

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Системы автоматизированные информационно-измерительные «ИС-8-1/2»

Назначение средства измерений

Системы автоматизированные информационно-измерительные «ИС-8-1/2» (далее - Системы) предназначены для измерений основных параметров при стендовых испытаниях газотурбинных двигателей (ГТД) на стендах 8-1 и 8-2 ОАО «НПО «Сатурн»: силы от тяги двигателей, давления газа (воздуха), жидкостей, температуры газа (воздуха), жидкостей, напряжения постоянного тока, соответствующего значениям температуры, частоты переменного тока, соответствующей значениям частоты вращения ротора, массового расхода топлива, расхода (прокачки) масла.

Описание средства измерений

Принцип работы Систем заключается в преобразовании измеряемых параметров газотурбинных двигателей (ГТД) датчиками (первичными преобразователями) в соответствующие электрические сигналы, преобразовании электрических сигналов в цифровые коды и передаче последних в персональный компьютер (ПК) верхнего уровня Системы для дальнейшего преобразования их в цифровые коды упомянутых физических величин.

Системы имеют модульную конструкцию, включающую в себя датчики, кондиционеры сигнала, аналого-цифровые преобразователи и цифровую аппаратуру «верхнего уровня» (специализированные платы, компьютеры со специализированным программным обеспечением, мониторы).

Функционально Системы состоят из 6-ти модулей, включающих в себя соответствующие измерительные каналы (ИК):

- модуль измерений силы от тяги двигателя (МИС);
- модуль измерений массового расхода жидкого и газообразного топлива (МИРТ);
- модуль измерений давления газа (воздуха) и жидкостей (МИД);
- модуль измерений температуры газа (воздуха), жидкостей (МИТ);
- модуль измерений прокачки масла (МИПМ);
- модуль измерений частоты вращения роторов (МИЧВР).

Часть ИК не содержит первичных преобразователей, которые поставляются в составе испытываемого двигателя, и подсоединяются к Системам только на период испытаний (например, МИЧВР, МИТ - частично). Суммарное количество ИК по всем измерительным модулям составляет 74.

Модуль измерений силы от тяги двигателя (МИС).

МИС содержит следующие элементы:

- динамометрическую платформу (ДМП), опирающиеся на 4-е упругие ленты;
- рабочий тензорезисторный датчик силы типа ТВС2-1-0,15-С4 (питание моста датчика и аналого-цифровое преобразование его выходного сигнала осуществляется измерительным модулем типа МС-212);
- стендовое рычажное градуировочное устройство, состоящее из градуировочного рычага и градуировочных грузов и предназначенное для оперативного контроля точностных параметров МИС и создания силы подгрузки на ДМП;
- поверочное градуировочное устройство, состоящее из переносного эталонного динамометра, гидравлического нагружающего устройства и предназначенное для градуировки и поверки МИС. Сила от тяги двигателя, приложенная к ДМП, уравнивается силой реакции рабочего датчика. Его выходной сигнал, пропорциональный силе от тяги, преобразуется в пропорциональный цифровой код с последующим вычислением компьютером значений измеряемого сигнала по известной градуировочной характеристике ИК.

Результаты измерений индицируются на мониторе, архивируются и оформляются в виде протоколов.

Модуль измерений массового расхода жидкого и газообразного топлива (МИРТ).

МИРТ включает в свой состав Кориолисов расходомер Micro Motion CMF025 с преобразователем 3500. Цифровой сигнал с выхода расходомера преобразуется в цифровой код массового расхода топлива с последующим вычислением компьютером значений измеряемого сигнала по известной градуировочной характеристике ИК. Результаты измерений индицируются на мониторе, архивируются и оформляются в виде протоколов.

Модуль измерений давления газа (воздуха) и жидкостей (МИД).

МИД предназначен для измерений давления воздуха на входе в двигатель и давлений газа и жидкостей по тракту двигателя. МИД включает в свой состав датчики давления моделей ИКД 27Дф с верхними пределами измерений 0,1;0,25;1,0 кгс/см², МЕТРАН-100-1 Ех-ДИ-1141 (измерение полного и статического давления на входе в двигатель), ИКД 27Да с верхними пределами измерений 3, 5, 17 кгс/см² (измерение давлений газа по тракту двигателя).

Примечание. диф- перепад давления; абс- абсолютное давление; изб – избыточное давление.

Электрические сигналы с выходов датчиков поступают в модуль МС-227U, где преобразуются в соответствующие цифровые коды с последующим вычислением компьютером значений измеряемого сигнала по известной градуировочной характеристике ИК. Результаты измерений индицируются на мониторе, архивируются и оформляются в виде протоколов.

Модуль измерений температуры газа (воздуха) и жидкостей (МИТ).

МИТ предназначен для измерений температуры воздуха на входе в двигатель, газа по тракту двигателя, рабочих жидкостей и корпуса двигателя. МИТ включает в себя: -ИК электрического напряжения постоянного тока (на базе модуля МС 227К), работающие с термопарами (ТП) типа ТХА, ТХК, расположенными на двигателе. Электрическое напряжение с выходов ТП, соответствующее значениям температуры газа по тракту ГТД и корпуса ГТД, поступает на вход модуля МС 227К, где преобразуется (с поправкой на температуру «холодных» спаев) в соответствующий цифровой код с последующим вычислением компьютером значений измеряемого сигнала по известной градуировочной характеристике ИК. Результаты измерений индицируются на мониторе, архивируются и оформляются в виде протоколов.

- ИК температуры воздуха на входе в двигатель и жидкостей по тракту двигателя состоят из модулей МС 227R, МС-227Т и термометров сопротивления (ТС) типа П77, П109, П98АМ. Электрическое сопротивление ТС преобразуется в напряжение постоянного тока и в модулях МС 227R, МС-227Т - в соответствующие цифровые коды с последующим вычислением компьютером значений измеряемого сигнала по известной градуировочной характеристике ИК. Результаты измерений индицируются на мониторе, архивируются и оформляются в виде протоколов.

Модуль измерений частоты вращения роторов (МИЧВР).

МИЧВР содержит ИК частоты переменного тока (на базе модулей МС-451). Сигналы частоты переменного тока с выхода датчика типа ДЧВ 2500, расположенного на двигателе, соответствующие значениям частоты вращения ротора двигателя, поступают на вход нормализатора сигналов МЕ-402 и далее на вход модуля измерения частоты МС-451. Цифровые коды с выхода модуля МС-451, соответствующие частоте сигнала, поступают в компьютер верхнего уровня Систем с последующим вычислением компьютером значений измеряемого

сигнала по известной градуировочной характеристике ИК. Результаты измерений индицируются на мониторе, архивируются и оформляются в виде протоколов.

Модуль измерений прокачки масла (МИПМ).

МИПМ состоит из двух турбинных преобразователей расхода типа ТПР8, нормализатора сигналов ME-402 и модуля MC-45, преобразующего частоты выходных сигналов ТПР8 в соответствующие цифровые коды. Последние поступают далее в компьютер верхнего уровня системы с последующим вычислением компьютером значений измеряемого сигнала по известной градуировочной характеристике ИК. Результаты измерений индицируются на мониторе, архивируются и оформляются в виде протоколов.

Общий вид Систем представлен на рисунке 1.



Рисунок 1 - Общий вид системы «ИС-8-1/2» стенов 8-1, 8-2 и места пломбирования и наклеек

Программное обеспечение

Программное обеспечение (далее – ПО) систем реализовано в пакете обработки сигналов «Магнитограф» (ПОС-М 2.30b), установлено на аппаратуре верхнего уровня и является встроенным. Идентификационным признаком ПО служит номер версии, который отображается в заголовке главного окна ПО и в специальном окне с информацией о ПО, которое может быть вызвано через главное меню ПО. Конструкция систем исключает возможность несанкционированного влияния на ПО СИ и измерительную информацию. Уровень защиты ПО от непреднамеренных и преднамеренных воздействий в соответствии с Р 50.2.077-2014 – «высокий». Используемое ПО защищено проверкой файла лицензии и паролем, с заданной периодичностью выполняется резервное копирование файлов данных.

Идентификационные данные (признаки) метрологически значимой части ПО указаны в таблице 1.

Таблица 1

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	Пакет обработки сигналов «Магнитограф»
Номер версии (идентификационный номер) ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	ПОС-М 2.30b
Цифровой идентификатор ПО	8-1: 1DE8BB9C 8-2: 7EF648AD
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО	CRC-32
Примечания. 1. ПО не может быть модифицировано, загружено или прочитано через какой-либо интерфейс после опломбирования	

Метрологические и технические характеристики

Основные метрологические и технические характеристики Систем приведены в таблице 2.

Таблица 2

Измеряемые параметры, количество ИК, единицы измерения	Диапазон измерений	Пределы допускаемой погрешности
1 Сила от тяги двигателя, 1 ИК, кН	от 0 до 4	$\pm 0,5 \%$ от $0,5 R_{\max}^1$ $\pm 0,5 \%$ от ИЗ ²⁾
2 Массовый расход топлива на базе кориолисова расходомера, 1 ИК, кг/с	от 0 до 0,278	$\pm 0,5 \%$ от $0,5 G_{\max}^3$ $\pm 0,5 \%$ от ИЗ ⁴⁾
3 Давление воздуха (газов) на входе и по тракту, 20 ИК, кПа(кгс/см ²): ИКД-27Дф0,1, 3ИК ИКД-27Дф0,25, 2ИК	от 0 до 10 (диф.). (от 0 до 0,1) диф. от 0 до 25 (диф.) (от 0 до 0,25) диф.	$\pm 0,4\%$ от НЗ (давление воздуха на входе при испытаниях с наддувом);
ИКД-27Дф1, 8ИК	от 0 до 100 (диф.) (от 0 до 1,0) диф	$\pm 0,4\%$ от НЗ (давление воздуха на входе при испытаниях с наддувом);
МЕТРАН-100-ДИ, 5 ИК	от 0 до 100 (диф.) (от 0 до 1,0) диф.	$\pm 0,5\%$ от ВП НЗ (абс. давление газа по тракту двигателя)
ИКД-27Да 3,5, 1ИК	от 0 до 350 (абс.) (от 1 до 3,5) абс	$\pm 0,5\%$ от ВП НЗ (абс. давление газа по тракту двигателя)

Измеряемые параметры, количество ИК, единицы измерения	Диапазон измерений	Пределы допускаемой погрешности
ИКД-27Да 17, 1ИК	от 0 до 1700 (абс.) (от 1 до 17) абс.	± 0,5% от ВП НЗ (абс. давление газа по тракту двигателя)
4 Давление жидкостей (масло, топлива), 5ИК, кПа (кгс/см ²): ДДВ-10, 4 ИК ДДВ-50, 1 ИК	от 0 до 1000 (диф.) (от 0 до 10) диф. от 0 до 5000 (диф.) (от 0 до 50) (диф.)	± 1% от ВП НЗ
5 Температура воздуха (газа) по тракту двигателя на базе термопар ТХК, 11 ИК, °С (К).	от минус 32 до плюс 667 (от 241 до 940)	± 1,0% от ВП НЗ
6 Температура корпуса двигателя на базе термопар ТХК, 5 ИК, °С (К).	от минус 32 до плюс 667 (от 241 до 940)	± 1,0% от ВП НЗ
7 Температура воздуха (газа) по тракту двигателя на базе термопар ТХА, 16 ИК, °С (К).	от минус 40 до плюс 1300 (от 233 до 1573)	± 1,0% от ВП НЗ
8 Температура воздуха на входе в двигатель на базе термометров сопротивления П98АМ, 8 ИК, °С (К)	от минус 40 до плюс 40 (от 233 до 313)	± 0,5% от ИЗ
9 Температура рабочих жидкостей на базе термометров сопротивления П77, П109, 3 ИК, °С	от минус 50 до плюс 200	± 1,5% от ВП НЗ
10 Частота переменного тока соответствующая частоте вращения роторов на базе датчика ДЧВ -2500, 1 ИК, Гц	от 1000 до 5000	± 0,15% от ВПИ
11 Расход (прокачка) масла на базе турбинных преобразователей расхода ТПР8, 2 ИК, л/ч.	от 180 до 900	± 3 % от НЗ
12 Электрическое напряжение постоянного тока, соответствующее значениям температуры газа и корпусов по тракту двигателя, 32 ИК, мВ	от 0 до 66	± 0,08 % от ВП
13 Частота переменного тока, соответствующая значениям частоты вращения ротора компрессора, 1ИК, Гц	от 1000 до 5000	± 0,001 % от ВП

Примечания.

- 1) В диапазоне (от 0 до 0,5)·R_{max};
- 2) В диапазоне (от 0,5 до 1,0)·R_{max};
- 3) В диапазоне (от 0 до 0,5)·G_{max};
- 4) В диапазоне (от 0,5 до 1,0)·G_{max}.

5) R_{\max} - верхний предел (ВП) диапазона измерений силы; G_{\max} - ВП диапазона измерений массового расхода топлива; ИЗ - измеряемое значение; ВП- верхний предел измерений.

Общие технические характеристики:

Диапазоны рабочих температур, °С:

- в пультовой.....от плюс 10 до плюс 30;
- в испытательном боксе.....от минус 40 до плюс 40;

Параметры электрического питания:

- напряжение, Вот 187 до 242;
- частота, Гц.....от 49 до 51;
- потребляемая мощность, кВт10.

Габаритные размеры (ширина, длина, высота), м, не более:

- модуль измерений силы 2 × 5 × 3;
- модуль измерений массового расхода топлива 0,7 × 0,7 × 0,7;
- модуль измерений давления 1 × 1 × 1;
- модуль измерений температуры 0,5 × 0,5 × 0,5;
- модуль измерений частоты вращения роторов 0,3 × 0,3 × 0,3;
- модуль измерений расхода (прокачки) масла 0,3 × 0,3 × 0,3.

Знак утверждения типа

наносится типографским способом на титульный лист руководства по эксплуатации и на пульт управления в виде наклейки.

Комплектность средства измерений

Комплектность Системы приведена в таблице 3.

Таблица 3

Наименование	Кол.	Примечание
1 ДМП, производство ОАО «НПО Сатурн»	1	В составе МИС
2 Рычаг, производство ОАО «НПО Сатурн»	1	В составе МИС
3 Датчик силы рабочий типа ТВС2-1-0,15-С4 фирмы «Электроприбор»	1	В составе МИС
4 Расходомер типа Micro Motion CMF025 с преобразователем 3500	1	В составе МИРТ
5 Датчики дифференциального давления типа ИКД-27 Дф диапазон измерений, кгс/см ² : от 0 до 0,1; от 0 до 0,25; от 0 до 1, фирмы «Восход»	15	В составе МИД
6 Датчики избыточного давления типа МЕТРАН-100-1Ех-ДИ-1141, диапазон измерений (от 0 до 1) кгс/см ² , фирмы «Метран»	5	В составе МИД
7 Датчик абсолютного давления типа ИКД-27 Да диапазон измерений, кгс/см ² : от 0 до 10, фирмы «Восход»	1	В составе МИД
8 Датчик абсолютного давления типа ИКД-27 Да диапазон измерений, кгс/см ² : от 0 до 17, фирмы «Восход»	1	В составе МИД
9 Датчик избыточного давления типа ДДВ диапазон измерений, кгс/см ² : от 0 до 10, завод Тензометрических приборов, г. Краснодар	4	В составе МИД

Наименование	Кол.	Примечание
10 Датчик избыточного давления типа ДДВ диапазон измерений, кгс/см ² : от 0 до 50, фирмы завод Тензометрических приборов, г. Краснодар	1	В составе МИД
11 Приемники температур П-77, П-109, П98-АМ, П-102 класс В, фирмы «Электроприбор»	12	В составе МИТ
12 Турбинные преобразователи расхода типа ТПР8-1-1(В)	2	В составе МИПМ
13 Измерительный модуль типа МС-212, ООО «НПП «Мера»	1	В составе МИС
14 Измерительный модуль типа МС-227С, ООО «НПП «Мера»	1	В составе МИД
15 Измерительный модуль типа МС-227U, ООО «НПП «Мера»	4	В составе МИД
16 Измерительный модуль типа МС-227R, ООО «НПП «Мера»	1	В составе МИТ
17 Измерительный модуль типа МС-227К, ООО «НПП «Мера»	4	В составе МИТ
18 Измерительный модуль типа МС-227Т, ООО «НПП «Мера»	1	В составе МИТ
19 Измерительный модуль типа МС-451, ООО «НПП «Мера»	1	В составе МИЧВР
20 Нормализатор сигналов ME-402, ООО «НПП «Мера»	2	В составе МИЧВР, МИПМ
21 Источник бесперебойного питания UPS	1	
22 Усилитель – разветвитель сети HUB	1	
23 Шкаф (стойка) СВТ	1	
24 Блок питания датчиков давления 22БПЗб	9	
25 Операторская станция на базе компьютера типа Pentium	1	

Поверка

осуществляется в соответствии с документом МП ИС-8-1/2 «Система автоматизированная информационно-измерительная «ИС-8-1/2». Методика поверки», утвержденным ФГУП «ЦИАМ им. П.И.Баранова» 12 ноября 2014 г., ФГУП «ВНИИМС» 17 ноября 2014 г.

Основные средства поверки:

- 1) Тензорезисторный датчик силы типа С-2 (Госреестр №53838-13) диапазон измерений до 20 тс, комбинированная погрешность 0,02/0,04 % РКП, соответствует ГОСТ Р 8.726-2010, совместно с прибором весоизмерительным типа Микросим-06 (Госреестр №25939-03);
- 2) Гири массой 20, 50 кг по ГОСТ 7328-2001;
- 3) Уровень рамный (брусковый) по ГОСТ 9392-89;
- 4) Термометр жидкий стеклянный технический по ГОСТ 28498-90, диапазон измерения (от 0 до 100) °С, кл.т. 1;
- 5) Комплект градуировочных грузов 4 класса по ГОСТ OIML R111-1-2009;
- 6) Набор гирь ГО-4-1110, КГО-4-5 (Госреестр № 5603-76);
- 7) Калибратор давления типа DP1-620, (Госреестр № 16347-09):
- диапазон от 0,1 до 70 МПа, пределы допускаемой приведенной к (ВП) погрешности измерений избыточного давления (разряжения) ± 0.025 %;

- 8) Манометры грузопоршневые:
-МВП-2,5; МП-6; МП-60; МП-600, (Госреестр № 14737-00) класс точности 0,05;
- 9) Манометр образцовый, (Госреестр № 20680-67), класс точности 0,15; 0,25;
- 10) Мановакуумметр образцовый, (Госреестр № 20680-67) . класс точности 0,25;
- 11) Магазин сопротивлений Р4831, (Госреестр № 48930-12), класс точности 0.02; 0,05;
- 12) Генератор электрических сигналов ГЗ-110, (Госреестр №5460-76), диапазон частот от 0,01 Гц до 2 МГц, абсолютная погрешность установки частоты $3 \cdot 10^{-7}$;
- 13) Вольтметр В7-34, погрешность $\pm(0,15+0,05 \cdot (U_{кx}/U_x - 1))$ %;
- 14) Пробойная установка АИД-70 (Госреестр № 34031-12), от 0 до 50 кВ;
- 15) Многофункциональный калибратор модели TRX - IPР фирмы «Druck»/ «Unomat Instruments» (Голландия) (Госреестр №42789-09):
- напряжение, мВ от минус 10 до плюс 100;
- сопротивление, Ом от 0 до 400;
- погрешность $\pm 0,01$ % ИВ или $\pm 0,025$ % ИВ;
- 16) Вольтметр универсальный В7-46/1 (Госреестр №11204-88);
- 17) Мегомметр Ф4102/2 (рег. № 9225-88), диапазон измерения сопротивления от 0 до 2000 МОм, класс точности 1,5;
- 18) Линейка измерительная металлическая 1-1000 мм, мод. 188 (Госреестр №32993-09) класс точности 1;
- 19) Калибратор многофункциональный МСХ-IPР (Госреестр № 21591-07);
- диапазон воспроизведения:
- напряжения, мВ от минус 10 до плюс 100; погрешность воспроизведения $\pm(0,003\% \text{ ИВ} + 0,004\% \text{ ВПИ} + 0,001 \text{ мВ})$;
- сопротивления, Ом от 0 до 400;
- погрешность воспроизведения $\pm(0,005\% \text{ ИВ} + 0,008\% \text{ ВПИ} + 0,001 \text{ мВ})$;
- 20) Установка поверочная УПСЖ 50/ПВ, (рег. № 40645-09):
- диапазон измерений расхода топлива от 0,01...до 50 м³/ч,
-допускаемая относительная погрешность массового расхода $\pm 0,06\%$ импульсных ИК, $\pm 0,08\%$ аналоговых ИК;
- 21) Вольтметр В7-65 (Госреестр № 20250-06).

Сведения о методиках (методах) измерений

приведены в разделе 4 документа «Система автоматизированная информационно-измерительная «ИС-8-1/2». Руководство по эксплуатации. РЭ «ИС-8-1/2».

Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к системам автоматизированным информационно-измерительным «ИС-8-1/2»

- ГОСТ 8.558-2009 ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений температуры;
- ГОСТ 8.129-2013 ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений времени и частоты;
- ГОСТ 8.027-2001 ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы;
- ГОСТ Р 8.802-2012 ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений избыточного давления до 250 МПа;
- ГОСТ 8.142-2013. ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений массового и объемного расхода (массы и объема) жидкости;
- ГОСТ 8.187-76. ГСИ. Государственный специальный эталон и общесоюзная поверочная схема для средств измерений разности давлений до $4 \cdot 10^4$ Па;
- ГОСТ OIML R 111-1-2009 ГСИ. Гири классов E1, E2, F1, F2, M1, M1-2, M2, M2-3 и M3. Часть 1. Метрологические и технические требования;

- ОСТ 1 01021-93 Стенды для испытаний авиационных двигателей в наземных условиях. Общие технические требования;
- ОТУ-2012 Общие технические условия на изготовление, ремонт, приёмку и поставку авиационных двигателей для воздушных судов;
- Техническая документация изготовителя.

Изготовитель

Общество с ограниченной ответственностью «Научно-производственное предприятие «МЕРА» (ООО «НПП «МЕРА»).

Юридический (почтовый) адрес: 141002, РФ, Московская область, г. Мытищи, ул. Колпакова, кор. 13.

Телефон: +7 (495) 783-7159

Факс: +7 (495) 745-9893

ИНН 5018085734

Заявитель

Открытое акционерное общество «Научно-производственное объединение «САТУРН» (ОАО «НПО «САТУРН»)

Юридический (почтовый) адрес: Россия, 152903, г. Рыбинск, пр. Ленина, 163

Телефон: (4855) 29-61-00

Факс: (4855) 29-60-00

E-mail: saturn@npo-saturn.ru

Http: www.npo-saturn.ru

Испытательный центр

Федеральное государственное унитарное предприятие «Центральный институт авиационного моторостроения им П.И. Баранова» (ФГУП «ЦИАМ им. П.И. Баранова»)

Юридический (почтовый) адрес 111116, г. Москва, ул. Авиамоторная, 2

Тел./факс: (499) 763-5747, 763-6110

E-mail: avim@ciam.ru

Http: www.ciam.ru

Аттестат аккредитации ФГУП «ЦИАМ им. П.И. Баранова» по проведению испытаний средств измерений в целях утверждения типа № 30093-11 от 27 октября 2011 года.

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы» (ФГУП «ВНИИМС»)

Адрес: 119361, г. Москва, ул. Озерная, д.46

Тел./факс: (495)437-55-77 / 437-56-66

E-mail: office@vniims.ru, www.vniims.ru

Аттестат аккредитации ФГУП «ВНИИМС» по проведению испытаний средств измерений в целях утверждения типа № 30004-13 от 26.07.2013 г.

Заместитель

Руководителя Федерального
агентства по техническому
регулированию и метрологии

С.С. Голубев

М.п.

«_____» _____ 2015 г.