из ОК | $P_{отб\text{ ок}}$   | от 0 до 0,6 МПа<br>(от 0 до 6,0 кгс/см <sup>2</sup> )  | $\pm 0,5\%$ к НЗ,<br>НЗ=0,5 МПа (5 кгс/см <sup>2</sup> )                                                                                                                                                                        |
| 89 Давление воздуха в магистрали отбора на СКВ из ЦК | $P_{отб\text{ ц к}}$  | от 0 до 2,5 МПа<br>(от 0 до 25,0 кгс/см <sup>2</sup> ) | $\pm 0,5\%$ к НЗ,<br>НЗ=1,8 МПа (18 кгс/см <sup>2</sup> )                                                                                                                                                                       |
| 90 Давление воздуха в магистрали отбора на ПОС 1     | $P_{воз\text{ пос1}}$ | от 0 до 0,6 МПа<br>(от 0 до 6,0 кгс/см <sup>2</sup> )  | $\pm 0,5\%$ к ВП                                                                                                                                                                                                                |
| 91 Давление воздуха в магистрали отбора на ПОС 2     | $P_{воз\text{ пос2}}$ | от 0 до 0,6 МПа<br>(от 0 до 6,0 кгс/см <sup>2</sup> )  |                                                                                                                                                                                                                                 |
| 92 Давление воздуха в мерном коллекторе СКВ №1       | $P_{воз\text{ скв1}}$ | от 0 до 0,06 МПа<br>(от 0 до 0,6 кгс/см <sup>2</sup> ) |                                                                                                                                                                                                                                 |
| 93 Давление воздуха в мерном коллекторе СКВ №2       | $P_{воз\text{ скв2}}$ | от 0 до 0,06 МПа<br>(от 0 до 0,6 кгс/см <sup>2</sup> ) |                                                                                                                                                                                                                                 |

Продолжение таблицы А.1

| Наименование параметра                                                                                        | Обозначение параметра | Диапазон измерений | Пределы допускаемой погрешности измерений |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------------|-------------------------------------------|
| ИК термо-ЭДС, соответствующей значениям температуры, измеряемой термоэлектрическими преобразователями ХА и ХК |                       |                    |                                           |
| 94 Термо-ЭДС, соответствующая значениям температуры газов                                                     | tr                    | от 0 °С до 1100 °С | ±2 °С                                     |
| 95-104 Термо-ЭДС, соответствующая значениям температуры температурного поля                                   | tr1 ÷ tr10            | от 0 °С до 1100 °С |                                           |
| 105 Термо-ЭДС, соответствующая значениям температуры воздуха в линии СКВ от центробежного компрессора         | tскв цк               | от 0 °С до 400 °С  |                                           |
| 106-111 Термо-ЭДС, соответствующая значениям температуры воздуха в мерном участке СКВ                         | tскв1 ÷ tскв6         | от 0 °С до 400 °С  |                                           |
| 112-113 Термо-ЭДС, соответствующая значениям температуры воздуха в линии отбора на ПОС                        | tпос1 ÷ tпос2         | от 0 °С до 400 °С  |                                           |
| ИК температуры (с термопреобразователями сопротивления)                                                       |                       |                    |                                           |
| 114-121 Температура воздуха на входе в двигатель                                                              | tvx1 ÷ tvx8           | от 243 до 323 К    | ±0,3 % к ИЗ                               |
| 122 Температура масла на выходе из опор                                                                       | tm вых оп             | от 0 °С до 200 °С  | ±2 °С                                     |
| 123 Температура масла перед датчиком расхода в линии опор                                                     | tm оп                 | от 0 °С до 200 °С  |                                           |
| 124 Температура масла перед датчиком расхода в линии КП                                                       | tm КП                 | от 0 °С до 200 °С  |                                           |
| 125 Температура масла на выходе из водомасляного радиатора                                                    | tm вых ввр            | от 0 °С до 200 °С  |                                           |
| 126 Температура масла на выходе из КП                                                                         | tm вых КП             | от 0 °С до 200 °С  |                                           |
| 127 Температура воздуха на входе в СВ                                                                         | tвоз св               | от 0 °С до 200 °С  |                                           |
| 128 Температура воздуха в линии СКВ от осевого компрессора                                                    | tскв ок               | от 0 °С до 200 °С  | ±3 °С                                     |
| 129-130 Температура воздуха в трубопроводе отбора на СКВ                                                      | tвоз скв1 ÷ tвоз скв2 | от 50 °С до 300 °С |                                           |



Продолжение таблицы А.1

| Наименование параметра                                                     | Обозначение параметра     | Диапазон измерений                                      | Пределы допускаемой погрешности измерений                                                                |
|----------------------------------------------------------------------------|---------------------------|---------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ИК частоты переменного тока                                                |                           |                                                         |                                                                                                          |
| 131 Частота вращения ротора турбокомпрессора                               | $f_{тк}$                  | от 50 до 5000 Гц                                        | $\pm 0,1\%$ к ИЗ                                                                                         |
| 132 Частота вращения ротора свободной турбины                              | $f_{ст}$                  | от 50 до 5000 Гц                                        |                                                                                                          |
| 133 Частота вращения датчика прокачки масла в линии откачки опор           | $f_{Wоп}$                 | от 40 до 560 Гц                                         |                                                                                                          |
| 134 Частота вращения датчика прокачки масла в линии коробки приводов       | $f_{Wкп}$                 | от 40 до 560 Гц                                         |                                                                                                          |
| ИК расхода (прокачки) масла                                                |                           |                                                         |                                                                                                          |
| 135 Прокачка масла в линии откачки опор                                    | $W_{оп}$                  | от 15 до 80 л/мин                                       | $\pm 1,0\%$ к ВП в диапазоне от 0 до 40 л/мин включ.;<br>$\pm 1,0\%$ к ИЗ в диапазоне св. 40 до 80 л/мин |
| 136 Прокачка масла в линии коробки приводов                                | $W_{кп}$                  | от 15 до 80 л/мин                                       | $\pm 1,0\%$ к ВП в диапазоне от 0 до 40 л/мин включ.;<br>$\pm 1,0\%$ к ИЗ в диапазоне св. 40 до 80 л/мин |
| ИК общие для всех типов двигателей                                         |                           |                                                         |                                                                                                          |
| ИК давления и силы постоянного тока, соответствующей значениям давления    |                           |                                                         |                                                                                                          |
| 137 Разрежение воздуха в боксе                                             | $P_{разр}$                | от 0 до 0,6 кПа<br>(от 0 до 0,006 кгс/см <sup>2</sup> ) | $\pm 10\%$ к НЗ,<br>НЗ=0,5 кПа (0,005 кгс/см <sup>2</sup> )                                              |
| 138 Давление топлива со склада                                             | $P_{тск}$                 | от 0 до 0,4 МПа<br>(от 0 до 4,0 кгс/см <sup>2</sup> )   | $\pm 1,0\%$ к ВП                                                                                         |
| 139 Перепад давления топлива на стендовом топливном фильтре                | $P_{ст\text{тф}}$         | от 0 до 0,04 МПа<br>(от 0 до 0,4 кгс/см <sup>2</sup> )  |                                                                                                          |
| 140 Перепад давления воды на стендовом водяном фильтре                     | $P_{ст\text{вф}}$         | от 0 до 0,04 МПа<br>(от 0 до 0,4 кгс/см <sup>2</sup> )  |                                                                                                          |
| 141-150 Сила постоянного тока, соответствующая значениям давления (резерв) | $P_{рез1} \div P_{рез10}$ | от 4 до 20 мА                                           | $\pm 0,05\%$ к НЗ,<br>НЗ=16 мА                                                                           |
| ИК температуры (с термопреобразователями сопротивления)                    |                           |                                                         |                                                                                                          |
| 151 Температура топлива на входе в двигатель перед датчиками расхода       | $t_{т1}$                  | от -30 °С до +70 °С                                     | $\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$                                                                          |

Продолжение таблицы А.1

| Наименование параметра                                                                                                                                            | Обозначение параметра               | Диапазон измерений                  | Пределы допускаемой погрешности измерений                                                                                                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 152 Температура топлива на входе в двигатель после датчиков расхода                                                                                               | tt2                                 | от -30 °С до +70 °С                 | ±1 °С                                                                                                                                          |
| ИК углового перемещения                                                                                                                                           |                                     |                                     |                                                                                                                                                |
| 153 Угол положения РУД                                                                                                                                            | αруд                                | от 0° до 140°                       | ± 1°                                                                                                                                           |
| ИК частоты переменного тока                                                                                                                                       |                                     |                                     |                                                                                                                                                |
| 154-157 Частота вращения датчика расхода топлива                                                                                                                  | fGtб1,<br>fGtб2,<br>fGtm1,<br>fGtm2 | от 40 до 560 Гц                     | ±0,1 % к ИЗ                                                                                                                                    |
| ИК виброскорости и напряжения постоянного тока, соответствующего значениям виброскорости                                                                          |                                     |                                     |                                                                                                                                                |
| 158-161 Виброскорость с частотой кратной ТК                                                                                                                       | Vx1тк,<br>Vy1тк,<br>Vx3тк,<br>Vy3тк | от 2 до 100 мм/с                    | ±12 % к ВП                                                                                                                                     |
| 162-165 Виброскорость с частотой кратной СТ                                                                                                                       | Vx1ст,<br>Vy1ст,<br>Vx3ст,<br>Vy3ст | от 2 до 100 мм/с                    |                                                                                                                                                |
| 166-169 Виброскорость с частотой кратной ПФ                                                                                                                       | Vx1пф,<br>Vy1пф,<br>Vx3пф,<br>Vy3пф | от 2 до 100 мм/с                    |                                                                                                                                                |
| 170-175 Напряжение постоянного тока, соответствующее значениям виброскорости (резерв)                                                                             | B1 ÷ B6                             | от 0 до 5 В                         | ±0,05 % к ВП                                                                                                                                   |
| ИК интервала времени                                                                                                                                              |                                     |                                     |                                                                                                                                                |
| 176 Интервал времени                                                                                                                                              | τ1                                  | от 1 до 100 с                       | ±0,1 с                                                                                                                                         |
| ИК силы на рычаге гидротормоза, соответствующей значениям крутящего момента силы                                                                                  |                                     |                                     |                                                                                                                                                |
| 177 Сила на рычаге гидротормоза, соответствующая значениям крутящего момента силы на выводном валу двигателя в диапазоне от 0 до 2399,7 Н·м (от 0 до 244,7 кгс·м) | FMкр                                | от 0 до 3922 Н<br>(от 0 до 400 кгс) | ±0,4 % к ВП в диапазоне от 0 до 1961 Н включ. (от 0 до 200 кгс включ.);<br><br>±0,4 % к ИЗ в диапазоне св. 1961 до 3922 Н (св. 200 до 400 кгс) |
| ИК напряжения постоянного тока                                                                                                                                    |                                     |                                     |                                                                                                                                                |
| 178 Постоянное напряжение в цепи питания бортсети                                                                                                                 | Uбс                                 | от 0 до 30 В                        | ±2,5 % к ВП                                                                                                                                    |
| ИК силы постоянного тока                                                                                                                                          |                                     |                                     |                                                                                                                                                |
| 179 Сила постоянного тока запуска ВСУ                                                                                                                             | Iзап                                | от 0 до 1000 А                      | ±2,5 % к ВП                                                                                                                                    |



**Приложение Б**

(рекомендуемое)

**Форма протокола поверки****ПРОТОКОЛ**

поверки системы измерительной СИ-СТ18 зав. № 001

1 Вид поверки: .....

2 Дата поверки: .....

3 Средства поверки: .....

(наименование, заводской номер, диапазон измерений (воспроизведения), погрешность)

4 Условия поверки

Температура окружающего воздуха, °C .....

Относительная влажность воздуха, % .....

Атмосферное давление, кПа .....

5 Поверка проводится согласно документу «ГСИ. Система измерительная СИ-СТ18. Методика поверки». 061.817.2024МП.

6 Результаты поверки

6.1 Внешний осмотр

6.2 Результаты опробования

6.3 Результаты проверки ПО

6.4 Определение метрологических характеристик ИК

6.4.1 Определение метрологических характеристик соответствующего ИК

Результаты сведены в таблицу 1.

Таблица 1 – Метрологические характеристики соответствующего ИК

| Наименование, обозначение, диапазон измерений ИК, нормирующее значение | Пределы допускаемой, приведенной к НЗ или абсолютной, погрешности измерений ПП, ед. изм. | Максимальное значение, приведенной к НЗ или абсолютной, погрешности измерений ИК (без датчика), ед. изм. | Максимальное значение (суммарной), приведенной к НЗ или абсолютной, погрешности измерений ИК, ед. изм. | Пределы допускаемой (суммарной), приведенной к НЗ или абсолютной, погрешности измерений ИК, ед. изм. |
|------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                        | комплектный способ                                                                       |                                                                                                          |                                                                                                        |                                                                                                      |

| Наименование, обозначение, диапазон измерений ИК, нормирующее значение | Пределы допускаемой, приведенной к НЗ или абсолютной, погрешности измерений ПП, ед. изм. | Максимальное значение, приведенной к НЗ или абсолютной, погрешности измерений ИК (без датчика), ед. изм. | Максимальное значение (суммарной), приведенной к НЗ или абсолютной, погрешности измерений ИК, ед. изм. | Пределы допускаемой (суммарной), приведенной к НЗ или абсолютной, погрешности измерений ИК, ед. изм. |
|------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                        |                                                                                          |                                                                                                          |                                                                                                        |                                                                                                      |

### 7 Выводы

Погрешности измерений всех ИК Системы измерительной СИ-СТ18 зав. № 001 не превышают пределов допускаемой погрешности измерений.

Результаты поверки .....

Дата очередной поверки .....

Поверитель

|           |       |         |       |
|-----------|-------|---------|-------|
| _____     | _____ | _____   | _____ |
| Должность | Дата  | Подпись | ФИО   |



[illegible]