

Приложение № 21
к сведениям о типах средств
измерений, прилагаемым
к приказу Федерального агентства
по техническому регулированию
и метрологии
от «31» декабря 2020 г. №2461

Лист № 1
Всего листов 17

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Система информационно-измерительная «САТУРН-01»

Назначение средства измерений

Система информационно-измерительная «САТУРН-01» (далее по тексту – ИИС) предназначена для измерений параметров испытаний газотурбинных двигателей: давления жидкостей и газов, температуры жидкостей и газов, частоты вращения роторов, параметров вибрации, крутящего момента, расхода масла, влажности окружающей среды, частоты электрических сигналов, напряжения постоянного тока, силы постоянного тока, сопротивления постоянному току.

ИИС применяется при проведении стендовых испытаний газотурбинных двигателей ПС-90ГП-1, ПС-90ГП-2, ПС-90ГП-3, ПС-90ЭУ-16А и их модификаций на стенде № 01 предприятия ПАО «Протон-ПМ».

Описание средства измерений

Принцип действия ИИС при измерении физических величин параметров двигателей основан на преобразовании измеряемых физических величин первичными измерительными преобразователями (ПП) в электрические сигналы, функционально связанные с измеряемыми физическими величинами, с последующим преобразованием электрических сигналов с помощью аппаратуры нижнего уровня в цифровой код и передаче цифровой информации на аппаратуру верхнего уровня. Аппаратурой верхнего уровня цифровая информация, с использованием индивидуальных функций преобразования измерительных каналов (ИК), переводится в физические величины прямых и косвенных измеренных значений параметров с привязкой к текущему времени испытания.

Во время испытания ряд прямых и косвенных измеренных значений параметров выводится на экраны рабочих станций Dell OptiPlex для контроля процесса проведения испытаний. После окончания испытаний производится обработка файлов испытаний, результаты обработки выводятся на печать в виде протоколов и графиков.

Конструктивно ИИС включает в себя шкафы с аппаратурой сбора и преобразования сигналов (далее – нижний уровень) и автоматизированные рабочие места обработки измерительной информации (далее – верхний уровень).

Аппаратура нижнего уровня ИИС выполнена в виде стойки, содержащей устройство согласования с объектом (УСО) на базе PXI и SCXI модулей (производства компании National Instruments), размещенных в одном крейте стандарта PXI и двух крейтах SCXI под управлением одноплатного компьютера PXI-8110RT.

Аппаратура нижнего уровня осуществляет опрос датчиков температуры, давления, частоты вращения, динамически изменяющихся сигналов. Частота опроса каждого канала динамически изменяющегося сигнала достигает 10 кГц, частота опроса остальных каналов составляет 20 Гц.

Аппаратура соединена с комплектом ПП, расположенных в помещениях испытательного стенда, линиями связи длиной до 50 м.

Аппаратура верхнего уровня включает в себя сервер SPARC T4-1 Server и три рабочие станции Dell OptiPlex, соединенные линиями связи длиной до 15 м через сетевой коммутатор с аппаратурой нижнего уровня по сети Ethernet.

Функционально ИИС включает в себя следующие ИК параметров газотурбинных двигателей:

- ИК давления жидкостей и газов;
- ИК температуры жидкостей и газов;
- ИК частоты вращения роторов;
- ИК параметров вибрации;
- ИК электрического напряжения постоянного тока, соответствующего значению крутящего момента;
- ИК расхода жидкости (прокачка масла через двигатель);
- ИК относительной влажности окружающей среды;
- ИК температуры окружающей среды;
- ИК частоты электрических сигналов;
- ИК силы постоянного тока;
- ИК напряжения постоянного тока;
- ИК сопротивления постоянному току.

ИК давления жидкостей и газов.

Принцип действия ИК давления жидкостей и газов основан на зависимости выходного сигнала ПП от величины перемещения чувствительного элемента ПП, вызванного воздействием измеряемого давления. Выходной электрический сигнал постоянного электрического тока ПП с помощью эталонного резистора преобразуется в напряжение постоянного электрического тока, которое с помощью устройства связи с объектом (УСО) преобразуется в цифровой код. Цифровой код через одноплатный компьютер нижнего уровня передается на сервер верхнего уровня, где по известной градуировочной характеристике вычисляется значение измеряемого давления.

ИК температуры жидкостей и газов с ПП термоэлектрического типа ТХА (К), ТХК (L).

Принцип действия ИК температуры жидкостей и газов с ПП термоэлектрического типа основан на измерении термоэлектродвижущей силы (ТЭДС), возникающей в месте спая термоэлектродных проводов ПП от разности температуры рабочего спая и температуры окружающей среды. ТЭДС с выхода ПП измеряется и преобразуется с помощью УСО в цифровой код, который передается через одноплатный компьютер нижнего уровня на сервер верхнего уровня. Цифровой код по известной градуировочной характеристике преобразуется в значение напряжения, соответствующее полной ТЭДС рабочего спая и холодного спая, и по номинальной статической характеристике преобразования термоэлектрических преобразователей ТХА (К), ТХК (L) с учетом температуры холодного спая вычисляется значение измеряемой температуры.

ИК температуры жидкостей и газов с ПП терморезистивного типа (термометров сопротивления).

Принцип действия ИК на базе термометров сопротивления основан на зависимости сопротивления чувствительного элемента термометра сопротивления от температуры чувствительного элемента. Выходной сигнал ПП, зависящий от величины сопротивления, соответствующего температуре окружающей среды, посредством УСО преобразуется в цифровой код. Цифровой код передается через одноплатный компьютер нижнего уровня на сервер верхнего уровня, где по известной градуировочной характеристике ИК вычисляется значение измеряемой температуры.

ИК частоты вращения роторов.

Принцип действия ИК частоты вращения роторов основан на законе электромагнитной индукции. На валу ротора установлено колесо с зубьями. При каждом прохождении зубьев колеса вблизи торца постоянного магнита индукционного датчика в его обмотке образуется ЭДС индукции. Импульсные сигналы с выхода ПП, частота следования которых равна частоте следования зубьев и пропорциональна частоте вращения ротора, посредством УСО преобразуется в цифровой код, который передается на аппаратуру верхнего уровня, где по индивидуальной функции преобразования ИК вычисляется значение измеряемой частоты вращения ротора.

ИК параметров вибрации.

Принцип действия ИК виброскорости основан на свойстве пьезоэлектриков генерировать заряд под действием приложенной к ним механической силы. Пьезоэлектрический датчик вибрации преобразует вибрационные нагрузки в электрический заряд, поступающий на блок БЭ-38-12МТ.1 аппаратуры ИВ-Д-ПФ-5МТ.1. С выхода блока ИВ-Д-ПФ-5МТ.1 напряжение постоянного тока, соответствующее измеряемой виброскорости, поступает на вход УСО, преобразуется в цифровой код и передается на аппаратуру верхнего уровня, где вычисляется значение измеряемой виброскорости.

ИК электрического напряжения постоянного тока, соответствующего значению крутящего момента.

Принцип действия ИК электрического напряжения постоянного тока, соответствующего значению крутящего момента силы основан на воздействии крутящего момента на чувствительный элемент датчика, вследствие чего происходит разбалансировка тензометрического моста. Усилитель датчика крутящего момента силы (Т10FS или Т40FM) преобразует сигнал датчика в электрическое напряжение постоянного тока, которое посредством УСО преобразуется в цифровой код. Цифровой код передается на аппаратуру верхнего уровня, где по индивидуальной функции преобразования ИК вычисляется значение крутящего момента силы.

ИК расхода жидкости (прокачка масла через двигатель).

Принцип действия ИК расхода масла основан на законе электромагнитной индукции. Проходящий через турбинный преобразователь расхода поток масла приводит во вращение его турбинку, угловая скорость которой пропорциональна скорости движения масла. При прохождении концов магнитопроводящих лопаток турбинки около сердечника катушки магнитоиндукционного узла в его обмотке образуется ЭДС индукции. Импульсные сигналы, частота следования которых пропорциональна измеряемому объёмному расходу масла, посредством УСО преобразуются в цифровой код, передающийся на аппаратуру верхнего уровня, где по индивидуальной функции преобразования датчика вычисляется значение измеряемого объёмного расхода масла.

ИК относительной влажности окружающей среды.

Измерение относительной влажности окружающей среды осуществляется преобразователем измерительным температуры и влажности ИПТВ, состоящим из емкостного чувствительного элемента относительной влажности. Принцип работы чувствительного элемента относительной влажности основан на зависимости диэлектрической проницаемости влагочувствительного слоя чувствительного элемента от влажности окружающей среды. Измеренные значения относительной влажности преобразуются самим преобразователем в унифицированный выходной сигнал, который поступает на вход УСО. Сигнал с УСО преобразуется в цифровой код и передается на аппаратуру верхнего уровня, где вычисляются значения относительной влажности окружающей среды.

ИК температуры окружающей среды.

Измерение температуры окружающей среды осуществляется преобразователем измерительным температуры и влажности ИПТВ, состоящим из термопреобразователя сопротивления. Измерение температуры окружающей среды проводится металлическим термометром сопротивления. Измеренные значения температуры преобразуются самим преобразователем в унифицированный выходной сигнал, который поступает на вход УСО. Сигнал с УСО преобразуется в

цифровой код и передается на аппаратуру верхнего уровня, где вычисляются значения температуры окружающей среды.

ИК частоты электрических сигналов.

ИК частоты электрических сигналов предназначен для непосредственного измерения частоты электрических сигналов и использования с ПП, имеющим импульсный выходной сигнал. Принцип действия ИК частоты электрических сигналов основан на преобразовании с помощью УСО частоты импульсного сигнала в цифровой код, который передается через одноплатный компьютер нижнего уровня на сервер верхнего уровня, где по известной градуировочной характеристике вычисляется значение измеренного постоянного тока. При использовании канала с ПП утвержденного типа проводится измерение физической величины, для измерения которой предназначен ПП. При использовании канала с ПП, тип которого не утвержден, необходимо наличие аттестованной методики измерений соответствующей физической величины.

ИК силы постоянного тока.

ИК силы постоянного тока предназначен для использования с ПП, имеющим унифицированный выходной сигнал с диапазоном от 4 до 20 мА. Принцип действия ИК силы постоянного тока основан на преобразовании с помощью УСО величины силы постоянного тока в цифровой код, который передается через одноплатный компьютер нижнего уровня на сервер верхнего уровня, где по известной градуировочной характеристике вычисляется значение измеренного постоянного тока. При использовании канала с ПП утвержденного типа проводится измерение физической величины, для измерения которой предназначен ПП. При использовании канала с ПП, тип которого не утвержден, необходимо наличие аттестованной методики измерений соответствующей физической величины.

ИК напряжения постоянного тока.

ИК напряжения постоянного тока предназначен для непосредственного измерения напряжения постоянного тока и использования с ПП, имеющим выходной сигнал в виде напряжения постоянного тока. Принцип действия ИК напряжения постоянного тока основан на преобразовании с помощью УСО величины напряжения постоянного тока в цифровой код, который передается через одноплатный компьютер нижнего уровня на сервер верхнего уровня, где по известной градуировочной характеристике вычисляется значение измеренного постоянного тока. При использовании канала с ПП утвержденного типа проводится измерение физической величины, для измерения которой предназначен ПП. При использовании канала с ПП, тип которого не утвержден, необходимо наличие аттестованной методики измерений соответствующей физической величины.

ИК сопротивления постоянному току.

ИК сопротивления постоянному току предназначен для непосредственного измерения сопротивления постоянному току и использования с ПП, имеющим выходной сигнал в виде сопротивления постоянному току. Принцип действия ИК сопротивления постоянному току основан на преобразовании с помощью УСО величины сопротивления постоянному току в цифровой код, который передается через одноплатный компьютер нижнего уровня на сервер верхнего уровня, где по известной градуировочной характеристике вычисляется значение измеренного постоянного тока. При использовании канала с ПП утвержденного типа проводится измерение физической величины, для измерения которой предназначен ПП. При использовании канала с ПП, тип которого не утвержден, необходимо наличие аттестованной методики измерений соответствующей физической величины.

По условиям эксплуатации ИИС удовлетворяет требованиям гр.1.1 УХЛ ГОСТ РВ 20.39.304-98 с диапазоном рабочих температур от 15 до 25 °С и относительной влажностью окружающего воздуха от 30 до 80 % при температуре 25 °С без предъявления требований по механическим воздействиям.

Общий вид составных частей ИИС «САТУРН-01» с указанием мест пломбировки (МП) от несанкционированного доступа к системе представлен на рисунках 1, 2, 3, 4.



Рисунок 1 – Система измерительная САТУРН-01. Оборудование нижнего уровня



Рисунок 2 – Сервер SPARC T4-1 Server



Рисунок 3 – Система измерительная САТУРН-01. Оборудование верхнего уровня



Рисунок 4 – Рабочее место ведущего испытания (станция Dell OptiPlex)

Программное обеспечение

Программное обеспечение (ПО) состоит из системного и прикладного разработанного на языке C\C++, функционирующего в операционной среде Solaris, и разработанного с помощью инструментального пакета LabVIEW, ориентированного на работу в среде ОС RT.

ПО ИИС имеет метрологически значимую часть.

Метрологически значимая часть ПО системы и измеренные данные защищены с помощью специальных средств защиты от непреднамеренных и преднамеренных изменений. Защита ПО от непреднамеренных и преднамеренных изменений соответствует уровню «высокий» по Р 50.2.077-2014.

Идентификационные данные (признаки) ПО приведены в таблице 1. в таблице 1.

Таблица 1 – Идентификационные данные (признаки) ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение		
Наименование ПО	СПМО для калибровки измерительных каналов	СПМО для расчета значений параметров двигателей ПС-90ГП-1, ПС-90ГП-2, ПС-90ГП-3, ПС-90ЭУ-16 и их модификаций в реальном времени	СПМО для расчета значений параметров двигателей ПС-90ГП-25 и их модификаций в реальном времени
Идентификационное наименование ПО	tarka	calcpar	calcpar_GP25
Номер версии (идентификационный номер) ПО	Не ниже 1.1	1.4	1.4
Цифровой идентификатор ПО	ССАЕВ2А5	ССАЕВ2А5	ССАЕВ2А5
Алгоритм вычисления идентификатора	CRC32	CRC32	CRC32

Метрологические и технические характеристики

Основные метрологические и технические характеристики ИИС приведены в таблицах 2 и 3.

Таблица 2 – Метрологические характеристики ИИС «САТУРН-01»

Физические параметры (обозначение)	Измеряемые величины	Значение входного сигнала	Пределы допускаемой погрешности	Кол-во каналов
1	2	3	4	5
ИК давления жидкостей и газов				
Перепад между полным давлением воздуха на входе в двигатель (перед компрессором) и атмосферным давлением (<i>Параметр РВ120</i>)	Разность давлений	от -2,4517 до 0 кПа (от -250 до 0 мм вод. ст.)	Δ : $\pm 7,85$ Па (Δ : $\pm 0,8$ мм вод. ст.)	1

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5
Перепад между полным давлением воздуха в РМК и атмосферным давлением (<i>Параметр PB120.1</i>)	Разность давлений	от -0,9806 до 0 кПа (от -100 до 0 мм вод. ст.)	$\Delta: \pm 3,92$ Па ($\Delta: \pm 0,4$ мм вод. ст.)	1
Перепад между статическим давлением воздуха на входе в компрессор и атмосферным давлением (<i>Параметр PC200.1</i>)		от -15,690 до 0 кПа (от -1600 до 0 мм вод. ст.)	$\Delta: \pm 49$ Па ($\Delta: \pm 5$ мм вод. ст.)	1
Перепад между полным давлением газа за СТ и атмосферным давлением (<i>Параметры PT500, PT502–PT510</i>)		от 0 до 15,690 кПа (от 0 до 1600 мм вод. ст.)	$\Delta: \pm 29$ Па ($\Delta: \pm 3$ мм вод. ст.)	10
Перепад между статическим давлением в РМК и атмосферным давлением (<i>Параметры PC111, PC112</i>)		от -24,516 до 0 кПа (от -2500 до 0 мм вод. ст.)	$\Delta: \pm 49$ Па ($\Delta: \pm 5$ мм вод. ст.)	2
Перепад давления газов на форсунках (<i>Параметр dPf</i>)		от 0 до 98,067 кПа (от 0 до 10000 мм вод. ст.)	$\gamma: \pm 0,2$ % от ВП	1
Давление суфлирования масла (<i>Параметр PSUF</i>)	Давление избыточное	от 0 до 39,2 кПа (от 0 до 0,4 кгс/см ²)	$\gamma: \pm 0,4$ % от ВП	1
Полное давление газа за турбиной ГГ (<i>Параметр PT401.1</i>)		от 0 до 0,588 МПа (от 0 до 6,0 кгс/см ²)	$\gamma: \pm 0,4$ % от ВП	1
Давление масла на входе в двигатель (<i>Параметр PMBX</i>)		от 0 до 0,588 МПа (от 0 до 6,0 кгс/см ²)	$\gamma: \pm 0,4$ % от ВП	1
Командное давление воздуха в линии КПВ (<i>Параметр PUKPV</i>)		от 0 до 1,96 МПа (от 0 до 20 кгс/см ²)	$\gamma: \pm 0,4$ % от ВП	1
Командное давление воздуха в линии КПГ (<i>Параметр PUKPG</i>)		от 0 до 1,96 МПа (от 0 до 20 кгс/см ²)	$\gamma: \pm 0,4$ % от ВП	1
Командное давление воздуха в линии КПС (<i>Параметр PUKPS</i>)		от 0 до 1,96 МПа (от 0 до 20 кгс/см ²)	$\gamma: \pm 0,4$ % от ВП	1
Командное давление воздуха в линии КПВЗ (<i>Параметр PUKPVZ</i>)		от 0 до 1,96 МПа (от 0 до 20 кгс/см ²)	$\gamma: \pm 0,4$ % от ВП	1
Давление наддува р/подшипника КВД (<i>Параметр PnRPK</i>)		от 0 до 0,294 МПа (от 0 до 3,0 кгс/см ²)	$\gamma: \pm 0,4$ % от ВП	1

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5
Давление наддува ш/подшипника КВД (Параметр P_nSPK)	Давление избыточное	от 0 до 0,294 МПа (от 0 до 3,0 кгс/см ²)	$\gamma: \pm 0,4 \%$ от ВП	1
Давление наддува р/подшипника ТВД (Параметр P_nRPT)		от 0 до 0,294 МПа (от 0 до 3,0 кгс/см ²)	$\gamma: \pm 0,4 \%$ от ВП	1
Давление наддува опор СТ (Параметр P_nCT)		от 0 до 0,294 МПа (от 0 до 3,0 кгс/см ²)	$\gamma: \pm 0,4 \%$ от ВП	1
Давление газа (воздуха) перед стартёром (Параметр P_{CTB})		от 0 до 0,588 МПа (от 0 до 6,0 кгс/см ²)	$\gamma: \pm 0,4 \%$ от ВП	1
Давление газа перед СА стартёра (Параметр P_{CA})		от 0 до 0,588 МПа (от 0 до 6,0 кгс/см ²)	$\gamma: \pm 0,4 \%$ от ВП	1
Полное давление воздуха за компрессором (Параметры $PK308, PK310-PK312$)		от 0 до 2,45 МПа (от 0 до 25 кгс/см ²)	$\gamma: \pm 0,3 \%$ от ВП	4
Давление топливного газа на входе в двигатель (перед стопорным клапаном) (Параметр $PTBXS$)		от 0 до 3,92 МПа (от 0 до 40 кгс/см ²)	$\gamma: \pm 0,4 \%$ от ВП	1
Давление масла в поршневой полости ГПК управления КПВ (Параметр P_{mpKPV})		от 0 до 5,88 МПа (от 0 до 60 кгс/см ²)	$\gamma: \pm 0,2 \%$ от ВП	1
Давление масла в штоковой полости ГПК управления КПВ (Параметр P_{msKPV})		от 0 до 5,88 МПа (от 0 до 60 кгс/см ²)	$\gamma: \pm 0,2 \%$ от ВП	1
Давление масла в штоковой полости ГПК управления КПГ (Параметр P_{msKPG})		от 0 до 5,88 МПа (от 0 до 60 кгс/см ²)	$\gamma: \pm 0,2 \%$ от ВП	1
Давление масла в поршневой полости ГПК управления заслонкой ПОС (давление масла в поршневой полости ГПК управления КПВЗ) (Параметр P_{mpPOS})		от 0 до 5,88 МПа (от 0 до 60 кгс/см ²)	$\gamma: \pm 0,2 \%$ от ВП	1
Давление масла в штоковой полости ГПК управления заслонкой ПОС (Давление масла в штоковой полости ГПК управления КПВЗ) (Параметр P_{msPOS})		от 0 до 5,88 МПа (от 0 до 60 кгс/см ²)	$\gamma: \pm 0,2 \%$ от ВП	1

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5
Давление масла в поршневой полости ГПК управления КПС (командное давление масла за командным агрегатом КА-30) (Параметр P_{mpKPS})	Давление избыточное	от 0 до 5,88 МПа (от 0 до 60 кгс/см ²)	$\gamma: \pm 0,2\%$ от ВП	1
Давление масла в штоковой полости ГПК управления КПС (Параметр P_{msKPS})		от 0 до 5,88 МПа (от 0 до 60 кгс/см ²)	$\gamma: \pm 0,2\%$ от ВП	1
Давление масла в поршневой полости ГПК управления КПП (Параметр P_{mpKPG})		от 0 до 5,88 МПа (от 0 до 60 кгс/см ²)	$\gamma: \pm 0,2\%$ от ВП	1
Давление воздуха в разгрузочной полости СТ (Параметр P_{rp})		от 0 до 0,588 МПа (от 0 до 6,0 кгс/см ²)	$\gamma: \pm 0,4\%$ от ВП	1
Давление топливного газа на входе в двигатель (Параметры $P_{tg.bx}$, $P_{tg.bx2}$)		от 0 до 3,92 МПа (от 0 до 40 кгс/см ²)	$\gamma: \pm 0,4\%$ от ВП	2
Давление масла на выходе из двигателя (после БЦА) (Параметр P_{MD2})		от 0 до 156,9 кПа (от 0 до 1,6 кгс/см ²)	$\gamma: \pm 0,4\%$ от ВП	1
Полное давление топливного газа перед диафрагмой Н7-229 (Параметры P_{TDD-1} , P_{TDD-2})		от 0 до 3,92 МПа (от 0 до 40 кгс/см ²)	$\gamma: \pm 0,2\%$ от ВП	2
Перепад между давлением воздуха в шахте всасывания и атмосферным давлением (Параметр P_{B121})	Разность давлений	от -1,177 до 0 кПа (от -120 до 0 мм вод. ст.)	$\Delta: \pm 4,9$ Па ($\Delta: \pm 0,5$ мм вод. ст.)	1
Давление воздуха на выходе из АВО (Параметр P_{AVO})	Давление избыточное	от 0 до 0,588 МПа (от 0 до 6,0 кгс/см ²)	$\gamma: \pm 0,2\%$ от ВП	1
ИК температуры жидкостей и газов				
Температура газа за СТ (Параметры $T_{ct-1} - T_{ct-12}$)	Температура	от -60 до +900 °С	$\gamma: \pm 0,5\%$ от ВП	12
Температура воздуха на выходе из компрессора ГГ (Параметры $T_{K325} - T_{K327}$)		от 0 до 600 °С	$\Delta: \pm 5$ °С	3
Температура масла на входе в двигатель (Параметр T_{mbx})		от -50 до +150 °С	$\gamma: \pm 1\%$ от ВП	1
Температура масла, откачиваемого от опоры ш/подшипника компрессора (Параметр T_{mk})		от 0 до 250 °С	$\gamma: \pm 1\%$ от ВП	1

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5
Температура масла, откачиваемого от опоры р/подшипника турбины ГГ (Параметр <i>Tmt</i>)	Температура	от 0 до 250 °С	$\gamma: \pm 1 \% \text{ от ВП}$	1
Температура масла, откачиваемого от опор СТ (Параметр <i>Tmct</i>)		от 0 до 250 °С	$\gamma: \pm 1 \% \text{ от ВП}$	1
Температура воздуха охлаждения диска СТ (Параметр <i>ТОСТ</i>)		-50 до +300 °С	$\Delta: \pm 2 \text{ }^\circ\text{С}$	1
Температура газа (воздуха) перед стартом (Температура воздуха на выходе из АВО) (Параметр <i>TCTB</i>)		от 0 до 160 °С	$\gamma: \pm 1 \% \text{ от ВП}$	1
Температура воздуха на входе в двигатель (Параметры <i>TB107–TB118</i>)		от -50 до +50 °С	$\Delta: \pm 1 \text{ }^\circ\text{С}$	12
Температура окружающего воздуха (Параметр <i>TH</i>)		от -50 до +50 °С	$\Delta: \pm 1 \text{ }^\circ\text{С}$	1
Температура масла на выходе из двигателя (после БЦА) (Параметр <i>TMD2</i>)		от 0 до 150 °С	$\gamma: \pm 1 \% \text{ от ВП}$	1
Температура масла у датчика прокачки (после БМН) (Параметр <i>TMTDR</i>)		от -50 до +140 °С	$\gamma: \pm 1 \% \text{ от ВП}$	1
Температура масла в маслобаке (Параметр <i>TMMB</i>)		от -50 до +100 °С	$\gamma: \pm 1 \% \text{ от ВП}$	1
Температура топливного газа в измерительном трубопроводе расходомера Н7-229 (Параметр <i>TDD</i>)		от -30 до +70 °С	$\Delta: \pm 1 \text{ }^\circ\text{С}$	1
ИК частоты вращения роторов				
Частота вращения ротора ГГ (Параметр <i>NTK</i>)	Частота вращения	от 100 до 13000 об/мин	$\gamma: \pm 0,05 \% \text{ от ВП}$	1
Частота вращения ротора СТ (Параметр <i>NCT</i>)		от 100 до 9000 об/мин	$\gamma: \pm 0,05 \% \text{ от ВП}$	1
ИК электрического напряжения постоянного тока, соответствующего значению крутящего момента				
Напряжение постоянного тока, соответствующее значению крутящего момента в диапазоне от 0 до 50 кН·м (Параметр <i>Mkr</i>)	Напряжение постоянного тока	от 0 до 10 В	$\gamma: \pm 0,08 \% \text{ от ВП}$	1

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5
ИК расхода жидкости				
Прокачка масла через двигатель (<i>Параметр GM</i>)	Объемный расход	от 10 до 60 л/мин	$\gamma: \pm 0,5 \%$ от ВП	1
ИК параметров вибрации				
Виброскорость корпуса двигателя в зоне передней подвески в широкой полосе (<i>Параметр Vpp</i>)	Виброскорость	от 0 до 100 мм/с	$\Delta: \pm 6,0$ мм/с	1
Виброскорость корпуса двигателя в зоне задней подвески в широкой полосе (<i>Параметр Vzр</i>)		от 0 до 100 мм/с	$\Delta: \pm 6,0$ мм/с	1
ИК относительной влажности окружающей среды				
Относительная влажность воздуха окружающей среды (<i>Параметр VLAG1</i>)	Относительная влажность	от 0 до 100	$\gamma: \pm 2,5 \%$ от ВП	1
Относительная влажность воздуха в отсеке всасывания (<i>Параметр VLAG2</i>)		от 0 до 100	$\gamma: \pm 2,5 \%$ от ВП	1
ИК температуры окружающей среды				
Температура воздуха в отсеке РВС (<i>Параметр Tiptv1</i>)	Температура	от -40 до +110 °С	$\Delta: \pm 0,5$ °С	1
Температура воздуха в отсеке всасывания (<i>Параметр Tiptv2</i>)		от -40 до +110 °С	$\Delta: \pm 0,5$ °С	1
ИК частоты электрических сигналов				
Частота электрических сигналов	Частота	от 0 до 15000 Гц	$\delta: \pm 0,1 \%$ от ИЗ	4
ИК силы постоянного тока				
Сила постоянного тока	Сила постоянного тока	от 4 до 20 мА	$\gamma: \pm 0,1 \%$ от ВП	39
ИК напряжения постоянного тока				
Напряжение постоянного тока	Напряжение постоянного тока	от -10 до +10 В	$\gamma: \pm 0,05 \%$ от ВП	27
Напряжение постоянного тока		от -5 до +70 мВ	$\gamma: \pm 0,05 \%$ от ВП	68
ИК сопротивления постоянному току				
Сопротивление постоянному току	Сопротивление постоянному току	от 20 до 200 Ом	$\gamma: \pm 0,05 \%$ от ВП	29

Примечания:

- 1 ВП - верхний предел измерения;
 2 ИЗ - измеряемое значение;
 γ - приведенная погрешность, %;
 δ - относительная погрешность, %;
 Δ - абсолютная погрешность в единицах измеряемой величины.

Таблица 3 – Технические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Параметры электрического питания:	
- напряжение переменного тока, В	220±22
- частота переменного тока, Гц	50±1,0
Потребляемая мощность (измерительные стойки, серверы, рабочие станции), В·А, не более	2400
Габаритные размеры составных частей средства измерений, мм, (высота×ширина×глубина), не более:	
- шкаф приборный 1	600x600x2200
- шкаф приборный 2	600x600x2200
- рабочая станция Dell OptiPlex (3 шт.)	417x175x360 (1 шт.)
- ЖК-мониторы (2 шт.)	220x579,4x419,8 (1 шт.)
- мультиэкранная система	307x1586x563
- принтер HP LaserJet P2055dn	383x355x250
Суммарная масса системы, кг, не более	500
Условия эксплуатации оборудования ИИС в помещении пультовой	
- температура воздуха, °С	от 15 до 25
- относительная влажность воздуха при температуре +25 °С, %	от 50 до 80
- атмосферное давление, кПа	от 96 до 106,7
Условия эксплуатации оборудования ИИС, размещенного в испытательном боксе	
- температура воздуха, °С	от 5 до 60
- относительная влажность воздуха при температуре +25 °С, %	до 90
- атмосферное давление, кПа	от 96 до 106,7
Средняя наработка на отказ, ч	10000

Знак утверждения типа

наносится типографским способом на титульный лист руководства по эксплуатации и на верхний левый угол шкафа приборного в виде наклейки.

Комплектность средства измерений

Таблица 4 – Комплектность средства измерений

Наименование (номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений)	Кол-во	Примечание
Датчик давления Метран-43Ф-ДД (0,025 кгс/см ²) (19763-00)	1	Испытательный стенд
Датчик давления Метран-43Ф-ДД (0,16 кгс/см ²) (19763-00)	6	Испытательный стенд
Датчик давления Метран-43-ДИ (0,16 кгс/см ²) (19763-00)	5	Испытательный стенд
Датчик давления Метран-43Ф-ДД (0,25 кгс/см ²) (19763-00)	2	Испытательный стенд
Датчик давления Метран-43Ф-ДИ (1,6 кгс/см ²) (19763-00)	1	Испытательный стенд
Датчик давления Метран-43Ф-ДИ (4,0 кгс/см ²) (19763-00)	4	Испытательный стенд
Датчик давления Метран-43Ф-ДИ (6,0 кгс/см ²) (19763-00)	4	Испытательный стенд

Наименование (номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений)	Кол-во	Примечание
Датчик давления Метран-100-ДД (0,01 кгс/см ²) (22235-08)	1	Испытательный стенд
Датчик давления Метран-100-ДД (0,016 кгс/см ²) (22235-08)	1	Испытательный стенд
Датчик давления Метран-100-ДИ (0,4 кгс/см ²) (22235-01)	1	Испытательный стенд
Датчик давления Метран-100-ДИ (6,0 кгс/см ²) (22235-08)	1	Испытательный стенд
Датчик давления Метран-100-ДИ (25 кгс/см ²) (22235-01)	8	Испытательный стенд
Датчик давления Метран 100-ДИ (40 кгс/см ²) (22235-01)	2	Испытательный стенд
Датчик давления Метран-100-ДИ (60 кгс/см ²) (22235-08)	8	Испытательный стенд
Датчик давления Метран 150 TGR3 (40 кгс/см ²) (32854-13)	2	Испытательный стенд
Преобразователь давления измерительный EJA110A-DMS4A (1,0 кгс/см ²) (14495-09)	1	Испытательный стенд
Датчик давления ТЖИУ 406-1Ех-17 (6,0 кгс/см ²) (18510-99)	1	Испытательный стенд
Датчик давления ТЖИУ 406-1Ех-21 (40,0 кгс/см ²) (18510-99)	1	Испытательный стенд
Термопреобразователь (тип ХК) Л84-955	6	Испытательный стенд
Термопреобразователь (тип ХА) ТК-162 (Т-99)	12	Испытательный стенд
Термопреобразователь (тип ХА) Т-158	1	Испытательный стенд
Термометр сопротивления П-98 (П-98АМ)	12	Испытательный стенд
Термометр сопротивления П-109 (НСХ 100П)	10	Испытательный стенд
Преобразователь расхода турбинный ТПР12 (8326-04)	1	Испытательный стенд
Аппаратура контроля вибраций ИВ-Д-ПФ с вибропреобразователями МВ (18077-99)	1	Испытательный стенд
Преобразователь измерительный температуры и влажности ИПТВ-056/МЗ-03 (16447-08)	2	Испытательный стенд
Датчик частоты вращения ДЧВ-2500А	6	Испытательный стенд
Крейт 18-слот. стандарт РХI-1045	1	ШСАУ (АСУТП)
Крейт 12-слот. стандарт SCXI-1001	2	ШСАУ (АСУТП)
Встроенный одноплатный компьютер РХI-8110RT	1	ШСАУ (АСУТП)
Многофункциональный прибор DAQ РХI-6220	1	ШСАУ (АСУТП)
Модуль дискретного вывода 64 - каналный РХI-2567	2	ШСАУ (АСУТП)
Адаптер SCXI-1346	1	ШСАУ (АСУТП)
Адаптер SCXI-1349	1	ШСАУ (АСУТП)
Модуль дискретного ввода 32 – каналный SCXI-1162HV	5	ШСАУ (АСУТП)
Модуль аналогового ввода с фильтром 10 кГц 32 – каналный SCXI-1102С	5	ШСАУ (АСУТП)
Модуль аналогового ввода с фильтром 2 Гц 32 – каналный SCXI-1102	4	ШСАУ (АСУТП)
Модуль источника тока 32 – каналный SCXI-1581	2	ШСАУ (АСУТП)
Модуль частотного ввода 8 – каналный SCXI-1126	1	ШСАУ (АСУТП)
Модуль интерфейсный 8 – портовый (RS-485) РХI-8431/8	1	ШСАУ (АСУТП)
Модуль для ввода динамических сигналов 8 – каналный РХI-4472	1	ШСАУ (АСУТП)
Сервер SPARC T4-1 Server	1	Пультовая
Рабочая станция Dell OptiPlex	3	Пультовая
Коммутатор сети Ethernet HP 2620-24 Switch	2	Пультовая
Лазерное печатающее устройство (принтер, сетевой)	1	Пультовая

Наименование (номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений)	Кол-во	Примечание
Датчик давления Метран-100-ДД (0,01 кгс/см ²) (22235-08)	1	Испытательный стенд
Датчик давления Метран-100-ДД (0,016 кгс/см ²) (22235-08)	1	Испытательный стенд
Датчик давления Метран-100-ДИ (0,4 кгс/см ²) (22235-01)	1	Испытательный стенд
Датчик давления Метран-100-ДИ (6,0 кгс/см ²) (22235-08)	1	Испытательный стенд
Датчик давления Метран-100-ДИ (25 кгс/см ²) (22235-01)	8	Испытательный стенд
Датчик давления Метран 100-ДИ (40 кгс/см ²) (22235-01)	2	Испытательный стенд
Датчик давления Метран-100-ДИ (60 кгс/см ²) (22235-08)	8	Испытательный стенд
Датчик давления Метран 150 TGR3 (40 кгс/см ²) (32854-13)	2	Испытательный стенд
Преобразователь давления измерительный EJA110A-DMS4A (1,0 кгс/см ²) (14495-09)	1	Испытательный стенд
Датчик давления ТЖИУ 406-1Ех-17 (6,0 кгс/см ²) (18510-99)	1	Испытательный стенд
Датчик давления ТЖИУ 406-1Ех-21 (40,0 кгс/см ²) (18510-99)	1	Испытательный стенд
Термопреобразователь (тип ХК) Л84-955	6	Испытательный стенд
Термопреобразователь (тип ХА) ТК-162 (Т-99)	12	Испытательный стенд
Термопреобразователь (тип ХА) Т-158	1	Испытательный стенд
Термометр сопротивления П-98 (П-98АМ)	12	Испытательный стенд
Термометр сопротивления П-109 (НСХ 100П)	10	Испытательный стенд
Преобразователь расхода турбинный ТПР12 (8326-04)	1	Испытательный стенд
Аппаратура контроля вибраций ИВ-Д-ПФ с вибропреобразователями МВ (18077-99)	1	Испытательный стенд
Источник бесперебойного питания Eaton 9135 6000 RT 3U	1	Пультовая
Программное обеспечение	1	Пультовая
Система измерительная САТУРН-01. Формуляр	1	468.425850.041.ФО.1
Система измерительная САТУРН-01. Руководство по эксплуатации	1	468.425850.041.РЭ
Система информационно-измерительная «САТУРН-01». Методика поверки	1	САТУРН-01.МП

Поверка

осуществляется по документу САТУРН-01.МП «ГСИ. Система информационно-измерительная САТУРН-01. Методика поверки», утвержденному ФГУП «ЦИАМ им. П.И. Баранова» «25» марта 2020 г.

Основные средства поверки:

- манометр избыточного давления грузопоршневой МП-6 (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 16115-97);
- манометр избыточного давления грузопоршневой МП-60 (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 16026-97);
- калибратор давления портативный Метран-517 (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 39151-12);
- генератор сигналов низкочастотный прецизионный ГЗ-122 (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 10237-85);
- прибор универсальный измерительный Р4833 (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 7494-79);
- калибратор многофункциональный TRX-ИР (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 18087-04);
- калибратор-измеритель унифицированных сигналов эталонный ИКСУ-2000 (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 20580-06);

- преобразователь измерительный температуры и влажности ИПТВ-056/МЗ-03 (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 16447-08);
- барометр рабочий сетевой БРС-1М-2 регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 16006-97).

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

Знак поверки наносится на свидетельство о поверке.

Сведения о методиках (методах) измерений

приведены в эксплуатационном документе.

Нормативные документы, устанавливающие требования к системе информационно-измерительной «САТУРН-01»

ГОСТ Р 8.596-2002 ГСИ. Метрологическое обеспечение измерительных систем. Основные положения.

Изготовитель

Публичное акционерное общество «Протон-Пермские моторы» (ПАО «Протон-ПМ»)
Адрес: 614010, г. Пермь, Комсомольский проспект, 93
ИНН 5904006044
Телефон: (342) 244-02-94, факс: (342) 241-34-10
Адрес в Интернете: <http://www.protonpm.ru>
E-mail: pr@protonpm.ru

Испытательный центр

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

Адрес: 111116, Россия, Москва, ул. Авиамоторная, 2
Телефон: (499) 763-61-67, факс: (499) 763-61-10
Адрес в Интернете: www.ciam.ru
E-mail: info@ciam.ru

Аттестат аккредитации ФГУП «ЦИАМ им. П.И. Баранова» по проведению испытаний средств измерений в целях утверждения типа № 30093-11 от 24.08.2015 г.