

СОГЛАСОВАНО

Заместитель главного инженера
по испытаниям ПАО «Протон-ПМ»


И.А. Глазатов

«18» марта 2020 г.

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель Генерального директора
- директор исследовательского центра
«Авиационные двигатели» ФГУП
«ЦИАМ им. П.И. Баранова»


В.Г. Марков

«25» марта 2020 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

СИСТЕМА ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ
«САТУРН-01»

Методика поверки
САТУРН-01.МП

г. Москва
2020 г.

Содержание

Введение	4
1 Операции поверки	5
2 Средства поверки	6
3 Требования безопасности	8
4 Условия поверки	9
5 Подготовка к поверке	10
6 Проведение поверки	11
6.1 Внешний осмотр	11
6.2 Использование компьютерных программ	11
6.3 Опробование ИК	12
6.4 Способы поверки ИК	12
6.5 Задание эталонного сигнала на входе ИК	13
7 Обработка результатов поверки ИК	18
8 Оформление результатов поверки	23
Приложение А	
Перечень ИК, подвергаемых поверке	24
Приложение Б	
Перечень каналов ИИС «САТУРН-01», диапазоны измерений и пределы допускаемых погрешностей измерений	32
Приложение В	
Перечень ссылочных документов.....	38

ПРИНЯТЫЕ СОКРАЩЕНИЯ И УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

- АЦП – аналого-цифровой преобразователь;
- ВП – верхний предел измерений;
- ИК – измерительный канал;
- ИИС – система информационно-измерительная;
- ИВ – измеряемая величина
- МП – методика поверки;
- МХ – метрологические характеристики;
- НЗ – нормированное значение;
- НСП – неисключённая систематическая составляющая погрешности;
- НСХ – номинальная статическая характеристика преобразования;
- ПП – первичный преобразователь;
- РЭ – рабочий эталон;
- УСО – устройство связи с объектом.

Введение

Настоящая методика поверки (МП) устанавливает порядок, методы и средства проведения первичной и периодической поверки системы информационно-измерительной «САТУРН-01» (далее – ИИС). ИИС предназначена для регистрации и обработки результатов измерений при испытаниях газотурбинных двигателей ПС-90ГП-1, ПС-90ГП-2, ПС-90ГП-3, ПС-90ЭУ-16А и их модификаций на стенде № 01 предприятия ПАО «ПРОТОН-ПМ».

Перечень измерительных каналов ИИС, подлежащих поверке, диапазоны измерений и пределы допускаемых погрешностей измерений приведены в приложении А настоящей МП.

МП разработана в соответствии с требованиями РМГ 51-2002, ГОСТ 8.009-84, ГОСТ 8.736-2011, ПР 50.2.006-94.

ИИС представляется на поверку со следующим комплектом технической документации:

- Система информационно-измерительная «САТУРН-01». Формуляр 468.425850.041.ФО.1;
- Система информационно-измерительная «САТУРН-01». Руководство по эксплуатации 468.425850.041.РЭ;
- Система информационно-измерительная «САТУРН-01». Методика поверки САТУРН-01.МП.

Функционально ИИС включает в себя следующие ИК параметров газотурбинных двигателей:

- ИК давления жидкостей и газов;
- ИК температуры жидкостей и газов;
- ИК частоты вращения роторов;
- ИК параметров вибрации;
- ИК электрического напряжения постоянного тока, соответствующего значению крутящего момента;
- ИК расхода жидкости (прокачка масла через двигатель);
- ИК относительной влажности окружающей среды;
- ИК температуры окружающей среды;
- ИК частоты электрических сигналов;
- ИК силы постоянного тока;
- ИК напряжения постоянного тока;
- ИК сопротивления постоянному току.

Допускается возможность проведения поверки отдельных измерительных каналов и (или) отдельных автономных блоков из состава средств измерений для меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений.

Интервал между поверками - 1 год.

1 Операции поверки

При проведении первичной и периодической поверки ИИС должны выполняться операции, указанные в таблице 1. Периодическая поверка проводится в объеме первичной поверки.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта документа по поверке	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
1. Внешний осмотр	6.1	+	+
2. Загрузка компьютерной программы	6.2	+	+
3. Опробование	6.3	+	+
4. Задание эталонного сигнала на входе ИК	6.5	+	+
5. Обработка результатов поверки ИК	7	+	+
6. Оформление результатов поверки	8	+	+

2 Средства поверки

2.1 При проведении поверки использовать средства измерений, приведенные в таблице 2.

Таблица 2

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки, метрологические характеристики средства поверки
6.5.11	Манометр избыточного давления грузопоршневой МП-6 Диапазон воспроизведения давления от 0,4 до 6 кгс/см ² Пределы допускаемой основной погрешности: приведенной $\pm 0,05$ % от значения 0,6 кгс/см ² в диапазоне от 0,4 до 0,6 кгс/см ² ; относительной $\pm 0,05$ % от значения задаваемого давления в диапазоне от 0,6 до 6 кгс/см ²
6.5.11	Манометр избыточного давления грузопоршневой МП-60 Диапазон воспроизведения давления от 1 до 60 кгс/см ² Пределы допускаемой основной погрешности: приведенной $\pm 0,05$ % от значения 6 кгс/см ² в диапазоне от 1 до 6 кгс/см ² ; относительной $\pm 0,05$ % от значения задаваемого давления в диапазоне от 6 до 60 кгс/см ²
6.5.11	Калибратор давления портативный Метран-517 Пределы допускаемой основной погрешности: приведенной $\pm 0,04$ % от значения 6,3 кПа в диапазоне воспроизведения от 0 до 6,3 кПа (с модулем давления Метран-518 D 6,3 KD); приведенной $\pm 0,02$ % от значения 63 кПа в диапазоне воспроизведения от 0 до 63 кПа (с модулем давления Метран-518 D 63 KA).
6.5.11	Генератор сигналов низкочастотный прецизионный ГЗ-122 (диапазон воспроизведения частоты от 0,001 до 1999999,999 Гц, основная абсолютная погрешность $\pm 5 \cdot 10^{-7} \cdot f$, где f – номинальное значение установленной частоты Гц)
6.5.11	Прибор универсальный измерительный Р4833 Диапазон воспроизведения сопротивления от 0,01 до 1111,1 Ом, предел допускаемого отклонения действительного значения сопротивления в процентах от номинального $\pm (0,02 + 1,5 \cdot 10^{-4}(1111,1/R - 1))$ %, где R - номинальное значение включенного сопротивления.
6.5.11	Калибратор многофункциональный TRX-IIR Пределы допускаемой основной погрешности: приведенной $\pm (0,01$ % от показаний + 0,005 % от диапазона) в диапазонах воспроизведения напряжения постоянного тока от минус 10 до 100 мВ и от 0 до 12 В; приведенной $\pm (0,01$ % от показаний + 0,02 % от диапазона) в диапазоне воспроизведения силы постоянного тока от 0 до 24 мА; приведенной $\pm (0,005$ % от показаний + 0,02 % от диапазона) в диапазоне воспроизведения сопротивления постоянному току от 0 до 400 Ом; приведенной $\pm (0,02$ % от показаний + 0,015 % от диапазона) в диапазоне воспроизведения сопротивления постоянному току от 400 до 2000 Ом.

Продолжение таблицы 2

6.5.11	<p>Калибратор-измеритель унифицированных сигналов эталонный ИКСУ-2000</p> <p>Предел допускаемой основной погрешности: абсолютной $\pm (7 \cdot 10^{-5} \cdot U_k + 3)$ мкВ в диапазоне воспроизведения напряжения постоянного тока от минус 10 до 100 мВ; абсолютной ± 3 мВ в диапазоне воспроизведения напряжения постоянного тока от 0 до 12 В; абсолютной $\pm (10^{-4} \cdot I_k + 1)$ мкА в диапазоне воспроизведения силы постоянного тока от 0 до 25 мА; абсолютной $\pm 0,015$ Ом в диапазоне воспроизведения сопротивления постоянному току от 0 до 180 Ом; абсолютной $\pm 0,025$ Ом в диапазоне воспроизведения сопротивления постоянному току от 180 до 320 Ом.</p>
Раздел 4	<p>Преобразователь измерительный температуры и влажности ИПТВ-056/МЗ-03</p> <p>Диапазон измерения температуры от минус 40 °С до плюс 110 °С, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерения температуры $\pm 0,4$ °С; Диапазон измерения влажности от 0 до 100 %, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерения относительной влажности ± 2 %.</p>
Раздел 4	<p>Барометр рабочий сетевой БРС-1М-2</p> <p>Диапазон измерений от 600 до 1100 гПа (от 425 до 825 мм рт.ст.), основная абсолютная погрешность ± 20 гПа ($\pm 0,15$ мм рт.ст.).</p>

2.2 При проведении поверки допускается применять другие средства измерений, обеспечивающие определение (контроль) метрологических характеристик ИК с требуемой точностью.

2.3 При проведении поверки должны использоваться средства измерений утвержденного типа.

2.4 Используемые при поверке средства измерений должны быть поверены.

3 Требования безопасности

3.1 При проведении поверки ИИС необходимо соблюдать требования ГОСТ 12.1.019-2009; ГОСТ 12.2.007.0-75; руководствоваться «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей», введенными приказом Минэнерго РФ от 13.01.2003, «Межотраслевыми правилами по охране труда (правилами безопасности) при эксплуатации электроустановок» ПОТ Р М-016-2001, РД 153-34.0-03.150-00, утвержденными Министерством энергетики 27.12.2000 и Министерством труда и социального развития РФ 05.01.200, а также требованиями безопасности, указанными в инструкциях ИТБ-68, ИТБ-106, ИТБ-290 и в технической документации на применяемые эталоны и вспомогательное оборудование.

3.2 Кроме того, необходимо соблюдать следующие требования:

- к работе по выполнению поверки допускаются лица в возрасте не моложе 18 лет, прошедшие обучение и проверку знаний по технике безопасности и получившие допуск к работе в соответствии с требованиями СТП 203.092-2013, ознакомленные с эксплуатационной документацией на стенд и с настоящей методикой;
- электрооборудование стенда, а также электроизмерительные приборы, используемые в качестве средств поверки, должны быть заземлены, блоки питания должны иметь предохранители номинальной величины;
- работы по выполнению поверки ИИС должны проводиться по согласованию с лицами, ответственными за эксплуатацию испытательного стенда.

4 Условия поверки

4.1 Условия окружающей среды в помещении пультовой:

- температура воздуха, $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$;
- относительная влажность воздуха при температуре $25 ^\circ\text{C}$, $(65 \pm 15) \%$;
- атмосферное давление, (760 ± 40) мм рт.ст.

4.2 Условия окружающей среды в помещении УСО:

- температура воздуха, $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$;
- относительная влажность воздуха при температуре $25 ^\circ\text{C}$, $(65 \pm 15) \%$;
- атмосферное давление, (760 ± 40) мм рт.ст.

4.3 Параметры питающей сети:

- напряжение питания сети переменного тока (220 ± 22) В;
- частота переменного тока (50 ± 1) Гц.

Примечание – При проведении поверочных работ условия окружающей среды средств поверки (рабочих эталонов) должны соответствовать требованиям, указанным в их руководстве по эксплуатации.

5 Подготовка к поверке

При подготовке к поверке провести следующие работы:

- проверить комплектность технологической и эксплуатационной документации ИИС;
- проверить наличие поверительных клейм и свидетельств о поверке для эталонных и вспомогательных средств измерений;
- подготовить к работе все приборы и аппаратуру согласно руководствам по эксплуатации;
- собрать схемы поверки ИК подсистем в соответствии с блок-схемами, приведенными в разделе 6, и проверить целостность электрических цепей;
- обеспечить оперативную связь оператора у монитора с оператором, задающим контрольные значения эталонных сигналов на входе ИК подсистем;
- включить вентиляцию и освещение в испытательных помещениях;
- включить питание измерительных преобразователей и аппаратуры ИИС не менее чем за 30 мин до начала проведения поверки;
- создать, проконтролировать и зафиксировать в протоколе поверки условия проведения поверки.

6 Проведение поверки

6.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре проверить:

- комплектность ИИС согласно формуляру 468.425850.041.ФО.1;
- маркировку ИИС согласно руководству по эксплуатации 468.425850.041.РЭ;
- наличие и сохранность пломб (согласно сборочным чертежам);
- средства измерений и вспомогательное оборудование, входящие в ИИС, не должны иметь внешних повреждений, которые могут влиять на работу ИИС, при этом должно быть обеспечено надежное крепление соединителей и разъемов, отсутствие повреждений экранирования кабелей и качественное заземление.

6.2 Использование компьютерных программ

Для проведения поверки ИИС следует запустить следующие программы:

- программу задания эталонного сигнала (*tarka*);
- программу обработки «*CalibrReport*».

Работа программ обеспечивает одновременно проведение поверки только одного канала измерения.

Программа задания эталонного сигнала «*tarka*»:

- выполняет регистрацию измеренных значений в соответствии с установленным алгоритмом операций задания эталонного сигнала,
- определяет функцию преобразования ИК,
- сохраняет файл задания эталонного сигнала.

Работу с программой «*tarka*» проводить в следующей последовательности:

- Выбрать в меню «Диспетчера программ» пункт «поверка/ задание эталонного сигнала» или ввести в командной строке имя программы «*tarka*»;
- в диалоговом окне ввести или выбрать из меню имя параметра поверяемого канала, количество контрольных точек;
- в основном окне программы регистрировать результаты наблюдений для каждой контрольной точки, задаваемой номером ступени и циклом задания эталонного сигнала;
- выбрать степень аппроксимирующего полинома;
- сохранить файл заданных значений эталонного сигнала (вычисление коэффициентов для функции преобразования производится автоматически при сохранении);
- подготовить файл заданных значений эталонного сигнала для обработки.

Программа «*CalibrReport*» обрабатывает данные поверки ИК параметров. Входные данные для работы программы размещаются в файле заданных значений эталонного сигнала (данные, полученные программой «*tarka*»).

Работу с программой «*CalibrReport*» производить в следующей последовательности:

- запустить программу на рабочем месте под управлением операционной системы Microsoft Windows;
- выбрать обрабатываемый параметр;
- открыть окно «Настройка», убедиться в правильности следующих данных и, при необходимости, внести их:
 - А) в разделе «Измерительные каналы»:

- номер первичного преобразователя при комплектном способе поверки;
- наименование и тип элементов ИК, подвергнутых поверке;
- тип и номер модуля УСО;
- Б) в разделе «Рабочие эталоны»:
 - тип и номер рабочего эталона;
 - дату действия срока поверки рабочего эталона;
- В) в разделе «Окружающие условия»: условия окружающей среды (температура, давление, влажность);
- Г) в главном окне: фамилию и инициалы исполнителя;
- Д) в разделе «Описание работ»:
 - «Вид работы» – «Поверка»;
 - «Имя применённого РЭ» – рабочий эталон, установленный в пункте А);
 - «Имя окр. условий» – условия, установленные в пункте В);
- вывести на экран «Протокол результатов поверки» в виде двух страниц, на первой из которых содержатся величины установленных и полученных значений по циклам задания эталонного сигнала, а во второй расчетные и оценочные данные;
 - проверить соответствие протокола, полученного на экране, форме протокола;
 - распечатать протокол;
 - повторить вызов программы для обработки результатов задания эталонного сигнала следующего параметра.

6.3 Опробование ИК

При опробовании ИК проверить правильность его функционирования.

Оператору ПК вызвать на дисплей программу «Универсальный индикатор», ввести или выбрать из меню имя параметра для поверяемого ИК, и по оперативной связи предупредить исполнителя о начале проведения проверки функционирования ИК.

Исполнителю с помощью эталонного средства измерений задавать на входе ИК физическую величину, соответствующую минимальному значению контролируемого диапазона измерений параметра, соответствующую среднему значению контролируемого диапазона измерений параметра, и соответствующую максимальному значению контролируемого диапазона измерений параметра. Оператору ПК по показаниям программы «Универсальный индикатор» проконтролировать изменение выходного сигнала. Убедиться в правильности функционирования ИК.

Результаты опробования считаются удовлетворительными, если показания соответствуют значению физической величины, для которого задавался эталонный сигнал.

6.4 Способы поверки ИК

6.4.1 Для каналов измерений давления проводится *комплектная поверка*. Допускается проведение *поэлементной поверки* с отдельной поверкой первичного преобразователя и поверкой остальной части канала.

6.4.2 Для каналов

- измерения температуры, измеряемой термоэлектрическими преобразователями ХА, ХК;
- измерения температуры, измеряемой термометрами сопротивления ТСП, ТСМ;
- измерения частоты вращения роторов;
- измерения параметров вибрации;

- измерения электрического напряжения постоянного тока, соответствующего значению крутящего момента;
 - измерения расхода жидкости (прокачки масла через двигатель);
 - измерения относительной влажности окружающей среды;
 - измерения температуры окружающей среды.
- проводится *поэлементная поверка* с оценкой МХ ИК по МХ элементов ИК.

6.4.3 Первичную поверку каналов измерения силы постоянного тока, напряжения постоянного тока, сопротивления постоянному току проводить без оценки МХ первичных преобразователей.

6.4.4 Допускается не проводить очередную периодическую поверку неиспользуемых каналов из перечисленных в п. 6.4.3.

6.4.5 При использовании канала из перечисленных в п. 6.4.3 следует провести поэлементную поверку с оценкой МХ канала измерения по оценке МХ части канала без первичного преобразователя и МХ первичного преобразователя. Протокол поверки канала действует до очередной периодической поверки соответствующей группы каналов. При очередной периодической поверке канал должен быть поверен наряду с остальными каналами группы.

6.4.6 Если первичный преобразователь для канала из п. 6.4.5 является СИ утвержденного типа, то МХ первичного преобразователя берутся из описания типа СИ. Если первичный преобразователь для канала из п. 6.4.5 не является СИ утвержденного типа, то поверка канала осуществляется при наличии аттестованной методики измерений.

6.5 Задание эталонного сигнала на входе ИК

6.5.1 Для определения характеристики необходимо с помощью РЭ задавать эталонный сигнал на входе измерительного канала в случае комплектной поверки, или на входе части измерительного канала, в случае поэлементной поверки. Эталонный сигнал задается в контрольных точках диапазона изменения входного сигнала X_0, X_1, \dots, X_p ; $p \geq 4$. При этом X_0 равно значению нижнего предела диапазона изменения соответствующей физической величины, X_p равно значению верхнего предела диапазона изменения соответствующей физической величины.

6.5.2 Перечень ИК, для которых определяется характеристика, значений эталонного сигнала, соответствующих контрольным точкам диапазона измерения физической величины при комплектной и поэлементной поверке ИК, рабочих эталонов приведен в Приложении А.

6.5.3 Задать с помощью РЭ входной сигнал, соответствующий значениям X_k физической величины в контрольных точках в порядке возрастания от X_0 до X_p (прямой ход), потом в порядке убывания от X_p до X_0 (обратный ход).

Значения X_k в промежуточных (между X_0 и X_p) контрольных точках вычисляются по формуле:

$$X_k = X_0 + ((X_p - X_0)/p) \cdot k,$$

где k – номер контрольной точки; $k = 1, 2, \dots, p - 1$.

6.5.4 Для измерительного канала объёмного расхода прокачки масла через двигатель в качестве X_k принимается значение частотного сигнала на входе части канала после первичного преобразователя. Диапазон ($X_0 \dots X_p$) должен охватывать диапазон изменений частоты на выходе первичного преобразователя, соответствующий диапазону измерений расхода жидкости (масла) преобразователем. Соответствие устанавливается зависимостью:

$$N = \varphi^{-1}(Q),$$

где $Q = \varphi(N)$ градуировочная характеристика преобразователя расхода, полученная при проведении поверки преобразователя;

N – частота сигнала на выходе первичного преобразователя, Гц;

Q – объёмный расход жидкости, л/мин.

6.5.5 Для каналов измерения напряжения постоянного тока, соответствующего температуре, измеряемой термоэлектрическими преобразователями (термопарами) в качестве X_k принимается значение имитирующего сигнала (ТЭДС) на входе части канала после первичного преобразователя, соответствующее контрольной точке t_k контролируемого диапазона измерения температуры. Соответствие (функция преобразования $X = f(t)$ по ГОСТ Р 8.736-2011) устанавливается номинальной статической характеристикой по ГОСТ Р 8.585-2001. Диапазон ($X_0 \dots X_p$) должен охватывать диапазон изменений ТЭДС на выходе первичного преобразователя, соответствующий диапазону измерений температуры преобразователем.

6.5.6 Для каналов измерения сопротивления постоянному току, соответствующему температуре, измеряемой термометрами сопротивления в качестве X_k принимается значение имитирующего сигнала (сопротивление) на входе части канала после первичного преобразователя, соответствующее контрольной точке t_k контролируемого диапазона измерения температуры. Соответствие (функция преобразования $X = f(t)$ по ГОСТ Р 8.736-2011) устанавливается номинальной статической характеристикой по ГОСТ 6651-2009. Диапазон ($X_0 \dots X_p$) должен охватывать диапазон изменения сопротивления на выходе первичного преобразователя, соответствующий диапазону измерений температуры преобразователем.

6.5.7 Для остальных каналов величины X_k обозначают контрольные точки диапазона измерений физической величины на входе канала.

6.5.8 Программа обработки вычисляет значение сигнала на выходе АЦП как среднее значение кода по q отсчетам, зарегистрированным при подаче входного сигнала. Число q задается программно, $q \geq 50$. Полученное среднее значение кода является единичным результатом измерения при задании сигнала на входе (результатом единичного наблюдения), и сохраняется в файле обработки. Число q отсчетов при дальнейшей обработке результата измерения (единичного наблюдения) не используется и в файле обработки не сохраняется.

6.5.9 Процедура задания эталонного сигнала в контрольных точках от X_0 до X_p и, затем, от X_p до X_0 составляет один цикл. Задание эталонного сигнала проводится в несколько (l) циклов.

6.5.10 Результаты измерений формируются в виде массива значений y'_{ik} выходной величины при прямом ходе градуировки и массива значений y''_{ik} выходной величины при обратном ходе градуировки, где i – номер цикла, $i = 1, 2, \dots, L$.

Для начальной и конечной контрольных точек X_0, X_p процедура выполнения измерений реализуется один раз при достижении этой точки (двойное измерение при прямом и обратном ходе не реализуется).

Для контрольной точки X_0 результаты измерений обозначать $y'_{i0}, i = 1, \dots, l + 1$.

Для контрольной точки X_p результаты измерений обозначать $y'_{ip}, i = 1, \dots, l$.

6.5.11 При поверке ИК ИИС принять значения параметров $p \geq 4, l = 6$.

6.5.12 Структурные схемы поверки каналов приведены на рисунках 1 – 11.

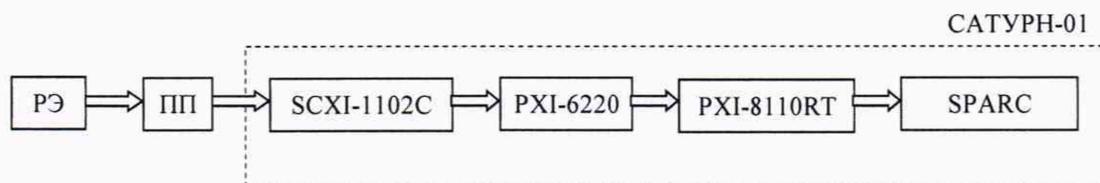


Рисунок 1 – Схема поверки ИК давления комплектным способом

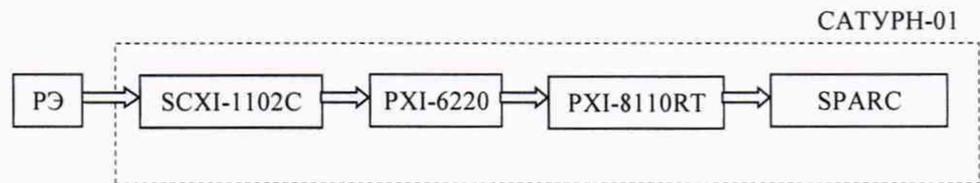


Рисунок 2 – Схема поверки ИК давления поэлементным способом

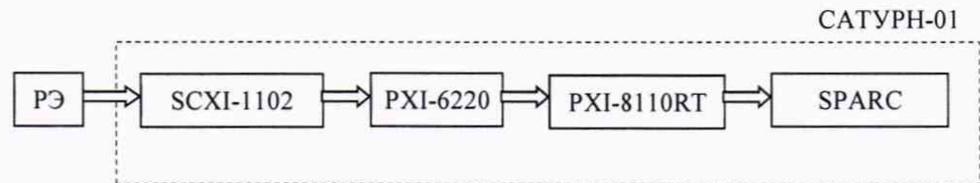


Рисунок 3 – Схема поверки ИК температуры, измеряемой термоэлектрическими преобразователями ХК, ХА, и поверки ИК температуры, измеряемой термометрами сопротивления ТСП, ТСМ

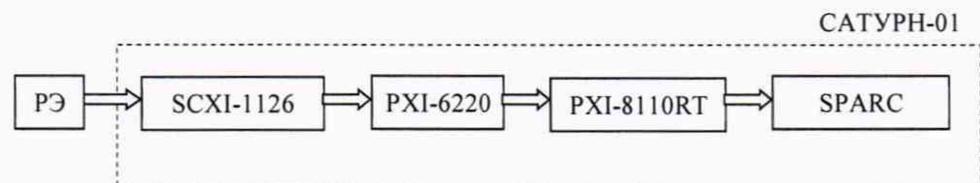


Рисунок 4 – Схема поверки ИК частоты вращения роторов

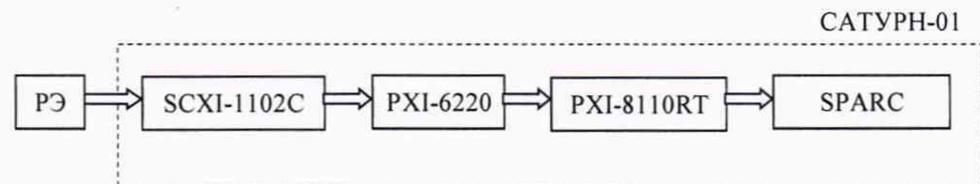


Рисунок 5 – Схема поверки ИК параметров вибрации

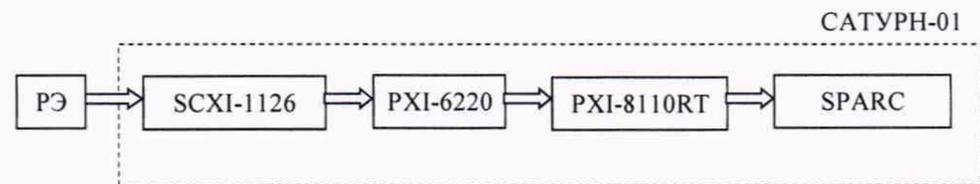


Рисунок 6 – Схема поверки ИК расхода жидкости (прокачки масла через двигатель)

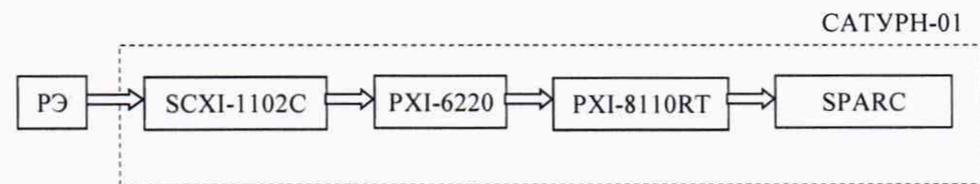


Рисунок 7 – Схема поверки ИК электрического напряжения постоянного тока, соответствующего значению крутящего момента

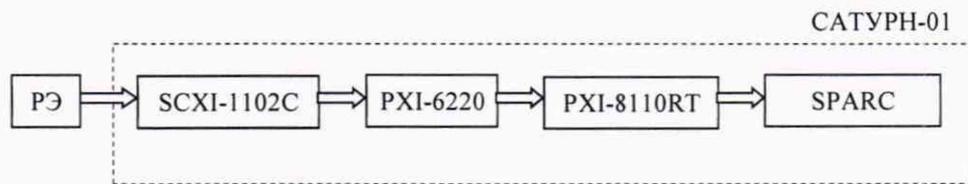


Рисунок 8 – Схема поверки ИК относительной влажности окружающей среды и поверки ИК температуры окружающей среды

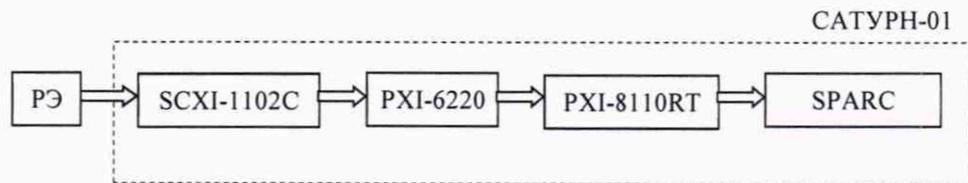


Рисунок 9 – Схема поверки ИК силы постоянного тока

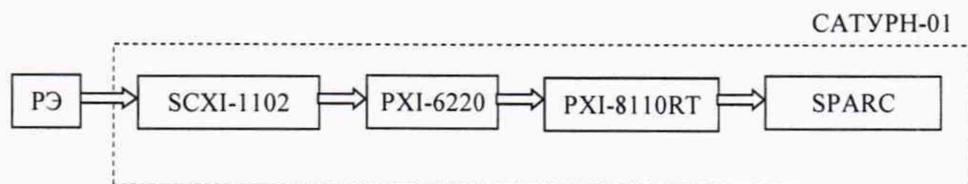


Рисунок 10 – Схема поверки ИК напряжения постоянного тока, и поверки ИК сопротивления постоянному току

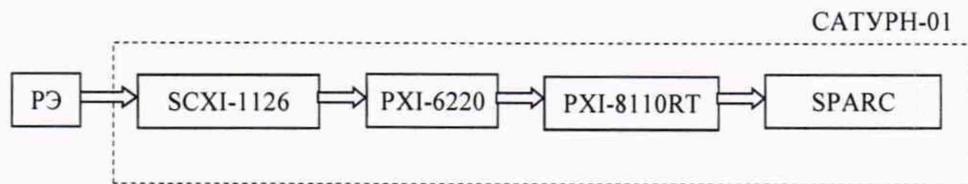


Рисунок 11 – Схема поверки ИК частоты электрических сигналов

6.5.13 Допускается раздельное проведение поверки каналов следующими группами:

- каналы измерения давления;
- каналы измерения температуры, измеряемой термоэлектрическими преобразователями ХА, ХК, и каналы измерения температуры, измеряемой термометрами сопротивления ТСР, ТСМ;
- каналы измерения частоты вращения роторов, каналы измерения параметров вибрации, канал измерения электрического напряжения постоянного тока, соответствующего значению крутящего момента, канал измерения расхода жидкости (прокачки масла через двигатель), канал измерения относительной влажности окружающей среды, канал измерения температуры окружающей среды.

В этом случае оформляется свидетельство о поверке группы каналов в соответствии с п. 8.3, с приложением к свидетельству перечня поверенных каналов.

6.5.14 При замене элемента канала канал подвергается внеочередной поверке. Допускается не проводить внеочередную поверку соответствующего канала, если заменяемые компоненты поверены, имеют метрологические характеристики не хуже чем заменённые компоненты, и их установка не приводит к изменению метрологических характеристик ИК.

При внеочередной поверке канала оформляется протокол поверки ИК, который прикладывается к действующему свидетельству о поверке соответствующей группы каналов. Следующая поверка ИК выполняется по окончании срока действия свидетельства соответствующей группы каналов.

На схемах обозначено:

- РЭ – рабочий эталон;
- ПП – первичный преобразователь;
- SCXI-1102С – модуль аналогового ввода с фильтром 10 кГц;
- SCXI-1102 – модуль аналогового ввода с фильтром 2 Гц;
- SCXI-1126 – модуль частотного ввода;
- PXI-6220 – цифровой преобразователь (DAQ-устройство сбора данных);
- PXI-8110RT – одноплатный компьютер “нижнего уровня”;
- SPARC – сервер “верхнего уровня” SPARC T4-1 Server.

7 Обработка результатов поверки ИК

Для определения доверительных границ погрешности оценки измеряемой величины доверительная вероятность принимается равной $P = 0,95$ (по ГОСТ Р 8.736-2011).

Результаты измерений, полученные при определении характеристик ИК, обрабатывать в следующем порядке.

7.1 Определение индивидуальной функции преобразования ИК

7.1.1 Индивидуальную функцию преобразования ИК аппроксимировать полиномиальной зависимостью величины X на входе ИК (или части ИК) от значений y на выходе ИК:

$$X = a_0 + a_1 \cdot y + \dots + a_n \cdot y^n,$$

где a_0, a_1, \dots, a_m – коэффициенты полинома,

m – степень полинома.

7.1.2 Для канала измерения объёмного расхода прокачки масла через двигатель индивидуальную функцию преобразования ИК аппроксимировать зависимостью $X = y$.

7.1.3 Для остальных каналов коэффициенты аппроксимирующего полинома определять по методу наименьших квадратов, сопоставляя результатам измерений y'_{ik}, y''_{ik} значение X_k .

7.1.4 Степень полинома принять $m = 4$ при $p = 4$, $m = 5$ при $p > 4$.

7.1.5 Используя аппроксимирующий полином вычислить значения выходного сигнала в единицах измерения входного сигнала:

$$X'_{ik} = a_0 + a_1 \cdot y'_{ik} + \dots + a_n \cdot (y'_{ik})^m,$$

$$X''_{ik} = a_0 + a_1 \cdot y''_{ik} + \dots + a_n \cdot (y''_{ik})^m.$$

7.2 Вычисление статистических оценок в точке X_k

7.2.1 Для каждой контрольной точки X_k ($0 < k < p$) вычислить оценки измеряемой величины X'_k при прямом ходе и X''_k при обратном ходе по формулам:

$$X'_k = \frac{1}{l} \cdot \sum_{i=1}^l X'_{ik}, \quad X''_k = \frac{1}{l} \cdot \sum_{i=1}^l X''_{ik}.$$

Для контрольных точек X_0, X_p вычисляются оценки X'_0, X'_p по формулам:

$$X'_0 = \frac{1}{l+1} \cdot \sum_{i=1}^{l+1} X'_{i0}, \quad X'_p = \frac{1}{l} \cdot \sum_{i=1}^l X'_{ip}.$$

7.2.2 Для каждой контрольной точки X_k ($0 < k < p$) вычислить средние квадратические отклонения S'_k (при прямом ходе) и S''_k (при обратном ходе) по формулам:

$$S'_k = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^l (X'_{ik} - X'_k)^2}{l-1}}, \quad S''_k = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^l (X''_{ik} - X''_k)^2}{l-1}}$$

Для контрольных точек X_0, X_p вычислить средние квадратические отклонения S'_0, S'_p по формулам:

$$S'_0 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{l+1} (X'_{i0} - X'_0)^2}{l}}, \quad S'_p = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^l (X'_{ip} - X'_p)^2}{l-1}}$$

7.3 Исключение грубых погрешностей

7.3.1 Для каждой контрольной точки выполнять процедуру исключения грубых погрешностей в выборке X'_{1k}, \dots, X'_{nk} и в выборке $X''_{1k}, \dots, X''_{nk}$ (для каждой выборки отдельно; n – число элементов в выборке).

7.3.2 Для исключения грубых погрешностей использовать критерий Граббса (по ГОСТ Р 8.736-2011). Исключение грубых погрешностей основано на предположении о том, что группа результатов измерений подчинена нормальному закону распределения.

7.3.3 Для выборки X'_{1k}, \dots, X'_{nk} вычислить значения G_1, G_2 критерия Граббса:

$$G_1 = \frac{|X_{\max} - X'_k|}{S'_k}, G_2 = \frac{|X'_k - X_{\min}|}{S'_k},$$

где X_{\max}, X_{\min} – соответственно максимальный и минимальный элементы в выборке X'_{1k}, \dots, X'_{nk} .

7.3.4 Сравнить значения G_1, G_2 с теоретическим значением G_T критерия ($G_T = 1,764$ при $n = 5$, $G_T = 1,973$ при $n = 6$, $G_T = 2,139$ при $n = 7$):

- если $G_1 > G_T$, то элемент X_{\max} исключить из выборки как маловероятное значение;
- если $G_2 > G_T$, то элемент X_{\min} исключить из выборки как маловероятное значение.

7.3.5 Если в выборке X'_{1k}, \dots, X'_{nk} был исключен один элемент, повторить процедуру исключения грубых погрешностей по п.п. 7.3.3, 7.3.4 для оставшихся элементов выборки.

7.3.6 Выполнить процедуру исключения грубых погрешностей по п.п. 7.3.3, 7.3.4, 7.3.5 для выборки $X''_{1k}, \dots, X''_{nk}$ для промежуточных контрольных точек.

7.3.7 При исключении из результатов измерений в контрольной точке X_k более одного значения как маловероятного повторить процедуру задания эталонного сигнала в этой контрольной точке:

- для реализации прямого и обратного хода в промежуточных контрольных точках задавать значения в контрольных точках X_{k-1}, X_k, X_{k+1} ;
- при повторении процедуры в точке X_0 задавать значения в контрольных точках X_0, X_1 ;
- при повторении процедуры в точке X_p задавать значения в контрольных точках X_{p-1}, X_p .

7.3.8 Если при повторной процедуре задания эталонного сигнала после исключения из результатов измерений в контрольной точке X_k одного значения как маловероятного снова выявлено значение, признанное грубой погрешностью, проверку канала прекратить до устранения причины появления грубых погрешностей. После устранения причины появления грубых погрешностей вновь провести процедуру задания эталонного сигнала во всем диапазоне согласно подразделу 6.5.

7.3.9 Допускается проводить отбраковку грубых промахов на стадии просмотра оператором результатов наблюдений при градуировке. При этом производится повторное измерение в заданной контрольной точке, так как указано в п. 7.3.7, с регистрацией результата наблюдений.

7.4 Определение доверительных границ случайной погрешности

7.4.1 Вычислить S_k среднее квадратическое отклонение случайной составляющей погрешности (по ГОСТ 8.009-84, Приложение 2):

$$S_k = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{l1} (X'_{ik} - X'_k)^2 + \sum_{i=1}^{l2} (X''_{ik} - X''_k)^2}{n - 1}},$$

где $n = 2l$, если в точке X_k не была выявлена грубая погрешность;

$n = 2l - 1$, если в точке X_k была выявлена грубая погрешность;

l_1, l_2 – пределы суммирования, равные количеству неисключенных элементов выборки.

Для точки X_0 вычислить среднее квадратическое отклонение случайной составляющей погрешности по формуле:

$$S_0 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X'_{i0} - X'_0)^2}{n-1}},$$

где $n = l+1$, если в точке X_0 не была выявлена грубая погрешность;

$n = l$, если в точке X_0 была выявлена грубая погрешность.

Для точки X_p вычислить среднее квадратическое отклонение случайной составляющей погрешности по формуле:

$$S_p = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X'_{ip} - X'_p)^2}{n-1}},$$

где $n = l$, если в точке X_p не была выявлена грубая погрешность;

$n = l - 1$, если в точке X_p была выявлена грубая погрешность.

7.4.2 Вычислить $S_{\bar{x}k}$ среднее квадратическое отклонение среднего арифметического (оценки измеряемой величины) по ГОСТ Р 8.736-2011:

$$S_{\bar{x}k} = \frac{S_k}{\sqrt{n}}.$$

7.4.3 Вычислить доверительные границы ε_k (без учета знака) случайной погрешности оценки измеряемой величины (по ГОСТ Р 8.736-2011):

$$\varepsilon_k = \tau \cdot S_{\bar{x}k},$$

где τ – коэффициент Стьюдента. Коэффициенты τ для соответствующих значений n приведены в таблице ниже:

n	5	6	7	11	12
τ	2,776	2,571	2,447	2,228	2,201

7.5 Определение доверительных границ неисключенной систематической погрешности

7.5.1 Вычислить значение вариации H_k , ед. физ. величины, в контрольной точке X_k (кроме X_0, X_p):

$$H_k = |X'_k - X''_k|.$$

Вычислить оценку Δ_{Hk} систематической составляющей абсолютной погрешности, ед. физ. величины, обусловленной наличием вариации (по ГОСТ 8.009-84, Приложение 2):

$$\Delta_{Hk} = H_k / 2.$$

7.5.2 Принять $\Delta_{H0} = \Delta_{Hp} = 0$.

7.5.3 Вычислить Δ_{ak} неисключенную систематическую абсолютную погрешность аппроксимации:

– для промежуточной контрольной точки X_k $\Delta_{ak} = \left| \frac{X'_k + X''_k}{2} - X_k \right|$, ед. физ. величины;

– для точки X_0 $\Delta_{a0} = |X'_0 - X_0|$, ед. физ. величины;

– для точки X_p $\Delta_{ap} = |X'_p - X_p|$, ед. физ. величины.

7.5.4 Вычислить границы неисключенной систематической абсолютной погрешности оценки измеряемой величины Θ_k (по ГОСТ Р 8.736-2011) (кроме ИК измерения температуры термометрами и ИК измерения объёмного расхода жидкости для определения прокачки масла через двигатель):

$$\Theta_k = \pm k(P) \cdot \sqrt{\Delta_{Hk}^2 + \Delta_{ak}^2 + \Delta_{ПП}^2 + \Delta_{ПП\text{доп}}^2 + \Delta_{РЭ}^2};$$

где $\Delta_{ПП}$ – погрешность первичного преобразователя, выраженная в единицах измеряемой физической величины;

$\Delta_{ПП\text{доп}}$ – дополнительная погрешность первичного преобразователя (при наличии), выраженная в единицах измеряемой физической величины;

$\Delta_{РЭ}$ – погрешность рабочего эталона, выраженная в единицах измеряемой физической величины;

$k(P)$ – коэффициент, определяемый принятой доверительной вероятностью, числом составляющих НСП и их соотношением между собой; $k(P) = 1,1$.

7.5.5 Для ИК измерения температуры термометрами границы неисключенной систематической абсолютной погрешности оценки измеряемой величины Θ_k , мВ, в промежуточных точках вычислять по формуле:

$$\Theta_k = \pm k(P) \cdot \sqrt{\Delta_{Hk}^2 + \Delta_{ak}^2 + \alpha^2 \Delta_{ПП}^2 + \alpha^2 \Delta_{ТХС}^2 + \Delta_{РЭ}^2},$$

где $\Delta_{ПП}$ – абсолютная погрешность термопары по ГОСТ Р 8.585-2001 для диапазона температур (t_0 ; t_p), °С;

$\Delta_{ТХС}$ – абсолютная погрешность измерения температуры холодного спая, °С;

$\alpha = (X_p - X_0)/(t_p - t_0)$ – разностная аппроксимация производной $\frac{\partial f}{\partial t}$ функции $X = f(t)$ преобразования физической величины в выходной сигнал датчика, мВ/°С;

t_0, t_p – значения температуры, соответствующие значениям имитирующего сигнала (ТЭДС) X_0, X_p , °С

7.5.6 Для ИК измерения объёмного расхода жидкости для определения прокачки масла через двигатель границы неисключенной систематической абсолютной погрешности оценки измеряемой величины Θ_k , Гц, вычислить по формуле:

$$\Theta_k = \pm k(P) \cdot \sqrt{\Delta_{Hk}^2 + \Delta_{ak}^2 + (1/\frac{\partial Q}{\partial N}(X_k))^2 \Delta_{ПП}^2 + \Delta_{РЭ}^2},$$

где $\frac{\partial Q}{\partial N}(X_k)$, л, – производная функции $Q = \varphi(N)$ преобразования физической величины в выходной сигнал датчика, вычисленная в точке X_k

7.5.7 Для поверки ИК частоты электрических сигналов, силы постоянного тока, напряжения постоянного тока, сопротивления постоянному току при вычислении по п. 7.5.4 принимать $\Delta_{ПП} = 0$, по п. 7.5.5 принимать $\Delta_{ПП} = 0$ и $\Delta_{ТХС} = 0$.

7.5.8 При использовании каналов частоты электрических сигналов, силы постоянного тока, напряжения постоянного тока, сопротивления постоянному току с первичными преобразователями утвержденного типа проводить поэлементную поверку отдельно первичного преобразователя и отдельно остальной части канала. При этом в формуле п. 7.5.4 или п. 7.5.5 величины $\Delta_{ПП}$, $\Delta_{ПП\text{доп}}$ берутся из описания типа СИ (если СИ входит в госреестр).

7.5.9 При использовании каналов по п. 7.5.8 вычислять границы погрешности оценки измеряемой величины согласно разделу 9 ГОСТ Р 8.736-2011. При этом погрешность ПП считать составляющей неисключенной систематической погрешности измерения, и вычислять согласно разделу 8 ГОСТ Р 8.736-2011 (основная и дополнительные погрешности ПП считаются согласно описанию типа ПП). Для оценки сверху величины $S_{\bar{x}k}$ можно использовать равенство $S_{\bar{x}k} = \frac{\varepsilon}{\tau}$ (раздел 7 ГОСТ Р 8.736-2011), где ε принимается равным погрешности части

канала измерения без ПП, $\tau = 1,96$ – коэффициент Стьюдента для бесконечного числа результатов измерений.

7.5.10 Вычислить $S_{\theta k}$ среднее квадратическое отклонение НСП, полученных по формулам п.п. 7.5.4, 7.5.5, 7.5.6:

$$S_{\theta k} = \frac{\Theta_k}{k(P)\sqrt{3}}$$

7.6 Определение доверительных границ погрешности оценки измеряемой величины

Вычислить границы абсолютной погрешности оценки измеряемой величины Δ_k (по ГОСТ Р 8.736-2011, раздел 9):

$$\Delta_k = K \cdot \sqrt{S_{\theta k}^2 + S_{xk}^2},$$

где коэффициент K вычисляется по эмпирической формуле $K = \frac{\varepsilon_k + \Theta_k}{S_{xk} + S_{\theta k}}$.

7.7 Определение погрешности канала

7.7.1 Для ИК измерения объёмного расхода прокачки масла через двигатель вычислить абсолютную погрешность канала Δ по формуле:

$$\Delta = \max \left| \frac{\partial Q}{\partial N} (X_k) \Delta_k \right|, k = 0, \dots, p,$$

где производная функции $Q = \varphi(N)$ вычисляется в калибровочных точках X_k .

7.7.2 Для ИК измерения температуры термомпарами вычислить абсолютную погрешность канала Δ по формуле:

$$\Delta = \max \left(\frac{1}{\alpha} \Delta_k \right), k = 0, \dots, p$$

7.7.3 Для ИК измерения температуры термометрами сопротивления вычислить абсолютную погрешность канала Δ по формуле:

$$\Delta = \max \left(\frac{1}{\beta} \Delta_k \right), k = 0, \dots, p$$

7.7.4 Для остальных ИК абсолютная погрешность канала Δ вычисляется по формуле:

$$\Delta = \max (\Delta_k), k = 0, \dots, p$$

7.7.5 ИК считается прошедшим поверку, если погрешность для данного канала удовлетворяет требованиям приложения Б.

8 Оформление результатов поверки

8.1 При положительных результатах поверки оформляется свидетельство о поверке.

ИИС считается прошедшей поверку с положительными результатами при выполнении следующих требований:

- ИИС функционирует нормально, неисправности и дефекты, препятствующие выполнению операций поверки и последующей эксплуатации, отсутствуют;
- технические характеристики ИИС соответствуют руководству по эксплуатации 468.425850.041.РЭ;
- метрологические характеристики ИК соответствуют требованиям приложения Б.

8.2 При поверке группы каналов по п. 6.5.13 оформляется свидетельство о поверке соответствующей группы каналов. К свидетельству прикладывается протокол с перечнем поверенных ИК. Срок действия свидетельства 1 год.

8.3 При отрицательных результатах поверки ИК или группы ИК по п. 6.5.13 применение группы ИК запрещается и оформляется извещение о непригодности соответствующей группы каналов по форме Приложения 2 к Порядку проведения поверки средств измерений, требований к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке, утвержденному приказом Минпромторга РФ от 2 июля 2015 года № 1815, с указанием причин.

Главный метролог
ФГУП «ЦИАМ им. П.И. Баранова»



Б.И. Минеев

Перечень ИК, подвергаемых поверке

Таблица А.1

№ ИК	Идентификатор параметра	Тип ПП	Диапазон измерения	Контрольные точки	Тип РЭ	Пределы допускаемой погрешности
Подсистема измерения давления						
S1-7.0	PB120	Метран-43Ф-ДД 0,025 кгс/см ²	от -250 до 0 мм вод. ст.	0; -50; -100; -150; -200; -250; -200; -150; -100; -50; 0 мм вод. ст.	Метран-518 D 6,3 KD	± 0,8 мм вод. ст.
				0; -50; -100; -150; -200; -250; -200; -150; -100; -50; 0 мм вод. ст. (4,0; 7,2; 10,4; 13,6; 16,8; 20,0; 16,8; 13,6; 10,4; 7,2; 4,0 мА)	ИКСУ-2000, TRX-II	
S1-7.1	PB120.1	Метран-100-ДД 0,01 кгс/см ²	от -100 до 0 мм вод. ст.	0, -20; -40; -60; -80; -100; -80; -60; -40; -20; 0 мм вод. ст.	Метран-518 D 6,3 KD	± 0,4 мм вод. ст.
				0, -20; -40; -60; -80; -100; -80; -60; -40; -20; 0 мм вод. ст. (4,0; 7,2; 10,4; 13,6; 16,8; 20,0; 16,8; 13,6; 10,4; 7,2; 4,0 мА)	ИКСУ-2000, TRX-II	
S1-7.2	PC111	Метран-43Ф-ДД 0,25 кгс/см ²	от -2500 до 0 мм вод. ст.	0; -500; -1000; -1500; -2000; -2500; -2000; -1500; -1000; -500; 0 мм вод. ст.	Метран-518 D 63 КА, Воздух 2,5	± 5,0 мм вод.ст.
				0; -500; -1000; -1500; -2000; -2500; -2000; -1500; -1000; -500; 0 мм вод. ст. (4,0; 7,2; 10,4; 13,6; 16,8; 20,0; 16,8; 13,6; 10,4; 7,2; 4,0 мА)	ИКСУ-2000, TRX-II	
S1-7.3	PC112	Метран-43Ф-ДД 0,25 кгс/см ²	от -2500 до 0 мм вод. ст.	0; -500; -1000; -1500; -2000; -2500; -2000; -1500; -1000; -500; 0 мм вод. ст.	Метран-518 D 63 КА, Воздух 2,5	± 5,0 мм вод.ст.
				0; -500; -1000; -1500; -2000; -2500; -2000; -1500; -1000; -500; 0 мм вод. ст. (4,0; 7,2; 10,4; 13,6; 16,8; 20,0; 16,8; 13,6; 10,4; 7,2; 4,0 мА)	ИКСУ-2000, TRX-II	
S1-8.29	PC200.1	Метран-43Ф-ДД 0,16 кгс/см ²	от -1600 до 0 мм вод. ст.	0; 300; 600; 900; 1200; 1600; 1200; 900; 600; 300; 0 мм вод. ст.	Метран-518 D 63 КА, Воздух 2,5	± 5,0 мм вод. ст.
				0; 320; 640; 960; 1280; 1600; 1280; 960; 640; 320; 0 мм вод. ст. (4,0; 7,2; 10,4; 13,6; 16,8; 20,0; 16,8; 13,6; 10,4; 7,2; 4,0 мА)	ИКСУ-2000, TRX-II	
S1-8.19	PT500 (PT501)	Метран-43Ф-ДД 0,16 кгс/см ²	от 0 до 1600 мм вод. ст.	0; 300; 600; 900; 1200; 1600; 1200; 900; 600; 300; 0 мм вод. ст.	Метран-518 D 63 КА, Воздух 2,5	± 3,0 мм вод.ст.
				0; 320; 640; 960; 1280; 1600; 1280; 960; 640; 320; 0 мм вод. ст. (4,0; 7,2; 10,4; 13,6; 16,8; 20,0; 16,8; 13,6; 10,4; 7,2; 4,0 мА)	ИКСУ-2000, TRX-II	
S1-8.20	PT502	Метран-43Ф-ДД 0,16 кгс/см ²	от 0 до 1600 мм вод. ст.	0; 300; 600; 900; 1200; 1600; 1200; 900; 600; 300; 0 мм вод. ст.	Метран-518 D 63 КА, Воздух 2,5	± 3,0 мм вод.ст.
				0; 320; 640; 960; 1280; 1600; 1280; 960; 640; 320; 0 мм вод. ст. (4,0; 7,2; 10,4; 13,6; 16,8; 20,0; 16,8; 13,6; 10,4; 7,2; 4,0 мА)	ИКСУ-2000, TRX-II	
S1-8.21	PT503	Метран-43Ф-ДД 0,16 кгс/см ²	от 0 до 1600 мм вод. ст.	0; 300; 600; 900; 1200; 1600; 1200; 900; 600; 300; 0 мм вод. ст.	Метран-518 D 63 КА, Воздух 2,5	± 3,0 мм вод.ст.
				0; 320; 640; 960; 1280; 1600; 1280; 960; 640; 320; 0 мм вод. ст. (4,0; 7,2; 10,4; 13,6; 16,8; 20,0; 16,8; 13,6; 10,4; 7,2; 4,0 мА)	ИКСУ-2000, TRX-II	

Продолжение таблицы Г.1

№ ИК	Идентификатор параметра	Тип ПП	Диапазон измерения	Контрольные точки	Тип РЭ	Пределы допускаемой погрешности
S1-8.22	PT504	Метран-43Ф-ДД 0,16 кгс/см ²	от 0 до 1600 мм вод. ст.	0; 300; 600; 900; 1200; 1600; 1200; 900; 600; 300; 0 мм вод. ст	Метран-518 D 63 КА, Воздух 2,5	± 3,0 мм вод.ст.
				0; 320; 640; 960; 1280; 1600; 1280; 960; 640; 320; 0 мм вод. ст (4,0; 7,2; 10,4; 13,6; 16,8; 20,0; 16,8; 13,6; 10,4; 7,2; 4,0 мА)	ИКСУ-2000, TRX-II	
S1-8.23	PT505	Метран-43Ф-ДД 0,16 кгс/см ²	от 0 до 1600 мм вод. ст.	0; 300; 600; 900; 1200; 1600; 1200; 900; 600; 300; 0 мм вод. ст	Метран-518 D 63 КА, Воздух 2,5	± 3,0 мм вод.ст.
				0; 320; 640; 960; 1280; 1600; 1280; 960; 640; 320; 0 мм вод. ст (4,0; 7,2; 10,4; 13,6; 16,8; 20,0; 16,8; 13,6; 10,4; 7,2; 4,0 мА)	ИКСУ-2000, TRX-II	
S1-9.7	PT506 ⁵	Метран-43-ДИ 0,16 кгс/см ²	от 0 до 1600 мм вод. ст.	0; 300; 600; 900; 1200; 1600; 1200; 900; 600; 300; 0 мм вод. ст	Метран-518 D 63 КА, Воздух 2,5	± 3,0 мм вод. ст
				0; 320; 640; 960; 1280; 1600; 1280; 960; 640; 320; 0 мм вод. ст (4,0; 7,2; 10,4; 13,6; 16,8; 20,0; 16,8; 13,6; 10,4; 7,2; 4,0 мА)	ИКСУ-2000, TRX-II	
S1-9.8	PT507 ⁵	Метран-43-ДИ 0,16 кгс/см ²	от 0 до 1600 мм вод. ст.	0; 300; 600; 900; 1200; 1600; 1200; 900; 600; 300; 0 мм вод. ст	Метран-518 D 63 КА, Воздух 2,5	± 3,0 мм вод. ст
				0; 320; 640; 960; 1280; 1600; 1280; 960; 640; 320; 0 мм вод. ст (4,0; 7,2; 10,4; 13,6; 16,8; 20,0; 16,8; 13,6; 10,4; 7,2; 4,0 мА)	ИКСУ-2000, TRX-II	
S1-9.9	PT508 ⁵	Метран-43-ДИ 0,16 кгс/см ²	от 0 до 1600 мм вод. ст.	0; 300; 600; 900; 1200; 1600; 1200; 900; 600; 300; 0 мм вод. ст	Метран-518 D 63 КА, Воздух 2,5	± 3,0 мм вод. ст
				0; 320; 640; 960; 1280; 1600; 1280; 960; 640; 320; 0 мм вод. ст (4,0; 7,2; 10,4; 13,6; 16,8; 20,0; 16,8; 13,6; 10,4; 7,2; 4,0 мА)	ИКСУ-2000, TRX-II	
S1-9.10	PT509 ⁵	Метран-43-ДИ 0,16 кгс/см ²	от 0 до 1600 мм вод. ст.	0; 300; 600; 900; 1200; 1600; 1200; 900; 600; 300; 0 мм вод. ст	Метран-518 D 63 КА, Воздух 2,5	± 3,0 мм вод. ст
				0; 320; 640; 960; 1280; 1600; 1280; 960; 640; 320; 0 мм вод. ст (4,0; 7,2; 10,4; 13,6; 16,8; 20,0; 16,8; 13,6; 10,4; 7,2; 4,0 мА)	ИКСУ-2000, TRX-II	
S1-9.11	PT510 ⁵	Метран-43-ДИ 0,16 кгс/см ²	от 0 до 1600 мм вод. ст.	0; 300; 600; 900; 1200; 1600; 1200; 900; 600; 300; 0 мм вод. ст	Метран-518 D 63 КА, Воздух 2,5	± 3,0 мм вод. ст
				0; 320; 640; 960; 1280; 1600; 1280; 960; 640; 320; 0 мм вод. ст (4,0; 7,2; 10,4; 13,6; 16,8; 20,0; 16,8; 13,6; 10,4; 7,2; 4,0 мА)	ИКСУ-2000, TRX-II	
S1-8.12	dPf	Yokogawa EJA110A-DMS4A- 97NA 1,0 кгс/см ²	от 0 до 10000 мм вод. ст.	0; 4000; 6000; 8000; 10000; 8000; 6000; 4000; 0 мм вод. ст. (0,0; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0; 0,8; 0,6; 0,4; 0,0 кгс/см ²	Метран-518 D160КА, МП-6	± 0,2 % от ИВ
				0; 2500; 5000; 7500; 10000; 7500; 5000; 2500; 0 мм вод. ст. (4; 8; 12; 16; 20; 16; 12; 8; 4 мА)	ИКСУ-2000, TRX-II	
S1-8.13	PSUF	Метран-100-ДИ 0,4 кгс/см ²	от 0 до 0,4 кгс/см ²	0,0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,3; 0,2; 0,1; 0,0 кгс/см ²	Метран-518 D 63 КА, Воздух 2,5	± 0,4 % от ИВ
				0,0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,3; 0,2; 0,1; 0,0 кгс/см ² (4; 8; 12; 16; 20; 16; 12; 8; 4 мА)	ИКСУ-2000, TRX-II	

Продолжение таблицы Г.1

№ ИК	Идентификатор параметра	Тип ПП	Диапазон измерения	Контрольные точки	Тип РЭ	Пределы допускаемой погрешности
S1-7.4	PT401.1	Метран-43Ф-ДИ 6,0 кгс/см ²	от 0 до 6,0 кгс/см ²	0,0; 1,2; 2,4; 3,6; 4,8; 6,0; 4,8; 3,6; 2,4; 1,2; 0,0 кгс/см ²	Метран-518 D1МА, МП-6	± 0,4 % от ИВ
				0,0; 1,2; 2,4; 3,6; 4,8; 6,0; 4,8; 3,6; 2,4; 1,2; 0,0 кгс/см ² (4,0; 7,2; 10,4; 13,6; 16,8; 20,0; 16,8; 13,6; 10,4; 7,2; 4,0 мА)	ИКСУ-2000, TRX-II	
S1-8.17	PMBX	Метран-43Ф-ДИ 6,0 кгс/см ²	от 0 до 6,0 кгс/см ²	0,0; 1,2; 2,4; 3,6; 4,8; 6,0; 4,8; 3,6; 2,4; 1,2; 0,0 кгс/см ²	Метран-518 D1МА, МП-6	± 0,4 % от ИВ
				0,0; 1,2; 2,4; 3,6; 4,8; 6,0; 4,8; 3,6; 2,4; 1,2; 0,0 кгс/см ² (4,0; 7,2; 10,4; 13,6; 16,8; 20,0; 16,8; 13,6; 10,4; 7,2; 4,0 мА)	ИКСУ-2000, TRX-II	
S1-8.18	PTBXS	Метран-100-ДИ 40 кгс/см ²	от 0 до 40 кгс/см ²	0; 10; 20; 30; 40; 30; 20; 10; 0 кгс/см ²	Метран-518 D2,5МА, МП-60	± 0,4 % от ИВ
				0; 10; 20; 30; 40; 30; 20; 10; 0 кгс/см ² (4; 8; 12; 16; 20; 16; 12; 8; 4 мА)	ИКСУ-2000, TRX-II	
S1-7.5	PUKPV	Метран-100-ДИ 25 кгс/см ²	от 0 до 20 кгс/см ²	0; 5; 10; 15; 20; 15; 10; 5; 0 кгс/см ² (4,0; 7,2; 10,4; 13,6; 16,8; 13,6; 10,4; 7,2; 4,0 мА)	ИКСУ-2000, TRX-II	± 0,4 % от ИВ
S1-7.6	PUKPG	Метран-100-ДИ 25 кгс/см ²	от 0 до 20 кгс/см ²	0; 5; 10; 15; 20; 15; 10; 5; 0 кгс/см ² (4,0; 7,2; 10,4; 13,6; 16,8; 13,6; 10,4; 7,2; 4,0 мА)	ИКСУ-2000, TRX-II	± 0,4 % от ИВ
S1-7.7	PUKPS ⁴	Метран-100-ДИ 25 кгс/см ²	от 0 до 20 кгс/см ²	0; 5; 10; 15; 20; 15; 10; 5; 0 кгс/см ² (4,0; 7,2; 10,4; 13,6; 16,8; 13,6; 10,4; 7,2; 4,0 мА)	ИКСУ-2000, TRX-II	± 0,4 % от ИВ
S1-7.8	PUKPVZ ^{4,5}	Метран-100-ДИ 25 кгс/см ²	от 0 до 20 кгс/см ²	0; 5; 10; 15; 20; 15; 10; 5; 0 кгс/см ² (4,0; 7,2; 10,4; 13,6; 16,8; 13,6; 10,4; 7,2; 4,0 мА)	ИКСУ-2000, TRX-II	± 0,4 % от ИВ
S1-7.9	PnRPK	Метран-43Ф-ДИ 4,0 кгс/см ²	от 0 до 3,0 кгс/см ²	0,00; 0,75; 1,50; 2,25; 3,00; 2,25; 1,50; 0,75; 0,00 кгс/см ² (4; 7; 10; 13; 16; 13; 10; 7; 4 мА)	ИКСУ-2000, TRX-II	± 0,4 % от ИВ
S1-7.10	PnSPK	Метран-43Ф-ДИ 4,0 кгс/см ²	от 0 до 3,0 кгс/см ²	0,00; 0,75; 1,50; 2,25; 3,00; 2,25; 1,50; 0,75; 0,00 кгс/см ² (4; 7; 10; 13; 16; 13; 10; 7; 4 мА)	ИКСУ-2000, TRX-II	± 0,4 % от ИВ
S1-7.11	PnRPT	Метран-43Ф-ДИ 4,0 кгс/см ²	от 0 до 3,0 кгс/см ²	0,00; 0,75; 1,50; 2,25; 3,00; 2,25; 1,50; 0,75; 0,00 кгс/см ² (4; 7; 10; 13; 16; 13; 10; 7; 4 мА)	ИКСУ-2000, TRX-II	± 0,4 % от ИВ
S1-9.6	PnCT	Метран-43Ф-ДИ 4,0 кгс/см ²	от 0 до 3,0 кгс/см ²	0,00; 0,75; 1,50; 2,25; 3,00; 2,25; 1,50; 0,75; 0,00 кгс/см ² (4; 7; 10; 13; 16; 13; 10; 7; 4 мА)	ИКСУ-2000, TRX-II	± 0,4 % от ИВ
S1-7.12	PCTB	Метран-43Ф-ДИ 6,0 кгс/см ²	от 0 до 6,0 кгс/см ²	0,0; 1,5; 3,0; 4,5; 6,0; 4,5; 3,0; 1,5; 0,0 кгс/см ² (4; 8; 12; 16; 20; 16; 12; 8; 4 мА)	ИКСУ-2000, TRX-II	± 0,4 % от ИВ
S1-7.14	PCA	Метран-43Ф-ДИ 6,0 кгс/см ²	от 0 до 6,0 кгс/см ²	0,0; 1,5; 3,0; 4,5; 6,0; 4,5; 3,0; 1,5; 0,0 кгс/см ² (4; 8; 12; 16; 20; 16; 12; 8; 4 мА)	ИКСУ-2000, TRX-II	± 0,4 % от ИВ
S1-7.15	PK308	Метран-100-ДИ 25 кгс/см ²	от 0 до 25 кгс/см ²	0; 5; 10; 15; 20; 25; 20; 15; 10; 5; 0 кгс/см ²	Метран-518 D2,5МА, МП-60	± 0,3 % от ИВ
				0; 5; 10; 15; 20; 25; 20; 15; 10; 5; 0 кгс/см ² (4,0; 7,2; 10,4; 13,6; 16,8; 20,0; 16,8; 13,6; 10,4; 7,2; 4,0 мА)	ИКСУ-2000, TRX-II	

Продолжение таблицы Г.1

№ ИК	Идентификатор параметра	Тип ПП	Диапазон измерения	Контрольные точки	Тип РЭ	Пределы допускаемой погрешности
S1-7.16	PK310	Метран-100-ДИ 25 кгс/см ²	от 0 до 25 кгс/см ²	0; 5; 10; 15; 20; 25; 20; 15; 10; 5; 0 кгс/см ²	Метран-518 D2,5МА, МП-60	± 0,3 % от ИВ
				0; 5; 10; 15; 20; 25; 20; 15; 10; 5; 0 кгс/см ² (4,0; 7,2; 10,4; 13,6; 16,8; 20,0; 16,8; 13,6; 10,4; 7,2; 4,0 МА)	ИКСУ-2000, TRX-II	
S1-7.17	PK311	Метран-100-ДИ 25 кгс/см ²	от 0 до 25 кгс/см ²	0; 5; 10; 15; 20; 25; 20; 15; 10; 5; 0 кгс/см ²	Метран-518 D2,5МА, МП-60	± 0,3 % от ИВ
				0; 5; 10; 15; 20; 25; 20; 15; 10; 5; 0 кгс/см ² (4,0; 7,2; 10,4; 13,6; 16,8; 20,0; 16,8; 13,6; 10,4; 7,2; 4,0 МА)	ИКСУ-2000, TRX-II	
S1-7.18	PK312	Метран-100-ДИ 25 кгс/см ²	от 0 до 25 кгс/см ²	0; 5; 10; 15; 20; 25; 20; 15; 10; 5; 0 кгс/см ²	Метран-518 D2,5МА, МП-60	± 0,3 % от ИВ
				0; 5; 10; 15; 20; 25; 20; 15; 10; 5; 0 кгс/см ² (4,0; 7,2; 10,4; 13,6; 16,8; 20,0; 16,8; 13,6; 10,4; 7,2; 4,0 МА)	ИКСУ-2000, TRX-II	
S1-7.21	PmpKPV	Метран-100-ДИ 60 кгс/см ²	от 0 до 60 кгс/см ²	0; 15; 30; 45; 60; 45; 30; 15; 0 кгс/см ² (4; 8; 12; 16; 20; 16; 12; 8; 4 МА)	ИКСУ-2000, TRX-II	± 0,2 % от ИВ
S1-7.22	PmsKPV	Метран-100-ДИ 60 кгс/см ²	от 0 до 60 кгс/см ²	0; 15; 30; 45; 60; 45; 30; 15; 0 кгс/см ² (4; 8; 12; 16; 20; 16; 12; 8; 4 МА)	ИКСУ-2000, TRX-II	± 0,2 % от ИВ
S1-7.23	PmsKPG	Метран-100-ДИ 60 кгс/см ²	от 0 до 60 кгс/см ²	0; 15; 30; 45; 60; 45; 30; 15; 0 кгс/см ² (4; 8; 12; 16; 20; 16; 12; 8; 4 МА)	ИКСУ-2000, TRX-II	± 0,2 % от ИВ
S1-7.24	PmpPOS ^{1, 2, 3}	Метран-100-ДИ 60 кгс/см ²	от 0 до 60 кгс/см ²	0; 15; 30; 45; 60; 45; 30; 15; 0 кгс/см ² (4; 8; 12; 16; 20; 16; 12; 8; 4 МА)	ИКСУ-2000, TRX-II	± 0,2 % от ИВ
	PmpKPVZ ^{4, 5}					
S1-7.25	PmsPOS ^{1, 2, 3}	Метран-100-ДИ 60 кгс/см ²	от 0 до 60 кгс/см ²	0; 15; 30; 45; 60; 45; 30; 15; 0 кгс/см ² (4; 8; 12; 16; 20; 16; 12; 8; 4 МА)	ИКСУ-2000, TRX-II	± 0,2 % от ИВ
	PmsKPVZ ^{4, 5}					
S1-7.26	PmpKPS ⁴	Метран-100-ДИ 60 кгс/см ²	от 0 до 60 кгс/см ²	0; 15; 30; 45; 60; 45; 30; 15; 0 кгс/см ² (4; 8; 12; 16; 20; 16; 12; 8; 4 МА)	ИКСУ-2000, TRX-II	± 0,2 % от ИВ
S1-7.27	PmsKPS ⁴	Метран-100-ДИ 60 кгс/см ²	от 0 до 60 кгс/см ²	0; 15; 30; 45; 60; 45; 30; 15; 0 кгс/см ² (4; 8; 12; 16; 20; 16; 12; 8; 4 МА)	ИКСУ-2000, TRX-II	± 0,2 % от ИВ
S1-7.28	PmpKPG	Метран-100-ДИ 60 кгс/см ²	от 0 до 60 кгс/см ²	0; 15; 30; 45; 60; 45; 30; 15; 0 кгс/см ² (4; 8; 12; 16; 20; 16; 12; 8; 4 МА)	ИКСУ-2000, TRX-II	± 0,2 % от ИВ
S1-8.5	Ptp	ТЖИУ.406-1Ех-17 6,0 кгс/см ²	от 0 до 6,0 кгс/см ²	0,0; 1,5; 3,0; 4,5; 6,0; 4,5; 3,0; 1,5; 0,0 кгс/см ² (4; 8; 12; 16; 20; 16; 12; 8; 4 МА)	ИКСУ-2000, TRX-II	± 0,4 % от ИВ
S1-8.14	PMD2	Метран-43Ф-ДИ 1,6 кгс/см ²	от 0 до 1,6 кгс/см ²	0,0; 0,4; 0,8; 1,2; 1,6; 1,2; 0,8; 0,4; 0,0 кгс/см ² (4; 8; 12; 16; 20; 16; 12; 8; 4 МА)	ИКСУ-2000, TRX-II	± 0,4 % от ИВ
S1-9.0	PTDD-1	Метран-150 TGR3 40 кгс/см ²	от 0 до 40 кгс/см ²	0; 10; 20; 30; 40; 30; 20; 10; 0 кгс/см ² (4; 8; 12; 16; 20; 16; 12; 8; 4 МА)	ИКСУ-2000, TRX-II	± 0,2 % от ИВ

Продолжение таблицы Г.1

№ ИК	Идентификатор параметра	Тип ПП	Диапазон измерения	Контрольные точки	Тип РЭ	Пределы допускаемой погрешности
S1-9.1	PTDD-2	Метран-150 TGR3 40 кгс/см ²	от 0 до 40 кгс/см ²	0; 10; 20; 30; 40; 30; 20; 10; 0 кгс/см ² (4; 8; 12; 16; 20; 16; 12; 8; 4 мА)	ИКСУ-2000, TRX-II	± 0,2 % от ИВ
S1-8.30	PB121	Метран-100-ДД 0,016 кгс/см ²	от -120 до 0 мм вод. ст.	0; -20; -40; -60; -80; -100; -120; -100; -80; -60; -40; -20; 0 мм вод. ст.	Метран-518 D 6,3 KD	± 0,5 мм вод. ст.
				0; -24; -48; -72; -96; -120; -96; -72; -48; -24; 0 мм вод. ст. (4,0; 6,4; 8,8; 11,2; 13,6; 16,0; 13,6; 11,2; 8,8; 6,4; 4,0 мА)	ИКСУ-2000, TRX-II	
S1-8.9	Ptg.bx	ГЖИУ.406-1Ех-21 40 кгс/см ² (агрегат А73)	от 0 до 40 кгс/см ²	0; 10; 20; 30; 40; 30; 20; 10; 0 кгс/см ² (4; 8; 12; 16; 20; 16; 12; 8; 4 мА)	ИКСУ-2000, TRX-II	± 0,4 % от ИВ
S1-8.10	Ptg.bx2 ⁵	Метран-100-ДИ 40 кгс/см ²	от 0 до 40 кгс/см ²	0; 10; 20; 30; 40; 30; 20; 10; 0 кгс/см ² (4; 8; 12; 16; 20; 16; 12; 8; 4 мА)	ИКСУ-2000, TRX-II	± 0,4 % от ИВ
S1-8.11	PAVO ⁵	Метран-100-ДИ 6,0 кгс/см ²	от 0 до 6 кгс/см ²	0,0; 1,5; 3,0; 4,5; 6,0; 4,5; 3,0; 1,5; 0,0 кгс/см ² (4; 8; 12; 16; 20; 16; 12; 8; 4 мА)	ИКСУ-2000, TRX-II	± 0,2 % от ИВ
Подсистема измерения температуры						
S1-1.0	Tct-1	TK-162 (Т-99) ТХА	от -60 до +900 °С (от 0 до 37,326 мВ)	0,000; 7,000; 14,000; 21,000; 28,000; 35,000; 42,000; 35,000; 28,000; 21,000; 14,000; 7,000; 0,000 мВ.	ИКСУ-2000, TRX-II	± 0,5 % от ВП
S1-1.1	Tct-2					
S1-1.2	Tct-3					
S1-1.3	Tct-4					
S1-1.4	Tct-5					
S1-1.5	Tct-6					
S1-1.6	Tct-7					
S1-1.7	Tct-8					
S1-1.8	Tct-9					
S1-1.9	Tct-10					
S1-1.10	Tct-11					
S1-1.11	Tct-12					
S1-2.0	TK 325	Л84-955 ТХК	от 0 до 600 °С (от 0 до 49,108 мВ)	0,000; 10,000; 20,000; 30,000; 40,000; 50,000; 40,000; 30,000; 20,000; 10,000; 0,000 мВ	ИКСУ-2000, TRX-II	± 4,0 °С
S1-2.1	TK 326					
S1-2.2	TK 327					
S1-2.22	TK328 * ⁵	Л84-955 (ТХК)	от 0 до 600 °С (от 0 до 49,098 мВ)	0,000; 10,00; 20,000; 30,000; 40,000; 50,000; 40,000; 30,000; 20,000; 10,000; 0,000 мВ	ИКСУ-2000, TRX-II	± 4,0 °С
S1-2.23	TK329 * ⁵					
S1-2.24	TK330 * ⁵					

Продолжение таблицы Г.1

№ ИК	Идентификатор параметра	Тип ПП	Диапазон измерения	Контрольные точки	Тип РЭ	Пределы допускаемой погрешности
S1-3.0	Tmbx	П-109М4 (100П)	от -50 до +150 °С	-50; 0; 50; 100; 150; 100; 50; 0; -50 °С (80,00; 100,00; 119,70; 139,11; 158,22; 139,11; 119,70; 100,00; 80,00 Ом)	Р4833, TRX-II, ИКСУ-2000	± 1,0 % от ИВ
S1-3.1	Tmk	П-109М4 (100П)	от 0 до 250 °С	0; 50; 100; 150; 200; 250; 200; 150; 100; 50; 0 °С (100,00; 119,70; 139,11; 158,22; 177,04; 195,57; 177,04; 158,22; 139,11; 119,70; 100,00 Ом)	Р4833, TRX-II, ИКСУ-2000	± 1,0 % от ИВ
S1-3.2	Tmt	П-109М4 (100П)	от 0 до 250 °С			
S1-3.3	Tmct	П-109М4 (100П)	от 0 до 250 °С			
S1-1.12	ТОСТ ³	Т-158 ТХА	от -50 до +300 °С (от -1,889 до +12,209 мВ)	-2,000; 0,500; 3,000; 5,500; 8,000; 10,500; 13,000; 10,500; 8,000; 5,500; 3,000; 0,500; -2,000 мВ	ИКСУ-2000 TRX-II	± 3,0 °С
S1-3.4	ТСТВ ^{1, 2, 3, 4}	П-109 (100П)	от 0 до 160 °С	0; 40; 80; 120; 160; 120; 80; 40; 0 °С (100,00; 115,78; 131,38; 146,79; 162,01; 146,79; 131,38; 115,78; 100,00 Ом)	Р4833, TRX-II, ИКСУ-2000	± 1,0 % от ИВ
	ТАВО ⁵					
S1-3.5	ТВ107	П-98 (100П)	от -50 до +50 °С	-50; -30; -10; 10; 30; 50; 30; 10; -10; -30; -50 °С (80,00; 88,04; 96,03; 103,96; 111,85; 119,70; 111,85; 103,96; 96,03; 88,04; 80,00 Ом)	Р4833, TRX-II, ИКСУ-2000	± 1,0 °С
S1-3.6	ТВ108					
S1-3.7	ТВ109					
S1-3.8	ТВ110					
S1-3.9	ТВ111					
S1-3.10	ТВ112	П-98 (50П)	от -50 до +50 °С	-50; -30; -10; 10; 30; 50; 30; 10; -10; 30; -50 °С (40,00; 44,02; 48,02; 51,98; 55,92; 59,85; 55,92; 51,98; 48,02; 44,02; 40,00 Ом)	Р4833, TRX-II, ИКСУ-2000	± 1,0 °С
S1-3.11	ТВ113					
S1-3.12	ТВ114					
S1-3.13	ТВ115					
S1-3.14	ТВ116					
S1-3.15	ТВ117					
S1-3.16	ТВ118					
S1-3.18	ТН	П-109М1 (100П)	от -50 до +50 °С	-50; -30; -10; 10; 30; 50; 30; 10; -10; -30; -50 °С (80,00; 88,04; 96,03; 103,96; 111,85; 119,70; 111,85; 103,96; 96,03; 88,04; 80,00 Ом)	Р4833, TRX-II, ИКСУ-2000	± 1,0 °С
S1-3.21	TMD2	П-109М1 (100П)	от 0 до 150 °С	0; 25; 50; 75; 100; 125; 150; 125; 100; 75; 50; 25; 0 °С (100,00; 109,89; 119,70; 129,44; 139,11; 148,70; 158,22; 148,70; 139,11; 129,44; 119,70; 109,89; 100,00 Ом)	Р4833, TRX-II, ИКСУ-2000	± 1,0 % от ИВ
S1-3.22	TMTDR	П-109М1 (100П)	от -50 до +140 °С	-50; -25; 0; 25; 50; 75; 100; 125; 150; 125; 100; 75; 50; 25; 0; -25; -50 °С (80,00; 90,04; 100,00; 109,89; 119,70; 129,44; 139,11; 148,70; 158,22; 148,70; 139,11; 129,44; 119,70; 109,89; 100,00; 90,04; 80,00 Ом)	Р4833, TRX-II, ИКСУ-2000	± 1,0 % от ИВ

Продолжение таблицы Г.1

№ ИК	Идентификатор параметра	Тип ПП	Диапазон измерения	Контрольные точки	Тип РЭ	Пределы допускаемой погрешности
S1-3.23	TMMB	П-109М1 (100П)	от -50 до +100 °С	-50; -25; 0; 25; 50; 75; 100; 75; 50; 25; 0; -25; -50 °С (80,00; 90,04; 100,00; 109,89; 119,70; 129,44; 139,11; 129,44; 119,70; 109,89; 100,00; 90,04; 80,00 Ом)	P4833, TRX-II, ИКСУ-2000	± 1,0 % от ИВ
S1-4.1	TDD	П-109М1 (100П)	от -30 до +70 °С	-30; -10; 10; 30; 50; 70; 50; 30; 10; -10; -30 °С (88,04; 96,03; 103,96; 111,85; 119,70; 127,50; 119,70; 111,85; 103,96; 96,03; 88,04 Ом)	P4833, TRX-II, ИКСУ-2000	± 1,0 °С
Подсистема измерения расхода жидкости						
S2-1.3	GM.Hz	ТПР12-2-1	от 10 до 60 л/мин (от 0 до 300 Гц)	0; 50; 100; 150; 200; 250; 300; 250; 200; 150; 100; 50; 0 Гц	ГЗ-122	± 0,5 % от ИВ
Подсистема измерения электрического напряжения постоянного тока, соответствующего значению крутящего момента						
S1-11.4	Mkr	-	от 0 до 10 В	0; 2; 4; 6; 8; 10; 8; 6; 4; 2; 0 В	ИКСУ-2000, TRX-II	± 0,08 % от ВП
Подсистема измерения параметров вибрации						
S1-11.2	Vpp	МВ-43-5Б (МВ-04-03)	от 0 до 100 мм/с (от 0 до 5 В)	0; 20; 40; 60; 80; 100; 80; 60; 40; 20; 0 мм/с (0; 1; 2; 3; 4; 5; 4; 3; 2; 1; 0 В)	ИКСУ-2000, TRX-II	± 6,0 мм/с
S1-11.3	Vzp	МВ-44-2Б (МВ-43-5Б) (МВ-04-03)	от 0 до 100 мм/с (от 0 до 5 В)	0; 20; 40; 60; 80; 100; 80; 60; 40; 20; 0 мм/с (0; 1; 2; 3; 4; 5; 4; 3; 2; 1; 0 В)	ИКСУ-2000, TRX-II	± 6,0 мм/с
Подсистема измерения частоты вращения роторов						
S2-1.0	NTK	ДЧВ-2500А	от 100 до 13000 об/мин (от 60 до 7800 Гц)	0; 166,67; 1666,67; 3333,33; 5000,00; 6666,67; 8333,33; 10000,00; 11666,67; 13333,33; 11666,67; 10000,00; 8333,33; 6666,67; 5000,00; 3333,33; 1666,67; 166,67; 0 об/мин (0; 100; 1000; 2000; 3000; 4000; 5000; 6000; 7000; 8000; 7000; 6000; 5000; 4000; 3000; 2000; 1000; 100; 0 Гц)	ГЗ-122	± 0,10 % от ВП
S2-1.1	NCT	ДЧВ-2500А	от 100 до 9000 об/мин (от 107 до 9600 Гц)	0; 93,8; 937,5; 1875,0; 2812,5; 3750,0; 4687,5; 5625,0; 6562,5; 7500,0; 8437,5; 9375,0; 8437,5; 7500,0; 6562,5; 5625,0; 4687,5; 3750,0; 2812,5; 1875,0; 937,5; 93,8; 0 об/мин (0; 100; 1000; 2000; 3000; 4000; 5000; 6000; 7000; 8000; 9000; 10000; 9000; 8000; 7000; 6000; 5000; 4000; 3000; 2000; 1000; 100; 0 Гц)	ГЗ-122	± 0,10 % от ВП

Окончание таблицы Г.1						
№ ИК	Идентификатор параметра	Тип ПП	Диапазон измерения	Контрольные точки	Тип РЭ	Пределы допускаемой погрешности
Подсистема измерения параметров окружающей среды						
S1-10.28	VLAG1	ИПТВ-056/М3-03	от 0 до 100 % (от 0 до 5 мА)	0; 20; 40; 60; 80; 100; 80; 60; 40; 20; 0 % (0; 1; 2; 3; 4; 5; 4; 3; 2; 1; 0 мА)	ИКСУ-2000, TRX-II	± 2,5 % от ИВ
S1-10.30	VLAG2	ИПТВ-056/М3-03	от 0 до 100 % (от 0 до 5 мА)			± 2,5 % от ИВ
S1-10.29	Tiptv1	ИПТВ-056/М3-03	от - 40 до + 110 °С	-40; -10; 20; 50; 80; 110; 80; 50; 20; -10; -40 °С (0; 1; 2; 3; 4; 5; 4; 3; 2; 1; 0 мА)	ИКСУ-2000, TRX-II	± 0,5 °С
S1-10.31	Tiptv2		(от 0 до 5 мА)			
Подсистема измерения частоты электрических сигналов						
*	-	-	от 0 до 15000 Гц	0; 3000; 6000; 9000; 12000; 15000; 12000; 9000; 6000; 3000; 0 Гц	ГЗ-122	± 0,1 % от ИВ
Подсистема измерения силы постоянного тока						
*	-	-	от 4 до 20 мА	4; 8; 12; 16; 20; 16; 12; 8; 4 мА	ИКСУ-2000, TRX-II	± 0,1 % от ВП
Подсистема измерения напряжения постоянного тока						
*	-	-	от -10 до +10 В	-10; -6; -2; 2; 6; 10; 6; 2; -2; -6; -10 В	ИКСУ-2000, TRX-II	± 0,1 % от ИВ
*	-	-	от -5 до 70 мВ	-5; 10; 25; 40; 55; 70; 55; 40; 25; 10; -5 мВ	ИКСУ-2000, TRX-II	± 0,1 % от ИВ
Подсистема измерения сопротивления постоянному току						
*	-	-	от 20 до 200 Ом	20; 50; 80; 110; 140; 170; 200; 170; 140; 110; 80; 50; 20 Ом	P4833, TRX-II, ИКСУ-2000	± 0,1 % от ИВ

* Номер указывается при использовании ИК;

¹ Параметры, измеряемые при испытании двигателей ПС-90ГП-1;

² Параметры, измеряемые при испытании двигателей ПС-90ГП-2;

³ Параметры, измеряемые при испытании двигателей ПС-90ГП-3;

⁴ Параметры, измеряемые при испытании двигателей ПС-90ГП-1 для ГТУ-12ПГ-2;

⁵ Параметры, измеряемые при испытании двигателей ПС-90ЭУ-16А.

Приложение Б
(обязательное)

Перечень измерительных каналов ИИС «САТУРН-01», диапазоны измерений и пределы допускаемых погрешностей измерений

Таблица Б.1

Физические параметры (обозначение)	Изменяемые величины	Значение входного сигнала	Пределы допускаемой погрешности	Кол-во каналов
1	2	3	4	5
ИК давления жидкостей и газов				
Перепад между полным давлением воздуха на входе в двигатель (перед компрессором) и атмосферным давлением (<i>Параметр PB120</i>)	Разность давлений	от -2,4517 до 0 кПа (от -250 до 0 мм вод. ст.)	$\Delta: \pm 7,85$ Па ($\Delta: \pm 0,8$ мм вод. ст.)	1
Перепад между полным давлением воздуха в РМК и атмосферным давлением (<i>Параметр PB120.1</i>)		от -0,9806 до 0 кПа (от -100 до 0 мм вод. ст.)	$\Delta: \pm 3,92$ Па ($\Delta: \pm 0,4$ мм вод. ст.)	1
Перепад между статическим давлением воздуха на входе в компрессор и атмосферным давлением (<i>Параметр PC200.1</i>)		от -15,690 до 0 кПа (от -1600 до 0 мм вод. ст.)	$\Delta: \pm 49$ Па ($\Delta: \pm 5$ мм вод. ст.)	1
Перепад между полным давлением газа за СТ и атмосферным давлением (<i>Параметры PT500, PT502–PT510</i>)		от 0 до 15,690 кПа (от 0 до 1600 мм вод. ст.)	$\Delta: \pm 29$ Па ($\Delta: \pm 3$ мм вод. ст.)	10
Перепад между статическим давлением в РМК и атмосферным давлением (<i>Параметры PC111, PC112</i>)		от -24,516 до 0 кПа (от -2500 до 0 мм вод. ст.)	$\Delta: \pm 49$ Па ($\Delta: \pm 5$ мм вод. ст.)	2
Перепад давления газов на форсунках (<i>Параметр dPf</i>)		от 0 до 98,067 кПа (от 0 до 10000 мм вод. ст.)	$\gamma: \pm 0,2$ от ВП	1
Давление суфлирования масла (<i>Параметр PSUF</i>)		от 0 до 39,2 кПа (от 0 до 0,4 кгс/см ²)	$\gamma: \pm 0,4$ от ВП	1
Полное давление газа за турбиной ГТ (<i>Параметр PT401.1</i>)	Давление избыточное	от 0 до 0,588 МПа (от 0 до 6,0 кгс/см ²)	$\gamma: \pm 0,4$ от ВП	1
Давление масла на входе в двигатель (<i>Параметр PMBX</i>)		от 0 до 0,588 МПа (от 0 до 6,0 кгс/см ²)	$\gamma: \pm 0,4$ от ВП	1
Командное давление воздуха в линии КПВ (<i>Параметр PUKPV</i>)		от 0 до 1,96 МПа (от 0 до 20 кгс/см ²)	$\gamma: \pm 0,4$ от ВП	1
Командное давление воздуха в линии КПГ (<i>Параметр PUKPG</i>)		от 0 до 1,96 МПа (от 0 до 20 кгс/см ²)	$\gamma: \pm 0,4$ от ВП	1

Физические параметры (обозначение)	Измеряемые величины	Значение входного сигнала	Пределы допускаемой погрешности	Кол-во каналов
1	2	3	4	5
Командное давление воздуха в линии КПС (Параметр PUKPS)		от 0 до 1,96 МПа (от 0 до 20 кгс/см ²)	$\gamma: \pm 0,4$ от ВП	1
Командное давление воздуха в линии КПВЗ (Параметр PUKPVZ)		от 0 до 1,96 МПа (от 0 до 20 кгс/см ²)	$\gamma: \pm 0,4$ от ВП	1
Давление наддува р/подшипника КВД (Параметр PnRPK)		от 0 до 0,294 МПа (от 0 до 3,0 кгс/см ²)	$\gamma: \pm 0,4$ от ВП	1
Давление наддува ш/подшипника КВД (Параметр PnSPK)		от 0 до 0,294 МПа (от 0 до 3,0 кгс/см ²)	$\gamma: \pm 0,4$ от ВП	1
Давление наддува р/подшипника ТВД (Параметр PnRPT)		от 0 до 0,294 МПа (от 0 до 3,0 кгс/см ²)	$\gamma: \pm 0,4$ от ВП	1
Давление наддува опор СТ (Параметр PnCT)		от 0 до 0,294 МПа (от 0 до 3,0 кгс/см ²)	$\gamma: \pm 0,4$ от ВП	1
Давление газа (воздуха) перед стартером (Параметр PCTB)		от 0 до 0,588 МПа (от 0 до 6,0 кгс/см ²)	$\gamma: \pm 0,4$ от ВП	1
Давление газа перед СА стартера (Параметр PCA)		от 0 до 0,588 МПа (от 0 до 6,0 кгс/см ²)	$\gamma: \pm 0,4$ от ВП	1
Полное давление воздуха за компрессором (Параметр PK308, PK310–PK312)		от 0 до 2,45 МПа (от 0 до 25 кгс/см ²)	$\gamma: \pm 0,3$ от ВП	4
Давление топливного газа на входе в двигатель (перед стопорным клапаном) (Параметр PTVXS)		от 0 до 3,92 МПа (от 0 до 40 кгс/см ²)	$\gamma: \pm 0,4$ от ВП	1
Давление масла в поршневой полости ГПК управления КПВ (Параметр PmpKPV)		от 0 до 5,88 МПа (от 0 до 60 кгс/см ²)	$\gamma: \pm 0,2$ от ВП	1
Давление масла в штоковой полости ГПК управления КПВ (Параметр PmsKPV)		от 0 до 5,88 МПа (от 0 до 60 кгс/см ²)	$\gamma: \pm 0,2$ от ВП	1
Давление масла в штоковой полости ГПК управления КПГ (Параметр PmsKPG)		от 0 до 5,88 МПа (от 0 до 60 кгс/см ²)	$\gamma: \pm 0,2$ от ВП	1
Давление масла в поршневой полости ГПК управления заслонкой ПОС (давление масла в поршневой полости ГПК управления КПВЗ) (Параметр PmpPOS)		от 0 до 5,88 МПа (от 0 до 60 кгс/см ²)	$\gamma: \pm 0,2$ от ВП	1

Физические параметры (обозначение)	Измеряемые величины	Значение входного сигнала	Пределы допускаемой погрешности	Кол-во каналов
1	2	3	4	5
Давление масла в штоковой полости ГПК управления заслонкой ПОС (Давление масла в штоковой полости ГПК управления КПВЗ) (Параметр <i>PmsPOS</i>)		от 0 до 5,88 МПа (от 0 до 60 кгс/см ²)	$\gamma: \pm 0,2$ от ВП	1
Давление масла в поршневой полости ГПК управления КПС (командное давление масла за командным агрегатом КА-30) (Параметр <i>PmpKPS</i>)		от 0 до 5,88 МПа (от 0 до 60 кгс/см ²)	$\gamma: \pm 0,2$ от ВП	1
Давление масла в штоковой полости ГПК управления КПС (Параметр <i>PmsKPS</i>)		от 0 до 5,88 МПа (от 0 до 60 кгс/см ²)	$\gamma: \pm 0,2$ от ВП	1
Давление масла в поршневой полости ГПК управления КПГ (Параметр <i>PmpKPG</i>)		от 0 до 5,88 МПа (от 0 до 60 кгс/см ²)	$\gamma: \pm 0,2$ от ВП	1
Давление воздуха в разгрузочной полости СТ (Параметр <i>Prp</i>)		от 0 до 0,588 МПа (от 0 до 6,0 кгс/см ²)	$\gamma: \pm 0,4$ от ВП	1
Давление топливного газа на входе в двигатель (Параметр <i>Ptg.bx, Ptg.bx2</i>)		от 0 до 3,92 МПа (от 0 до 40 кгс/см ²)	$\gamma: \pm 0,4$ от ВП	2
Давление масла на выходе из двигателя (после БЦА) (Параметр <i>PMD2</i>)		от 0 до 156,9 кПа (от 0 до 1,6 кгс/см ²)	$\gamma: \pm 0,4$ от ВП	1
Полное давление топливного газа перед диафрагмой Н7-229 (Параметр <i>PTDD-1, PTDD-2</i>)		от 0 до 3,92 МПа (от 0 до 40 кгс/см ²)	$\gamma: \pm 0,2$ от ВП	2
Перепад между давлением воздуха в шахте всасывания и атмосферным давлением (Параметр <i>PV121</i>)	Разность давлений	от -1,177 до 0 кПа (от -120 до 0 мм вод. ст.)	$\Delta: \pm 4,9$ Па ($\Delta: \pm 0,5$ мм вод. ст.)	1
Давление воздуха на выходе из АВО (Параметр <i>PAVO</i>)	Давление избыточное	от 0 до 0,588 МПа (от 0 до 6,0 кгс/см ²)	$\gamma: \pm 0,2$ от ВП	1
ИК температуры жидкостей и газов				
Температура газа за СТ (Параметры <i>Tct-1 – Tct-12</i>)	Температура	от -60 до +900 °С	$\gamma: \pm 0,5 \%$ от ВП	12
Температура воздуха на выходе из компрессора ГГ (Параметры <i>TK325–TK327</i>)		от 0 до 600 °С	$\Delta: \pm 5$ °С	3
Температура масла на входе в двигатель (Параметр <i>Tmbx</i>)		от -50 до +150 °С	$\gamma: \pm 1 \%$ от ВП	1
Температура масла, откачиваемого от опоры ш/подшипника компрессора		от 0 до 250 °С	$\gamma: \pm 1 \%$ от ВП	1

Физические параметры (обозначение)	Измеряемые величины	Значение входного сигнала	Пределы допускаемой погрешности	Кол-во каналов
1	2	3	4	5
<i>(Параметр Tmk)</i>				
Температура масла, откачиваемого от опоры р/подшипника турбины ГГ <i>(Параметр Tmt)</i>		от 0 до 250 °С	$\gamma: \pm 1 \% \text{ от ВП}$	1
Температура масла, откачиваемого от опор СТ <i>(Параметр Tmct)</i>		от 0 до 250 °С	$\gamma: \pm 1 \% \text{ от ВП}$	1
Температура воздуха охлаждения диска СТ <i>(Параметр ТОСТ)</i>		-50 до +300 °С	$\Delta: \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$	1
Температура газа (воздуха) перед стартёром (Температура воздуха на выходе из АВО) <i>(Параметр ТСТВ)</i>		от 0 до 160 °С	$\gamma: \pm 1 \% \text{ от ВП}$	1
Температура воздуха на входе в двигатель <i>(Параметры ТВ107–ТВ118)</i>		от -50 до +50 °С	$\Delta: \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$	12
Температура окружающего воздуха <i>(Параметр ТН)</i>		от -50 до +50 °С	$\Delta: \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$	1
Температура масла на выходе из двигателя (после БЦА) <i>(Параметр TMD2)</i>		от 0 до 150 °С	$\gamma: \pm 1 \% \text{ от ВП}$	1
Температура масла у датчика прокачки (после БМН) <i>(Параметр TMTDR)</i>		от -50 до +140 °С	$\gamma: \pm 1 \% \text{ от ВП}$	1
Температура масла в маслобаке <i>(Параметр TMMB)</i>		от -50 до +100 °С	$\gamma: \pm 1 \% \text{ от ВП}$	1
Температура топливного газа в измерительном трубопроводе расходомера Н7-229 <i>(Параметр TDD)</i>		от -30 до +70 °С	$\Delta: \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$	1
ИК частоты вращения роторов				
Частота вращения ротора ГГ, 1 ИК, об/мин <i>(Параметр NTK)</i>		от 100 до 13000 об/мин	$\gamma: \pm 0,05 \% \text{ от ВП}$	1
Частота вращения ротора СТ, 1 ИК, об/мин <i>(Параметр NCT)</i>		от 100 до 9000 об/мин	$\gamma: \pm 0,05 \% \text{ от ВП}$	1
ИК электрического напряжения постоянного тока, соответствующего значению крутящего момента				
Напряжение постоянного тока, соответствующее значению крутящего момента в диапазоне от 0 до 50 кН·м <i>(Параметр Mkr)</i>	Напряжение постоянного тока	от 0 до 10 В	$\gamma: \pm 0,08 \% \text{ от ВП}$	1
ИК расхода жидкости				

Физические параметры (обозначение)	Измеряемые величины	Значение входного сигнала	Пределы допускаемой погрешности	Кол-во каналов
1	2	3	4	5
Прокачка масла через двигатель (<i>Параметр GM</i>)	Объемный расход	от 10 до 60 л/мин	$\gamma: \pm 0,5 \% \text{ от ВП}$	1
ИК параметров вибрации				
Виброскорость корпуса двигателя в зоне передней подвески в широкой полосе (<i>Параметр Vpp</i>)	Виброскорость	от 0 до 100 мм/с	$\Delta: \pm 6,0 \text{ мм/с}$	1
Виброскорость корпуса двигателя в зоне задней подвески в широкой полосе (<i>Параметр Vzр</i>)		от 0 до 100 мм/с	$\Delta: \pm 6,0 \text{ мм/с}$	1
ИК относительной влажности окружающей среды				
Относительная влажность воздуха окружающей среды (<i>Параметр VLAG1</i>)	Относительная влажность	от 0 до 100	$\gamma: \pm 2,5 \% \text{ от ВП}$	1
Относительная влажность воздуха в отсеке всасывания (<i>Параметр VLAG2</i>)		от 0 до 100	$\gamma: \pm 2,5 \% \text{ от ВП}$	1
ИК температуры окружающей среды				
Температура воздуха в отсеке РВС (<i>Параметр Tiptv1</i>)	Температура	от -40 до +110 °С	$\Delta: \pm 0,5 \text{ °С}$	1
Температура воздуха в отсеке всасывания (<i>Параметр Tiptv2</i>)		от -40 до +110 °С	$\Delta: \pm 0,5 \text{ °С}$	1
ИК частоты электрических сигналов				
Частота электрических сигналов	Частота	от 0 до 15000 Гц	$\delta: \pm 0,1 \% \text{ от ИЗ}$	4
ИК силы постоянного тока				
Сила постоянного тока	Сила постоянного тока	от 4 до 20 мА	$\gamma: \pm 0,1 \% \text{ от ВП}$	39
ИК напряжения постоянного тока				
Напряжение постоянного тока	Напряжение постоянного тока	от -10 до +10 В	$\gamma: \pm 0,05 \% \text{ от ВП}$	27
Напряжение постоянного тока		от -5 до +70 мВ	$\gamma: \pm 0,05 \% \text{ от ВП}$	68
ИК сопротивления постоянному току				
Сопротивление постоянному току	Сопротивление постоянному току	от 20 до 200 Ом	$\gamma: \pm 0,05 \% \text{ от ВП}$	29

Наименование измеряемого параметра (количество ИК)	Единица измерений	Диапазон измерений	Пределы допускаемой основной погрешности измерений
ИК относительной влажности окружающей среды			
Относительная влажность окружающей среды (количество каналов - 2)	%	от 0 до 100	Относительная ± 2,5 %
ИК температуры окружающей среды			
Температура окружающей среды (количество каналов - 2)	°С	от минус 40 до плюс 110	Абсолютная ± 0,5 °С
ИК частоты электрических сигналов			
Частоты электрических сигналов (количество каналов - 4)	Гц	от 0 до 15000	Относительная ± 0,1 %
ИК силы постоянного тока			
Сила постоянного тока (количество каналов - 39)	мА	от 4 до 20	Приведенная ¹⁾ ± 0,1 %
ИК напряжения постоянного тока			
Напряжение постоянного тока (количество каналов - 27)	В	от минус 10 до плюс 10	Относительная ± 0,1 %
Напряжения постоянного тока (количество каналов - 68)	мВ	от минус 5 до плюс 70	Относительная ± 0,1 %
ИК сопротивления постоянному току			
Сопротивление постоянному току (количество каналов - 29)	Ом	от 20 до 200	Относительная ± 0,1 %
¹⁾ За нормирующее значение принимается значение верхнего предела диапазона измерений.			

Перечень ссылочных документов

Обозначение	Наименование
РМГ 51-2002	ГСИ. Документы на методики поверки средств измерения. Основные положения
ГОСТ 8.009-84	ГСИ. Нормируемые метрологические характеристики средств измерений
ГОСТ Р 8.736-2011	ГСИ. Измерения прямые многократные. Методы обработки результатов измерений. Основные положения
ГОСТ Р 8.585-01	ГСИ. Термопары. Номинальные статические характеристики преобразования
ГОСТ 12.1.019-2009	ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты
ГОСТ 12.2.007.0-75	ССБТ. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности.
ПОТ Р М-016-2001 РД 153-34.0-03.150-00	Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок.
ПР 50.2.006-94	ГСОЕИ. Порядок проведения поверки средств измерений.
СТП 203.092-2013	Система менеджмента качества. Инструктаж и обучение по безопасности труда. Виды и порядок проведения
ИТБ-68	Инструкция по охране труда и технике безопасности для работников вычислительной техники
ИТБ-106	Инструкция по технике безопасности для слесарей–электромонтажников
ИТБ-290	Инструкция по технике безопасности для персонала и служб ОАО «Пермские моторы», производящего работы на средствах электронно-вычислительной техники с использованием видеодисплейных терминалов