

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Система автоматизированная информационно-измерительная «МАРС МЕРА ЗМ»

Назначение средства измерений

Система автоматизированная информационно-измерительная «МАРС МЕРА ЗМ» (далее - Система) предназначена для измерений параметров авиационных двигателей (силы от тяги двигателей, давления газа (воздуха), жидкостей, температуры газа (воздуха), рабочих жидкостей (топлива, масла), частоты вращения роторов, массового расхода топлива, вибрации корпусов двигателей и относительной влажности воздуха) при испытаниях на стенде № 20 ОАО «НПО «САТУРН», г. Рыбинск.

Описание средства измерений

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

Принцип работы Системы заключается в преобразовании измеряемых параметров газотурбинных двигателей (ГТД) датчиками 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.

Модификации Системы отсутствуют.

Конструктивно Система состоит из 7-ми модулей, включающих в себя соответствующие измерительные каналы (ИК):

- модуль измерений силы от тяги двигателя (МИС);
- модуль измерений массового расхода топлива (МИРТ);
- модуль измерений давления газа (воздуха) и жидкостей (МИД);
- модуль измерений температур газа (воздуха), жидкостей (МИТ);
- модуль измерений частоты вращения роторов (МИЧВР);
- модуль измерений вибрации (МИВб);
- модуль измерений относительной влажности воздуха (МИВ).

Часть ИК не содержит первичных преобразователей, которые поставляются в составе испытываемого двигателя и подсоединяются к Системе только на период испытаний (например, МИЧВР, МИВб, МИТ - частично). Максимальное суммарное количество ИК по всем измерительным модулям составляет 31.

МИС содержит следующие элементы:

- динамометрическую платформу (ДМП), опирающуюся на 4-е упругие ленты;
- рабочий тензорезисторный датчик силы типа 2ТВС-20, работающий на сжатие.

Питание датчика и аналого-цифровое преобразование его выходного сигнала осуществляется измерительным модулем МС-212;

- рычаг и градуировочные гири, предназначенные для градуировки МИС и создания силы подзагрузки на ДМП.

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.

МИРТ включает в свой состав расходный бак (РБ), рычажную систему (РС), связывающую РБ с весовой головкой (ВГ), а также электронный блок замера расхода топлива (КЗРТ). Последний вырабатывает сигналы «Старт», «Стоп» при прохождении стрелки ВГ

соответствующих точек шкалы ВГ. Упомянутые сигналы через модуль МС-401 поступают в компьютер, где преобразуются в цифровой код интервала времени, соответствующего выработке номинальной массы топлива из РБ. Отношение указанной номинальной массы топлива к интервалу времени, равное массовому расходу топлива, определяется в компьютере верхнего уровня с последующим вычислением компьютером значений измеряемого сигнала по известной градуировочной характеристике ИК. Результаты измерений индицируются на мониторе, архивируются и оформляются в виде протоколов.

МИД предназначен для измерений давления воздуха на входе в двигатель и давления газа и жидкостей по тракту двигателя. МИД включает в свой состав датчики давления моделей Сапфир 22ДД (измерение полного и статического давления на входе в двигатель), Сапфир 22ДИ (измерение избыточных давлений газа и жидкости по тракту двигателя). Токовые сигналы с выходов датчиков Сапфир 22 поступают в модуль МС-227С, где преобразуются в соответствующие цифровые коды. Последние (совместно с цифровым кодом барометра) поступают в компьютер верхнего уровня, где по известным градуировочным характеристикам ИК вычисляются значения измеряемых сигналов. Результаты измерений индицируются на мониторе, архивируются и оформляются в виде протоколов.

МИТ предназначен для измерений температур воздуха на входе в двигатель, газа за турбиной и рабочих жидкостей. МИТ включает в себя:

- ИК электрического напряжения постоянного тока (на базе модуля МС 227К) работает с термопарой (ТП) типа Т-99-З и колодкой компенсационной ПК-9Б, расположенными на двигателе. Электрическое напряжение с выхода ТП и ПК-9Б, соответствующее температуре газа за турбиной ГТД, поступает на вход модуля МС 227К, где преобразуются (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 ИК электрических сопротивлений (на базе модулей МС 227R) и термометров сопротивления (ТС) типа П77 или П63 соответственно. Электрическое сопротивление ТС, соответствующее измеряемой температуре, преобразуется в напряжение постоянного тока и поступает в компьютер верхнего уровня, где преобразуются 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.

МИЧВР содержит ИК напряжения переменного тока (на базе модулей МС-451). Частотный сигнал с выхода датчика типа ДТЭ-5Т (ДТЭ-6Т), расположенного на двигателе, соответствующий частоте вращений ротора компрессора двигателя, поступает на вход модуля измерения частоты МС-451. Цифровые коды с выхода модуля МС-451, соответствующие частоте сигнала, поступают 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.

МИВб содержит ИК динамических сигналов (на базе модуля МС-201) и датчики вибраций типа МВ-25БВ, расположенные на двигателе. Аналоговые выходные сигналы датчика поступают на вход модуля МС-201, где преобразуются в соответствующий цифровой сигнал. Последний поступает в компьютер верхнего уровня Системы, с последующим вычислением компьютером значений измеряемых сигналов, где подвергаются быстрому преобразованию Фурье с выделением амплитуды спектральной составляющей виброскорости на роторной частоте.

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

МИВ состоит из измерителя влажности и температуры ИВТМ-7, который по сетевому протоколу передает соответствующие цифровые данные в компьютер верхнего уровня Системы, где эти данные преобразуются в соответствующий цифровой код с последующим вычислением компьютером значений измеряемого сигнала по известной градуировочной характеристике ИВТМ-7. Результаты измерений индицируются на мониторе, архивируются и оформляются в виде протоколов.

Общий вид Системы представлен на рисунке 1.

Схема пломбировки от несанкционированного доступа приведена на рисунке 2.



Рисунок 1 - Общий вид Системы



Место пломбировки

Рисунок 2 - Схема пломбировки от несанкционированного доступа

Программное обеспечение

Программное обеспечение (далее - ПО) Системы разделено на метрологически значимую и незначимую части, реализовано в пакете обработки сигналов «Магнитограф» (ПОС-М 2.28b), 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. Программный ключ защиты исполняемых файлов и файлов данных поставляется на внешней съемной флэш-памяти.

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

Таблица 1

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	Пакет обработки сигналов «ПОС-М»
Номер версии (идентификационный номер) ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	v2.30b 2004
Цифровой идентификатор ПО	ee6b397e8a439fce25c8ac99ba7d5bd6
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО	md5
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 Системы приведены в таблице 2.

Таблица 2

Измеряемые параметры, количество измерительных каналов (ИК), единицы измерения	Диапазон измерений	Пределы допускаемой относительной (абсолютной*) погрешности
Сила от тяги, 1 ИК, кН	от 0,05 до 127	$\pm 0,5 \% \text{ от } 0,5 R_{\max}^{1)}$ $\pm 0,5 \% \text{ ИЗ}^{2)}$
Массовый расход топлива, 1 ИК, кг/с	от 0,2 до 1,6	$\pm 0,5 \% \text{ от } 0,5 G_{\max}^{3)}$ $\pm 0,5 \% \text{ ИЗ}^{4)}$
Перепад между атмосферным и полным давлением воздуха на входе в ГТД, 1 ИК, кПа	от 0 до 2,5	$\pm 0,05^*$
Перепад между атмосферным и статическим давлениями на входе в ГТД, 2 ИК, кПа	от 0,1 до 25	$\pm (0,064 \dots 0,082) *^5)$

Продолжение таблицы 2

Измеряемые параметры, количество измерительных каналов (ИК), единицы измерения	Диапазон измерений	Пределы допускаемой относительной (абсолютной*) погрешности
Перепад давления газа по тракту ГТД относительно атмосферного давления, 7 ИК, кПа 1 ИК, кПа 2 ИК, кПа	от 0 до 160 от 0 до 600 от 0 до 2500	$\pm 0,5 \% \text{ ВП}^{6)}$
Перепад давления жидкостей относительно атмосферного давления, 1 ИК, кПа 2 ИК, кПа 1 ИК, МПа 1 ИК, МПа	от 0 до 250 от 0 до 600 от 0 до 10 от 0 до 25	$\pm 1,0 \% \text{ ВП}^{6)}$
Атмосферное давление, (1 ИК), кПа	от 60 до 110	$\pm 0,067^*$
Температура воздуха на входе в двигатель, 1 ИК, °С (К)	от минус 40 до плюс 40 (от 233 до 313)	$\pm 0,5 \% \text{ ИЗ}$
Температура рабочих жидкостей, 3 ИК, °С	от минус 60 до плюс 120	$\pm 1,5 \% \text{ ВП}$
Электрическое напряжение постоянного тока, соответствующее значениям температуры газа за турбиной ГТД, 1 ИК, мВ	от 0 до 2500	$\pm 0,08 \% \text{ ВП}$ - по напряжению ($\pm 1 \% \text{ ВП}$ - по температуре, с учетом погрешности ПП)
Частота переменного тока, соответствующая частоте вращения ротора компрессора, 2 ИК, Гц	от 0,2 до 100	$\pm 0,001 \% \text{ ВП}$ - по частоте переменного тока ($\pm 0,15 \% \text{ ВП}$ - по частоте вращения ротора с учетом погрешности ПП)
Напряжение динамических сигналов, соответствующее значениям вибрационной скорости корпуса ГТД, 3 ИК, В	от 0,02 до 8,5	$\pm 0,5 \% \text{ ВП}$ - по амплитуде электрического напряжения ((10 - 12) % ВП - по амплитуде вибрационной скорости корпусов ГТД на роторной частоте, с учетом погрешности ПП)
Относительная влажность воздуха на входе в двигатель, 1 ИК, %	от 15 до 95	$\pm 2 \%$

Примечания:

- 1) В диапазоне (0 - 0,5) $R_{\max}$;
- 2) В диапазоне (0,5 - 1,0) $R_{\max}$;
- 3) В диапазоне (0 - 0,5) $G_{\max}$;
- 4) В диапазоне (0,5 - 1,0) $G_{\max}$;

- 5) Расчетный предел погрешности измерений параметра с учетом регламентируемых пределов погрешностей измерений перепада между атмосферным и полным давлением воздуха и полным и статическим давлениями на входе в ГТД;
6) С учетом погрешности измерений атмосферного давления.
 $R_{\max}$ - верхний предел (ВП) диапазона измерений силы;
 $G_{\max}$ - ВП диапазона измерений массового расхода топлива;
ИЗ - измеряемое значение;
ПП - первичный преобразователь.

Технические характеристики системы приведены в таблице 3.

Таблица 3

Наименование характеристики	Значение характеристики
Диапазон рабочих температур, °C - в пультовой - в испытательном боксе	от плюс 10 до плюс 30 от минус 40 до плюс 40
Параметры электрического питания от сети переменного тока: - напряжение, В - частота, Гц - потребляемая мощность, кВт·А	от 187 до 242 от 49 до 51 10
Габаритные размеры (ширина x длина x высота), м, не более:	
- модуль измерения силы	3×7×5
- модуль измерения массового расхода топлива	0,7×0,7×0,7
- модуль измерения давления	0,5×0,5×0,5
- модуль измерения температуры	0,5×0,5×0,5
- модуль измерения относительной влажности	0,3×0,3×0,34
- модуль измерения частоты вращения роторов	0,3×0,3×0,34
- модуль измерения вибрационной скорости	0,3×0,3×0,3

Знак утверждения типа

наносится графическим способом на таблички, закрепленные на стойках Систем и типографским способом на титульный лист руководства по эксплуатации.

Комплектность средства измерений

Комплектность Системы приведена в таблице 4.

Таблица 4

Наименование	Кол-во	Примечание
Динамометрическая платформа (ДМП)	1	В составе МИС
Рычаг	1	В составе МИС
Датчик силы рабочий типа 2ТВС20	2	В составе МИС
СЗРТ с весовой головкой ГАП-5-983, ГАП-5-1465	1	В составе МИРТ
Датчики дифференциального давления Сапфир-22М-Ех-ДД-2430-02-У2-0,25/2,5 кПа (6,3; 10 кПа), Сапфир-22М-Ех-ДД-2430-02-У2-0,25/16к Па (25; 40кПа)	3	В составе МИД
Датчик избыточного давления типа Сапфир-22М-Ех-ДИ-2140-02-У2-0,25/160 кПа (40; 250 кПа)	7	В составе МИД

Продолжение таблицы 4

Наименование	Кол-во	Примечание
Датчик избыточного давления типа Сапфир-22М-Ех-ДИ-2140-02-У2-0,5/250 кПа (40; 250 кПа)	1	В составе МИД
Датчик избыточного давления типа Сапфир-22М-Ех-ДИ-2150-02-У2-0,25/600 кПа (400; 2500 кПа)	1	В составе МИД
Датчик избыточного давления типа Сапфир-22М-Ех-ДИ-2150-02-У2-0,25/2500 кПа (400; 2500 кПа)	2	В составе МИД
Датчик избыточного давления типа Сапфир-22М-Ех-ДИ-2150-02-У2-0,5/600 кПа (400; 2500 кПа)	2	В составе МИД
Датчик избыточного давления типа Сапфир-22М-Ех-ДИ-2160-02-У2-0,5/10 МПа (2,5; 16 МПа)	1	В составе МИД
Датчик избыточного давления типа Сапфир-22М-Ех-ДИ-2170-02-У2-0,5/25 МПа (16; 100 МПа)	1	В составе МИД
Барометр регистрирующий сетевой БРС-1	1	В составе МИД
Термометры сопротивления П-77, Класс В	4	В составе МИТ
Термометры сопротивления П-63, Класс В1	2	В составе МИТ
Измеритель влажности и температуры ИВТМ-7	1 на 3 стенда	В составе МИВ
Измерительный модуль типа МС-401	5	В составе МИРТ
Измерительный модуль типа МС-212	1	В составе МИС
Измерительный модуль типа МС-227С	2	В составе МИД
Измерительный модуль типа МС-227R	1	В составе МИТ
Измерительный модуль типа МС-227К	2	В составе МИТ
Измерительный модуль типа МС-451	1	В составе МИЧВР
Измерительный модуль типа МС-201	1	В составе МИВб
Источник бесперебойного питания UPS	1	
Усилитель - разветвитель сети HUB	1	
Шкаф (стойка) СВТ	1	
Кондиционер частотного сигнала	2	
Блок питания датчиков давления 22БПЗ6	9	
Операторская станция на базе компьютера типа Pentium	1	
Руководство по эксплуатации РЭ МАРС-МЕРА 3М	1	
Методика поверки МП МАРС МЕРА 3М	1	

Поверка

осуществляется в соответствии с документом МП МАРС МЕРА 3М «Система автоматизированная информационно-измерительная «МАРС МЕРА 3М». Методика поверки, утвержденным ГЦИ СИ ФГУП «ЦИАМ им. П.И. Баранова» 24 .09.2015 г., ФГУП «ВНИИМС» 30.09.2015 г.

Идентификационные данные, а также процедура идентификации программного обеспечения приведены в разделе 3.5 документа «Руководство по эксплуатации. РЭ МАРС-МЕРА 3М»

Знак поверки наносится на свидетельство о поверке средств измерений, так как условия эксплуатации Системы не обеспечивают его сохранность в течение всего интервала между поверками при нанесении на Систему.

Основные средства поверки:

- Датчики весоизмерительные тензорезисторные Т2 (Госреестр № 53838-13) совместно с прибором весоизмерительным Микросим-06 (Госреестр № 25939-03).
- Гири массой 100 кг, класс точности М₁ по ГОСТ OIML R111-1-2009.

- Мегаомметр Ф4102/2-1М (Госреестр № 9225-88).
- Аппарат испытания диэлектриков АИД-70 (Госреестр № № 34031-12).
- Вольтметр универсальный цифровой В7-38 (Госреестр № 8730-82).
- Уровень электронный с микроподачей ампулы Carl Zeiss (Госреестр № 10084-85).
- Термометр ртутный стеклянный лабораторный (Госреестр № 303-91).
- Набор гирь образцовые 4-го разряда ГО-4-1110, КГО-4-5 (Госреестр № 5603-76).
- Калибратор давления DPI-610 с внешним преобразователем избыточного давления (Госреестр № 16347-09).
- Калибратор могофункциональный TRX-IIR (Госреестр № 42789-09).
- Весы электронные лабораторные AD-5 (Госреестр № 31028-06).
- Генератор сигналов низкочастотный прецизионный ГЗ-110 (Госреестр № 5460-76).
- Вольтметр универсальный В7-46/1 (Госреестр № 11204-88).
- Линейка измерительная металлическая с пределом измерения 500 мм, (Госреестр № 20048-00).

Сведения о методиках (методах) измерений

Руководство по эксплуатации «Система автоматизированная информационно-измерительная «МАРС МЕРА ЗМ». РЭ МАРС МЕРА ЗМ», раздел 4.

Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к системе автоматизированной информационно-измерительной «МАРС МЕРА ЗМ»

- 1 ОСТ 1 01021-93 Стенды для испытаний авиационных двигателей в наземных условиях. Общие технические требования;
- 2 ОТУ-2012 Общие технические условия на изготовление, ремонт, приёмку и поставку авиационных двигателей для воздушных судов;
- 3 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 5029023560

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

Государственный центр испытаний средств измерений 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 г.

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. « ____ » _____ 2016 г.