

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Система измерительная СИ-1/ГТД-РД-33

Назначение средства измерений

Система измерительная СИ-1/ГТД-РД-33 (далее - системы) предназначена для измерений: давления и температуры воздуха (газов) и жидкостей (топлива, масла, гидросмеси); расхода воздуха и жидкостей; силы от тяги двигателя; частоты электрических сигналов, соответствующей частоте вращения роторов двигателя; параметров вибрации; сопротивления постоянному току; силы и напряжения постоянного и переменного тока.

Описание средства измерений

Принцип действия системы основан на измерении первичными измерительными преобразователями (ПИП) физических величин, преобразовании их в электрические сигналы, поступающие на вход аппаратуры сбора и преобразования сигналов в цифровой код для дальнейшей его передачи в промышленный компьютер (ПК), осуществляющий обработку, выдачу, хранение информации и ведение печатного протокола.

Конструктивно система состоит из:

- шкаф автоматики с аппаратурой сбора и преобразования сигналов (далее – ША);
- два кросс-шкафа с размещенными в них элементами системы (далее – ШК1, ШК2);
- автоматизированное рабочее место (далее - АРМ);
- комплект ПИП.

В ША размещены: две установки измерительные LTR-EU-16-1 фирмы Л-Кард (далее – LTR) (регистрационный номер (далее – рег. №) 35234-15 в Федеральном информационном фонде) с измерительными модулями LTR27, LTR114, LTR51, LTR212М-1; два ПК с процессором Intel Core i5 4570TE; выдвижная KVM консоль CL1000M-ATA-RG с ЖК монитором; сетевой коммутатор IKS-6728A-4GTXSFP-HV-HV-T; источники питания PSM105, PSG124; блок бесперебойного питания SRT2200RMXLI; плата последовательного ввода CP-18U-I и клеммные соединения ADAM-3937.

В ШК1 расположены клеммные соединения ADAM-3925, ADAM-3937.

В ШК2 расположены клеммные соединения ADAM-3909 и преобразователи сигналов НПСИ-ДНТВ (рег. № 43742-15).

В состав АРМ входят:

- шесть ПК Intel Celeron J1900;
- шесть ЖК-мониторов;
- шесть комплектов настольной клавиатуры с манипуляторами типа «мышь»;
- лазерное печатающее устройство;
- блок электронный БЭ-40-4М из состава аппаратуры измерений роторных вибраций

ИВ-Д-СФ-3М (рег. № 44044-10);

- барометр рабочий сетевой БРС-1М (рег. № 16006-97);
- измеритель влажности и температуры ИВТМ-7 (рег. № 15500-12).

Комплект ПИП содержит:

- счетчик-расходомер массовый Micro Motion (рег. № 45115-10);
- датчики весоизмерительные тензорезисторные С2 (рег. № 53636-13), М70К (рег. № 53673-13);
- датчики давления, разрежения и разности давлений ADZ (рег. № 49870-12);
- датчики давления Метран-150 (рег. № 32854-09);
- датчики давления МИДА-15 (рег. № 50730-17);
- преобразователи давления измерительные СДВ (рег. № 28313-11);
- преобразователи термоэлектрические ТХА-0193 (рег. № 31930-07);
- термопреобразователи сопротивления ТСП-0196 (рег. № 56560-14);
- преобразователи сигналов НПСИ (рег. № 43742-15);

- трансформаторы тока ТФ1 (рег. № 20466-10);
- вибропреобразователи МВ-43 (рег. № 16985-08); МВ-46 (рег. № 34908-07); МВ-04 (рег. № 19064-99)) из состава аппаратуры измерений роторных вибраций ИВ-Д-СФ-3М.

АРМ и шкафы ША, ШК1, ШК2 расположены в помещении пультовой, ПИП – в испытательном боксе и в помещении пультовой. Аппаратура сбора и преобразования сигналов системы соединена с ПИП линиями связи длиной до 50 м и с ПК через сетевой коммутатор линиями связи до 5 м.

Структурная схема системы приведена на рисунке 1.

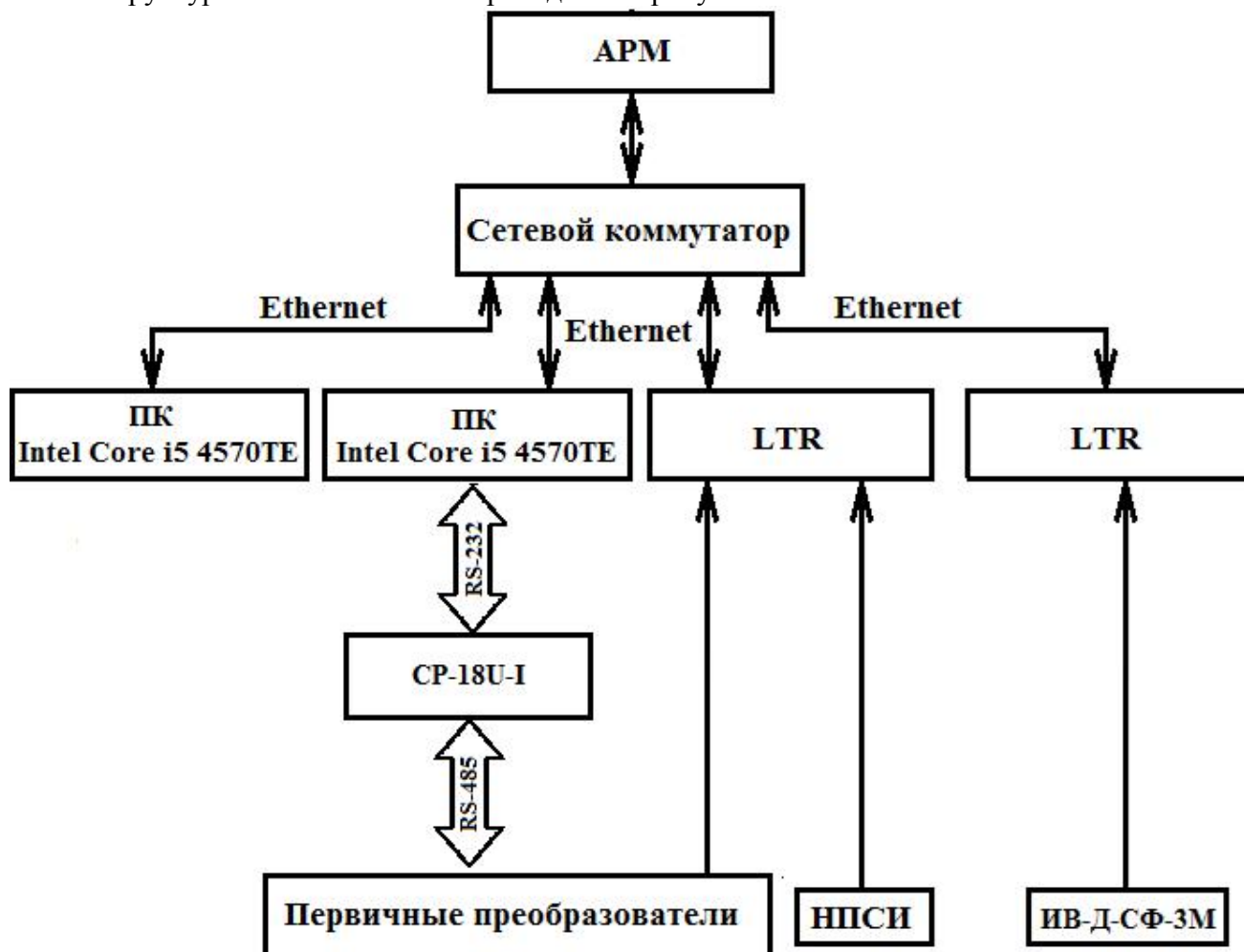


Рисунок 1 – Структурная схема системы

Функционально система состоит из измерительных каналов (далее - ИК):

- давления воздуха (газов) и жидкостей и силы постоянного тока, соответствующей значениям давления;
- температуры воздуха (газов) и жидкостей, измеряемой термопреобразователями сопротивления, и сопротивления постоянному току, соответствующего значениям температуры;
- температуры воздуха (газов), измеряемой термоэлектрическими преобразователями типа ТХА(К), и напряжения постоянного тока, соответствующего значениям температуры;
- силы от тяги двигателя;
- массового расхода воздуха;
- массового расхода топлива;
- параметров вибрации;
- частоты электрических сигналов, соответствующей частоте вращения роторов двигателя;
- объемного расхода жидкостей (топлива, гидросмеси);
- напряжения и силы переменного тока.

Принцип действия ИК давления воздуха (газов) и жидкостей основан на зависимости выходного электрического сигнала ПИП от воздействия на его чувствительный элемент измеряемого давления (абсолютного, избыточного, разрежения) или перепада давлений. Электрический сигнал постоянного тока (4 – 20) мА с выхода датчиков давления (ADZ, Метран-150, МИДА-ДИВ-15, МИДА-ДИ-15, СДВ) поступает на вход LTR, преобразуется в цифровой код, регистрируемый ПК с последующим вычислением по известной функции преобразования ИК значения измеренного давления. Цифровой код с выхода датчиков давления МИДА–ДИ–15–Ц поступает по интерфейсу RS485/RS232 в ПК для вычисления измеренного значения давления.

Принцип действия ИК силы постоянного тока, соответствующей значениям давления, основан на преобразовании с помощью LTR значения силы постоянного тока в цифровой код, регистрируемый ПК, с последующим вычислением по известной индивидуальной функции преобразования ИК измеренного значения силы постоянного тока.

Принцип действия ИК температуры воздуха (газов) и жидкостей, измеряемой термопреобразователями сопротивления, основан на зависимости изменения сопротивления ПИП (ТСП-0196) от температуры среды. Сопротивление постоянному току ПИП преобразуется LTR в цифровой код, поступающий в ПК, где по известной функции преобразования ИК с учетом номинальной статической характеристики термопреобразователя сопротивления вычисляется измеренное значение температуры.

Принцип действия ИК сопротивления постоянному току, соответствующего значениям температуры, основан на преобразовании с помощью LTR сопротивления постоянному току в цифровой код, регистрируемый ПК с последующим определением по программе измеренного значения сопротивления.

Принцип действия ИК температуры воздуха (газов), измеряемой термоэлектрическими преобразователями типа ТХА(К) основан на генерировании электрического напряжения в цепи, составленной из разнородных проводников при наличии разности температур между рабочим спаем и свободными концами термоэлектродов. Электрическое напряжение термо-ЭДС преобразуется LTR в цифровой код, регистрируемый ПК с последующим вычислением по известной функции преобразования ИК с учетом номинальной статической характеристики термоэлектрического преобразователя измеренного значения температуры. Учет температуры «холодного спая» термоэлектрических преобразователей выполняется программным путем, с использованием показаний датчика температуры «холодного спая».

Принцип действия ИК напряжения постоянного тока, соответствующего значениям температуры, измеряемой термоэлектрическими преобразователями ТХА(К), основан на преобразовании LTR напряжения постоянного тока, создаваемого термоэлектрическими преобразователями, в цифровой код, регистрируемый ПК, с последующим вычислением по известной функции преобразования ИК измеренного значения напряжения постоянного тока

Принцип действия ИК силы от тяги двигателя основан на воздействии силы от тяги на датчик весоизмерительный тензорезисторный, вследствие чего происходит разбалансировка его тензометрического моста. Электрический сигнал напряжения постоянного тока с выхода тензометрического моста, пропорциональный измеряемой силе, поступает на вход LTR, который преобразует напряжение в цифровой код, регистрируемый ПК, с последующим вычислением по известной функции преобразования ИК измеренного значения силы от тяги двигателя.

Принцип действия ИК массового расхода воздуха основан на использовании уравнения Бернулли, устанавливающего зависимость между изменением скоростного напора и перепадом давления в сужающем устройстве, представляющем собой расходомерный коллектор (РМК), выполненный в соответствии с требованиями ОСТ 1 02555-85 и расположенный на входе в двигатель. Массовый расход воздуха определяется по программе ПК с использованием результатов измерений перепада давления и температуры воздуха в РМК с учетом геометрических размеров РМК, эмпирических коэффициентов и физических констант для воздуха в соответствии с документом «Методика измерений параметров изделий РД-33 серии 2 и 3, РД-33МК, РД-93 и их модификаций при испытаниях на стенде № 2 ПАО «УМПО»» (Свидетельство об аттестации методики (методов) измерений №0362/РА.RU.3105691/2017).

Принцип действия ИК параметров вибрации основан на использовании пьезоэлектрических вибропреобразователей, преобразующих виброускорение корпуса двигателя в значение электрического заряда. Сигнал с вибропреобразователей поступает на вход аппаратуры измерения роторных вибраций ИВ-Д-СФ-3М и затем – на вход LTR, который преобразует сигнал в цифровой код, регистрируемый ПК, с последующим вычислением по программе параметров вибрации.

Принцип действия ИК массового расхода топлива основан на использовании счетчика-расходомера Micro Motion, состоящего из собственно датчика расхода (сенсора) CMF200 и электронного преобразователя 2700. Измеряемая среда (топливо), поступающая в сенсор, разделяется на равные половины, протекающие через две сенсорные трубки. Под действием электромагнита сенсорные трубки совершают вынужденные колебания в противоположных друг к другу направлениях. Кориолисовы силы, возникающие при прохождении топлива через сенсорные трубки, вызывают фазовое смещение колебаний противоположных концов трубок, измеряемое с помощью детекторов скорости. Сигналы с детекторов поступают на вход электронного преобразователя датчика расхода, с выхода которого информация об измеренном значении расхода топлива поступает по интерфейсу RS485/RS232 в ПК.

Принцип действия ИК частоты электрических сигналов, соответствующей частоте вращения роторов двигателя, основан на преобразовании LTR частоты электрических сигналов в цифровой бинарный сигнал и определении по нему цифрового кода частоты. Кодовой сигнал частоты с выхода LTR поступает в ПК с последующим вычислением по известной индивидуальной функции преобразования ИК значения измеренной частоты электрических сигналов, соответствующей частоте вращения роторов.

Принцип действия ИК объемного расхода жидкостей основан на преобразовании ПИП (турбинные преобразователи расхода ТПР) расхода в частоту электрического сигнала. Частотный электрический сигнал с выхода ТПР поступает на вход LTR, который преобразует сигнал в цифровой бинарный сигнал и затем – в цифровой код частоты. С выхода LTR кодовой сигнал частоты поступает в ПК с последующим вычислением по известным индивидуальным функциям преобразования ИК частоты и ТПР измеренной величины объемного расхода жидкостей.

Принцип действия ИК напряжения переменного тока основан на преобразователя сигналов НПСи для преобразования напряжения переменного тока в унифицированный сигнал постоянного тока, поступающий на вход LTR, который преобразует сигнал в цифровой код, регистрируемый ПК, с последующим вычислением измеренного значения напряжения переменного тока.

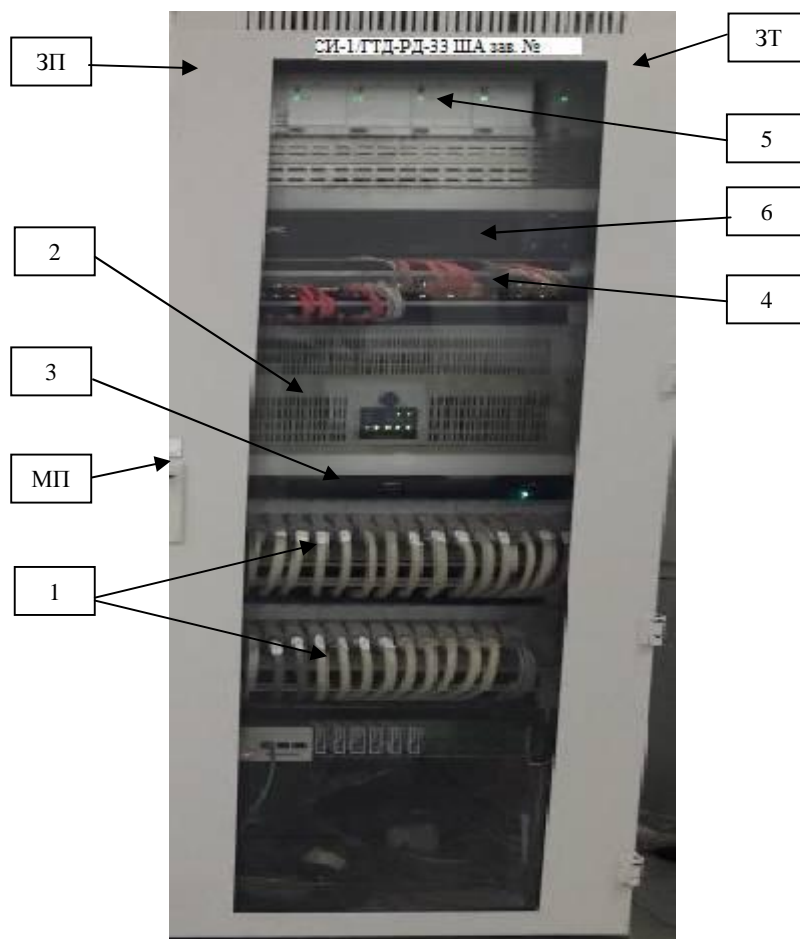
Принцип действия ИК силы переменного электрического тока основан на преобразовании переменного электрического тока, поступающего с трансформатора тока ТФ1, преобразователем сигналов НПСи в унифицированный сигнал постоянного тока, поступающий на вход LTR, который преобразует сигнал в цифровой код, регистрируемый ПК, с последующим вычислением измеренного значения силы переменного тока.

Общий вид АРМ представлен на рисунке 2.

Общий вид и внутреннее устройство шкафов ША, ШК1, ШК2 с указанием мест пломбировки (МП) от несанкционированного доступа к системе и нанесения знаков утверждения типа (ЗТ) и поверки (ЗП) представлены на рисунках 2 - 5.



Рисунок 2 – Общий вид автоматизированного рабочего места

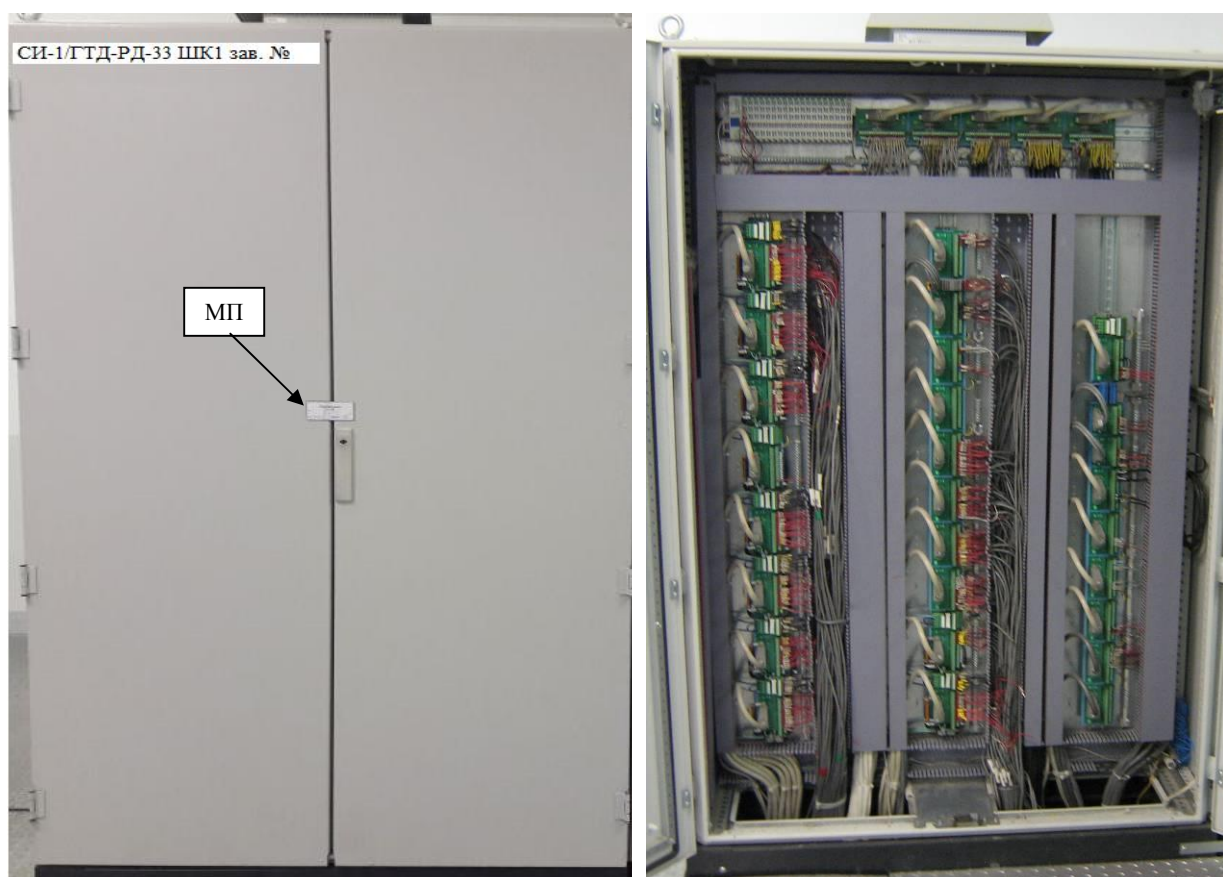


1 – установка измерительная LTR-EU-16-1; 2 – ПК с процессором Intel Core i5 4570TE; 3 –выдвижная ЖК KVM консоль CL1000M-ATA-RG; 4 –сетевой коммутатор IKS-6728A-4GTXSFP-HV-HV-T; 5 – источники питания PSM105, PSG124; 6 – блок бесперебойного питания SRT2200RMXLI

Рисунок 3 – Общий вид шкафа ША (вид спереди)



1 – плата последовательного ввода CP-18U-I
Рисунок 4 – Шкаф ША (вид с тыльной стороны)



а) – Общий вид вид
б) – внутреннее устройство
Рисунок 5 – Шкаф ШК1



а) – внешний вид
 б) – внутреннее устройство
 1 – преобразователи сигналов НПСИ-ДНТВ
 Рисунок 6 – Шкаф ШК2

Программное обеспечение

Программное обеспечение (ПО) состоит из системного, прикладного, инструментального и вспомогательного ПО.

ПО функционирует на восьми промышленных компьютерах, объединенных в локальную сеть в среде многозадачной сетевой операционной системы реального времени ЗОСРВ "Нейтрино" КПДА.10964-01.

Метрологически значимая часть ПО системы и измеренные данные защищены с помощью специальных средств защиты от преднамеренных изменений. Уровень защиты программного обеспечения «высокий» в соответствии Р 50.2.077-2014.

Таблица 1 – Идентификационные данные ПО

Наименование ПО	Значение	
	«Библиотека обработки параметров АИИС и расчета контрольных точек»	«База данных градуировочных коэффициентов»
Идентификационное наименование ПО	libmetr_sign.so	param.cert_tarir
Номер версии (идентификационный номер) ПО	v.1	v.1
Цифровой идентификатор ПО	364707820	2163709639

Метрологические и технические характеристики

Таблица 2 – Состав и метрологические характеристики ИК систем, включающих ПИП и вторичную часть ИК

Характеристики ИК				Состав ИК			
Наименование ИК	Количество ИК	Диапазон измерений	Пределы допускаемой погрешности (нормированы для рабочих условий)	ПИП		Вторичная часть ИК	
				тип	пределы допускаемой основной погрешности	тип аппаратуры	пределы допускаемой основной погрешности
ИК давления воздуха (газов) и жидкостей	Избыточное давление жидкостей						
	5	от 0 до 0,5884 МПа	±1,0 % (γ от ВП ¹)	Датчик избыточного давления ADZ-SML	±0,5 % (γ от ВП)	Модуль измерительный LTR27 (с преобразователем Н-27I20)	±0,05 % (γ от ВП)
	2	от 0 до 0,981 МПа					
	3	от 0 до 2,452 МПа					
	1	от 0 до 0,6865 МПа					
	2	от 0 до 21,575 МПа					
	1	от 0 до 24,517 МПа					
	1	от 0 до 5,884 МПа		Датчик избыточного давления МИДА ДИ-15	±0,15% (γ от ВП)		
	Р а з н о с т ь д а в л е н и й ж и д к о с т и						
	1	от 0 до 0,745 МПа	±1,0 % (γ от ВП)	Датчик разности давлений Метран-150CDR4	±0,075 % (γ от НЗ)	Модуль измерительный LTR27 (с преобразователем Н-27I20)	±0,05 % (γ от ВП)
	Избыточное давление воздуха (газов)						
1	от 0 до 0,608 МПа	±1,0 % (γ от ВП)	Датчик избыточного давления ADZ-SML	±0,5 % (γ от ВП)	Модуль измерительный LTR27 (с преобразователем Н-27I20)	±0,05 % (γ от ВП)	
2	от 0 до 1,961 МПа						

Продолжение таблицы 2

Характеристики ИК				Состав ИК			
Наименование ИК	Количество ИК	Диапазон измерений	Пределы допускаемой погрешности (нормированы для рабочих условий)	ПИП		Вторичная часть ИК	
				тип	пределы допускаемой основной погрешности	тип аппаратуры	пределы допускаемой основной погрешности
ИК давления воздуха (газов) и жидкостей	Избыточное давление воздуха (газов)						
	2	от 0 до 1,030 МПа	±0,5 % (γ от ВП)	Датчик избыточного давления СДВ-02-И	±0,15 % (γ от ВП)	Модуль измерительный LTR27 (с преобразователем Н-27I20)	±0,05 % (γ от ВП)
	Давление-разрежение воздуха (газов)						
	1	от -0,0981 до +0,0981 МПа	±0,5 % (γ от НЗ ²)	Датчик давления-разрежения ADZ-SML	±0,25 % (γ от ВП)	Модуль измерительный LTR27 (с преобразователем Н-27I20)	±0,05 % (γ от ВП)
	Разность давлений воздуха (газов)						
	2	от 0 до 0,98 кПа	±50 Па (Δ) ³	Датчик разности давлений Метран 150CD1	±0,075% (γ от ВП)	Модуль измерительный LTR27 (с преобразователем Н-27I20)	±0,05 % (γ от ВП)
2	от 0 до 19,6 кПа	±0,5 % (δ) ⁴ ±0,5 % (γ от ВП) в диапазоне от 0 до 9,8 кПа, ±0,5 % (δ) в диапазоне измерений от 9,8 до 19,6 кПа	Датчик разности давлений Метран 150CD2	±0,075 % (γ от ВП)			

Продолжение таблицы 2

Характеристики ИК				Состав ИК			
Наименование ИК	Количество ИК	Диапазон измерений	Пределы допускаемой погрешности (нормированы для рабочих условий)	ПИП		Вторичная часть ИК	
				тип	пределы допускаемой основной погрешности	тип аппаратуры	пределы допускаемой основной погрешности
ИК температуры воздуха (газов) и жидкостей, измеряемой термопреобразователями сопротивления	Температура жидкостей						
	1	от 233,15 до 353,15К (от -40 до +80 °С)	±1,5 % (γ от НЗ) (НЗ=120 °С)	Термопреобразователи сопротивления ТСП-0196	Класс допуска В по ГОСТ 6651-2009	Модуль измерительный LTR114	±(0,03+0,006× × (X _к /X -1)) % ⁵⁾
	1	от 223,15 до 378,15 К (от -50 до +105 °С)	±1,5 % (γ от НЗ) (НЗ=155 °С)				
	2	от 273,15 до 483,15 К (от 0 до +210 °С)	±1,5 % (γ от НЗ) (НЗ=210 °С)				
	2	от 273,15 до +373,15 К (от 0 до 100 °С)	±1,5 % (γ от НЗ) (НЗ=100 °С)				
	1	от 233,15 до 413,15К (от -40 до +140 °С)	±1,5 % (γ от НЗ) (НЗ=180 °С)				
	Температура воздуха (газов)						
6	от 228,15 до 318,15 К (от -45 до +45 °С)	±0,5 % (δ) (ИБ в К)	Термопреобразователи сопротивления ТСП-0196	Класс допуска А по ГОСТ 6651-2009	Модуль измерительный LTR114	±(0,03+0,006× × (X _к /X -1)) % ⁵⁾	

Продолжение таблицы 2

Характеристики ИК				Состав ИК			
Наименование ИК	Количество ИК	Диапазон измерений	Пределы допускаемой погрешности (нормированы для рабочих условий)	ПИП		Вторичная часть ИК	
				тип	пределы допускаемой основной погрешности	тип аппаратуры	пределы допускаемой основной погрешности
ИК температуры воздуха (газов), измеряемой термоэлектрическими преобразователями типа ТХА(К)	Температура воздуха (газов)						
	1	от 233,15 до 393,15 К (от -40 до +120 °С)	±1,0 % (γ от ВП) (ВП в К)	Преобразователи термоэлектрические ТХА-0193	Класс допуска 1 по ГОСТ Р 8.585-2001	Модуль измерительный LTR27 (с преобразователями Н-27Т, Н-27R100)	±0,05 % (γ от ВП)
2	от 233,15 до 693,15 К (от -40 до +420 °С)						
ИК силы от тяги двигателя	1	от 0 до 122,6 кН (от 0 до 12500 кгс)	±0,5 % (γ от ВП) в диапазоне измерений от 0 до 61,3 кН, ±0,5 % (δ) в диапазоне измерений от 61,3 до 122,6 кН	Датчик силы весоизмерительный тензорезисторный М70К (С2)	Класс точности С по ГОСТ Р 8.726-2010	Модуль измерительный LTR212М-1	±(0,1+0,05× × (Xк/Х -1)), % ⁶⁾
ИК массового расхода топлива	1	от 200 до 20000 кг/ч	±0,5 % (δ)	Счетчик-расходомер массовый Micro Motion CMF200	0,05 % (δ)	Плата последовательного обмена СР-118U-I	±0,0 % (передача измерительной информации в коде)

Продолжение таблицы 2

Характеристики ИК				Состав ИК			
Наименование ИК	Количество ИК	Диапазон измерений	Пределы допускаемой погрешности (нормированы для рабочих условий)	ПИП		Вторичная часть ИК	
				тип	пределы допускаемой основной погрешности	тип аппаратуры	пределы допускаемой основной погрешности
ИК параметров вибрации	4	Виброскорость от 5 до 100 мм/с (диапазон частот от 60 до 270 Гц)	±12 % (γ от ВП)	Вибропреобразователи МВ-43 (МВ-46; МВ-04)	±5 % (γ от ВП)	Блок электронный БЭ-40-4М	±8 % (γ от ВП)
						Модуль измерительный LTR114	$\pm(0,02+0,006 \times (X_k/X -1))$, % ⁶⁾
ИК массового расхода воздуха ⁷⁾	2	от 50 до 100 кг/с	±0,7 % (δ) в диапазоне измерений от 50 до 100 кг/с	Датчик разности давлений Метран 150CD1	±0,1 % (γ от ВП)	Модуль измерительный: LTR27 (с преобразователем Н-27I20)	±0,05 % (γ от ВП)
				Датчик разности давлений Метран 150CD2	±0,075 % (γ от ВП)		
				Термопреобразователи сопротивления ТСП-0196	Класс допуска А по ГОСТ 6651-2009	Модуль измерительный LTR114	$\pm(0,03+0,006 \times (X_k/X -1))$, % ⁵⁾
ИК силы переменного тока	3	от 0 до 150 А	±1,0 % (γ от ВП)	Трансформатор тока ТФ1.	±0,5% (γ от ВП)	Модуль измерительный: LTR27 (с преобразователем Н-27I20)	±0,05 % (γ от ВП)
				Преобразователь сигналов НПСИ-ДНТВ	±0,5% (γ от ВП)		

Продолжение таблицы 2

Характеристики ИК				Состав ИК			
Наименование ИК	Количество ИК	Диапазон измерений	Пределы допускаемой погрешности (нормированы для рабочих условий)	ПИП		Вторичная часть ИК	
				тип	пределы допускаемой основной погрешности	тип аппаратуры	пределы допускаемой основной погрешности
ИК напряжения переменного тока	3	от 0 до 150 В	$\pm 1,0\%$ (γ от ВП)	Преобразователь сигналов НПСИ-ДНТВ	$\pm 0,5\%$ (γ от ВП)	Модуль измерительный: LTR27 (с преобразователем Н-27I20)	$\pm 0,05\%$ (γ от ВП)
ИК объемного расхода жидкостей	1	от 1,2 до 6 л/мин	$\pm 1,5\%$ (γ от ВП)	ТПР6	$\pm 1,0\%$ (δ)	Модуль измерительный: LTR51 (с преобразователем Н-51FL)	$\pm 0,01\%$ (δ)
	2	от 4,8 до 24 л/мин		ТПР9			
	1	от 0,2 до 1,0 л/с	ТПР11	$\pm 0,4\%$ (δ)			
	1	от 0,25 до 1,6 л/с	ТПР12				
	1	от 0,3 до 2,5 л/с	ТПР13				
	3	от 1,2 до 16 л/с	$\pm 0,5\%$ (δ)	ТПР17			

1) γ от ВП – приведенная к верхнему пределу (ВП) измерений погрешность;

2) γ от НЗ – приведенная к нормированному значению (НЗ) погрешность;

3) Δ – абсолютная погрешность;

4) δ – относительная от измеряемой величины (ИВ) погрешность. Для ИК температуры воздуха – ИВ в К;

5) X_K – конечное значение установленного диапазона измерений, Ом; X – измеренная модулем величина, Ом;

6) X_K – конечное значение установленного поддиапазона измерений, мВ; X – измеренная модулем величина, мВ;

7) ПИП и вторичная часть приведены из состава: ИК давления воздуха; ИК температуры воздуха

Таблица 3 – Состав и метрологические характеристики ИК систем с входными электрическими сигналами от ПИП

Наименование ИК	Количество ИК	Диапазон измерений (диапазон показаний на дисплее системы)	Источник сигнала на входе ИК	Тип аппаратуры ИК	Пределы допускаемой основной погрешности ИК ¹⁾
ИК давления воздуха (газов) и жидкостей и силы постоянного тока, соответствующей значениям давления (в части измерений силы постоянного тока)	33	от 4 до 20 мА (от – 0,0981 до 39,23 МПа)	Датчики давления: ADZ, Метран 150, МИДА	Модуль измерительный LTR27 (с преобразователем Н-27I20)	$\pm 0,2 \%$ (γ от ВП) ²⁾
ИК температуры воздуха (газов) и жидкостей, измеряемой термопреобразователями сопротивления, и сопротивления постоянному току, соответствующего значениям температуры (в части измерений сопротивления постоянному току)	8	от 80 до 180,8 Ом (от 223,15 до 483,15 К)	Термопреобразователи сопротивления платиновые по ГОСТ 6651-2009	Модуль измерительный LT114	$\pm 0,2 \%$ (γ от ВП)
ИК температуры воздуха (газов) и жидкостей, измеряемой термоэлектрическими преобразователями типа ТХА(К) и напряжения постоянного тока, соответствующего значениям температуры (в части измерений напряжения постоянного тока)	16	от 0 до 45,119 мВ (от 273,15 до 1373,15 К)	Термоэлектрический преобразователи ТХА(L) по ГОСТ Р 8.585-2001	Модуль измерительный LTR27 (с преобразователем Н-27Т)	$\pm 0,2 \%$ (γ от ВП)
ИК частоты электрических сигналов, соответствующей значениям частоты вращения ротора компрессора высокого давления	2	от 170 до 3700 Гц (от 776 до 17061 об/мин)	Датчик частоты вращения ДЧВ-2500А	Модуль измерительный LTR51 (с преобразователем Н-51FL))	$\pm 0,1 \%$ (γ от ВП)
ИК частоты электрических сигналов, соответствующей значениям частоты вращения ротора вентилятора	2	от 145 до 3200 Гц (от 580 до 12760 об/мин)			
<p>¹⁾ Пределы допускаемой основной погрешности ИК приведены в таблице 3 без учета погрешностей ПИП;</p> <p>²⁾ γ от ВП – приведенная к верхнему пределу измерений погрешность</p>					

Таблица 4 – Основные технические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Габаритные размеры, мм, не более:	
- шкаф автоматики ША	
высота	1800
ширина	600
длина	800
- шкаф кроссовый ШК1	
высота	1800
ширина	1200
длина	400
- шкаф кроссовый ШК2	
высота	1800
ширина	1200
длина	400
Суммарная масса системы, кг, не более	1000
Параметры электропитания:	
- напряжение переменного тока, В	от 198 до 242
- частота переменного тока, Гц	от 49,6 до 50,4
Потребляемая мощность, В·А, не более	3500
Рабочие условия эксплуатации:	
- температура окружающего воздуха, °С	от +10 до +30
- относительная влажность окружающего воздуха при температуре 25 °С, %	от 30 до 80

Знак утверждения типа

наносится на титульный лист руководства по эксплуатации и в виде наклейки на лицевую панель ША.

Комплектность средств измерений

Таблица 5 – Комплектность средства измерений

Наименование элемента систем	Обозначение	Количество
1 Система измерительная в составе:	СИ-1/ГТД-РД-33	1 к-т
1.2 Датчик весоизмерительный тензорезисторный	С2 (М70К)	1 шт.
1.3 Счетчик-расходомер массовый	Micro Motion CMF200	1 шт.
1.4 Датчики давления, разрежения и разности давлений	ADZ, Метран-150, МИДА-15	59 шт.
1.5 Преобразователи термоэлектрические	ТХА-0193	3 шт.
1.6 Термопреобразователи сопротивления	ТСП-0196	13 шт.
1.7 Трансформаторы тока	ТФ1	3 шт.
1.8 Вибропреобразователи	МВ-43, МВ-46 или МВ-04	2 шт.
1.9 Преобразователи расхода турбинные	ТПР	8 шт.
1.10 Установка измерительная в составе: ¹⁾	LTR-EU-16-1	1 шт.
1.10.1 Модули измерительные	LTR27	10 шт.
1.10.2 Модули измерительные	LTR114	8 шт.

Продолжение таблицы 5

Наименование элемента систем	Обозначение	Количество
1.11 Установка измерительная в составе: ²⁾	LTR-EU-16-1	1 шт.
1.11.1 Модули измерительные	LTR27	5 шт.
1.11.2 Модули измерительные	LTR114	2 шт.
1.11.3 Модули измерительные	LTR51	2 шт.
1.11.4 Модуль измерительный	LTR212M-1	1 шт.
1.12 Блок бесперебойного питания	SRT2200RMXLI	1 шт.
1.13 Источники питания	PSG124	5 шт.
1.14 Источник питания	PSM105	1 шт.
1.15 KVM консоль	CL1000M-ATA-RG	1 шт.
1.16 Сетевой коммутатор	IKS-6728A-4GTXSFP--HV-HV-T	1 шт.
1.17 ПК	Intel Core i5 4570TE	2 шт.
1.18 Клеммные соединения	ADAM-3937	31 шт.
1.19 Плата последовательного ввода	CP-18U-I	4 шт.
1.20 Клеммные соединения	ADAM-3925	2 шт.
1.21 Клеммные соединения	ADAM-3937	4 шт.
1.22 Клеммные соединения	ADAM-3909	32 шт.
1.23 Преобразователи сигналов	НПСИ	6 шт.
1.24 ПК	Intel Celeron J1900	6 шт.
1.25 Монитор ЖК 19"	БТ-19-pec-EM	5 шт.
1.26 Монитор ЖК 32"	БТ-32W-ик-EM	1 шт.
1.27 Настольная клавиатура	USB	6 шт.
1.28 Принтер лазерный	Ethernet	1 шт.
1.29 Аппаратура измерений роторных вибраций	ИБ-Д-СФ-3М-4	1 шт.
1.30 Барометр рабочий сетевой	БРС-1М	1 шт.
1.31 Измеритель влажности и температуры	ИВТМ-7/1-Щ	1 шт.
2 Программное обеспечение	СИ-1/ ГТД-РД-33	1 экз.
3 Система измерительная СИ-1/ГТД-РД-33. Руководство по эксплуатации.	279.01.86.000 РЭ	1 экз.
4 Система измерительная СИ-1/ГТД-РД-33. Формуляр		
4.1 Система измерительная СИ-1/ГТД-РД-33, зав. № 001. Формуляр	279.01.86.000 ФО	1 экз.
4.2 Система измерительная СИ-1/ГТД-РД-33, зав. № 002. Формуляр	279.01.89.000 ФО	1 экз.
4.3 Система измерительная СИ-1/ГТД-РД-33, зав. № 003. Формуляр	279.01.90.000 ФО	1 экз.
5 Система измерительная СИ-1/ГТД-РД-33. Методика поверки	279.01.86.000 МП	1 экз.

Поверка

осуществляется по документу 279.01.86.000 МП «Система измерительная СИ-1/ГТД-РД-33. Методика поверки», утвержденному ФГУП «ВНИИФТРИ» 12 августа 2019 г.

Основные средства поверки:

- калибратор давления DPI-615 (рег. № 57747-14);
- калибратор многофункциональный TRX-ИР (рег. № 18087-04);
- калибратор температуры эталонный КТ-110 (рег. № 26111-08);
- калибратор температуры эталонный КТ-650 (рег. № 28548-05);

- калибратор температуры эталонный КТ-1100 (рег. № 26113-03);
- гири образцовые 4-го разряда параллелепипедной формы ГО-20 (рег. № 811-03);
- гиря класса точности F2 по ГОСТ OIML R111-1-2009 (рег. № 58048-14);
- устройство тензометрическое весоизмерительное электронное ТВЭУ-15-1 (рег. № 19765-15).

Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемой системы с требуемой точностью.

Знак поверки наносится на свидетельство о поверке и в виде наклейки на корпус шкафа ША.

Сведения о методиках (методах) измерений приведены в эксплуатационной документации.

Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к системе измерительной СИ-1/ГТД-РД-33

ГОСТ 14014-91 Приборы и преобразователи измерительные цифровые напряжения, тока, сопротивления. Общие технические требования и методы испытаний

ГОСТ 22261-94 Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия

ГОСТ 8.027-2001 ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы

ГОСТ 8.187-76 ГСИ. Государственный специальный эталон и общесоюзная поверочная схема для средств измерений разности давлений в диапазоне до 4×10^4 Па

ГОСТ 8.558-2009 ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений температуры

ГОСТ 8.640-2014 ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений силы

ГОСТ 8.021-2015 ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений массы

Приказ Росстандарта от 07 февраля 2018 года № 256 "Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений массы и объема жидкости в потоке, объема жидкости и вместимости при статических измерениях, массового и объемного расходов жидкости"

Приказ Росстандарта от 01 октября 2018 года № 2091 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений силы постоянного электрического тока в диапазоне от $1 \cdot 10^{-16}$ до 100 А»

Приказ Росстандарта от 31 июля 2018 года № 1621 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений времени и частоты»

Приказ Росстандарта от 27 декабря 2018 года № 2772 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений виброперемещения, виброскорости, виброускорения и углового ускорения»

Приказ Росстандарта от 14 мая 2015 года № 575 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств силы переменного электрического тока от 10^{-8} до 100 А в диапазоне частот от 10^{-1} до 10^6 Гц»

Приказ Росстандарта от 29 мая 2015 года № 1053 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств силы переменного электрического напряжения до 1000 В в диапазоне частот от 10^{-1} до $2 \cdot 10^9$ Гц»

Приказ Росстандарта от 15 февраля 2016 года № 146 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений электрического сопротивления»

Приказ Росстандарта от 29 июня 2018 года № 1339 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений избыточного давления до 4000 МПа»

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

ОСТ 1 02677-89 «Силоизмерительные системы испытательных стендов авиационных ГТД. Общие требования к поверочным и стендовым градуировочным устройствам»

ОСТ 1 02583-86 «Силоизмерительные системы испытательных стендов. Программа метрологической аттестации»

ОСТ 1 02517-84 «Силоизмерительные системы испытательных стендов. Методика поверки»

ОСТ 1 0255-85 «Система измерения расхода воздуха с коллектором на входе авиационных ГТД при стендовых испытаниях. Общие требования»

Техническая документация изготовителя

Изготовитель

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

ИНН 0273098027

Адрес: 450069 г. Уфа, ул. Гвардейская, 55

Телефон (факс): (347) 292-49-65

E-mail: evv-mir@mail.ru

Заявитель

Общество с ограниченной ответственностью Научно-технический центр «Внедрение-99» (ООО НТЦ «Внедрение-99»)

ИНН 7729386034

Адрес: 119602, г. Москва, ул. Никулинская д. 27, сооружение Б, помещение I, ком. 111

Телефон (факс): (495) 438-96-03

E-mail: karpovi4@inbox.ru

Испытательный центр

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт физико-технических и радиотехнических измерений» (ФГУП «ВНИИФТРИ»)

Адрес: 141570, Московская область, Солнечногорский район, г. Солнечногорск, рабочий поселок Менделеево, промзона ФГУП ВНИИФТРИ

Телефон (факс): (495) 526-63-00

Web-сайт: www.vniiftri.ru

E-mail: office@vniiftri.ru

Аттестат аккредитации ФГУП «ВНИИФТРИ» по проведению испытаний средств измерений в целях утверждения типа № 30002-13 от 11.05.2018 г.

Заместитель

Руководителя Федерального
агентства по техническому
регулированию и метрологии

А.В. Кулешов

М.п.

« ____ » _____ 2019 г.