

## ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

### Система измерительная СИ-ТВЗ

#### Назначение средства измерений

Система измерительная СИ-ТВЗ (далее - ИС) предназначена для измерений параметров газотурбинных двигателей ТВЗ-117 различных моделей и модификаций во время проведения стендовых испытаний: давления и температуры жидкостей и газов, массы масла, виброскорости, угловых перемещений, интервалов времени, относительной влажности воздуха, а также сопротивления постоянному току, напряжения и силы постоянного тока и частоты переменного тока.

#### Описание средства измерений

ИС состоит из измерительных каналов (ИК).

Принцип действия ИК давления основан на зависимости выходного сигнала датчиков давления от значений перемещения или деформации чувствительного элемента датчика, вызванной воздействием измеряемого давления. Сила постоянного тока от датчика преобразуется посредством мультиплексора SCXI-1102В и модуля АЦП РХИ-6289 ССД1 в цифровой код, регистрируемый рабочей станцией «Сервер» с последующим вычислением значений измеряемого давления по известной градуировочной характеристике.

Принцип действия ИК напряжения постоянного тока, соответствующего значениям температуры основан на зависимости термо-ЭДС, возникающей в термоэлектродных проводах от разности температур между «горячими» и «холодными» спаями. Температура соответствующая термо-ЭДС (напряжение постоянного тока) и температура холодного спая преобразуется модулем 9213 ССД2 в цифровой код. Цифровой код регистрируется в рабочей станции «Сервер», и по программе вычисляется температура соответствующая термо-ЭДС по номинальной градуировочной характеристике с учетом температуры холодного спая.

Принцип действия ИК температуры (с термопреобразователям сопротивления ТСР) и ИК сопротивления постоянному току, соответствующего значениям температуры основан на зависимости изменения сопротивления термопреобразователя от температуры среды. Значение сопротивления постоянному току, соответствующее значениям температуры, поступает с датчика на модуль 9217 ССД2, где преобразуется в цифровой код и передается далее на рабочую станцию «Сервер», и по программе вычисляется температура с использованием номинальной градуировочной характеристики.

Принцип действия ИК частоты переменного тока основан на законе электромагнитной индукции. При каждом прохождении «зуба» индукторной шестерни вблизи торца постоянного магнита датчика образуется ЭДС индукции. Импульсные сигналы поступают на нормализаторы сигнала частоты FL-157, установленные в кроссовом шкафу 1. Нормализаторы сигнала частоты FL-157 приводят импульсы с датчиков оборотов к уровню ТТЛ-логики, которые далее поступают на модуль счетчиков-таймеров РХИ-6608 ССД1, где преобразуется в цифровой код. Цифровой код регистрируется в рабочей станции «Сервер», и по программе вычисляется значение частоты переменного тока.

Принцип действия ИК угловых перемещений основан на преобразовании с помощью следящей системы, углов поворота элементов двигателя в пропорциональное им силу постоянного тока. Сила постоянного тока поступает через мультиплексор SCXI-1102В на вход модуля АЦП РХИ-6289 ССД1, где преобразуется в цифровой код и передается на рабочую станцию «Сервер», с последующим вычислением угла.

Принцип действия ИК виброскорости основан на использовании пьезоэлектрических датчиков вибрации, преобразующих виброскорость корпуса турбины высокого давления (ТВД) в электрический заряд, поступающий на виброаппаратуру, с выхода которой напряжение постоянного тока, соответствующее виброскорости на частотах роторных гармоник, поступает

через мультиплексор SCXI-1102C на вход модуля АЦП PXI-6289 ССД1, где преобразуется в цифровой код и передается на рабочую станцию «Сервер», с последующим вычислением параметров измеряемой виброскорости.

Принцип действия ИК крутящего момента силы основан на воздействии крутящего момента силы через гидротормоз на тензометрический силоизмеритель, вследствие чего происходит разбалансировка тензометрического моста. Выходной сигнал пропорционален приложенному моменту силы преобразуется в сигнал напряжения постоянного тока и поступает на модуль АЦП PXI-4204 ССД1, где преобразуется в цифровой код, регистрируемый рабочей станцией «Сервер».

Принцип действия ИК интервалов времени основан на подсчете количества импульсов, генерируемых ССД за время между двумя фронтами внешних дискретных сигналов. Количество импульсов, подсчитанное ССД, передается на рабочую станцию «Сервер» и преобразуется в значение интервала времени.

Принцип действия ИК массы масла основан на преобразовании деформации упругих элементов тензорезисторного весоизмерительного датчика (входящего в состав устройства тензометрического весоизмерительного электронного ТВЭУ-005П), возникающей под действием силы тяжести взвешиваемого масла в аналоговый электрический сигнал, изменяющийся пропорционально его массе. Сила постоянного тока от датчика преобразуется посредством мультиплексора SCXI-1102B и модуля АЦП PXI-6289 ССД1 в цифровой код, регистрируемый рабочей станцией «Сервер» с последующим вычислением значений массы масла по известной градуировочной характеристике.

Принцип действия ИК напряжения бортовой сети основан на измерении напряжения постоянного тока модулем PXI-4204 ССД1, передачей цифрового кода на рабочую станцию «Сервер» с последующим преобразованием в значение напряжения бортовой сети.

Принцип действия ИК силы тока запуска ВСУ основан на измерении силы постоянного тока с помощью стационарного шунта 75ШИСВ.1 по которому проходит измеряемый ток. Падение напряжения на шунте является линейной функцией тока. Напряжение с шунта подается на нормализатор KFD2-UT2-1 и преобразуется в силу постоянного тока пропорциональную значению падения напряжения. Сила постоянного тока модулем 9219 ССД2 преобразуется в цифровой код и передается на рабочую станцию «Сервер», где преобразуется в значение силы тока запуска ВСУ.

Принцип действия ИК температуры воздуха основан на измерении температуры воздуха измерителем влажности и температуры ИВТМ-7, передаче цифрового значения температуры воздуха по интерфейсу RS-232 на модуль PXI-8430/2 ССД1 и последующем преобразованием цифрового кода на рабочей станции «Сервер» в значение температуры воздуха.

Принцип действия ИК давления атмосферного воздуха основан на измерении давления атмосферного воздуха барометром БРС-1М-1, передаче цифрового значения давления атмосферного воздуха по интерфейсу RS-232 на модуль PXI-8430/2 ССД1 и последующем преобразованием цифрового кода на рабочей станции «Сервер» в значение давления атмосферного воздуха.

Принцип действия ИК относительной влажности воздуха основан на измерении относительной влажности воздуха измерителем влажности и температуры ИВТМ-7, передаче цифрового значения относительной влажности воздуха по интерфейсу RS-232 на модуль PXI-8430/2 ССД1 и последующем преобразованием цифрового кода на рабочей станции «Сервер» в значение относительной влажности воздуха.

Функционально в состав ИС входят следующие ИК:

- ИК давления;
- ИК напряжения постоянного тока, соответствующего значениям температуры;
- ИК температуры (с термопреобразователями сопротивления ТСР);
- ИК сопротивления постоянному току, соответствующего значениям температуры;
- ИК частоты переменного тока;

- ИК угловых перемещений;
- ИК виброскорости;
- ИК крутящего момента силы;
- ИК интервалов времени;
- ИК массы масла;
- ИК напряжения борт сети;
- ИК силы тока запуска ВСУ;
- ИК температуры воздуха;
- ИК давления атмосферного воздуха;
- ИК относительной влажности воздуха.

Конструктивно ИС представляет собой автоматизированное рабочее место операторов, рассчитанное на работу двух операторов и шесть приборных шкафов системы сбора данных (далее - ССД), с установленными в них модулями стандартов PXI, SCXI, CRIO, объединенных локальной сетью Ethernet:

- шкаф приборный ИНСИ.425836.100.00 – устанавливается в помещении пультовой. Предназначен для размещения следующего оборудования: источника питания PPT-3615, рабочей станции «Сервер», аппаратуры измерения роторных вибраций ИВ-Д-СФ-3М-6 с блоком электронным БЭ-404М-6, системы сбора данных №1 (далее ССД1), коммутаторов сети Ethernet, коммутатора видеосигнала, термогигрометра ИВТМ-7 МК-С-М, источников питания 24В постоянного тока для питания аппаратуры ИС;

- шкаф кроссовый 1 ИНСИ.425836.200.00 – устанавливается в помещении пультовой. Предназначен для размещения следующего оборудования: источников питания датчиков давления, аппаратуры аппаратуры рычага управления двигателем (РУД), клемм подключения датчиков ИС, нормализаторов частотных сигналов с датчиков оборотов;

- шкаф кроссовый 2 ИНСИ.425836.300.00 – устанавливается в помещении пультовой. Предназначен для размещения следующего оборудования: системы сбора данных №3 (далее ССД3), клемм подключения сигналов с двигательных разъемов, клемм подключения сигналов стендовых исполнительных механизмов, блока автоматического регулирования и контроля БАРК-78, АПД-78А, блока реле;

- шкаф температурных параметров ИНСИ.425836.500.00 – устанавливается в помещении бокса. Предназначен для размещения следующего оборудования: системы сбора данных №2 (далее ССД2), нормализаторов частотных сигналов с датчиков расхода топлива типа ТПР;

- шкаф датчиков давления ИНСИ.425836.400.00 – устанавливается в помещении бокса. Предназначен для размещения стендовых датчиков давления и обеспечения их работы в диапазоне температур от 18 до 22 °С;

- шкаф запуска ИНСИ.425836.600.00 устанавливается в помещении бокса. Предназначен для размещения следующего оборудования: аппаратуры запуска вспомогательной силовой установки (ВСУ) АПД-9В, шунта измерительного, нормализаторов сигналов температуры газа ВСУ и тока запуска ВСУ;

- автоматизированное рабочее место операторов, ИНСИ.425836.800.00, устанавливается в пультовой и представляет собой пультовую секцию с установленными в ней: персональными компьютерами – 2 шт., мониторами – 4 шт., барометром цифровым БРС-1М-1 и панелью приборной ИНСИ.425836.700.00. На панели приборной установлены указатели частоты оборотов и давления масла двигателя, а также кнопки подачи питания на технологическое стендовое оборудование.

ИС стенда питается от источника бесперебойного питания VGD-8K31, расположенного в транспортном коридоре стенда.

Внешний вид шкафа приборного представлен на рисунке 1.

Внешний вид шкафа кроссового 1 представлен на рисунке 2.

Внешний вид шкафа кроссового 2 представлен на рисунке 3.

Внешний вид шкафа температурных параметров представлен на рисунке 4.

Внешний вид шкафа датчиков давления представлен на рисунке 5.

Внешний вид шкафа запуска на рисунке 6.

Внешний вид автоматизированного рабочего места операторов представлен на рисунке

7.

Защита от несанкционированного доступа обеспечивается закрыванием шкафов на специализированные встроенные замки.



Рисунок 1 Шкаф приборный



Рисунок 2 Шкаф кроссовый 1



Рисунок 3 Шкаф кроссовый 2



Рисунок 4 Шкаф температурных параметров



Рисунок 5 Шкаф датчиков давления



Рисунок 6 Шкаф запуска



Рисунок 7 Автоматизированное рабочее место операторов

### Программное обеспечение

Метрологически значимая часть программного обеспечения (ПО) СИ-ТВЗ представляет собой исполняемые файлы, входящие в ПО управления и контроля системы. Идентификационные данные (признаки) метрологически значимой части ПО указаны в таблице 1.

Таблица 1

Наименование ПО	Идентификационное наименование ПО	Номер версии (идентификационный номер) ПО	Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	Алгоритм вычисления идентификатора ПО
Сервер параметров (основной модуль)	insysserver22.exe	1.24.3	68396242	CRC32
Сервер параметров (модуль расчета формул)	insysformula.dll	1.0.2	A1BEBC71	CRC32
Сервер параметров (модуль расчета ТЗ)	srv_dll_t3_calc.dll	1.3.2	C018CD9F	CRC32
Сервер параметров (модуль расчета температуры термопар)	srv_dll_termo.dll	1.2.1	63CE6851	CRC32

Наименование ПО	Идентификационное наименование ПО	Номер версии (идентификационный номер) ПО	Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	Алгоритм вычисления идентификатора ПО
Сервер параметров (модуль расчета температуры термометров сопротивления)	srv_dll_termosopr.dll	1.0.1	580306B7	CRC32
Сервер параметров (модуль расчета параметров прокачки и теплоотдачи масла)	srv_dll_proka4ka_teplootda4a_masla.dll	1.1.1	AB593261	CRC32
Программа сбора данных подсистемы №1 (основной модуль)	ssd_pxi_rt.dll	1.15.4	E7DC0A04	CRC32
Программа сбора данных подсистемы №2 (основной модуль)	startup.rtexe	1.2.0	2CF9DDDГ	CRC32
Программа сбора данных подсистемы №3 (основной модуль)	startup.rtexe	1.5.0	4ED7DC9A	CRC32
Программа метрологических исследований	Metrology.exe	3.11.5	A9DAA05C	CRC32

Сервер параметров является приложением работающим под управлением операционной системы Windows XP и устанавливается на специальном компьютере – сервере СИ-ТВЗ.

Сервер параметров является центральным модулем ПО и в реальном масштабе времени выполняет следующие функции:

- непрерывный прием измеренных данных от всех ССД;
- вычисление расчетных параметров в соответствии с заданными формулами и полиномами;
- запись измеренных и расчетных данных в файлы;
- передачу значений измеренных и расчетных параметров клиентам верхнего уровня;
- прием и передачу служебно-информационных сообщений.

ПО ССД выполняет следующие функции:

- настройку аппаратной части ИК в соответствии с конфигурацией;
- выполнение опроса ИК с заданной периодичностью и передача измеренных данных на сервер в реальном масштабе времени.

Программа метрологических исследований предназначена для выполнения поверки и контроля точности ИК, а также для формирования протоколов метрологических испытаний.

Метрологически значимая часть ПО СИ-ТВЗ и измеренные данные достаточно защищены с помощью специальных средств защиты от непреднамеренных и преднамеренных

изменений. Защита ПО от непреднамеренных и преднамеренных изменений соответствует уровню «С» по МИ 3286-2010.

### Метрологические и технические характеристики

Метрологические характеристики системы указаны в таблице 2.

Таблица 2

Наименование и количество измерительных каналов	Обозначение параметра	Диапазон измерений	Пределы допускаемой погрешности
ИК давления			
1 ИК давления масла на входе в двигатель – кол-во 1.	$P_{м\text{ вх}}$	от 0 до 0,6 МПа (от 0 до 6,0 кгс/см <sup>2</sup> )	± 1,0 % от НЗ НЗ=0,4 МПа (4 кгс/см <sup>2</sup> )
2 ИК давления масла на выходе из двигателя в линии откачки II –V опор – кол-во 1.	$P_{м\text{ вых}}$	от 0 до 0,25 МПа (от 0 до 2,5 кгс/см <sup>2</sup> )	± 1,0 % от ВП
3 ИК давления масла на выходе из двигателя в линии откачки из I опоры центрального привода – кол-во 1.	$P_{м\text{ вых1}}$	от 0 до 0,25 МПа (от 0 до 2,5 кгс/см <sup>2</sup> )	± 1,0 % от ВП
4 ИК давления воздуха в предмасляной полости I опоры – кол-во 1.	$P_{10}$	от 0 до 0,25 МПа (от 0 до 2,5 кгс/см <sup>2</sup> )	± 1,0 % от НЗ НЗ=0,2 МПа (2 кгс/см <sup>2</sup> )
5 ИК давления в масляной полости коробки приводов – кол-во 1.	$P_{кп}$	от минус 0,1 МПа до 0,06 МПа (от минус 1,0 до 0,6 кгс/см <sup>2</sup> )	± 1,0 % от НЗ НЗ=0,1 МПа (1 кгс/см <sup>2</sup> )
6 ИК давления воздуха в предмасляной полости II опоры – кол-во 1.	$P_{15}$	от 0 до 0,25 МПа (от 0 до 2,5 кгс/см <sup>2</sup> )	± 1,0 % от НЗ НЗ=0,2 МПа (2 кгс/см <sup>2</sup> )
7 ИК давления в масляной полости II опоры – кол-во 1.	$P_{14}$	от минус 0,1 МПа до 0,06 МПа (от минус 1,0 до 0,6 кгс/см <sup>2</sup> )	± 1,0 % от НЗ НЗ=0,1 МПа (1 кгс/см <sup>2</sup> )
8 ИК давления в масляной полости III опоры – кол-во 1.	$P_{18}$	от минус 0,1 МПа до 0,06 МПа (от минус 1,0 до 0,6 кгс/см <sup>2</sup> )	± 1,0 % от НЗ НЗ=0,1 МПа (1 кгс/см <sup>2</sup> )
9 ИК давления в масляной полости IV опоры – кол-во 1.	$P_{22}$	от минус 0,1 МПа до 0,06 МПа (от минус 1,0 до 0,6 кгс/см <sup>2</sup> )	± 1,0 % от НЗ НЗ=0,1 МПа (1 кгс/см <sup>2</sup> )
10 ИК давления воздуха перед эжектором – кол-во 1.	$P_{эж}$	от минус 0,1 МПа до 0,06 МПа (от минус 1,0 до 0,6 кгс/см <sup>2</sup> )	± 1,0 % от НЗ НЗ=0,05 МПа (0,5 кгс/см <sup>2</sup> )
11 ИК давления топлива на входе в подкачивающий насос – кол-во 1.	$P_{т\text{ вх}}$	от минус 0,1 МПа до 0,3 МПа (от минус 1,0 до 3 кгс/см <sup>2</sup> )	± 1,0 % от НЗ НЗ=0,2 МПа (2 кгс/см <sup>2</sup> )

Наименование и количество измерительных каналов	Обозначение параметра	Диапазон измерений	Пределы допускаемой погрешности
12 ИК давления топлива в коллекторе 1-го контура форсунок – кол-во 1.	$P_{T1}$	от 0 до 6 МПа (от 0 до 60 кгс/см <sup>2</sup> )	± 1,0 % от ВП
13 ИК давления топлива в коллекторе 1-го контура на ложном запуске – кол-во 1.	$P_{T1\text{ лз}}$	от 0 до 1 МПа (от 0 до 10,0 кгс/см <sup>2</sup> )	± 1,0 % от НЗ НЗ=0,8 МПа (8 кгс/см <sup>2</sup> )
14 ИК давления топлива в коллекторе 2-го контура форсунок – кол-во 1.	$P_{T2}$	от 0 до 6 МПа (от 0 до 60 кгс/см <sup>2</sup> )	± 1,0 % от НЗ НЗ=4,0 МПа (40 кгс/см <sup>2</sup> )
15 ИК давления топлива на входе в насос регулятор (НР) – кол-во 1.	$P_{T\text{ вх нр}}$	от 0 до 0,4 МПа (от 0 до 4,0 кгс/см <sup>2</sup> )	± 1,0 % от НЗ НЗ=0,3 МПа (3 кгс/см <sup>2</sup> )
16 ИК давления воздуха за компрессором (дублировано) – кол-во 1.	$P_{K1}$	от 0 до 1,6 МПа (от 0 до 16 кгс/см <sup>2</sup> )	± 0,5 % от НЗ НЗ=1,0 МПа (10 кгс/см <sup>2</sup> )
17 ИК давления воздуха за компрессором (дублировано) – кол-во 1.	$P_{K2}$	от 0 до 1,6 МПа (от 0 до 16 кгс/см <sup>2</sup> )	± 0,5 % от НЗ НЗ=1,0 МПа; (10 кгс/см <sup>2</sup> )
18 ИК давления воздуха на входе в воздушный стартер – кол-во 1.	$P_{\text{воз св}}$	от 0 до 0,4 МПа (от 0 до 4,0 кгс/см <sup>2</sup> )	± 1,0 % от НЗ НЗ=0,2 МПа (2 кгс/см <sup>2</sup> )
19 ИК перепада давлений воздуха на расходомерном коллекторе (РМК) - «Закольцовка» – кол-во 1.	$P_{\text{зак}}$	от 0 до 6 кПа (от 0 до 0,06 кгс/см <sup>2</sup> )	± 1,0 % от НЗ НЗ=5 кПа (0,05 кгс/см <sup>2</sup> )
20 ИК перепада давлений воздуха на РМК - «Контроль» – кол-во 1.	$P_{\text{контр}}$	от 0 до 6 кПа (от 0 до 0,06 кгс/см <sup>2</sup> )	± 1,0 % от НЗ НЗ=5 кПа (0,05 кгс/см <sup>2</sup> )
21 ИК перепада давлений воздуха на РМК - «Полный» – кол-во 1.	$P^*$	от 0 до 0,6 кПа (от 0 до 0,006 кгс/см <sup>2</sup> )	± 1,0 % от НЗ НЗ=0,5 кПа (0,005 кгс/см <sup>2</sup> )
22 ИК разрежения воздуха в боксе – кол-во 1.	$P_{\text{разр}}$	от 0 до 0,6 кПа (от 0 до 0,006 кгс/см <sup>2</sup> )	± 1,0 % от НЗ НЗ=0,5 кПа (0,005 кгс/см <sup>2</sup> )
23 ИК давления воздуха на наддув уплотнений гидротормоза – кол-во 1.	$P_{\text{воз гт}}$	от 0 до 0,6 МПа (от 0 до 6,0 кгс/см <sup>2</sup> )	± 1,0 % от ВП
24 ИК давления воды на входе в гидротормоз – кол-во 1.	$P_{\text{вод гт}}$	от 0 до 0,4 МПа (от 0 до 4,0 кгс/см <sup>2</sup> )	± 1,0 % от ВП
25 ИК перепада давления топлива на стендовом топливном фильтре – кол-во 1.	$P_{\text{ст тф}}$	от 0 до 0,04 МПа (от 0 до 0,4 кгс/см <sup>2</sup> )	± 1,0 % от ВП
26 ИК перепада давления воды на стендовом водяном фильтре – кол-во 1.	$P_{\text{ст вф}}$	от 0 до 0,04 МПа (от 0 до 0,4 кгс/см <sup>2</sup> )	± 1,0 % от ВП

Наименование и количество измерительных каналов	Обозначение параметра	Диапазон измерений	Пределы допускаемой погрешности
27 ИК давления топлива со склада – кол-во 1.	$P_{тск}$	от 0 до 0,4 МПа (от 0 до 4,0 кгс/см <sup>2</sup> )	$\pm 1,0\%$ от ВП
28 ИК давления воздуха перед воздушным клапаном – кол-во 1.	$P_1$	от 0 до 0,6 МПа (от 0 до 6,0 кгс/см <sup>2</sup> )	$\pm 1,0\%$ от ВП
29 ИК давления воздуха перед сопловым аппаратом – кол-во 1.	$P_2$	от 0 до 0,4 МПа (от 0 до 4,0 кгс/см <sup>2</sup> )	$\pm 1,0\%$ от ВП
<b>ИК напряжения постоянного тока, соответствующего значениям температуры</b>			
1 ИК напряжения постоянного тока, соответствующего значениям температуры в диапазоне от 0 до 100 °С – кол-во 2.	$t_r,$ $t_{rпт}$	от минус 2 до 55 мВ	$\pm 0,05\%$ от ВП
2 ИК напряжения постоянного тока, соответствующего значениям температуры в диапазоне от 0 до 200 °С – кол-во 1.	$t_{засл}$	от минус 2 до 55 мВ	$\pm 0,05\%$ от ВП
<b>ИК температуры (с термопреобразователями сопротивления ТСП) и ИК сопротивления постоянному току, соответствующего значениям температуры</b>			
1 ИК температуры воздуха на входе в двигатель – кол-во 6.	$t_{вх1} \dots t_{вх6}$	от 223,15 К до 323,15 К	$\pm 0,5\%$ от ИЗ
2 ИК сопротивления постоянному току, соответствующего значениям температуры в диапазоне от 0 до 200 °С – кол-во 3	$t_{мвх},$ $t_{мвых},$ $t_{возвхсв}$	от 100 до 177,05 Ом	$\pm 0,1\%$ от ВП
3 ИК сопротивления постоянному току, соответствующего значениям температуры в диапазоне от минус 50 до 50 °С – кол-во 3	$t_{возтп},$ $t_{r1},$ $t_{r2}$	от 80 до 119,7 Ом	$\pm 0,1\%$ от ВП
4 ИК температуры воздуха на входе в воздушный стартер – кол-во 1.	$t_{вхст}$	от 100 до 250 °С	$\pm 1,5\%$ от ВП
<b>ИК частоты переменного тока</b>			
1 ИК частоты переменного тока, – кол-во 2.	$f_{тк}, f_{ст}$	от 20 до 1200 Гц	$\pm 0,15\%$ от ВП
2 ИК частоты переменного тока – кол-во 4.	$f_{Гт61},$ $f_{Гт62},$ $f_{ГТМ1},$ $f_{ГТМ2}$	от 50 до 500 Гц	$\pm 0,1\%$ от ИЗ

Наименование и количество измерительных каналов	Обозначение параметра	Диапазон измерений	Пределы допускаемой погрешности
3 ИК частоты переменного тока – кол-во 1.	$f_{вв}$	от 750 до 3000 Гц	$\pm 0,1 \%$ от ИЗ
<b>ИК угловых перемещений</b>			
1 ИК угла установки лопаток регулируемых направляющим аппаратом компрессора (НАК) – кол-во 1.	$\alpha_{вна}$	от минус 10 до 30 °	$\pm 0,5 \text{ °}$
2 ИК угла положения РУД – кол-во 1.	$\alpha_{руд}$	от 0 до 150 °	$\pm 1 \text{ °}$
3 ИК угла положения регулятора (РО) – кол-во 1.	$\alpha_{ро}$	от 10 до 100 °	$\pm 1 \text{ °}$
<b>ИК виброскорости</b>			
1 ИК виброскорости на частоте, кратной частотам вращения роторов турбокомпрессора и свободной турбины по осям X, Y и Z – кол-во 12.	$V_{x1 \text{ тк}},$ $V_{x1 \text{ ст}},$ $V_{y1 \text{ тк}},$ $V_{y1 \text{ ст}},$ $V_{z1 \text{ тк}},$ $V_{z1 \text{ ст}},$ $V_{x4 \text{ тк}},$ $V_{x4 \text{ ст}},$ $V_{y4 \text{ тк}},$ $V_{y4 \text{ ст}},$ $V_{z4 \text{ тк}},$ $V_{z4 \text{ ст}}$	0 ÷ 100мм/с	$\pm 12 \%$ от ВП
<b>ИК крутящего момента силы</b>			
1 ИК крутящего момента силы – кол-во 1.	$M_{кр}$	от 0 до 160 кгс×м	$\pm 0,5\%$ от ВП в ДИ от 0 до 80 кгс×м, $\pm 0,5\%$ от ИЗ в ДИ от 80 до 160 кгс×м
<b>ИК интервалов времени</b>			
1 ИК интервалов времени – кол-во 1.	$\tau$	от 2 до 100 с	$\pm 0,1 \text{ с}$
<b>ИК массы масла</b>			
1 ИК массы масла – кол-во 1.	$g_m$	от 0 до 50 кг	$\pm 0,5 \%$ от НЗ НЗ=25 кг
<b>ИК параметров окружающей среды</b>			
1 ИК температуры воздуха – кол-во 1.	$t_b$	от минус 50 до 50 °С	$\pm 1 \text{ °С}$
2 ИК давления атмосферного воздуха – кол-во 1.	$P_n$	от 95 до 107 кПа (от 720 до 800 мм рт. ст.)	$\pm 0,066 \text{ кПа}$ ( $\pm 0,5 \text{ мм. рт. ст.}$ )

3 ИК относительной влажности воздуха – кол-во 1.	Влажн	от 0 до 100 %	2 %
ИК напряжения бортсети			
1 ИК напряжения бортсети – кол-во 1.	U <sub>бс</sub>	от 0 до 35 В	± 2,5 % от ВП
ИК силы тока запуска ВСУ			
1 ИК силы тока запуска ВСУ – кол-во 1.	Iзап	от 0 до 1000 А	± 1,0 % от ВП
Используемые сокращения: НЗ - нормирующее значение; ВП - верхний предел диапазона измерений; ИЗ – измеренное значение (результат измерения).			

### Общие характеристики

Габаритные размеры и масса системы указаны в таблице 3.

Таблица 3

Обозначение	Составная часть	Габаритные размеры, мм, не более			Масса, кг, не более
		Длина	Ширина	Высота	
ИНСИ 425836.100.00	Приборный шкаф	800	600	1970	90
ИНСИ 425836.200.00	Шкаф кроссовый 1	500	1200	1900	190
ИНСИ 425836.300.00	Шкаф кроссовый 2	500	1200	1900	190
ИНСИ 425836.400.00	Шкафа температурных параметров	300	600	1300	60
ИНСИ 425836.500.00	Шкаф датчиков давления	400	1200	1700	130
ИНСИ 425836.600.00	Шкафа запуска	250	600	500	50
ИНСИ 425836.800.00	Автоматизированное рабочее место операторов	840	3200	1300	240

Параметры электропитания:

Напряжение переменного тока, В, не более ..... 220 ± 22

Частота переменного тока, Гц, не более ..... 50 ± 2

Потребляемая мощность, В·А, не более..... 8000

Рабочие условия эксплуатации:

в помещении пультовой:

- температура воздуха, °С ..... 20 ± 10;

- относительная влажность воздуха при температуре 25 °С, % ..... 65 ± 15;

- атмосферное давление, мм рт. ст..... от 720 до 800.

в испытательном боксе:

- температура воздуха, °С .....от минус 30 до 40;

- относительная влажность воздуха при температуре 25 °С, % ..... до 90;

- атмосферное давление, мм рт. ст..... от 720 до 800.

Срок службы, лет ..... 10.

### **Знак утверждения типа**

Знак утверждения типа наносится типографским способом на титульный лист Руководства по эксплуатации и на мониторы пультовой секции в виде наклейки.

### **Комплектность средства измерений**

Комплект поставки включает:

- система измерительная СИ-ТВЗ зав. № 001;
- программное обеспечение на CD-диске – 1 шт;
- руководство по эксплуатации ИНСИ.425836.00 РЭ – 1 шт.;
- методика поверки ТХПС 425834.000.00МП – 1 шт.;
- формуляр ИНСИ.425836.000.00 ФО – 1 шт.

### **Поверка**

осуществляется в соответствии с документом ТХПС 425834.000.00МП «Система измерительная СИ-ТВЗ зав. № 001. Методика поверки», утвержденным руководителем ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» в декабре 2013 г.

Основные средства поверки:

- магазин электрических сопротивлений Р4834 (рег. № 11326-90):
  - диапазон воспроизведения сопротивления постоянному току от 0,01 Ом до 1 МОм, класс точности 0,02;
- калибратор многофункциональный МСХ-II-R (рег. № 21591-07):
  - диапазон воспроизведения напряжения постоянного тока от минус 10 до 100 мВ, пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока  $\pm (0,003 \% \text{ от показаний} + 0,005 \text{ мВ})$ ;
  - диапазон воспроизведения напряжения постоянного тока от 0 до 12 В, пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока  $\pm (0,004 \% \text{ от показаний} + 0,0003 \text{ В})$ ;
  - диапазон воспроизведения силы постоянного тока от 0 до 24 мА, пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения силы постоянного тока  $\pm (0,004 \text{ мА})$ ;
  - диапазон измерений напряжения постоянного тока от 0 до 60 В, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока  $\pm (0,009 \% \text{ от измеренной величины} + 0,003 \% \text{ от верхнего предела измерений,} + \text{ значение младшего разряда с разрешением в диапазоне от 0 до 6 В } 0,0001 \text{ В, в диапазоне от 6 до 60 В } 0,001 \text{ В})$ ;
- генератор сигналов произвольной формы 33220А (рег. № 32993-09):
- диапазон воспроизведения частоты от 1 мГц до 20 МГц, пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения частоты  $\pm 2 \cdot 10^{-5}$ ;
- головка делительная оптическая ОДГЭ-20 (рег. № 26906-04):
  - диапазон измерений углов от 0 до 360°, пределы допускаемой абсолютной погрешности  $\pm 20''$ ;
- измеритель влажности и температуры ИВТМ-7 МК-С-М (рег. № 15500-12):
  - диапазон измерений относительной влажности от 0 до 100 %, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений относительной влажности  $\pm 2 \%$ ;
  - диапазон измерения температуры от минус 50 до 120 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения температуры в диапазоне минус 20 до 60 °С  $\pm 0,2 \text{ °С}$ ;
- барометр рабочий сетевой БРС-1М-1 (рег. № 16006-97):
  - диапазон измерений абсолютного давления от 600 до 1100 гПа (от 450 до 825 мм рт. ст.), пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений абсолютного давления  $\pm 33 \text{ Па} (\pm 0,25 \text{ мм рт. ст.})$ ;
- гири специальные массой 10 кг (рег. № 30010-05):
  - класс точности М1, пределы допускаемого отклонения массы  $\pm 0,5 \text{ г}$ .

**Сведения о методиках (методах) измерений**

Система измерительная СИ-ТВЗ. Руководство по эксплуатации ИНСИ.425836.000.00 РЭ.

**Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к системе измерительной СИ-ТВЗ зав. № 001.**

ОСТ 1 01021-93 Стенды испытательные авиационных газотурбинных двигателей. Общие требования.

Техническая документация изготовителя.

**Рекомендации по областям применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений**

выполнение работ по оценке соответствия промышленной продукции и продукции других видов, а также иных объектов установленным законодательством Российской Федерации обязательным требованиям.

**Изготовитель**

Общество с ограниченной ответственностью «ИнСис Лтд» (ООО «ИнСис Лтд»), г. Москва

Адрес: 125284, Москва, 1-й Боткинский проезд, 8/31

Тел.: (495) 941-996, факс: (495) 941-9923, e-mail: [info@insysltd.ru](mailto:info@insysltd.ru)

**Заявитель**

Общество с ограниченной ответственностью «Технопульс» (ООО «Технопульс»)

Адрес: 195271, г. Санкт-Петербург, Кондратьевский проспект, 72

Тел./факс: (812) 291-0900, e-mail: [omega166@yandex.ru](mailto:omega166@yandex.ru)

**Испытательный центр**

Государственный центр испытаний средств измерений федеральное государственное унитарное предприятие «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» (ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»).

Юридический (почтовый) адрес: 190005, г. Санкт-Петербург, Московский пр., д. 19.

Тел.: (812) 251-76-01, факс: (812) 713-01-14, e-mail: [info@vniim.ru](mailto:info@vniim.ru)

Аттестат аккредитации ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» по проведению испытаний средств измерений в целях утверждения типа № 30001-10 от 20.12.2010 г.

Заместитель Руководителя  
Федерального агентства по техническому  
регулированию и метрологии

Ф.В. Булыгин

М.п. «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2014 г.