

## ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

### Системы измерительные ИС-2-Ц4Н/Ц1А

#### Назначение средства измерений

Системы измерительные ИС-2-Ц4Н/Ц1А (далее - Системы) предназначены для измерений параметров авиационных двигателей (силы от тяги двигателей, давления газа (воздуха), жидкостей, температуры газа (воздуха), рабочих жидкостей (топлива, масла, гидросмесей), относительной влажности воздуха, частоты вращения роторов, массового расхода топлива, динамической деформации, вибрационного ускорения, пульсации давления и параметров сферических частиц в потоке воздуха при испытаниях на стендах Ц-4Н и Ц-1А ФГУП «ЦИАМ им. П. И. Баранова», г. Лыткарино Московской области.

#### Описание средства измерений

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

Принцип работы Систем 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 Систем для дальнейшего преобразования их в цифровые коды физических величин.

Конструктивно Системы состоят из 8-ми модулей, включающих в себя соответствующие измерительные каналы (ИК):

- модуль измерений силы от тяги двигателя (МИС);
- модуль измерений давления (МИД);
- модуль измерений температуры (МИТ);
- модуль измерений массового расхода топлива (МИРТ);
- модуль измерений относительной влажности воздуха (МИВ);
- модуль измерений частоты вращения (МИЧВ);
- модуль измерений динамических параметров (МИДП);
- модуль измерений параметров сферических частиц в потоке воздуха (МИРЧ).

Часть ИК не содержит первичных преобразователей, которые поставляются в составе испытываемого двигателя и подсоединяются к Системе только на период испытаний (например, МИЧВР, МИДП, МИТ - частично). Максимальное суммарное количество ИК составляет 2044 (в том числе 248 ИК динамических параметров).

Конструктивно система представляет собой стойки с аппаратурой, соединенной с датчиками физических величин линиями связи длиной до 50 м.

Модуль измерений силы от тяги двигателя (МИС).

В состав модуля входит:

- динамометрическая платформа (ДМП), установленная на упругих лентах сжатия, работающих при незапущенном двигателе на сжатие;
- четыре ИК с рабочими датчиками силы, работающими на растяжение, выходные сигналы с датчиков поступают на входы модулей МС-212 и весовых терминалов;
- стендовое градуировочное устройство, состоящее из двух ИК с датчиками силы, работающими на растяжение (один ИК) и сжатие (один ИК), и соответствующих гидравлических нагружающих устройств (гидроцилиндра).

Принцип действия МИС состоит в следующем: сила от тяги двигателя, приложенная к ДМП, уравнивается силой реакции рабочих тензорезисторных датчиков. Выходные сигналы датчиков преобразуются в соответствующие цифровые коды с последующим вычислением компьютером верхнего уровня значения измеряемой силы по градуировочной характеристике ИК, результаты измерений индицируются на мониторе, архивируются и оформляются в виде протоколов.

Модуль измерения давления (МИД).

Модуль предназначен для измерения:

- давления воздуха (газа) по тракту двигателя с использованием в качестве первичных преобразователей 16-канальных модулей дифференциальных давлений МД-16;
- давления воздуха в присоединенном трубопроводе с модулями МДД-16;
- абсолютного (базового) давления воздуха с манометрами цифровыми прецизионными МЦП-1М, МЦП-2М и частотными датчиками типа ДВБЧ-У-1;
- избыточного давления жидкости с датчиками давления типа САПФИР-22МП;
- разности давлений газообразных сред с измерителями давления многоканальными МИС-170 и сканерами давления модели 9116 фирмы «Pressure Systems»;
- избыточного давления и давления разрежения газа по тракту двигателя с использованием в качестве первичных преобразователей датчиков AUTROL;
- атмосферного давления с барометром рабочим сетевым БРС-1М-3, БРС-1М-2.

Принцип действия ИК давления воздуха (газа) по тракту двигателя с использованием в качестве первичных преобразователей модулей МД-16 и МДД-16 основан на зависимости выходного сигнала датчиков давления от деформации чувствительного элемента датчика, вызванной действием измеряемого давления. Для преобразования аналоговых сигналов датчиков в цифровые коды используются модули LC-114, MC-114. На верхнем уровне ИС указанные цифровые коды преобразуются в цифровые коды давления.

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

Принцип действия ИК абсолютного (базового) давления воздуха с манометрами цифровыми прецизионными МЦП-1М, МЦП-2М, частотными датчиками типа ДВБЧ-У-1 и барометром рабочим сетевым БРС-1М-3 основан на преобразовании абсолютного давления в частотный электрический сигнал. Выходные сигналы датчиков преобразуются в цифровые коды, с последующим вычислением в компьютере базового давления по градуировочной характеристике ИК, результаты измерений индицируются на мониторе, архивируются и оформляются в виде протоколов.

Принцип действия ИК избыточного давления жидкости с датчиками давления типа САПФИР-22МП основан на зависимости выходного сигнала датчиков давления от деформации чувствительного элемента датчика, вызванной воздействием измеряемого давления, и последующего преобразования его в унифицированный токовый выходной сигнал. Выходные сигналы датчиков преобразуются в цифровые коды (с учетом индивидуальной градуировочной характеристики первичного преобразователя), используя модули MC-114C2, с последующим вычислением в компьютере избыточного давления жидкости по градуировочной характеристике ИК, результаты измерений индицируются на мониторе, архивируются и оформляются в виде протоколов.

Принцип действия ИК разности давлений газообразных сред с измерителями давления многоканальными МИС-170 и сканерами давления модели 9116 основан на формировании электрического сигнала, пропорционального разности опорного и измеряемого давлений, который усиливается, обрабатывается и преобразуется в цифровой код. Данные о значениях измеренного давления (с учетом индивидуальной градуировочной характеристики МПД и температурной компенсации) микропроцессор передает по сети Ethernet на управляющую ПВЭМ. Результаты измерений индицируются на мониторе, архивируются и оформляются в виде протоколов.

Принцип действия ИК избыточного давления и давления разрежения газа по тракту двигателя с использованием в качестве первичных преобразователей датчиков AUTROL основан на использовании зависимости между измеряемым давлением и упругой деформацией тензочувствительного элемента. Электрический сигнал разбаланса тензомоста, пропорциональный измеряемому давлению, поступает в электронный блок для усиления, обеспечения температурной компенсации и преобразования в унифицированный электрический сигнал от 4 до 20 мА, который подается на вход модуля МС114С2. Выходные сигналы датчиков преобразуются в цифровые коды с последующим вычислением в компьютере избыточного давления и давления разрежения по градуировочной характеристике ИК, результаты измерений индицируются на мониторе, архивируются и оформляются в виде протоколов.

Модуль измерений температуры (МИТ).

Модуль предназначен для измерений:

- напряжения постоянного тока, соответствующего значениям температур воздуха (газов) по тракту ГТД, корпусов и деталей двигателя, на базе модулей LC-114 (МС-114) с использованием пассивного термостата ШКТ-9602;

- напряжения постоянного тока, соответствующего значениям температур, на базе комплекса измерения температур МИС-140;

- температуры рабочих жидкостей (топлива, масла, гидросмесей) на базе платиновых термометров сопротивления (ТС) типа 1288/4.

Принцип действия ИК напряжения постоянного тока, соответствующего значениям температуры, основан на измерении напряжения постоянного тока, возникающего в термоэлектродных проводах первичного преобразователя (ПП) от разности температур между «горячим» и «холодным» спаями.

В ИК на базе ШКТ-9602 аналоговые сигналы термопар вводятся на входы модулей LC-114 (МС-114), с выходов которых цифровой код поступает в компьютер верхнего уровня, где по индивидуальной функции преобразования и по номинальной статической характеристике преобразования ПП с учетом температуры «холодного» спая определяется значение измеренной температуры. «Холодные» спаи помещены в пассивный термостат типа ШКТ-9602. Учет температуры «холодных» спаев производится с учетом градуировочной характеристики ПП, установленного в ШКТ-9602 в месте подключения термопар к клеммам соединительных проводов.

Выходные сигналы датчиков преобразуются в цифровые коды с последующим вычислением в компьютере значений температуры по градуировочной характеристике ИК, результаты измерений индицируются на мониторе, архивируются и оформляются в виде протоколов.

В ИК на базе МИС-140 термоэлектродвижущая сила (ТЭДС) термопар измеряется встроенным в МИС-140 измерительным модулем путем преобразования ее в цифровой код измеряемой температуры с учетом температуры «холодных» спаев. Учет температуры «холодных» спаев термопар производится с учетом градуировочной характеристики ПП, установленного в корпусе на входе МИС-140. Выходные сигналы датчиков преобразуются в цифровые коды с последующим вычислением в компьютере значений температуры по градуировочной характеристике ИК, результаты измерений индицируются на мониторе, архивируются и оформляются в виде протоколов.

Принцип действия ИК температуры рабочих жидкостей (топлива, масла, гидросмесей) на базе платиновых термометров сопротивления (ТС) типа 1288/4 основан на функциональной зависимости сопротивления термопреобразователя от температуры окружающей среды. Сигнал от ПП посредством соединительных линий через блок коммутации МЕ-003 подается на модуль измерения сопротивлений МС-227R.

Выходные сигналы датчиков преобразуются в цифровые коды с последующим вычислением в компьютере значений температуры по градуировочной характеристике ИК, результаты измерений индицируются на мониторе, архивируются и оформляются в виде протоколов.

Модуль измерений массового расхода топлива (МИРТ).

Модуль предназначен для измерений:

- объемного расхода топлива на базе турбинных датчиков (преобразователей) расхода;
- плотности топлива.

Принцип действия ИК объемного расхода топлива на базе турбинных расходомеров основан на зависимости частоты вращения ротора расходомера от объемного расхода топлива. Частотный сигнал с выхода расходомера поступает на нормализатор сигналов - одноканальный ME-402, усиливается и передается на модуль измерения частоты MC-451. Выходные сигналы датчиков преобразуются в цифровые коды с последующим вычислением в компьютере значений объемного расхода топлива по градуировочной характеристике ИК. Результаты измерений индицируются на мониторе, архивируются и оформляются в виде протоколов.

Принцип действия ИК плотности топлива основан на зависимости плотности топлива от температуры.

Измерение плотности производится двумя способами:

- путем измерения плотности топлива в лаборатории при температуре +20 °С и текущей температуры топлива;

-методом прямого измерения.

Информация о текущей температуре топлива, измеряемой в процессе испытаний двигателя, поступает из системы измерения температуры (ИК температуры рабочих жидкостей на базе платиновых термометров сопротивления).

Метод прямого измерения основан на измерении плотности топлива с помощью плотномера Solartron 7835, установленного в трубопроводе.

Выходной сигнал датчика преобразуется в цифровой код с последующим вычислением в компьютере значений плотности топлива по градуировочной характеристике ИК, результаты измерений индицируются на мониторе, архивируются и оформляются в виде протоколов.

Модуль измерений относительной влажности воздуха (МИВ).

В состав модуля входит ИК относительной влажности воздуха на базе датчика влажности и температуры НН-3602-С, установленного в специальный корпус.

Принцип действия ИК основан на зависимостях электрической емкости сенсора от относительной влажности и электрического сопротивления термометра, входящего в состав сенсора, от температуры проточного воздуха внутри корпуса. Выходное напряжение, пропорциональное относительной влажности, преобразуется модулями LC-111, MC-114 в соответствующий цифровой код. Сопротивление термометра при помощи модулей MC-227R, LC-116, LC-114 также преобразуется в цифровой код, соответствующий температуре. Выходные сигналы датчиков преобразуются в цифровые коды с последующим вычислением в компьютере значений влажности и температуры по градуировочным характеристикам ИК, результаты измерений индицируются на мониторе, архивируются и оформляются в виде протоколов.

Модуль измерений частоты вращения (МИВ).

В состав модуля входят двадцать четыре ИК частот электрического сигнала, из них три соответствующие значениям частот вращения роторов ГТД от 200 до 20000 об/мин.

Принцип действия ИК частоты электрического сигнала, соответствующего значениям частоты вращения роторов ГТД, основан на преобразовании частоты вращения ротора в электрический сигнал переменного тока, частота которого пропорциональна частоте вращения ротора. Электрический сигнал с ПП поступает на нормализатор сигналов ME-402, преобразуется и передается на модуль измерения частоты MC-451. Выходные сигналы датчиков преобразуются в цифровые коды с последующим вычислением в компьютере значения частоты вращения по градуировочной характеристике ИК, результаты измерений индицируются на мониторе, архивируются и оформляются в виде протоколов.

Модуль измерений динамических параметров предназначен для измерений:

- напряжения переменного тока, соответствующего значениям динамической деформации деталей ГТД от 0 до 3500 мкм/м;
- напряжения переменного тока, соответствующего значениям пульсации давления газа от 0 до 30 кПа;
- напряжения переменного тока, соответствующего значениям вибрационного ускорения от  $0,6 \text{ м/с}^2$  (0,061g) до  $6000 \text{ м/с}^2$  (612g);
- электрического заряда, соответствующего значениям вибрационного ускорения от  $0,6 \text{ м/с}^2$  (0,061g) до  $6000 \text{ м/с}^2$  (612g);
- электрического заряда, соответствующего значениям пульсации давления от 0 до 30 кПа.

Принцип действия ИК напряжения переменного тока, соответствующего значениям динамической деформации и ИК напряжения переменного тока, соответствующего значениям пульсации давления газа, заключается в преобразовании электрических сигналов, пропорциональных измеряемым значениям динамической деформации и пульсации давления, поступающих с тензодатчиков на вход модулей МХ-340 (в составе МПС-553), в цифровой код.

Полученные цифровые коды обрабатываются и преобразуются с учетом коэффициентов градуировки в измеренные значения деформации и пульсации давления. Преобразование входных сигналов осуществляется посредством отдельных аналого-цифровых преобразователей, работающих синхронно по всем каналам модуля. Выходные сигналы датчиков преобразуются в цифровые коды с последующим вычислением в компьютере значений динамической деформации и пульсации давления газа по градуировочным характеристикам ИК, результаты измерений индицируются на мониторе, архивируются и оформляются в виде протоколов.

Принцип действия ИК электрического заряда, соответствующего значениям вибрационного ускорения, и ИК электрического заряда, соответствующего значениям пульсаций давления, заключается в преобразовании сигналов с акселерометров и пьезоэлектрических датчиков пульсаций давления, поступающих на входы модулей преобразования (усиления) сигналов пьезоэлектрических датчиков МЕ-230 (в составе МПС-236), в электрическое напряжение, пропорциональное заряду, усилении их и передаче на модули АЦП МХ-224. Выходные сигналы датчиков преобразуются в цифровые коды с последующим вычислением в компьютере значений вибрационного ускорения и пульсации давления по градуировочным характеристикам ИК, результаты измерений индицируются на мониторе, архивируются и оформляются в виде протоколов.

Модуль измерений параметров сферических частиц в потоке воздуха (МИРЧ).

МИРЧ предназначен для измерения:

- размера сферических частиц в потоке воздуха;
- скорости сферических частиц в потоке воздуха;
- удельного объемного расхода сферических частиц.

Система измерения параметров сферических частиц в потоке воздуха (СИЧВ) обеспечивает измерение размеров, скорости и удельного объемного расхода сферических частиц (капель воды), присутствующих в искусственно обводненном потоке воздуха.

Система создана на базе фазо-доплеровского анемометра PDA (Phase Doppler Anemometer) фирмы TSI и состоит из следующих элементов: аргонового лазера, передающей и приемной оптической системы, анализатора для измерения частоты и фазы доплеровского сигнала. Программное обеспечение МИЧВ предназначено для сбора, обработки и представления результатов измерений. В программу обработки вводятся геометрические параметры передающей и приемной оптических систем, коэффициент преломления вещества частиц, расстояние между фотоумножителями. На основании этих данных по доплеровской частоте и разности фаз вычисляются размеры, скорости и удельный объемный расход сферических частиц.

Общий вид Систем представлен на рисунке 1. Схема пломбировки от несанкционированного доступа приведена на рисунке 2.

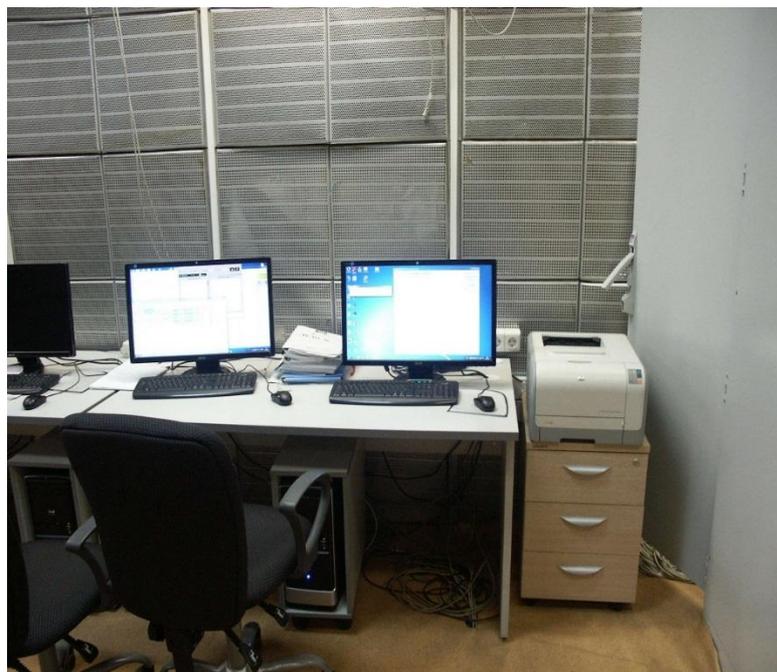


Рисунок 1 - Общий вид системы ИС-2-Ц4Н/Ц1А



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 MERA Recorder (scales.dll), 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	MERA Recorder (scales.dll)
Номер версии (идентификационный номер) ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	3.3.0.11a
Цифровой идентификатор ПО	24CBC163
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО	CRC32 по IEEE 1059-1993
Примечание - ПО не может быть модифицировано, загружено или прочитано через какой-либо интерфейс после опломбирования	

### Метрологические и технические характеристики

Метрологические характеристики приведены в таблице 2.

Таблица 2

Измеряемые параметры	Кол-во ИК	Диапазон измерений	Пределы допускаемой относительной погрешности
Сила от тяги двигателя, кН	4	от 0 до 250	$\pm 0,3\%$ от ВП* до $0,5 \cdot R_{\max}$ $\pm 0,3\%$ от ИЗ** св. $0,5 \cdot R_{\max}$
Давление воздуха (газов), кПа	80	от -7 до +7	$\pm 0,15\%$ от ВП
	128	от -17 до +17	
	144	от -34 до +34	$\pm 0,05\%$ от ВП
	144	от -69 до +69	
	80	от -103 до +103	
	80	от 0 до 690	
	5	от 0 до 37,8	$\pm 0,25\%$ от ВП
	15	от 0 до 186,5	
	15	от 10 до 1500	
	15	от 10 до 2500	
	15	от 10 до 6895	
	8	от 10 до 20680	
	4	от 10 до 41370	$\pm 0,05\%$ от ВП
	96	от 0 до 1723,68	
	64	от 0 до 3447,37	
	64	от 0 до 5171,05	$\pm 0,25\%$ от ВП
	6	от 0 до 100	
	10	от 0 до 200	
	27	от 0 до 400	
	8	от 0 до 1000	
8	от 0 до 1600		
6	от 0 до 2000		
8	от 0 до 2500		
11	от 0 до 4000		
17	от 0 до 6000		
32	от 0 до 10000		
20	от 0 до 25000		
4	от 0 до 40000		

Продолжение таблицы 2

Измеряемые параметры	Кол-во ИК	Диапазон измерений	Пределы допускаемой относительной погрешности
	144	от 0 до 600	±0,15 % от ВП
	80	от 0 до 2400	
	48	от 0 до 3600	
	16	от 0 до 5000	
	32	от 0 до 10	±0,2 % от ВП
	48	от 0 до 50	
	16	от 0 до 100	
	4	от 60 до 110	±20 Па
	2	от 0,5 до 110	±20 Па
	2	от 1,3 до 13,3	±0,2 % от ВП
от 13,3 до 80		±0,2 % от ИЗ	
от 80 до 280		±0,02 % от ИЗ	
Давление жидкостей, кПа	24	от 0 до 2500	±0,25 % от ИЗ
	14	от 0 до 16000	±0,5 % от ИЗ
	4	от 0 до 45000	±0,5 % от ИЗ
Напряжение постоянного тока, соответствующее значениям температур, мВ	576	от -2 до +55	±0,02 % от ИЗ (±0,3 % от ИЗ по температуре с учетом погрешности ПП***)
Температура рабочих жидкостей (топлива, масла, гидросмесей), °С (К)	2	от 0 до 70 (от 273 до 343)	±1,0 % от ВП ИЗ
Сопротивление электрического сигнала, соответствующее значениям температур, Ом	8	от 800 до 2500	±0,08 % от ВП ИЗ
	62	от 10 до 200	
Температура «холодных» спаев, °С	2	от 10 до 30	класс А, ± (0,15 +  t ·(0,002)) °С
Объемный расход топлива, л/ч	10	от 72 до 54000	±0,28 % от ИЗ
Плотность топлива, кг/м <sup>3</sup>	1	от 700 до 850	±0,1 % от ИЗ
Относительная влажность воздуха на входе в РМК, %	3	от 10 до 99	±2 % от ВП
Частота электрического сигнала, соответствующая значениям частоты вращения роторов ГТД от 200 до 20000 об/мин, Гц	3	от 3,3 до 333,3	±0,01 % от ИЗ
Частота электрического сигнала, Гц	21	от 0 до 15000	±0,01 % от ИЗ
Напряжение переменного тока, соответствующее динамической деформации от 0 до 3500 мкм/м, и пульсации давления газа от 0 до 30 кПа, В	144	от -10 до +10	±0,5 % от ВП-по амплитуде электрического напряжения (±10 % от ВП по амплитуде деформации с учетом погрешности ПП) ±0,5 % от ВП-по амплитуде электрического напряжения (±10 % от ВП по амплитуде пульсации давления с учетом погрешности ПП)

Продолжение таблицы 2

Измеряемые параметры	Кол-во ИК	Диапазон измерений	Пределы допускаемой относительной погрешности
Напряжение переменного тока, соответствующее вибрационному ускорению от $0,6 \text{ м/с}^2$ ( $0,061 \text{ г}$ ) до $6000 \text{ м/с}^2$ ( $612 \text{ г}$ ), В	24	от -10 до +10	$\pm 0,5 \%$ от ВП по амплитуде электрического напряжения ( $\pm 12 \%$ от ВП по амплитуде вибрационного ускорения с учетом погрешности ПП)
Электрический заряд, соответствующий вибрационному ускорению в диапазоне от $0,6 \text{ м/с}^2$ ( $0,061 \text{ г}$ ) до $6000 \text{ м/с}^2$ ( $612 \text{ г}$ ) и пульсации давления газа в диапазоне от 0 до 30 кПа, пКл	80	от 0 до 10000	$\pm 1 \%$ от ВП ( $\pm 12 \%$ от ВП НЗ по амплитуде вибрационного ускорения с учетом погрешности ПП) ( $\pm 10 \%$ от ВП по амплитуде пульсации с учетом погрешности ПП)
Размер сферических частиц в потоке воздуха, мкм	1	от 5 до 250	$\pm 2,0 \%$ от ВП
Скорость сферических частиц в потоке воздуха, м/с	1	от 20 до 200	$\pm 1,0 \%$ от ВП
Удельный объемный расход сферических частиц, $\text{м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$	1	от $2 \cdot 10^{-6}$ до $4 \cdot 10^{-4}$	$\pm 30,0 \%$ от ВП

Примечания -

- 1 \*) ВП - верхний предел измерения;
- 2 \*\*) ИЗ - измеряемое значение;
- 3 \*\*\*) ПП - первичный преобразователь;
- 4 \*\*\*\*) ВП НЗ - верхний предел нормированного значения.

Технические характеристики Систем приведены в таблице 3.

Таблица 3

Наименование характеристики	Значение характеристики
Параметры электрического питания: - напряжение, В - частота, Гц - потребляемая мощность, кВт	от 187 до 242 от 49 до 51 10
Диапазон рабочих температур, °С (К)	от 10 до 30 (от 283 до 303)
относительная влажность воздуха при температуре 25 °С, %	от 50 до 80
атмосферное давление, мм рт. ст. (кПа)	от 93 до 108 (от 697 до 810)
Габаритные размеры (ширина x длина x высота), м:	
-модуль измерений силы от тяги двигателя (МИС)	3×6×3
-модуль измерений давления (МИД)	5×10×4,1
-модуль измерений температуры (МИТ)	1×2×0,5
-модуль измерений массового расхода топлива (МИРТ)	2×1,5×0,5
-модуль измерений влажности воздуха (МИВ)	0,3×0,3×0,3
-модуль измерений частоты вращения (МИЧВ)	0,1×0,2×0,2
-модуль измерений динамических параметров (МИДП)	0,6×2,5×2,1
-модуль измерений параметров сферических частиц в потоке воздуха (МИРЧ)	0,5×0,5×0,5

**Знак утверждения типа**

наносится на титульный лист формуляра и руководства по эксплуатации Системы измерений ИС-2-Ц4Н/Ц1А.

**Комплектность средства измерений**

указана в таблице 4.

Таблица 4

Наименование	Кол-во	Примечание
Динамометрическая платформа (ДМП)	1	В составе МИС
Ленты сжатия подвески ДМП	4	В составе МИС
Датчики силы, модель 1120-250 kN	2	В составе МИС
Датчики силы, модель 1110-50 kN	1	В составе МИС
Датчики силы, модель U10M-250 kN	4	В составе МИС
Датчики силы, модель С2-20-С3	2	В составе МИС
Весовой терминал «Микросим 06»	2	В составе МИС
Весовой терминал «ТМ-4»	1	В составе МИС
Весовой терминал «ТАД-3»	1	В составе МИС
Модуль МС-212	1	В составе МИС
Шкаф коммутационный №1 БЛИЖ.408320.136.077 (с МЦП, NS 9116, МБР)	1	В составе МИД (Бокс)
Блок коммутационный БЛИЖ. 408320.136.016 (зав. № 164418)	1	В составе МИД (Бокс)
Шкаф коммутационный №2 БЛИЖ 408320.136.073 (с МС170, МЦП, МБР)	1	В составе МИД (Бокс)
Блок коммутационный БЛИЖ. 408320.136.016 (зав. № 164420)	1	В составе МИД (Бокс)
Шкаф коммутационный №3 БЛИЖ.408320.136.076 (с МС170, NS 9116, МЦП, МБР)	1	В составе МИД (Бокс)
Блок коммутационный БЛИЖ. 408320.136.016.	1	В составе МИД (Бокс)
Модуль давления МДД-16/10, 16-канальный	2	В составе МИД
Модуль давления МДД-16/50, 16-канальный	3	В составе МИД
Модуль давления МДД-16/100, 16-канальный	1	В составе МИД
Датчик давления ДВБЧ-У-1	2	В составе МИД
Барометр рабочий БРС-1М-3 (Регистрационный № 16006-97)	2	В составе МИД
Барометр рабочий БРС-1М-2 (Регистрационный № 16006-97)	4	В составе МИД
Модуль дифференциальных давления МД-16-6, 16-канальный	9	В составе МИД
Модуль дифференциальных давления МД-16-24, 16-канальный	5	В составе МИД
Модуль дифференциальных давления МД-16-32, 16-канальный	3	В составе МИД
Модуль дифференциальных давления МД-16-50, 16-канальный	1	В составе МИД
Датчик давления Сапфир -22М-ДИ-25	24	В составе МИД
Датчик давления Сапфир -22М-ДИ-160	14	В составе МИД
Датчик давления Сапфир -22М-ДИ-450	4	В составе МИД

Продолжение таблицы 4

Наименование	Кол-во	Примечание
Преобразователи давления «AUTROL» мод АРТ3100 -G-0 (Регистрационный № 37677-13)	4	В составе МИД
Преобразователи давления «AUTROL» мод АРТ3100 -G -9 (Регистрационный № 37677-13)	8	В составе МИД
Преобразователи давления «AUTROL» мод АРТ3100 -G-8 (Регистрационный № 37677-13)	15	В составе МИД
Преобразователи давления «AUTROL» мод АРТ3100 -G-6 (Регистрационный № 37677-13)	15	В составе МИД
Преобразователи давления «AUTROL» мод АРТ3100 -G-6 (Регистрационный № 37677-13)	15	В составе МИД
Преобразователи давления «AUTROL» мод АРТ3100 -D-4 (Регистрационный № 37677-13)	5	В составе МИД
Преобразователи давления «AUTROL» мод АРТ3100 -D-5 (Регистрационный № 37677-13)	15	В составе МИД
Измеритель давления многоканальный МИС-170	41	В составе МИД
Сканер давления модели 9116	14	В составе МИД
Датчики давления ADZ Nagano SML-10 (Регистрационный № 23560-02)	157	В составе МИД
Манометры цифровые прецизионные МЦП	16	В составе МИД
Комплекс измерительно-вычислительный МИС-036R в составе с модулями МС-114 (15 шт.)	1	В составе МИД
Измерительно-вычислительный крейт LTC-37 с модулями LC-114 (15 шт.)	1	В составе МИД
Комплекс измерительно-вычислительный МИС-036R с модулями МС-114С2 (8 шт.), МС451 (3 шт.), МС406 (1 шт.), МС 405 (4 шт.)	1	В составе МИД
Шкаф коммутационный №4 БЛИЖ.408320.136.074 (с МИС-140)	1	В составе МИТ (Бокс)
Термометры сопротивления 1288/4	4	В составе МИТ
Термостат «холодных» спаев ШКТ 9602	1	В составе МИТ
Комплекс измерения температур МИС-140 (№ 46517-11)	6	В составе МИТ
Комплекс измерительно-вычислительный МИС036R с модулями МС-227R (8 шт.), МС-302 (2 шт.), МС-114 (4 шт.), МС-212 (2 шт.)	1	В составе МИТ
Шкаф коммутационный № БЛИЖ.408320.136.080 (сМЕ-003, МЕ-007, БП)	1	В составе МИРТ
Стойка приборная БЛИЖ.408310.004.083 (с МИС-036 R №1, №2)	1	В составе МИРТ
Комплекс измерительно-вычислительный МИС-036R с модулями МС- 114 (9шт.), МС-227 R5 (4 шт.), МС-451 (1 шт.), МС-401 (1 шт.)	1	В составе МИРТ
Расходомер турбинный НО Hoffer Flow Controls	6	В составе МИРТ
Турбинный преобразователь расхода ТПР8, ТПР10, ТПР13, ТПР16, ТПР18	10	В составе МИРТ
Нормализатор сигналов одноканальный МЕ-402	16	В составе МИРТ

Продолжение таблицы 4

Наименование	Кол-во	Примечание
Плотномер Solartron 7535	1	В составе МИРТ
Ареометр АНТ-1	1	В составе МИРТ
Датчик влажности фирмы Honeywell ННН-3602С	3	В составе МИВ
Одноканальный анализатор влажности VERIDRI	1	В составе МИВ
Шкаф коммутационный №5 БЛИЖ. 408320.136.078 (с МЕ-402)	1	В составе МИЧВ
Нормализатор сигналов одноканальный МЕ-402	3	В составе МИЧВ
Стойка приборная БЛИЖ.408310.004.079 (с МИС-236-5)	1	В составе МИДП
Шкаф коммутационный № БЛИЖ.408320.136.074	1	В составе МИДП (Бокс)
Стойка приборная БЛИЖ. 408310.004.080 (с МИС-553)	1	В составе МИДП (пультовая)
Комплекс измерительно - вычислительный МИС-553 с модулями МХ-340 (16 шт.)	2	В составе МИДП (пультовая)
Комплекс измерительно - вычислительный МИС-553 с модулями МХ-340 (4 шт.), МХ-224 (10 шт.)	1	В составе МИДП (пультовая)
Комплекс измерительно - вычислительный МИС-553 с модулями МХ-224 (16 шт.)	1	В составе МИДП (пультовая)
Комплекс измерительно-вычислительный МИС-236-5 с модулями МЕ-230 (8 шт.)	1	В составе МИДП (Бокс)
Комплекс измерительно-вычислительный МИС-236-5 с модулями МЕ-230 (16 шт.)	2	В составе МИДП (Бокс)
Микроскоп ИМЦІ 100х50 А		В составе МИРЧ
Стойка приборная БЛИЖ.408310.004.081 (с PromPC)	1	Верхний уровень (пультовая)
Стойка приборная БЛИЖ.408310.004.081 (с PromPC)	2	Верхний уровень
Автоматизированное рабочее место оператора (АРМ)	15	Верхний уровень
Автоматизированное рабочее место оператора (АРМ)	12	Верхний уровень
Станция сбора данных PromPC	8	Верхний уровень
Станция сбора данных PromPC	12	Верхний уровень

Продолжение таблицы 4

Наименование	Кол-во	Примечание
Сервер хранения данных	1	Верхний уровень
Источник бесперебойного питания ИБП Eaton 9130 3000 RM	3	Верхний уровень
Сетевой коммутатор Ethernet Switch	1	Верхний уровень
Программа управления комплексом MIC Recorder БЛИЖ.409801.005-01	1	
Пакет обработки сигналов WinПОС Client Expert БЛИЖ 409801.002-04	1	
Пакет обработки сигналов WinПОС Server БЛИЖ 409801.002-05	1	
Программа регистрации и экспресс-обработки динамических параметров MR-300 БЛИЖ 409801.001.006-01	1	
Системы измерительные ИС-2-Ц4Н/Ц1А, Руководство по эксплуатации. ИС-2-Ц4Н/Ц1А	1	
Системы измерительные ИС-2-Ц4Н/Ц1А, Формуляр БЛИЖ 401201.100.644 ФО	1	
Системы измерительные ИС-2-Ц4Н/Ц1А, Методика поверки. ИС-2-Ц4Н/Ц1А МП	1	

### Поверка

осуществляется по документу МП ИС-2-Ц4Н/Ц1А «Системы измерительные ИС-2-Ц4Н/Ц1А. Методика поверки», утвержденному ФГУП «ЦИАМ им. П.И. Баранова» и ФГУП «ВНИИМС» 19.12.2016 г.

Идентификационные данные, а также процедура идентификации программного обеспечения приведены в разделе 5 документа ИС-2-Ц4Н/Ц1А РЭ.

Основные средства поверки:

- Секундомер механического типа СОПр (Регистрационный № 11519-11);
- Рулетка измерительная Horex с держателем модификации 462010 (Регистрационный № 48406-11);
- Индикатор часового типа ИЧ (Регистрационный № 58190-14);
- Термометр ртутный стеклянный лабораторный ТЛ-4 (№ 303-91);
- Комплекс для измерения давления цифровой ИПДЦ (Регистрационный № 6788-03);
- Измеритель давления цифровой ИДЦ-1М (Регистрационный № 46121-10);
- Манометр цифровой прецизионный МЦП-2М (Регистрационный № 40100-08);
- Манометр грузопоршневой класса 0,02 (Регистрационный № 3040-72);
- Манометр абсолютного давления МПА-15 (Регистрационный № 4222-74);
- Барометр образцовый переносной БОП-1М модификации БОП-1М-3 (Регистрационный № 26469-04);
- Калибратор многофункциональный TRX-IRR (Регистрационный № 18087-99);
- Компаратор напряжений Р3003 (Регистрационный № 7476-79);
- Установка УПСТ-2М (Регистрационный № 16173-02);
- Генератор сигналов низкочастотный прецизионный Г3-110 (Регистрационный № 5460-76);
- Генератор сигналов низкочастотный прецизионный Г3-122 (Регистрационный № 10237-85);
- Ареометр для нефти стеклянный АНТ-1 (Регистрационный № 9292-07);
- Генератор влажности газа образцовый динамический Родник-2М (Регистрационный № 11739-89);
- Генератор сигналов прецизионный 1510А (Регистрационный № 55868-13);

- Мультиметр цифровой 34401А (Регистрационный № 54848-13);
- Установка для поверки фазо-доплеровского анемометра PDA фирмы TSI (США) (Регистрационный № 45460-10);
- Микроскоп инструментальный ИМЦЛ 100х50А (Регистрационный № 12129-03);
- Мера электрического сопротивления постоянного тока многозначная P3026-1 (Регистрационный № 56523-14);
- Термометр цифровой прецизионный DTI-1000 (Регистрационный № 15595-12);
- Калибратор многофункциональный DPI 620 (Регистрационный № 60401-15).

Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик, поверяемых СИ с требуемой точностью.

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

**Сведения о методиках (методах) измерений**  
приведены в эксплуатационном документе.

**Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к системам измерительным ИС-2-Ц4Н/Ц1А**

- Технические условия ТУ-304-Ц1А-2016;
- Технические условия ТУ-304-Ц4Н-2016.

#### **Изготовитель**

Закрытое акционерное общество «Научно-производственный центр «МЕРА»  
(ЗАО «НПЦ «МЕРА»)

ИНН 5018085734

Юридический (почтовый) адрес: 141074, РФ, Московская область, г. Королев,  
ул. Пионерская, д. 4

Телефон: +7 (495) 783-7159; Факс: +7 (495) 745-9893

#### **Испытательные центры**

Государственный центр испытаний средств измерений Федеральное государственное унитарное предприятие «Центральный институт авиационного моторостроения им. П.И. Баранова (ГЦИ СИ 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](mailto:avim@ciam.ru); [Http: www.ciam.ru](http://www.ciam.ru)

Аттестат аккредитации ГЦИ СИ ФГУП «ЦИАМ им. П.И. Баранова» по проведению испытаний средств измерений в целях утверждения типа № 30093-11 от 27.10.2011 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](mailto:office@vniims.ru), [www.vniims.ru](http://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