

СОГЛАСОВАНО

Первый заместитель генерального
директора – директор
исследовательского центра
«Авиационные двигатели»
ФАУ «ЦИАМ им. П.И. Баранова»



В.Г. Марков

«29» 05 2025 г.

ГСИ. Система автоматизированная информационно-измерительная ИС-14-1.

Методика поверки

МП ИС-14-1

г. Москва
2025 г.

СОДЕРЖАНИЕ

Принятые сокращения и условные обозначения	4
1 Общие положения	5
2 Перечень операций поверки средства измерений.....	7
3 Требования к условиям проведения поверки	8
4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку.....	9
5 Метрологические и технические требования к средствам поверки.....	10
6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки	12
7 Внешний осмотр средства измерений.....	13
8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений. проверка программного обеспечения средства измерений	14
8.1 Подготовка к поверке.....	14
8.2 Идентификация ПО	14
8.3 Проверка работоспособности ИК АИИС.....	16
8.4 Подготовка АИИС к поверке	18
9 Определение метрологических характеристик средства измерений	23
9.1 Определение метрологических характеристик ИК.....	23
9.2 Определение метрологических характеристик ИК силы от тяги	23
9.3 Определение метрологических характеристик ИК расхода топлива.....	24
9.4 Определение метрологических характеристик ИК прокачки масла	26
9.5 Определение метрологических характеристик ИК частоты переменного тока, соответствующей частоте вращения роторов.....	28
9.6 Определение метрологических характеристик ИК избыточного и разности давлений газообразных и жидких сред	30
Поверку каждого ИК при поэлементном способе поверки – выполнять в 3 этапа:.....	30
Поверку каждого ИК при комплектном способе поверки выполнять следующим образом	31
9.7 Определение метрологических характеристик ИК напряжения постоянного тока, соответствующего значениям температуры в диапазоне преобразований ПП термоэлектрического типа ХА (К), ХК (L)	35
9.8 Определение метрологических характеристик ИК температуры, измеренной ПП термоэлектрического типа ХК (L)	38
9.9 Определение метрологических характеристик ИК температуры в диапазоне преобразований ПП терморезистивного типа (термометров сопротивления)	40
9.10 Определение метрологических характеристик ИК напряжения и силы постоянного тока, сопротивления постоянному току.....	43
10 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям.....	45
10.1 Обработка результатов измерений	45

10.2 Обработка результатов измерений ИК силы от тяги	46
10.3 Критерии принятия решения по подтверждению соответствия Системы метрологическим требованиям	47
11 Оформление результатов поверки.....	48
Приложение А (<i>обязательное</i>) Метрологические характеристики АИИС.....	49
Приложение Б (<i>обязательное</i>) Выполнение поверки ИК и формирование протокола поверки ИК в ПО	49
Приложение В (<i>справочное</i>) Форма протокола поверки при расчетном способе -обработки результатов измерений	63
Приложение Г (<i>рекомендуемое</i>) Форма протокола поверки при автоматическом способе обработки результатов измерений.....	64
Приложение Д (<i>рекомендуемое</i>) Форма результирующего протокола поверки при поэлементном способе поверки ИК.....	66

ПРИНЯТЫЕ СОКРАЩЕНИЯ И УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

АИИС	– Система автоматизированная информационно-измерительная ИС-14-1
ВП	– верхний предел диапазона измерений или нормированного значения измеряемого параметра
ГХ	– градуировочная характеристика
ГПС	– государственная поверочная схема
ДИ	– диапазон измерений измерительного канала (ИК), в пределах которого устанавливаются контрольные точки (меры), для которых определяются значения метрологических характеристик и в которых выполняется их оценка на соответствие нормированным пределам допускаемой погрешности измерений
ИЗ	– измеренное значение
ИК	– измерительный канал (каналы)
КТ	– контрольная точка диапазона измерений (ДИ), в которой устанавливается (задается) номинальное действительное значение измеряемой величины, принимаемое за истинное, при проведении экспериментальных исследований поверяемого ИК
ЛКМ	– левая кнопка манипулятора «мышь»
МП	– методика поверки
МХ	– метрологические характеристики
НП	– нижний предел
НСХ	– номинальная статическая характеристик
ПКМ	– правая кнопка манипулятора «мышь»
ПО	– программное обеспечение
ПП	– первичный преобразователь (датчик)
РЭ	– руководство по эксплуатации
СИ	– средство(а) измерений
ФИФ по ОЕИ	– Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений
ФО	– формуляр
ЭЧ	– электрическая часть

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки (МП) разработана в соответствии с Приказом Минпромторга России № 2907 от 28.08.2020, приказом Минпромторга № 2510 от 31.07.2020 и устанавливает порядок, методы и средства проведения первичной и периодических поверок измерительных каналов (ИК) Системы автоматизированной информационно-измерительной ИС-14-1 (далее по тексту – АИИС, Система), предназначенной для измерения основных параметров при стендовых испытаниях газотурбинных двигателей: силы от тяги, частоты вращения роторов, массового расхода топлива, прокачки масла, температуры газов и жидкостей, давления газов и жидкостей, напряжения постоянного тока и силы постоянного тока, сопротивления постоянному току.

1.2 Конструктивно Система представляет собой модульную автоматизированную систему сбора данных, включающую станции сбора данных (ССД), компьютер АРМ, коммутационное оборудование и источники бесперебойного питания, первичных преобразователей.

Функционально Система включает в себя следующие измерительные каналы (ИК):

- ИК расхода топлива;
- ИК прокачки масла;
- ИК силы от тяги;
- ИК частоты переменного тока, соответствующей частоте вращения роторов;
- ИК избыточного и разности давлений газообразных и жидких сред;
- ИК напряжения постоянного тока, соответствующего значениям температуры газообразных сред в диапазоне преобразований ПП термоэлектрического типа ХК (L);
- ИК напряжения постоянного тока, соответствующего значениям температуры газообразных сред в диапазоне преобразований ПП термоэлектрического типа ХА (K);
- ИК температуры, измеренной ПП термоэлектрического типа ХК (L);
- ИК напряжения постоянного тока, соответствующего значениям температуры корпусов и деталей ГТД в диапазоне преобразований ПП термоэлектрического типа ХА (K);
- ИК напряжения постоянного тока, соответствующего значениям температуры корпусов и деталей ГТД в диапазоне преобразований ПП термоэлектрического типа ХК (L);
- ИК напряжения постоянного тока, соответствующее значениям температуры газообразных сред, температуры корпусов и деталей в диапазоне преобразований ПП термоэлектрического типа ХА (K), ХК (L);
- ИК температуры в диапазоне преобразований ПП терморезистивного типа (термометров сопротивления);
- ИК напряжения и силы постоянного тока, сопротивления постоянному току.

1.3 Способы поверки

1.3.1 Настоящая МП устанавливает комплектный и поэлементный способы поверки ИК.

1.3.2 В настоящей МП поверка ИК реализована с помощью метода прямых измерений.

1.4 Нормирование метрологических характеристик

1.4.1 Номенклатура МХ ИК, определяемых по данной МП, установлена в соответствии с ГОСТ 8.009-84.

1.4.2 Оценка и форма представления погрешностей – по МИ 1317-2004.

1.4.3 Методы определения МХ ИК при поверке комплектным способом – по ГОСТ Р 8.736-2011.

1.4.4 Количество КТ на ДИ – по МИ 2440-97.

1.5 АИИС обеспечивает прослеживаемость к следующим Государственным первичным эталонам:

- ГЭТ 35-2021 и ГЭТ 34-2020 в соответствии с Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 19 ноября 2024 г. № 2712 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений температуры»;

- ГЭТ 13-2023 в соответствии с Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28 июля 2023 г. № 1520 «Об утверждении государственной

поверочной схемы для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы»;

- ГЭТ 14-2014 в соответствии с Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30 декабря 2019 г. № 3456 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений электрического сопротивления постоянного и переменного тока»;

- ГЭТ 23-2010 в соответствии с Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 20 октября 2022 г. № 2653 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений избыточного давления до 4000 МПа»;

- ГЭТ 1-2022 в соответствии с Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26 сентября 2022 г. № 2360 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений времени и частоты»;

- ГЭТ 63-2019 в соответствии с Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26 сентября 2022 г. № 2356 «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»;

- ГЭТ 4-91 в соответствии с Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 1 октября 2018 г. № 2091 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений силы постоянного электрического тока в диапазоне от $1 \cdot 10^{-16}$ до 100 А»;

- ГЭТ 32-2011 в соответствии с Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 22 октября 2019 г. № 2498 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений силы».

1.6 Допускается возможность проведения поверки отдельных измерительных каналов из состава системы для меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 Перечень операций, которые должны проводиться при поверке АИИС, приведен в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Перечень операций поверки

Наименование операции	Номер пункта документа по поверке	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1	2	3	4
1 Внешний осмотр	7	да	да
2 Подготовка к поверке и опробование средства измерений. Проверка программного обеспечения средства измерений	8	да	да
3 Определение метрологических характеристик ИК:	9.1	да	да
3.1 Определение метрологических характеристик ИК силы от тяги	9.2	да	да
3.2 Определение метрологических характеристик ИК расхода топлива	9.3	да	да
3.3 Определение метрологических характеристик ИК прокачки масла	9.4	да	да
3.4 Определение метрологических характеристик ИК частоты переменного тока, соответствующей частоте вращения роторов	9.5	да	да
3.5 Определение метрологических характеристик ИК избыточного и разности давлений газообразных и жидких сред	9.6	да	да
3.6 Определение метрологических характеристик ИК напряжения постоянного тока, соответствующего значениям температуры в диапазоне преобразований ПП термоэлектрического типа ХА (К), ХК (L)	9.7	да	да
3.7 Определение метрологических характеристик ИК температуры, измеренной ПП термоэлектрического типа ХК (L)	9.8	да	да
3.8 Определение метрологических характеристик ИК температуры в диапазоне преобразований ПП терморезистивного типа (термометров сопротивления)	9.9	да	да
3.9 Определение метрологических характеристик ИК напряжения и силы постоянного тока, сопротивления постоянному току	9.10	да	да
4 Подтверждение соответствия средств измерений метрологическим требованиям	10	да	да
5 Оформление результатов поверки	11	да	да
Примечание – При проведении поверки в ограниченном объеме перечень проверяемых ИК может быть сокращен на основании письменного заявления владельца средства измерений или лица, представившего средство измерений на поверку			

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 Поверка должна проводиться в рабочих условиях эксплуатации АИИС.

3.2 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

Параметры электрического питания:

- напряжение переменного тока, В.....	230 ± 23
- частота переменного тока, Гц.....	50 ± 1

Рабочие условия в помещении пультной:

- температура воздуха, °С.....	от +15 до +30
- относительная влажность воздуха, не более, %	95
- атмосферное давление, кПа	от 80 до 120

Рабочие условия в испытательном боксе:

- температура воздуха, °С.....	от -40 до +40
- относительная влажность воздуха, не более, %.....	95
- атмосферное давление, кПа	от 80 до 120

3.3 При выполнении поверок ИК АИИС условия окружающей среды для средств поверки должны соответствовать требованиям, указанным в руководствах на их эксплуатацию и требованиям, установленным ГОСТ 8.395-80.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 К проведению поверки допускаются лица, изучившие эксплуатационные документы на АИИС, имеющие достаточные знания и опыт работы с ними, имеющие квалификацию поверителя в установленном порядке и прошедшие инструктаж по технике безопасности.

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки использовать средства поверки и вспомогательное оборудование, приведенные в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Перечень средств поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки, рег. № в ФИФ по ОЕИ
Основные средства поверки		
9.2	Средство поверки, соответствующее 2 разряду по ГПС, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 22 октября 2019 г. № 2498 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений силы» в диапазоне 1,0 кН до 10,0 кН	Динамометр электронный на растяжение, сжатие и универсальный ТМУ-10/0,5 (рег. № 53968-13)
9.3; 9.4; 9.6 (позлементная поверка) 9.10	Средство поверки, соответствующее 2 разряду по ГПС, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 1 октября 2018 г. № 2091 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений силы постоянного электрического тока в диапазоне от $1 \cdot 10^{-16}$ до 100 А» в диапазоне от 4 до 20 мА;	Калибратор-измеритель унифицированных сигналов прецизионный ЭЛЕМЕР-ИКСУ-2012 (рег. № 56318-14)
9.5	Средство поверки, соответствующее 5 разряду по ГПС, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26 сентября 2022 г. № 2360 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений времени и частоты» в диапазоне до 20 кГц	Генератор сигналов низкочастотный прецизионный ГЗ-136 (рег. № 44849-10)
9.6 (комплектно)	Средства поверки, соответствующие 3 и 4 разрядам по ГПС, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 20.10.2022 г. № 2653 в диапазонах от 0 до 16 МПа	Калибратор многофункциональный DPI 620 (рег. № 60401-15)
9.8 (позлементная поверка) 9.7; 9.10 (комплектно)	Средство поверки, соответствующее 3 разряду по ГПС, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28 июля 2023 г. № 1520 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений постоянного	Калибратор-измеритель унифицированных сигналов прецизионный ЭЛЕМЕР-ИКСУ-2012 (рег. № 56318-14)

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки, рег. № в ФИФ по ОЕИ
	электрического напряжения и электродвижущей силы» в диапазонах от -2 до +55 мВ (9.7 и 9.8) и от 0 до 10 В (9.10)	
9.9 (поэлементная поверка) 9.10 (комплектно)	Средство поверки, соответствующее 4 разряду по ГПС, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30.12.2019 г. № 3456 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений электрического сопротивления постоянного и переменного тока» в диапазоне от 0,1 до 200 Ом	Калибратор-измеритель унифицированных сигналов прецизионный ЭЛЕМЕР-ИКСУ-2012 (рег. № 56318-14)
9.8 (поэлементная поверка)	Средство поверки, соответствующее 3 разряду по ГПС, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 23.12.2022 г. № 3253 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений температуры» в диапазоне температур от -40 °С до +100 °С	Термостат переливной прецизионный ТПП-1.1 (рег. № 33744-07)
Вспомогательные средства поверки		
9.2 – 9.10	Средство измерений условий окружающей среды: Прибор комбинированный Testo 622 (рег. номер в ФИФ ОЕИ 53505-13)	
9.2 – 9.10	Средство измерений параметров электрического питания (напряжения и частоты переменного тока): Прибор электроизмерительный цифровой (мультиметр) ИМС-Ф1 (рег. номер в ФИФ ОЕИ 49681-12)	

5.2 При проведении поверки допускается применение других средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых ИК с требуемой точностью (выбираются по поверочным схемам по соответствующим видам измерений).

5.3 Используемые средства поверки должны иметь действующее свидетельство об аттестации эталона и/или действующее свидетельство о поверке (с учетом требований поверочных схем), и/или наличие сведений о положительных результатах поверки в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений (ФИФ по ОЕИ).

6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки необходимо соблюдать требования техники безопасности, предусмотренные «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок», ГОСТ 12.2.007.0-75, ГОСТ 12.1.019-2017, ГОСТ IEC 61010-1-2014 и требования безопасности, указанные в технической документации на применяемые эталоны и вспомогательное оборудование. Любые подключения приборов проводить только при отключенном напряжении питания Системы.

6.2 Кроме того, необходимо соблюдать следующие требования:

- к работе по выполнению поверки допускаются лица не моложе 18 лет, ознакомленные с эксплуатационной документацией на Систему, с инструкцией по эксплуатации электрооборудования Системы и с настоящей методикой;
- помещение, где проводится поверка, должно быть оборудовано пожарной сигнализацией и средствами пожаротушения;
- установку средств поверки производить с таким расчетом, чтобы был обеспечен удобный доступ к ним при проведении работ;
- подключение и отключение первичных измерительных преобразователей (ПП) давления от Системы, передающей давление, должны производиться только при условии отсутствия в ней избыточного давления;
- запрещается задавать давление, превышающее значение верхнего предела, поверяемого ПП в соответствии с его техническими характеристиками;
- электрооборудование стенда, а также электроизмерительные приборы, используемые в качестве средств поверки, должны быть заземлены, блоки питания должны иметь предохранители номинальной величины;
- работы по выполнению поверки Системы должны проводиться по согласованию с лицами, ответственными за её эксплуатацию.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 При выполнении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие поверяемого ИК АИИС следующим требованиям:

- комплектность ИК АИИС должна соответствовать РЭ (ФО);
- маркировка ИК АИИС должна соответствовать требованиям проектной и эксплуатационной документации;
- измерительные, вспомогательные и соединительные компоненты (кабельные разъемы, клеммные колодки и т. д.) ИК Системы не должны иметь визуально определяемых внешних повреждений и должны быть надежно соединены и закреплены;
- соединительные линии (кабели, провода) не должны иметь повреждений изоляции и экранирования и должны быть надежно соединены с разъемами и клеммами;
- Система должна быть защищена от несанкционированного вмешательства;
- экранирование кабелей и проводов должно быть соединено между собой и с заземляющим контуром в соответствии с электрическими схемами

7.2 Результаты внешнего осмотра считать удовлетворительными, если выполняются условия, изложенные в пункте 7.1. В противном случае проведение поверки не проводится до устранения выявленных недостатков.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ. ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Подготовка к поверке

При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

8.1.1 Включить Систему в соответствии с разделом 5 Руководства по эксплуатации 007-0547-ИС-14-1-2025 РЭ.

8.1.2 Проверить техническое состояние и подготовить Систему к работе в соответствии с 007-0547-ИС-14-1-2025 РЭ.

8.1.3 Проверить соответствие условий поверки требованиям раздела 3.

8.1.4 При подготовке к поверке:

- проверить наличие действующих свидетельств об аттестации эталонов на средства поверки и/или действующих свидетельств о поверке, и/или наличие сведений о положительных результатах поверки в ФИФ по ОЕИ;

- технические средства если они находились в условиях отрицательных температур, либо повышенной влажности, выдержать не менее 2 часов в условиях, указанных в разделе 3;

- подготовить средства поверки в соответствии с их эксплуатационной документацией;

- при необходимости обеспечить оперативную связь оператора у монитора с оператором, задающим контрольные значения;

- включить питание аппаратуры;

- ожидать прогрева аппаратуры не менее 30 минут.

8.1.5 Перед началом поверки измерить и занести в протокол поверки условия проведения поверки (условия окружающей среды, параметры электрического питания).

8.2 Идентификация ПО

8.2.1 На экране монитора после включения Системы должен быть рабочий стол загруженной операционной системы Windows.

8.2.2 Для проверки наименования и версии метрологически значимого ПО выполнить следующие операции.

8.2.3 Запустить ПО двойным нажатием левой кнопки манипулятора «мышь» (ЛКМ) на ярлык  на рабочем столе;

8.2.4 В открывшемся главном окне программы (рисунок 1) щелчком правой кнопки «мышь» (ПКМ) по пиктограмме  в левом верхнем углу открыть контекстное меню (рисунок 2).

8.2.5 Щелчком ЛКМ в контекстном меню на опции «О программе» открыть информационное окно (рисунок 3).

8.2.6 Убедиться в соответствии характеристик в информационном окне программы, характеристикам программного обеспечения, приведенным ниже:

- метрологически значимая часть – scales.dll;

- номер версии – 3.6.0.3;

- ID (цифровой идентификатор) – 24CVC163.

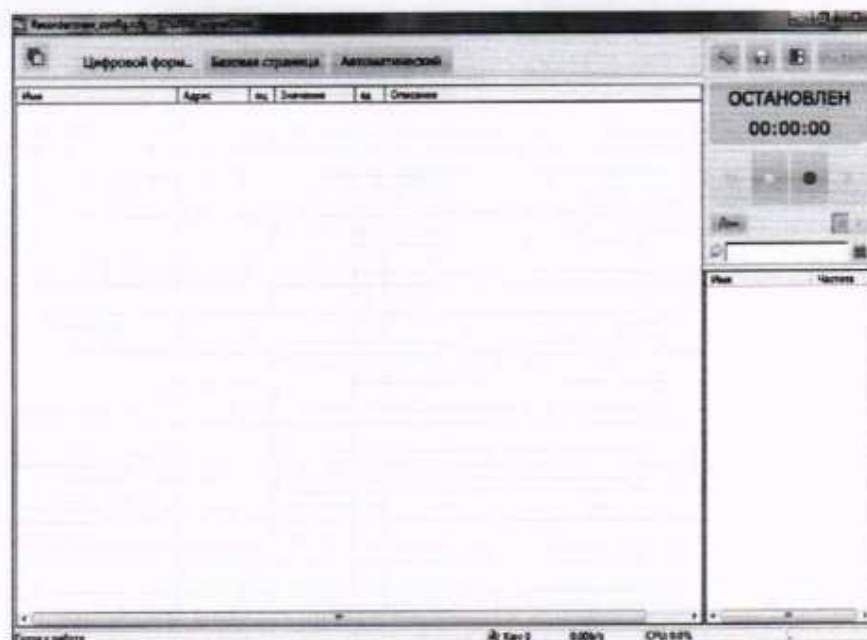


Рисунок 1 – Пример вида основного окна ПО

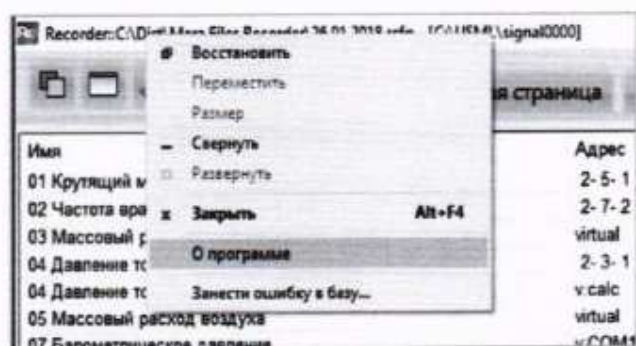


Рисунок 2 – Вид контекстного меню ПО



Рисунок 3 – Пример вида информационного окна ПО

8.3 Проверка работоспособности ИК АИИС

Проверку работоспособности проверяемых ИК Системы выполнить в следующей последовательности.

8.3.1 Открыть окно «Настройки» ПО, представленное на рисунке 4, нажатием клавиши F12 на клавиатуре рабочего места оператора.

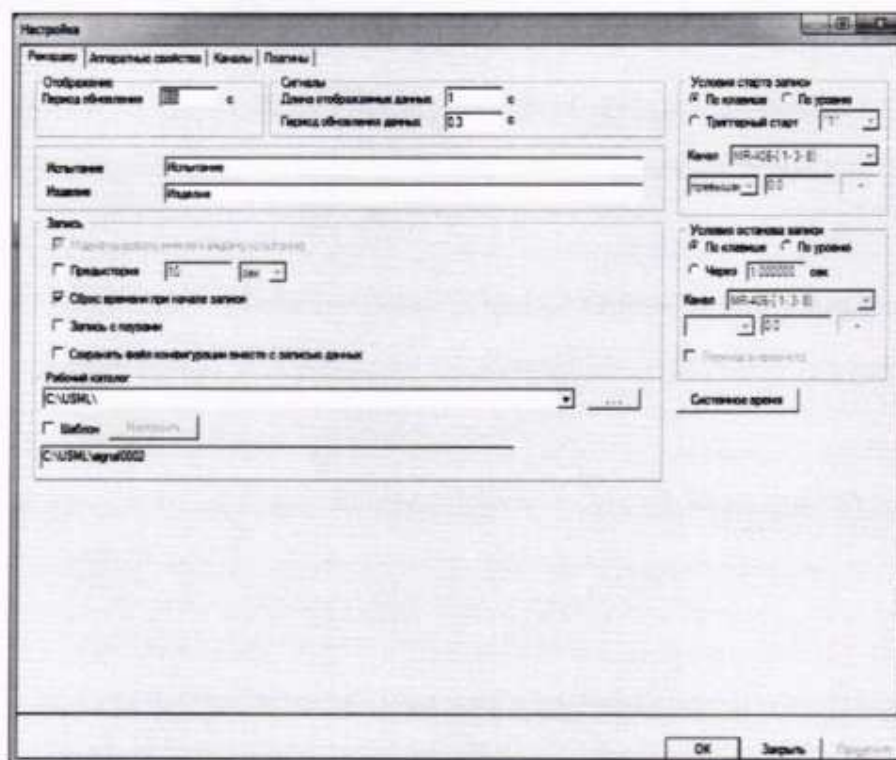


Рисунок 4 – Вид окна «Настройка» ПО

8.3.2 Выбрать вкладку «Каналы» в окне (рисунок 4) нажатием ЛКМ. Вид окна, отображающий состав ИК, управляемых операторской станцией, должен быть подобен представленному на рисунке 5.

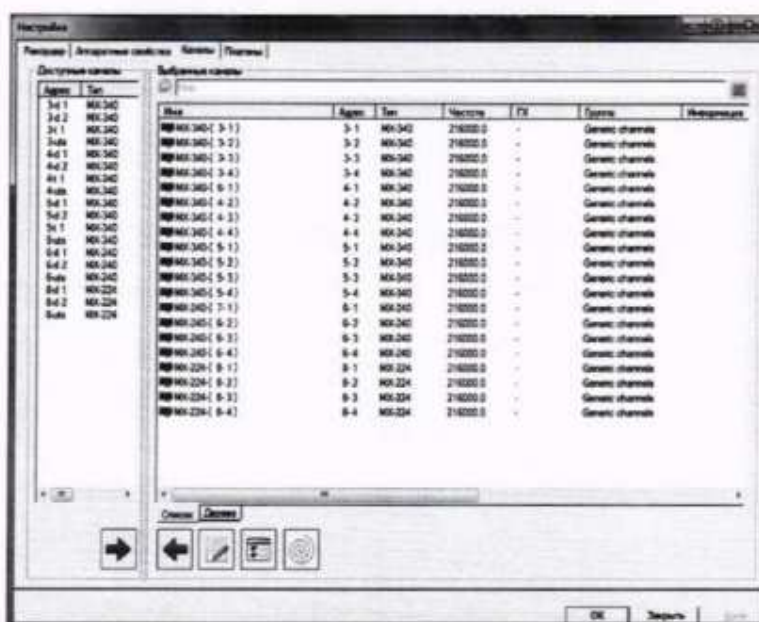


Рисунок 5 – Вид окна с ИК

8.3.3 Если в указанном окне (рисунок 5) есть каналы, отмеченные жёлтой меткой, необходимо выполнить инициализацию аппаратных средств, вызвав выпадающее меню нажатием ПКМ на строке «Устройства» и выбрав в нём строку «Сброс всех устройств» ЛКМ (рисунок 6).



Рисунок 6 - Инициализация аппаратных средств

8.3.4 Пооле сброса – закрыть окно «Настройка» нажатием ЛКМ на поле «ОК». Окно ПО должно принять вид, аналогичный представленному на рисунке 7.

Имя	Адрес	Оценка	Значение	Единицы м.	Описание
УС_ТМ_Давление	vseriaidv...	m	991.890	гПа	Канал давления
Температура_WBTM	vseriaidv...	m	18.2337	С	Температура-WBTM
Влажность_WBTM	vseriaidv...	m	67.1745	%	Влажность-WBTM
Коррекция_мд_ус_тм	vcalc	m	0	-	0
Коррекция_мд_ус_тм	vcalc	m	1000.0	-	0
_DeltaTimeArinc	vcalc	m	0.0992	-	Служебный канал платины LuaCalc. Временная дельта выводов сигнала "arinc"
_OperationTimeArinc	vcalc	m	0	-	0
_QueueSizeArinc	vcalc	m	0	-	0
DL_Hydro_Cycle_Start	vcalc	m	0	-	0
DL_Hydro_Cycle_Stop	vcalc	m	0	-	0
DL_Hydro_Cycle_Pause	vcalc	m	0	-	0
Alarm_Hydro_Temp_Alarm	vcalc	m	0.0	-	0.0
Alarm_Hydro_Press_Alarm	vcalc	m	0.0	-	0.0
Alarm_Hydro_Consump_Alarm	vcalc	m	1.0	-	1.0
Heater_Set_Point_Fuel	vcalc	m	0	-	0
Heater_Lamp_Switch	vcalc	m	0.0	-	0.0
Heater_Lamp_State	vcalc	m	0.0	-	0.0
Heater_Lamp_Overheat	vcalc	m	1.0	-	1.0
Heater_Alarm	vcalc	m	0.0	-	0.0
Alarm_Oil_Filter	vcalc	m	0.0	-	0.0
Alarm_Fuel_Filter_3	vcalc	m	0.0	-	0.0
Alarm_Fuel_Filter_2	vcalc	m	0.0	-	0.0
Alarm_Fuel_Filter_1	vcalc	m	0.0	-	0.0
Heater_Switch	vcalc	m	0	-	0
_OverflowCounter	vcalc	m	0.0001	-	Служебный канал платины LuaCalc. Счетчик переполнений
_ExecTimeHydro	vcalc	m	0.1006	-	Служебный канал платины LuaCalc. Время выполнения сигнала "Hydro"
_DeltaTimeHydro	vcalc	m	0.1007	-	Служебный канал платины LuaCalc. Временная дельта выводов сигнала "Hydro"
_ExecTimeHeater	vcalc	m	0.0001	-	Служебный канал платины LuaCalc. Время выполнения сигнала "Heater"
_DeltaTimeHeater	vcalc	m	0.1007	-	Служебный канал платины LuaCalc. Временная дельта выводов сигнала "Heater"
_ExecTimeOil_Filter	vcalc	m	0.0	-	Служебный канал платины LuaCalc. Время выполнения сигнала "Oil_Filter"
_DeltaTimeOil_Filter	vcalc	m	0.1007	-	Служебный канал платины LuaCalc. Временная дельта выводов сигнала "Oil_Filter"
DL_Hydro_Valve_Open	vcalc	m	0	-	Команда ТС: Кран K52 открыть
DL_Fuel_Valve_K54_Close	vcalc	m	0	-	Команда ТС: Кран K54 закрыть
DL_Hydro_Load	vcalc	m	0	-	Команда ТС: Режим загрузки
DL_Air_Valve_K51_Open	vcalc	m	0	-	Команда ТС: Кран K51 открыть
DL_Engine_Stop_and_ESK	vcalc	m	0	-	Команда Двигатель: Останов и ЭСК

Рисунок 7 – Пример окна конфигурации ПО, готовой к работе

8.4 Подготовка АИИС к поверке

Для осуществления настройки ПО на поверку конкретного ИК АИИС необходимо выполнить следующие операции.

8.4.1 Открыть окно «Настройки» ПО, представленное на рисунке 4, нажатием клавиши F12 на клавиатуре рабочего места оператора. Выбрать вкладку «Каналы» в окне (рисунок 4) нажатием ЛКМ. Установить курсор манипулятора «мышь» на строку ИК, подлежащего поверке.

8.4.2 Открыть диалоговое окно «Настройка канала...» двойным нажатием ЛКМ на выделенном ИК (любом ИК из группы выделенных), вид которого представлен на рисунке 8.



Рисунок 8 – Вид диалогового окна «Настройка канала...»

8.4.3 Во вкладке «Параметры» окна «Настройка канала...», в разделе «Канальная ГХ», нажать ЛКМ кнопку «Калибровка канала».

8.4.4 В открывшемся диалоговом окне «Выбор типа градуировки...» (рисунок 9) выбрать нажатием ЛКМ в разделе «Произвести...» поля: «проверку...», «стандартная», а затем нажать кнопку «Далее».



Рисунок 9 – Вид диалогового окна «Выбор типа градуировки/калибровки/проверки (канальная)»

8.4.5 Открывшееся диалоговое окно «Параметры проверки (канальная)» (рисунок 10) соответствует случаю выбора одного ИК для поверки. При выборе для поверки группы ИК

сведения о каждом из выбранных каналов будут представлены своей строкой в таблице в левой части окна.

Параметры проверки (канальная)...

Диапазон измерения
 Нижний предел измерений: 0 Ед. изм.: В
 Верхний предел измерений: 0.007

Параметры испытания и расчетов
 Кол-во контрольных точек: 6 Кол-во порций: 1
 Длина порций: 108000 Кол-во циклов: 1
 Обратный код: нет
 Тип оценки порций: Среднеквадратическое значение (СКЗ)
 Тип ГХ: Полином (авто)

Эталон
 Задатчик сигнала: Ручной
 Измеритель сигнала: Ручной

№	Имя	Опис...	Адрес	Модуль	Серийный номер мс
1	МХ-340(3-1)		3-1	МХ-340	0000

Шаблон Загрузить Сохранить

Допуск
☐ Скачки измеряемой величины 1 %
☐ Утечки по каналу эталона 1 %

Опции управления
 Пауза перед измерением

Опции просмотра

<< Тип калибровки Отмена Из файла Проверка >>

Контрольные точки

№	Значение
1	0
2	0.0014
3	0.0028
4	0.0042
5	0.0056
6	0.007

Сортировать нет

Рисунок 10 – Вид диалогового окна «Параметры проверки (канальная)...

8.4.5.1. В окне «Параметры проверки (канальная)» (рисунок 10) установить значения настроечных параметров с учетом сведений, указанных в таблице 8.4.

Таблица 8.4 – Установка настроечных параметров для поверки ИК в окне «Параметры проверки (канальная)...

Наименование поля в окне «Параметры проверки (канальная)...	Значение
<i>Раздел «По крайним точкам проверки»</i>	
«Нижний предел измерений»	Таблица контрольных точек для выбранного ИК (раздел 9 ¹): - значение в поле «НП ДИ ИК»; - либо значение нижней границы диапазона измерений в поле «ДИ ИК»
«Верхний предел измерений»	Таблица контрольных точек для выбранного ИК (раздел 9): - значение в поле «ВП ДИ ИК»; - либо значение верхней границы диапазона измерений в поле «ДИ ИК»
«Ед. изм.:»	Единицы измерения выбранного для поверки ИК

¹ Здесь и далее в таблице 8.4: раздел 9 настоящей методики поверки: «Определение метрологических характеристик средства измерений»

Наименование поля в окне «Параметры проверки (канальная)...	Значение
<i>Раздел «Параметры испытания и расчетов»</i>	
«Количество контрольных точек»	Значение в поле «Кол-во КТ, п» из таблицы контрольных точек для выбранного ИК (раздел 9)
«Длина порции» ²	Устанавливается согласно требованиям для выбранного ИК в соответствующем ему разделе 9
«Количество порций» ³	«1»
«Количество циклов» ⁴	«1» «3» - для комплектной поверки (пп. 9.2)
«Обратный ход» ⁵	«Да» – для ИК, поверяемых комплектным способом согласно пп. 9.2 (обязательно); 9.6 (рекомендуется) «Нет» – для остальных ИК
«Тип оценки порции» ⁶	Устанавливается согласно требованиям для выбранного ИК в соответствующем ему разделе 9
<i>Раздел «Эталон»</i>	
«Задатчик сигнала»	«Ручной»
«Измеритель сигнала»	«Ручной»
<i>Раздел «Контрольные точки»</i>	
«№»	Заполняется программой автоматически, с равномерным распределением контрольных точек по диапазону измерений, включая начало и конец диапазона. ПО позволяет скорректировать подобранные программой значения нажатием ЛКМ и вводом с клавиатуры необходимых значений (см. таблицу контрольных точек в разделе 9 для выбранного ИК)

8.4.5.2. Для назначения длительности паузы перед измерением в каждой контрольной точке необходимо нажать ЛКМ кнопку «Пауза перед измерением». При этом откроется окно, представленное на рисунке 11. После назначения длительности паузы необходимо нажать в этом окне кнопку «Применить».

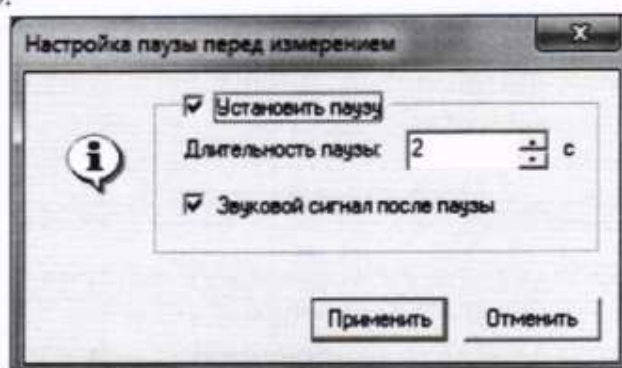


Рисунок 11 – Окно «Настройка паузы перед измерением»

² Длина порции – количество единичных отсчетов измеренных значений сигнала. По единичным отсчетам в порции проводится усреднение измеренной величины. Усреднение значений позволяет уменьшить случайную ошибку при расчете. С увеличением длины порции случайная ошибка уменьшается

³ Количество порций – количество выборок указанной длины порции, осуществляемых для одной контрольной точки

⁴ Количество циклов – число, задающее количество повторов циклов проведения измерений по всем контрольным точкам диапазона измерений

⁵ Функция «Обратный ход» включает механизм, при котором в режиме калибровки/градуировки помимо прямого прохода по контрольным точкам производится обратный ход. Эта функция необходима в случае, когда требуется учет гистерезиса

⁶ Параметр «Тип оценки порции» выбирается из предлагаемого списка: математическое ожидание, среднее квадратичное отклонение (СКО), амплитуда, размах (двойная амплитуда) и т.д. Первое используется для измерений в контрольных точках с заданным постоянным уровнем измеряемого параметра, остальные – при переменном (гармонически изменяющемся) уровне измеряемого параметра

8.4.5.3. Остальные поля и опции в окне «Параметры проверки (канальная)…» (рисунок 10) для настройки ПО на поверку конкретного ИК АИИС изменять не требуется.

8.4.5.4. Перечисленные выше в пункте 8.4.5 настройки ПО следует повторять при подготовке к поверке всех ИК.

8.4.6 Процесс поверки запускается по нажатию кнопки «Проверка» в окне «Параметры проверки (канальная)…» (рисунок 10).

8.4.7 Описание последовательности действий при исполнении этого процесса и для формирования протокола поверки дано в Приложении Б к настоящей МП.

8.4.8 Необходимые настройки ПО для формирования протоколов поверки конкретных ИК либо электрических частей соответствующих ИК приведены в разделе 9 настоящей МП.

8.4.9 Все действия, описанные выше в п. 8.4, необходимо выполнить для всех ИК, подлежащих поверке.

9 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 Определение метрологических характеристик ИК

9.1.1 Проверка ИК АИИС проводится комплектным или поэлементным способом.

9.2 Определение метрологических характеристик ИК силы от тяги

Поверку ИК силы от тяги двигателя допускается проводить, руководствуясь документом ОСТ 1 02517-84 «Отраслевая система обеспечения измерений. Силоизмерительные системы испытательных стендов. Методика поверки».

Поверку ИК проводить в следующем порядке:

9.2.1 Смонтировать на стенде ПГУ и имитатор двигателя;

9.2.2 При разомкнутой силопередающей цепочке ПГУ обнулить показания ИК силы системы;

9.2.3 Установить имитатор (силопередающий стержень) в силовую цепочку вместо применяемого при поверке эталонного динамометра;

9.2.4 С помощью ПГУ (по показаниям стендовой системы) плавно нагрузить силоизмерительную систему максимально допустимой для ИК силой, дать выдержку 5 минут, плавно разгрузить;

9.2.5 Убедиться, что показания ИК вернулись к нулевому значению, в противном случае повторно обнулить показания и нагрузить еще раз и демонтировать силопередающий стержень;

9.2.6 Установить эталонный динамометр нагрузить силоизмерительную систему максимально допустимой для ИК силой, дать выдержку 5 минут, плавно полностью разгрузить;

9.2.7 Обнулить показания терминала эталонного динамометра и ИК силы системы;

9.2.8 Задать регулярную последовательность из одиннадцати контрольных значений силы (с шагом $\sim 10\%$ ДИ) от условного нуля (без нагрузки) до $R_{\max}$ (прямой ход) и от $R_{\max}$ до условного нуля (обратный ход) (с остановкой на каждой контрольной точке не менее чем на 5 секунд), произвести регистрацию показаний ИК и эталонного динамометра, запись их в протокол.

9.2.9 Повторить работы по пункту 9.2.8 ещё четыре раза.

Примечание – при поверке ИК необходимо соблюдать следующие правила:

1) Считывание и регистрацию показаний производить после их установления.

2) При нагружении (разгрузке) ИК не допускать переход через принятые контрольные точки градуировки и возврата к ним с противоположной стороны хода градуировки. В случае такого перехода следует разгрузить (нагрузить) ИК до значения силы, предшествующей данной контрольной точке, после чего нагрузить (разгрузить) ИК и выйти на необходимую контрольную точку.

3) Перерыв между следующими друг за другом однократными градуировками не должен превышать 10 минут.

4) При хорошей повторяемости результатов допускается сократить количество циклов, но общее число циклов нагрузки должно быть не меньше 3.

9.2.10 Провести обработку полученных результатов в соответствии с разделом 10.3.

9.2.11 Результаты поверки ИК силы от тяги считать положительными, если погрешность ИК не превышает значений, приведенных в приложении А настоящей МП.

9.2.12 В случае невыполнения условий, указанных в п. 9.2.11, соответствующий ИК бракуется до выявления и устранения причины несоответствия. После устранения причины несоответствия ИК подлежит внеочередной поверке в соответствии с данной МП.

9.3 Определение метрологических характеристик ИК расхода топлива

Поверку ИК выполнять поэлементным способом в 3 этапа:

- 1 этап – контроль (оценка) состояния и МХ ПП;
- 2 этап – поверка электрической части ИК с целью определения диапазона измерений и МХ (индивидуальной функции преобразования и погрешности измерений);
- 3 этап – определение и оценка максимальной погрешности ИК.

9.3.1 Для контроля (оценки) ПП:

9.3.1.1 Проверить внешний вид, наличие пломб и маркировку – ПП не должен иметь видимых внешних повреждений, а пломбирование, маркировка типа и номера ПП должны соответствовать паспорту (этикетке).

9.3.1.2 Для ПП проверить действующее свидетельство о поверке и/или наличие сведений о положительных результатах поверки в ФИФ по ОЕИ.

9.3.2 Поверку электрической части ИК выполнить в указанной ниже последовательности:

9.3.2.1 Собрать схему поверки в соответствии с рисунком 12. На вход электрической части ИК (к кабельной линии) вместо ПП подключить средство поверки, выбранное в соответствии с таблицей 5.1 настоящей МП.



Рисунок 12 – Схема поверки ИК расхода топлива поэлементным способом

9.3.2.2 Выполнить подготовку ИК АИИС к поверке согласно п. 8.4 настоящей МП с учетом сведений, приведенных ниже.

9.3.2.3 Установить в окне «Настройка канала...» (рисунок 8) частоту опроса 100 Гц.

9.3.2.4 Установить в окне «Параметры проверки (канальная)...» (рисунок 10) настроечные параметры согласно таблице 8.4 раздела 8, а также следующие параметры:

- «Длина порции» – 10 отсчётов;
- «Тип оценки порции» – математическое ожидание (МО).

При настройке в поле «Контрольные точки» установить значения из поля «Номинальные значения расхода топлива в КТ» таблицы 9.2.1 (можно выбирать другие КТ, но не менее 5 равномерно распределенных по диапазону, включая верхнее и нижнее значения).

Таблица 9.2.1 – Контрольные точки расхода топлива

Наименование ИК (измеряемого параметра)	Единицы измерения	НП ДИ ИК	ВП ДИ ИК	Кол-во КТ, n	Номинальные значения расхода в КТ	Номинальные значения силы тока в КТ, [мА]
Расход топлива	кг/ч	0	550	5	0; 137,5; 275; 412,5; 550	4; 8; 12; 16; 20

9.3.2.5 Используя ПО, поочередно для всех номинальных значений расхода в КТ, указанных в таблице 9.3.1, провести измерения в соответствии с п.п.1 – 6 Приложения Б к настоящей МП. При этом номинальные значения силы тока на входе ИК, соответствующие номинальным значениям расхода в КТ и указанные в поле «Номинальные значения силы тока в КТ», устанавливать с помощью соответствующего средства поверки.

9.3.2.6 Используя указания п.п.7 – 12 Приложения Б к настоящей МП, выполнить обработку результатов измерений и сформировать протокол поверки.

Для варианта автоматической обработки результатов измерений во вкладке «Настройка протокола» окна «Настройка параметров протокола» (рисунок Б6 Приложения Б к настоящей МП) установить параметры ПО согласно таблице Б.1 Приложения Б. Для поверяемого ИК ПО будет выполнена обработка результатов измерений по формулам (10.1) и (10.2) или (10.3), приведенным в разделе 10 настоящей МП.

9.3.2.7 Выписать значение погрешности электрической части из сформированного протокола в результирующий протокол поверки, рекомендуемая форма которого представлена в Приложении Д к настоящей МП.

9.3.3 Рассчитать суммарную погрешность ИК согласно формуле (10.5) и заполнить оставшиеся пустые поля результирующего протокола (Приложение Д настоящей МП).

9.3.4 Результаты поверки ИК расхода топлива считать положительными если:

- ПП ИК имеет действующее свидетельство о поверке и/или наличие сведений о положительных результатах поверки в ФИФ по ОЕИ;
- погрешность электрической части ИК не превышает значений, приведенных в приложении А настоящей МП;
- рассчитанная согласно п. 9.3.3 суммарная погрешность ИК не превышает требуемую (приведенную в приложении А настоящей МП) для соответствующего ИК.

9.3.5 В случае невыполнения условий, указанных в п.9.3.4, ИК бракуется до выявления и устранения причины несоответствия. После устранения причины несоответствия ИК подлежит внеочередной поверке в соответствии с данной МП.

9.4 Определение метрологических характеристик ИК прокачки масла

Поверку ИК выполнять поэлементным способом в 3 этапа:

- 1 этап – контроль (оценка) состояния и МХ ПП;
- 2 этап – поверка электрической части ИК с целью определения диапазона измерений и МХ (индивидуальной функции преобразования и погрешности измерений);
- 3 этап – определение и оценка максимальной погрешности ИК.

9.4.1 Для контроля (оценки) ПП:

9.4.1.1 Проверить внешний вид, наличие пломб и маркировку – ПП не должен иметь видимых внешних повреждений, а пломбирование, маркировка типа и номера ПП должны соответствовать паспорту (этикетке).

9.4.1.2 Для ПП проверить действующее свидетельство о поверке и/или наличие сведений о положительных результатах поверки в ФИФ по ОЕИ.

9.4.2 Поверку электрической части ИК выполнить в указанной ниже последовательности:

9.4.2.1 Собрать схему поверки в соответствии с рисунком 13. На вход электрической части ИК (к кабельной линии) вместо ПП подключить средство поверки, выбранное в соответствии с таблицей 5.1 настоящей МП.



Рисунок 13 – Схема поверки ИК прокачки масла поэлементным способом

9.4.2.2 Выполнить подготовку ИК АИИС к поверке согласно п. 8.4 настоящей МП с учетом сведений, приведенных ниже.

9.4.2.3 Установить в окне «Настройка канала...» (рисунок 8) частоту опроса 100 Гц.

9.4.2.4 Установить в окне «Параметры проверки (канальная)...» (рисунок 10) настроечные параметры согласно таблице 8.4 раздела 8, а также следующие параметры:

- «Длина порции» – 10 отсчётов;
- «Тип оценки порции» – математическое ожидание (МО).

При настройке в поле «Контрольные точки» установить значения из поля «Номинальные значения прокачки масла в КТ» таблицы 9.4.1 (можно выбирать другие КТ, но не менее 5 равномерно распределенных по диапазону, включая верхнее и нижнее значения).

Примечание – допускается проводить поверку электрической части ИК в диапазоне от 4 до 20 мА.

Таблица 9.4.1 – Контрольные точки прокачки масла

Наименование ИК (измеряемого параметра)	Единицы измерения	НП ДИ ИК	ВП ДИ ИК	Кол-во КТ, n	Номинальные значения расхода в КТ	Номинальные значения силы тока в КТ, [мА]
Прокачка масла	л/мин	5,5	8,1		5,5; 6,2; 6,8; 7,5; 8,1	12,8; 13,92; 14,88; 16; 16,96

9.4.2.5 Используя ПО, поочередно для всех номинальных значений расхода в КТ, указанных в таблице 9.4.1, провести измерения в соответствии с п.п.1 – 6 Приложения Б к настоящей МП. При этом номинальные значения силы тока на входе ИК, соответствующие номинальным значениям прокачки в КТ и указанные в поле «Номинальные значения силы тока в КТ», устанавливать с помощью соответствующего средства поверки.

9.4.2.6 Используя указания п.п.7 – 12 Приложения Б к настоящей МП, выполнить обработку результатов измерений и сформировать протокол поверки.

Для варианта автоматической обработки результатов измерений во вкладке «Настройка протокола» окна «Настройка параметров протокола» (рисунок Б6 Приложения Б к настоящей МП) установить параметры ПО согласно таблице Б.1 Приложения Б. Для поверяемого ИК ПО будет выполнена обработка результатов измерений по формулам (10.1) и (10.4), приведенным в разделе 10 настоящей МП.

9.4.2.7 Выписать значение погрешности электрической части из сформированного протокола в результирующий протокол поверки, рекомендуемая форма которого представлена в Приложении Д к настоящей МП.

9.4.3 Рассчитать суммарную погрешность ИК согласно формуле (10.5) и заполнить оставшиеся пустые поля результирующего протокола (Приложение Д настоящей МП).

9.4.4 Результаты поверки ИК прокачки масла считать положительными если:

- ПП ИК имеет действующее свидетельство о поверке и/или наличие сведений о положительных результатах поверки в ФИФ по ОЕИ;
- погрешность электрической части ИК не превышает значений, приведенных в приложении А настоящей МП;
- рассчитанная согласно п. 9.4.3 суммарная погрешность ИК не превышает требуемую (приведенную в приложении А настоящей МП) для соответствующего ИК.

9.4.5 В случае невыполнения условий, указанных в п.9.4.4, ИК бракуется до выявления и устранения причины несоответствия. После устранения причины несоответствия ИК подлежит внеочередной поверке в соответствии с данной МП.

9.5 Определение метрологических характеристик ИК частоты переменного тока, соответствующей частоте вращения роторов

9.5.1 Поверку ИК частоты переменного тока, соответствующей частоте вращения роторов, выполнить в следующем образом:

9.5.1.1 Собрать схему поверки электрической части ИК в соответствии с рисунком 14, для чего на вход электрической части ИК (к кабельной линии) вместо первичного преобразователя подключить средство поверки, выбранное в соответствии с таблицей 5.1 настоящей МП.



Рисунок 14 – Схема поверки ИК частоты переменного тока, соответствующей частоте вращения роторов

9.5.1.1 Выполнить подготовку ИК АИИС к поверке согласно п. 8.4 настоящей МП с учетом сведений, приведенных ниже.

9.5.1.2 Установить в окне «Настройка канала...» (рисунок 8) частоту опроса 100 Гц.

9.5.1.3 Установить в окне «Параметры проверки (канальная)...» (рисунок 10) настроечные параметры согласно таблице 8.4 раздела 8, а также следующие параметры:

- «Длина порции» – 100 отсчётов;
- «Тип оценки порции» – математическое ожидание (МО).

При настройке в поле «Контрольные точки» установить значения из поля «Номинальные значения в КТ» таблицы 9.5.1 для соответствующего ИК (можно выбирать другие КТ, но не менее 5 равномерно распределенных по диапазону, включая верхнее и нижнее значения).

Таблица 9.5.1 – Контрольные точки измерения частоты

Наименование ИК (измеряемого параметра)	ДИ ИК	Кол-во КТ, п	Номинальные значения частоты переменного тока в КТ, [Гц]
Частота вращения ротора	от 300 до 4000 Гц	5	300; 1225; 2150; 3075; 4000
Частота вращения ротора	от 1000 до 5000 Гц	5	1000; 2000; 3000; 4000; 5000

9.5.1.4 Используя ПО поочередно для всех значений частот, указанных в таблице 9.5.1 провести измерения в соответствии с п.п.1 – 6 Приложения Б к настоящей МП. При этом

номинальные значения частоты переменного тока в КТ задать с помощью генератора в единицах измерения частоты переменного тока (Гц), а амплитуду сигнала на выходе генератора рекомендуется установить равной 2,5 В.

9.5.1.5 Используя указания п.п.7 – 12 Приложения Б к настоящей МП, выполнить обработку результатов измерений и формирование протокола поверки.

Для варианта автоматической обработки результатов измерений во вкладке «Настройка протокола» окна «Настройка параметров протокола» (рисунок Б6 Приложения Б к настоящей МП) установить параметры ПО согласно таблице Б.1 Приложения Б и таблице 9.5.2. Для поверяемого ИК ПО будет выполнена обработка результатов измерений по формулам (10.1) и (10.4), приведенным в разделе 10 настоящей МП.

Таблица 9.5.2 – Настройка протоколов поверки ИК частоты

Наименование поля в окне «Настройка параметров протокола»	Значение в поле
<i>Раздел «Параметры формирования таблиц»</i>	
«Относительная погрешность»	Оставить пустым
«Приведенная погрешность»	✓

9.5.2 Результаты поверки ИК частоты переменного тока, соответствующей значениям частоты вращения роторов, считать положительными, если максимальные значения приведенных погрешностей ИК находятся в допускаемых пределах (приведенных в приложении А настоящей МП).

9.5.3 В случае невыполнения условий, указанных в п.9.5.2, соответствующий ИК бракуется до выявления и устранения причины несоответствия. После устранения причины несоответствия ИК подлежит внеочередной поверке в соответствии с данной МП.

9.6 Определение метрологических характеристик ИК избыточного и разности давлений газообразных и жидких сред

Поверку каждого ИК выполнить одним из описанных ниже способов (комплектный, поэлементный).

Поверку каждого ИК при поэлементном способе поверки – выполнять в 3 этапа:

- 1 этап – контроль (оценка) состояния и МХ ПП;
- 2 этап – поверка электрической части ИК с целью определения диапазона измерений и МХ (индивидуальной функции преобразования и погрешности измерений);
- 3 этап – определение и оценка максимальной погрешности ИК.

9.6.1 Для контроля (оценки) ПП:

9.6.1.1 Проверить внешний вид, наличие пломб и маркировку – ПП не должен иметь видимых внешних повреждений, а пломбирование, маркировка типа и номера ПП должны соответствовать паспорту (этикетке).

9.6.1.2 Для каждого ПП проверить действующее свидетельство о поверке и/или наличие сведений о положительных результатах поверки в ФИФ по ОЕИ.

Выписать значение погрешности ПП (из описания типа или заводских паспортов на ПП), обозначение параметра ИК и диапазон измерений – в результирующий протокол поверки, рекомендуемая форма которого представлена в Приложении Д к настоящей МП.

9.6.2 Поверку электрической части каждого ИК выполнить в указанной ниже последовательности:

9.6.2.1 Собрать схему поверки в соответствии с рисунком 15, для чего на вход электрической части ИК (к кабельной линии) вместо преобразователя давления подключить средство поверки, выбранное в соответствии с таблицей 5.1 настоящей МП, в режиме воспроизведения силы постоянного тока в диапазоне от 4 до 20 мА.



Рисунок 15 – Схема поверки ИК давления газов и жидкостей поэлементным способом

9.6.2.2 Выполнить подготовку ИК АИИС к поверке согласно п. 8.4 настоящей МП с учетом сведений, приведенных ниже.

9.6.2.3 Установить в окне «Настройка канала...» (рисунок 8) частоту опроса 100 Гц.

9.6.2.4 Установить в окне «Параметры проверки (канальная)...» (рисунок 10) настроечные параметры согласно таблице 8.4 раздела 8, а также следующие параметры:

- «Длина порции» – 10 отсчетов;
- «Тип оценки порции» – математическое ожидание (МО).

9.6.2.5 Используя ПО, поочередно для всех номинальных значений давления в КТ (не менее 5 равномерно распределенных по диапазону ИК), провести измерения в соответствии с п.п.1 – 6 Приложения Б к настоящей МП. Значение силы постоянного тока, соответствующее давлению на входе ИК в КТ ($I_{кт}$) и рассчитанное по формуле (9.6.1), устанавливать с помощью соответствующего средства поверки:

$$I_{кт} = 4 + 16 \cdot \left| \frac{P_{кт} - P_{нп}}{P_{нп} - P_{вп}} \right| [\text{мА}], \quad (9.6.1)$$

где $P_{нп}$ и $P_{вп}$ – значения давления, соответствующие нижнему и верхнему пределам измерения ПП ИК;

$P_{кт}$ – значения давления в контрольных точках (таблица 9.5.1).

Примечание – допускается проводить поверку электрической части ИК в диапазоне от 4 до 20 мА.

9.6.2.6 Используя указания п.п.7 – 12 Приложения Б к настоящей МП, выполнить обработку результатов измерений и сформировать протокол поверки.

Для варианта автоматической обработки результатов измерений во вкладке «Настройка протокола» окна «Настройка параметров протокола» (рисунок Б6 Приложения Б к настоящей МП) установить параметры ПО согласно таблице Б.1 Приложения Б. Для поверяемого ИК ПО будет выполнена обработка результатов измерений по формулам (10.1) и (10.4), приведенным в разделе 10 настоящей МП.

9.6.2.7 Выписать значение погрешности электрической части из сформированного протокола в результирующий протокол поверки, рекомендуемая форма которого представлена в Приложении Д к настоящей МП.

9.6.3 Рассчитать суммарную погрешность ИК согласно формуле (10.5) и заполнить оставшиеся пустые поля результирующего протокола (Приложение Д настоящей МП).

9.6.4 Результаты поверки ИК давления газов и жидкостей считать положительными, если:

- ПП ИК имеет действующее свидетельство о поверке и/или наличие сведений о положительных результатах поверки в ФИФ по ОЕИ;
- погрешность электрической части ИК не превышает значений, приведенных в приложении А настоящей МП (для ПП с цифровым выходом проводится проверка работоспособности в соответствии с РЭ);
- рассчитанная согласно п. 9.6.3 суммарная погрешность ИК не превышает требуемую (приведенную в приложении А настоящей МП) для соответствующего ИК.

9.6.5 В случае невыполнения условий, указанных в п.9.6.4, соответствующий ИК бракуется до выявления и устранения причины несоответствия. После устранения причины несоответствия ИК подлежит внеочередной поверке в соответствии с данной МП.

Поверку каждого ИК при комплектном способе поверки выполнять следующим образом

9.6.6 Проверить внешний вид, наличие пломб и маркировку – ПП не должен иметь видимых внешних повреждений, а пломбирование, маркировка типа и номера ПП должны соответствовать паспорту (этикетке).

9.6.7 Собрать схему поверки в соответствии с рисунком 16, для чего ко входу ПП подключить средство поверки, выбранное в соответствии с таблицей 5.1 настоящей МП.



Рисунок 16 – Схема поверки ИК давления газов и жидкостей комплектным способом

9.6.7.1 Выполнить подготовку ИК АИИС к поверке согласно п. 8.4 настоящей МП с учетом сведений, приведенных в п. 9.6.2.3 и 9.6.2.4. При этом в поле «Обратный ход» окна «Параметры проверки (канальная)...» (рисунок 10) рекомендуется установить значение «Да».

В поле «Контрольные точки» в окне «Параметры проверки (канальная)...» – установить значения из поля «Номинальные значения давлений в КТ» таблицы 9.6.1 для соответствующего ИК (можно выбирать другие КТ, но не менее 5 равномерно распределенных по диапазону, включая верхнее и нижнее значения).

Таблица 9.6.1 – Контрольные точки измерения давления

Наименование параметра ИК	ДИ ИК	Кол-во КТ, n	Номинальные значения давления в КТ, [кПа/кгс/см ²]
Давление воздуха (газов) по тракту ГТД	от 30 до 350 кПа	5	30; 110; 190; 270; 350
Давление воздуха (газов) по тракту ГТД	от 0 до 1600 кПа	5	0; 400; 800; 1200; 1600
Перепад между полным давлением воздуха на входе в изделие и атмосферным давлением при работе с наддувом (изд. 84, 85)	от 0 до 70 кПа	5	0; 17,5; 35; 52,5; 70
Перепад между полным давлением воздуха на входе в изделие и атмосферным давлением при работе с наддувом (изд. 64М, 64Р)	от 0 до 60 кПа	5	0; 15; 30; 45; 60
Перепад между статическим давлением воздуха в мерном сечении РМК и атмосферным давлением при работе с наддувом (изд. 84, 85)	от 0 до 70 кПа	5	0; 17,5; 35; 52,5; 70
Перепад между полным давлением и статическим давлениями в мерном сечении РМК при работе с наддувом (изд. 64М, 64Р)	от 0 до 40 кПа	5	0; 10; 20; 30; 40
Перепад между полным давлением воздуха на входе в РМК и атмосферным при работе без наддува (изд. 84, 85)	от 0 до 10 кПа	5	0; 2,5; 5; 7,5; 10
Перепад давлений между атмосферным и статическим давлением в мерном сечении РМК при работе без наддува (изд. 84, 85)	от 0 до 25 кПа	6	0; 5; 10; 15; 20; 25

Наименование параметра ИК	ДИ ИК	Кол-во КТ, п	Номинальные значения давления в КТ, [кПа/кгс/см ²]
Перепад между статическим давлением воздуха в полости подвижного лабиринтного уплотнения РМК и атмосферным давлением	от 0 до 60 кПа	5	0; 15; 30; 45; 60
Перепад между атмосферным давлением и давлением окружающей среды на срезе сопла	от 0 до 2,5 кПа	6	0; 0,5; 1; 1,5; 2; 2,5
Перепад давления на мерном устройстве в магистрали отбора из КНД (изд. 84, 85)	от 0 до 10 кПа	5	0; 2,5; 5; 7,5; 10
Давление воздуха до шайбы (мерного устройства) в магистрали отбора из КНД (изд. 84, 85)	от 0 до 314 кПа	5	0; 78,5; 157; 235,5; 314
Давление топлива на входе в изделие	от 0 до 400 кПа (от 0 до 4 кгс/см ²)	5	0; 100; 200; 300; 400
Давление топлива в воспламенителе (изд. 64М, 64Р)	от 0 до 500 кПа (от 0 до 5 кгс/см ²)	5	0; 100; 200; 300; 400
Перепад давления топлива на гидравлических фильтрах	от 0 до 392,266 кПа (от 0 до 4 кгс/см ²)	5	(0; 1; 2; 3; 4)
Давление масла на входе в магистраль нагнетания за фильтром тонкой очистки (изд. 84, 85)	от 0 до 6 кгс/см ²	5	0; 1,5; 3; 4,5; 6
Давление масла на входе в магистраль нагнетания перед фильтром тонкой очистки (изд. 84, 85)	от 0 до 6 кгс/см ²	5	0; 1,5; 3; 4,5; 6
Давление воздуха в маслобаке (изд. 84, 37-01Э)	от -0,2 до +0,4 кгс/см ²	5	-0,2; -0,1; 0,1; 0,3; 0,4
Давление масла на входе в изделие (изд. 84, 85)	от 0 до 6 кгс/см ²	5	0; 1,5; 3; 4,5; 6
Давление воздуха в магистрали суфлирования маслобака двигателя Рсуф (изд. 84, 85)	от -0,2 до +0,4 кгс/см ²	5	-0,2; -0,1; 0,1; 0,3; 0,4
Давление масла в магистрали откачки за фильтром (изд. 84, 85)	от 0 до 6 кгс/см ²	5	0; 1,5; 3; 4,5; 6
Давление масла в магистрали откачки перед фильтром тонкой очистки (изд. 84, 85)	от 0 до 6 кгс/см ²	5	0; 1,5; 3; 4,5; 6
Давление масляно-воздушной смеси, подводимой к подшипнику опоры компрессора (изд. 64М, 64Р)	от 0 до 200 кПа (от 0 до 2 кгс/см ²)	5	0; 50; 100; 150; 200

Наименование параметра ИК	ДИ ИК	Кол-во КТ, п	Номинальные значения давления в КТ, [кПа/кгс/см ²]
Давление масляно-воздушной смеси, подводимой к подшипнику опоры турбины (изд. 64М, 64Р)	от 0 до 200 кПа (от 0 до 2 кгс/см ²)	5	0; 50; 100; 150; 200
Давление в магистрали подвода воздуха к МВР опоры компрессора (изд. 64М, 64Р)	от 0 до 300 кПа (от 0 до 3 кгс/см ²)	5	0; 75; 150; 225; 300
Давление в магистрали подвода воздуха к МВР опоры турбины (изд. 64М, 64Р)	от 0 до 300 кПа (от 0 до 3 кгс/см ²)	5	0; 75; 150; 225; 300
Давление воздуха на входе в воспламенитель в системе подачи воздуха к воспламенителю (изд. 64М, 64Р)	от 0 до 40 кгс/см ²	5	0; 10; 20; 30; 40
Давление воздуха на охлаждение маслобака	от 1,4 до 4,3 кгс/см ²	5	1,4; 2,1; 2,9; 3,6; 4,3
Давление воздуха в магистрали подвода воздуха высокого давления	от 0 до 160 кгс/см ²	5	0; 40; 80; 120; 160
Давление воздуха в системе раскрутки на входе в изделие	от 0 до 160 кгс/см ²	5	0; 40; 80; 120; 160
Давление масла на входе в изделие в системе консервации	от 0 до 2,5 кгс/см ²	5	0; 0,5; 1; 1,5; 2; 2,5

9.6.7.2 Используя ПО, поочередно для всех номинальных значений давлений в КТ провести измерения в соответствии с п.п.1 – 6 Приложения Б к настоящей МП. При этом давление на входе ИК устанавливать с помощью средства поверки, выбранного в соответствии с таблицей 5.1 настоящей МП.

9.6.7.3 Используя указания п.п.7 – 12 Приложения Б к настоящей МП, выполнить обработку результатов измерений и сформировать протокол поверки.

Для варианта автоматической обработки результатов измерений во вкладке «Настройка протокола» окна «Настройка параметров протокола» (рисунок Б6 Приложения Б к настоящей МП) установить параметры ПО согласно таблице Б.1 Приложения Б. Для поверяемого ИК ПО будет выполнена обработка результатов измерений по формулам (10.1) и (10.4), приведенным в разделе 10 настоящей МП.

9.6.8 Результаты поверки ИК давления газов и жидкостей считать положительными, если погрешность ИК не превышает значений, приведенных в приложении А настоящей МП.

9.6.9 В случае невыполнения условий, указанных в п. 9.6.8, соответствующий ИК бракуется до выявления и устранения причины несоответствия. После устранения причины несоответствия ИК подлежит внеочередной поверке в соответствии с данной МП.

9.7 Определение метрологических характеристик ИК напряжения постоянного тока, соответствующего значениям температуры в диапазоне преобразований ПП термоэлектрического типа ХА (К), ХК (L)

9.7.1 Поверку ИК электрических величин, соответствующих температуре жидкостей и газов (напряжение постоянного тока, соответствующее температуре) выполнить следующим образом:

9.7.1.1 Собрать схему поверки в соответствии с рисунком 17, для чего на вход электрической части ИК (к кабельной линии) вместо ПП подключить средство поверки, выбранное в соответствии с таблицей 5.1 настоящей МП, в режиме воспроизведения напряжения постоянного тока в милливольтовом диапазоне.



Рисунок 17 – Схема поверки напряжения постоянного тока, соответствующего значениям температуры в диапазоне преобразований ПП термоэлектрического типа ХА (К), ХК (L)

9.7.1.2 Выполнить подготовку ИК АИИС к поверке согласно п. 8.4 настоящей МП с учетом сведений, приведенных ниже.

9.7.1.3 Установить в окне «Настройка канала...» (рисунок 8) частоту опроса 10 Гц.

9.7.1.4 Установить в окне «Параметры проверки (канальная)...» (рисунок 10) настроечные параметры согласно таблице 8.4 раздела 8, а также следующие параметры:

«Длина порции» – 10 отсчётов;

«Тип оценки порции» – математическое ожидание (МО).

При настройке поле «Контрольные точки» установить значения из поля «Номинальные значения напряжения в КТ» таблицы 9.7.1 для соответствующего ИК.

Таблица 9.7.1 – Контрольные точки ИК напряжения постоянного тока, соответствующего значениям температуры в диапазоне преобразований ПП термоэлектрического типа ХА (К), ХК (L)

Наименование ИК (измеряемого параметра)	Единицы измерения	НП ДИ ИК	ВП ДИ ИК	Кол-во КТ, n	Номинальные значения напряжения в КТ
Напряжение постоянного тока, соответствующее температуре воздуха за компрессором в диапазоне от 0 до 450 °С	мВ	0	35,888	5	0; 8,972; 17,944; 26,916; 35,888

Наименование ИК (измеряемого параметра)	Единицы измерения	НП ДИ ИК	ВП ДИ ИК	Кол-во КТ, п	Номинальные значения напряжения в КТ
(от 273 до 723 К) для термопары ХК (L) (изд. 84, 85)					
Напряжение постоянного тока, соответствующее температуре газа за турбиной в диапазоне от 0 до 1100 °С (от 273 до 1373 К) для термопар ХА (К)	мВ	0	45,119	5	0; 11,28; 22,56; 33,839; 45,119
Напряжение постоянного тока, соответствующее температуре газа на срезе сопла в диапазоне от 0 до 1300 °С (от 273 до 1573 К) для термопар ХА (К)	мВ	0	52,410	5	0; 13,103; 26,205; 39,308; 52,41
Напряжение постоянного тока, соответствующее температуре наружной обоймы подшипника опоры компрессора в диапазоне от 20 до 400 °С (от 293 до 673 К)	мВ	0,798	16,397	5	0,798; 4,698; 8,598; 12,497; 16,397
Напряжение постоянного тока, соответствующее температуре технологического воспламенителя в диапазоне от 0 до 1300 °С (от 273 до 1573 К) для термопар ХА (К)	мВ	0	52,410	5	0; 13,103; 26,205; 39,308; 52,41
Напряжение постоянного тока, соответствующее температуре наружной обоймы и корпуса подшипника опоры турбины в диапазоне от 20 до 400 °С (от 293 до 673 К)	мВ	1,290	31,492	5	1,29; 8,841; 16,391; 23,942; 31,492
Напряжение постоянного тока, соответствующее значениям температуры газообразных сред, температуры корпусов и деталей в диапазоне преобразований ПП термоэлектрического типа ТХА (К), ТХК (L)	мВ	-2	+55	5	-2; 12,25; 26,5; 40,75; 55
Примечание – Номинальные значения напряжения в КТ носят рекомендательный характер, возможно выбирать другие КТ (не менее 5 (11) и равномерно распределенных по диапазону измерения, включая верхнее и нижнее значения)					

9.7.1.5 Используя ПО, поочередно для всех номинальных значений напряжения в КТ, указанных в таблице 9.7.1, провести измерения в соответствии с п.п.1 – 6 Приложения Б к настоящей МП. При этом номинальные значения напряжения на входе ИК устанавливать с помощью соответствующего средства поверки.

9.7.1.6 Используя указания п.п.7 – 12 Приложения Б к настоящей МП, выполнить обработку результатов измерений и сформировать протокол поверки.

Для варианта автоматической обработки результатов измерений во вкладке «Настройка протокола» окна «Настройка параметров протокола» (рисунок Б6 Приложения Б к настоящей МП) установить параметры ПО согласно таблице, Б.1 Приложения Б. Для поверяемого ИК ПО будет выполнена обработка результатов измерений по формулам (10.1) и (10.4) или (10.3), приведенным в разделе 10 настоящей МП.

9.7.2 Результаты поверки ИК напряжения постоянного тока, соответствующего значениям температуры в диапазоне преобразований ПП термоэлектрического типа ХА (К), ХК (L), считать положительными, если максимальные значения приведенных (к ВП) погрешностей измерений напряжения находится в допускаемых пределах (приведенных в приложении А настоящей МП).

9.7.3 В случае невыполнения условий, указанных в п.9.7.2, соответствующий ИК бракуется до выявления и устранения причины несоответствия. После устранения причины несоответствия ИК подлежит внеочередной поверке в соответствии с данной МП.

9.8 Определение метрологических характеристик ИК температуры, измеренной ПП термоэлектрического типа ХК (L)

Поверку каждого ИК при поэлементном способе поверки – выполнять в 3 этапа:

- 1 этап – контроль (оценка) состояния и МХ ПП;
- 2 этап – поверка электрической части ИК с целью определения диапазона измерений и МХ (индивидуальной функции преобразования и погрешности измерений);
- 3 этап – определение и оценка максимальной погрешности ИК.

9.8.1 Для контроля (оценки) ПП:

9.8.1.1 Проверить внешний вид, ПП не должен иметь видимых внешних повреждений, маркировка и номера ПП должны соответствовать паспорту (этикетке).

9.8.1.2 Для каждого ПП при помощи средства поверки (термостата) определить метрологические характеристики в каждом диапазоне измерений (не менее 5 и равномерно распределенных по каждому диапазону измерения, включая верхнее и нижнее значения).

Выписать значение погрешности ПП в результирующий протокол поверки, рекомендуемая форма которого представлена в Приложении Д к настоящей МП.

9.8.2 Поверку электрической части каждого ИК выполнить в указанной ниже последовательности:

9.8.2.1 Собрать схему поверки в соответствии с рисунком 18, для чего на вход электрической части ИК (к кабельной линии) вместо преобразователя температуры подключить средство поверки, выбранное в соответствии с таблицей 5.1 настоящей МП, в режиме эмуляции термоэлектрического преобразователя типа ХК (L). Подключение проводить соответствующим компенсационным или термоэлектродным кабелем.



Рисунок 18 – Схема поверки ИК температуры, измеренной ПП термоэлектрического типа ХК (L)

9.8.2.2 Выполнить подготовку ИК АСУТП ИС к поверке согласно п. 8.4 настоящей МП с учетом сведений, приведенных ниже.

9.8.2.3 Установить в окне «Настройка канала...» (рисунок 8) частоту опроса 10 Гц.

9.8.2.4 Установить в окне «Параметры проверки (канальная)...» (рисунок 10) настроечные параметры согласно таблице 8.4 раздела 8, а также следующие параметры:

- «Длина порции» – 10 отсчётов;
- «Тип оценки порции» – математическое ожидание (МО).

При настройке поле «Контрольные точки» установить значения из поля «Номинальные значения напряжения в КТ» таблицы 9.8.1 для соответствующего ИК.

Таблица 9.8.1 – Контрольные точки ИК температуры, измеренной ПП термоэлектрического типа ХК (L)

Наименование ИК (измеряемого параметра)	Единицы измерения	НП ДИ ИК	ВП ДИ ИК	Кол-во КТ, n	Номинальные значения напряжения (температуры) в КТ
Температура воздуха на входе в изделие при работе с наддувом (изд. 84, 85)	°C	5	50	5	5; 16; 28; 39; 50
		50	95	5	50; 61; 73; 84; 95
Температура воздуха на входе в изделие при испытании с наддувом (изд. 64М, 64Р)	°C	0	46	5	0; -12; 23; 35; 46
		46	92	5	46; 58; 69; 81; 92
Примечание – Номинальные значения в КТ носят рекомендательный характер, возможно выбирать другие КТ (не менее 5 и равномерно распределенных по диапазону измерения, включая верхнее и нижнее значения)					

Используя ПО, поочередно для всех номинальных значений напряжения в КТ, указанных в таблице 9.8.1, провести измерения в соответствии с п.п.1 – 6 Приложения Б к настоящей МП. При этом номинальные значения напряжения, соответствующего температуре, на входе ИК устанавливать с помощью средства поверки (с автоматической компенсацией холодного спая). При использовании средства поверки без автоматической компенсации холодного спая – отключить эту функцию в МПС-140 согласно Руководству пользователя БЛИЖ.409801.005-01 90.

9.8.2.5 Используя указания п.п.7 – 12 Приложения Б к настоящей МП, выполнить обработку результатов измерений и сформировать протокол поверки.

Для варианта автоматической обработки результатов измерений во вкладке «Настройка протокола» окна «Настройка параметров протокола» (рисунок Б6 Приложения Б к настоящей МП) установить параметры ПО согласно таблице, Б.1 Приложения Б. Для поверяемого ИК ПО будет выполнена обработка результатов измерений по формулам (10.1), (10.2) и (10.4), приведенным в разделе 10 настоящей МП.

9.8.2.6 Выписать значение погрешности электрической части из сформированного протокола в результирующий протокол поверки, рекомендуемая форма которого представлена в Приложении Д к настоящей МП.

9.8.3 Рассчитать суммарную погрешность ИК (по максимальным погрешностям) согласно формуле (10.5) и заполнить оставшиеся пустые поля результирующего протокола (Приложение Д настоящей МП).

9.8.4 Результаты поверки ИК температуры, измеренной ПП термоэлектрического типа ХК (L) считать положительными, если:

- погрешность ПП ИК не превышает значений, приведенных в приложении А настоящей МП;
- погрешность электрической части ИК не превышает значений, приведенных в приложении А настоящей МП;
- рассчитанная согласно п. 9.8.3 суммарная погрешность ИК не превышает требуемую (приведенную в приложении А настоящей МП) для соответствующего ИК.

9.8.5 В случае невыполнения условий, указанных в п.9.8.4, соответствующий ИК бракуется до выявления и устранения причины несоответствия. После устранения причины несоответствия ИК подлежит внеочередной поверке в соответствии с данной МП.

9.9 Определение метрологических характеристик ИК температуры в диапазоне преобразований ПП терморезистивного типа (термометров сопротивления)

Поверку каждого ИК выполнять поэлементным способом в 3 этапа:

- 1 этап – контроль (оценка) состояния и МХ ПП;
- 2 этап – проверка электрической части ИК с целью определения диапазона измерений и МХ (индивидуальной функции преобразования и погрешности измерений);
- 3 этап – определение и оценка максимальной погрешности ИК.

9.9.1 Для контроля (оценки) ПП:

9.9.1.1 Проверить внешний вид, наличие пломб и маркировку – ПП не должен иметь видимых внешних повреждений, а пломбирование, маркировка типа и номера ПП должны соответствовать паспорту (этикетке).

9.9.1.2 Для каждого ПП проверить действующее свидетельство о поверке и/или наличие сведений о положительных результатах поверки в ФИФ по ОЕИ.

Выписать значение погрешности ПП (из описания типа или заводских паспортов на ПП), обозначение параметра ИК и диапазон измерений – в результирующий протокол поверки, рекомендуемая форма которого представлена в Приложении Д к настоящей МП.

9.9.2 Поверку электрической части каждого ИК выполнить в указанной ниже последовательности:

9.9.2.1 Собрать схему поверки в соответствии с рисунком 19. На вход электрической части ИК (к кабельной линии) вместо ПП подключить средство поверки, выбранное в соответствии с таблицей 5.1 настоящей МП.



Рисунок 19 – Схема поверки ИК температуры в диапазоне преобразований ПП терморезистивного типа (термометров сопротивления)

9.9.2.2 Выполнить подготовку ИК АИИС к поверке согласно п. 8.4 настоящей МП с учетом сведений, приведенных ниже.

9.9.2.3 Установить в окне «Настройка канала...» (рисунок 8) частоту опроса 10 Гц.

9.9.2.4 Установить в окне «Параметры проверки (канальная)...» (рисунок 10) настроечные параметры согласно таблице 8.4 раздела 8, а также следующие параметры:

- «Длина порции» – 10 отсчётов;
- «Тип оценки порции» – математическое ожидание (МО).

При настройке в поле «Контрольные точки» установить значения из поля «Номинальные значения температуры в КТ» (или номинальные значения сопротивления в КТ, соответствующие

значениям температуры) таблицы 9.9.1 для соответствующего ИК (можно выбирать другие КТ, но не менее 5 равномерно распределенных по диапазону, включая верхнее и нижнее значения).

Таблица 9.9.1 – Контрольные точки измерения температуры

Наименование ИК (измеряемого параметра)	Единицы измерения	НП ДИ ИК	ВП ДИ ИК	Кол-во КТ, п	Номинальные значения температуры в КТ	Номинальные значения сопротивления в КТ, [Ом]
Температура воздуха на входе в изделие при работе без наддува	К	243	283	5	243; 253; 263; 273; 283	Соответствующие значениям температуры в КТ по ГОСТ 6651-2009 (НСХ Pt100)
	К	283	323	5	283; 293; 303; 313; 323	
Температура в магистрали отбора воздуха от КНД (изд. 84, 85)	°С	0	200	5	0; 50; 100; 150; 200	
Температура масла на входе в изделие (изд. 84, 85)	°С	0	250	6	0; 50; 100; 150; 200; 250	
Температура масла на выходе из опоры турбины (изд. 84, 85)	°С	0	266	5	0; 67; 133; 200; 266	
Температура воздуха на охлаждение маслобака	°С	-20	+50	5	-20; -3; 15; 33; 50	
Температура масла на входе в изделие в системе консервации	°С	60	80	5	60; 65; 70; 75; 80	

9.9.2.5 Используя ПО, поочередно для всех номинальных значений температуры в КТ, указанных в таблице 9.9.1, провести измерения в соответствии с п.п.1 – 6 Приложения Б к настоящей МП. При этом номинальные значения сопротивления на входе ИК, соответствующие номинальным значениям температуры в КТ и указанные в поле «Номинальные значения сопротивления в КТ», устанавливать с помощью соответствующего средства поверки.

9.9.2.6 Используя указания п.п.7 – 12 Приложения Б к настоящей МП, выполнить обработку результатов измерений и сформировать протокол поверки.

Для варианта автоматической обработки результатов измерений во вкладке «Настройка протокола» окна «Настройка параметров протокола» (рисунок Б6 Приложения Б к настоящей МП) установить параметры ПО согласно таблице Б.1 Приложения Б. Для поверяемого ИК ПО будет выполнена обработка результатов измерений по формулам (10.1), (10.2) или (10.4), приведенным в разделе 10 настоящей МП.

9.9.2.7 Выписать значение погрешности электрической части из сформированного протокола в результирующий протокол поверки, рекомендуемая форма которого представлена в Приложении Д к настоящей МП.

9.9.3 Рассчитать суммарную погрешность ИК согласно формуле (10.5) и заполнить оставшиеся пустые поля результирующего протокола (Приложение Д настоящей МП).

9.9.4 Результаты поверки ИК температуры жидкостей и газов считать положительными если:

- ПП ИК имеет действующее свидетельство о поверке и/или наличие сведений о положительных результатах поверки в ФИФ по ОЕИ;
- погрешность электрической части ИК не превышает значений, приведенных в приложении А настоящей МП;
- рассчитанная согласно п. 9.9.3 суммарная погрешность ИК не превышает требуемую (приведенную в приложении А настоящей МП) для соответствующего ИК.

9.9.5 В случае невыполнения условий, указанных в п.9.9.4, соответствующий ИК бракуется до выявления и устранения причины несоответствия. После устранения причины несоответствия ИК подлежит внеочередной поверке в соответствии с данной МП.

9.10 Определение метрологических характеристик ИК напряжения и силы постоянного тока, сопротивления постоянному току

9.10.1 Поверку ИК выполнить в следующем порядке:

9.10.1.1 Собрать схему поверки в соответствии с рисунком 20 (для напряжения постоянного тока), либо рисунком 21 (для силы постоянного тока), либо рисунком 22 (для сопротивления постоянному току). На вход ИК подключить средство поверки, выбранное в соответствии с таблицей 5.1 настоящей МП, в режиме воспроизведения напряжения постоянного тока, силы постоянного тока или сопротивления постоянному току – в зависимости от выбранного ИК.



Рисунок 20 – Схема поверки электрической части ИК напряжения постоянного тока



Рисунок 21 – Схема поверки электрической части ИК силы постоянного тока



Рисунок 22 – Схема поверки электрической части ИК сопротивления постоянному току

9.10.1.2 Выполнить подготовку ИК АИИС к поверке согласно п. 8.4 настоящей МП с учетом сведений, приведенных ниже.

9.10.1.3 Установить в окне «Настройка канала...» (рисунок 8) частоту опроса 100 Гц.

9.10.1.4 Установить в окне «Параметры проверки (канальная)» (рисунок 10) настроечные параметры согласно таблице 8.4 раздела 8, а также следующие параметры:

«Длина порции» – 10 отсчётов;

«Тип оценки порции» – математическое ожидание (МО).

В поле «Контрольные точки» установить номинальные значения электрических величин, указанные в поле таблицы 9.10.1 «Номинальные значения величин в КТ» (можно выбирать другие КТ, но не менее 5 равномерно распределенных по диапазону, включая верхнее и нижнее значения).

Таблица 9.10.1 – Контрольные точки измерения

Наименование ИК (измеряемого параметра)	Единицы измерения	НП ДИ ИК	ВП ДИ ИК	Кол-во КТ, п	Номинальные значения величин в КТ
Сила постоянного тока	мА	4	20	5	4; 8; 12; 16; 20
Сопротивление постоянному току, в т.ч. термопреобразователей сопротивления	Ом	0,1	200	5	0,1; 50; 100; 150; 200
Сила постоянного тока, соответствующая значениям вибрации в диапазоне от 1 до 100 мм/с	мА	4	20	5	4; 8; 12; 16; 20
Напряжение постоянного тока (телеметрические сигналы)	В	0	10	6	0; 2; 4; 6; 8; 10

Используя ПО, поочередно для всех номинальных значений электрических величин в КТ, указанных в таблице 9.10.1, провести измерения в соответствии с п.п.1 – 6 Приложения Б к настоящей МП. При этом номинальные значения электрических величин на входе ИК устанавливать с помощью соответствующего средства поверки.

9.10.1.5 Используя указания п.п.7 – 12 Приложения Б к настоящей МП, выполнить обработку результатов измерений и сформировать протокол поверки.

Для варианта автоматической обработки результатов измерений во вкладке «Настройка протокола» окна «Настройка параметров протокола» (рисунок Б6 Приложения Б к настоящей МП) установить параметры ПО согласно таблице Б.1 Приложения Б. Для поверяемого ИК ПО будет выполнена обработка результатов измерений по формулам (10.1) и (10.4), приведенным в разделе 10 настоящей МП.

9.10.2 Результаты поверки ИК считать положительными, если погрешность ИК не превышает значений, приведенных в приложении А настоящей МП.

9.10.3 В случае невыполнения условий, указанных в п. 9.10.2 соответствующий ИК бракуется до выявления и устранения причины несоответствия. После устранения причины несоответствия ИК подлежит внеочередной поверке в соответствии с данной МП.

10 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

При поверке с использованием ПО, обработка результатов измерений происходит автоматически.

При необходимости, возможно проводить обработку полученных результатов согласно описанию, ниже:

10.1 Обработка результатов измерений

10.1.1. Расчет абсолютной погрешности ИК

Значение абсолютной погрешности измерений в j -той точке определить по формуле:

$$\Delta A_j = \pm |A_j - A_{jз}| \quad (10.1)$$

где A_j – измеренное значение физической величины в j -той точке;

$A_{jз}$ – значение физической величины, установленное рабочим эталоном в j -той точке.

10.1.2. Определение относительной погрешности ИК

Значение относительной погрешности измерений в j -той точке определить по формуле:

$$\delta_j = \pm \left| \frac{\Delta A_j}{A_{jз}} \right| \cdot 100\% \quad (10.2)$$

10.1.3. Расчет значения приведенной (к ДИ) погрешности ИК

Значения приведенной (к ДИ) погрешности измерений физической величины для каждой точки проверки определить по формуле:

$$\gamma_{jd} = \pm \frac{\Delta A_j}{|P_v - P_n|} \cdot 100\% \quad (10.3)$$

где P_v – значение верхнего предела измерений;

P_n – значение нижнего предела измерений.

10.1.4. Расчет значения приведенной (к ВП или НЗ) погрешности ИК

Значения приведенной погрешности измерений физической величины для каждой точки проверки определить по формуле:

$$\gamma_{jв} = \pm \frac{\Delta A_j}{P_v} \cdot 100\% \quad (10.4)$$

10.1.5. Расчет значения максимальной суммарной с ПП погрешности ИК

Значение максимальной, суммарной с ПП, (абсолютной, относительной или приведенной) погрешности ИК, определить по формуле:

$$\theta_c = \pm (|\theta_{пп}| + |\widehat{\theta A}|) \quad (10.5)$$

где $\theta_{пп}$ – значение погрешности (абсолютной, относительной или приведенной) первичного преобразователя;

$\widehat{\theta A}$ – максимальное значение погрешности (абсолютной, относительной или приведенной) измерений электрической части ИК.

10.2 Обработка результатов измерений ИК силы от тяги

10.2.1 Определяем смещённые показания ИК к опорному значению показания ИК при прямом и обратном ходе:

$$R_{IKi}(R_{OK}) = R_{IKi}(R_K) - R_{Эi}(R_K) + R_{OK} \quad (10.6)$$

$$R'_{IKi}(R_{OK}) = R'_{IKi}(R_K) - R'_{Эi}(R_K) + R_{OK}, \quad (10.7)$$

где $R_{Эi}(R_K)$ – показания эталонного динамометра в i -ом цикле на k -ой ступени нагружения при увеличении силы; $R'_{Эi}(R_K)$ – показания эталонного динамометра в i -ом цикле на k -ой ступени нагружения при уменьшении силы; $R_{IKi}(R_K)$ – показания ИК в i -ом цикле на k -ой ступени нагружения при увеличении силы; $R'_{IKi}(R_K)$ – показания ИК в i -ом цикле на k -ой ступени нагружения при уменьшении силы; R_{OK} – опорные значения для точек нагружения (регулярная последовательность из одиннадцати контрольных значений силы с шагом $\sim 10\%$ ДИ от условного нуля до верхнего предела измерения).

10.2.2 Определяем среднеарифметические значения исправленных показаний (по n -циклам) в k -ой контрольной точке:

$$\overline{R_{IKk}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n R_{IKi}(R_{OK}); \quad \overline{R'_{IKk}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n R'_{IKi}(R_{OK}), \quad (10.8)$$

где R_{IKi} и R'_{IKi} – показания измерительного канала в k -ой контрольной точке при повышении и понижении силы соответственно; n – число циклов нагружения.

10.2.3 Определяем систематическую составляющую погрешности в k -ой контрольной точке:

$$\Delta_{CK} = \frac{\overline{R_{IKk}} + \overline{R'_{IKk}}}{2} - R_{OK} \quad (10.9)$$

10.2.4 Определяем абсолютное значение вариации в k -ой контрольной точке:

$$h_K = |\overline{R_{IKk}} - \overline{R'_{IKk}}| \quad (10.10)$$

10.2.5 Определяем СКО случайной составляющей погрешности (по n -циклам) в k -ой контрольной точке:

$$S_{OK} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (R_{IKi}(R_{OK}) - \overline{R_{IKk}})^2 + \sum_{i=1}^n (R'_{IKi}(R_{OK}) - \overline{R'_{IKk}})^2}{2n - 1}} \quad (10.11)$$

10.2.6 Определяем абсолютную погрешность ИК в k -ой контрольной точке (при доверительной вероятности 0,95):

$$\Delta_K = \frac{t \cdot \frac{S_{OK}}{\sqrt{2n}} + \left| \frac{h_K}{2} \right| + |\Delta_{CK}|}{\frac{S_{OK}}{\sqrt{2n}} + \frac{\left| \frac{h_K}{2} \right| + |\Delta_{CK}|}{\sqrt{3}}} \cdot \sqrt{\left(\frac{S_{OK}}{\sqrt{2n}} \right)^2 + \left(\frac{\left| \frac{h_K}{2} \right| + |\Delta_{CK}|}{\sqrt{3}} \right)^2}, \quad (10.12)$$

где t – значение коэффициента Стьюдента для распределения с $2n-1$ степенями свободы при доверительной вероятности 0,95.

10.2.7 Определяем относительную погрешность в k -ой контрольной точке, выраженную в процентах (если для k -ой контрольной точки нормируется относительная погрешность):

$$\delta_K = \frac{\Delta_K}{R_{OK}} \cdot 100, [\%] \quad (10.13)$$

10.2.8 Определяем приведенную погрешность в k-ой контрольной точке, выраженную в процентах (если для k-ой контрольной точки нормируется приведенная погрешность):

$$\gamma_k = \frac{\Delta_k}{R_{H3}} \cdot 100, [\%], \quad (10.14)$$

где R_{H3} – верхний предел нижнего поддиапазона измерения ИК, для которого нормирована приведенная к ВП погрешность.

10.3 Критерии принятия решения по подтверждению соответствия Системы метрологическим требованиям

10.3.1 Результаты поверки ИК АСУТП ИС считать положительными, если границы погрешности измерений ИК по результатам поверки находятся в допускаемых пределах, указанных в Приложении А.

11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

11.1 Сведения о результатах поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

11.2 Результаты поверки заносятся в протокол поверки (при необходимости – по заявлению владельца средства измерений или лица, представившего её на поверку).

11.2.1. Форма протокола поверки в случае применения расчетного способа обработки результатов измерений приведена в Приложении В.

11.2.2. Рекомендуемая форма протокола поверки в случае применения автоматического способа обработки результатов измерений приведена в Приложении Г.

11.2.3. Рекомендуемая форма результирующего протокола поверки для ИК, поверяемых поэлементным способом, приведена в Приложении Д.

11.3 По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего её на поверку, аккредитованное на поверку лицо, проводившее поверку, в случае положительных результатов поверки выдает свидетельство о поверке и (или) вносит запись о проведенной поверке в паспорт (формуляр). В случае отрицательных результатов поверки выдает извещения о непригодности к применению.

11.4 В случае отрицательных результатов поверки после устранения причин неисправности проводится повторная поверка в соответствии с требованиями настоящей методики.

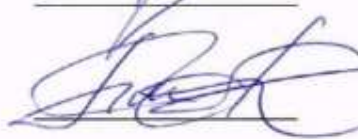
11.5 Требования по защите АИИС от несанкционированного вмешательства, которое может повлечь изменение метрологических характеристик, обеспечиваются ограничением доступа к месту установки Системы и запираанием ключом замка на дверях шкафов.

Главный метролог, начальник отдела
ФАУ «ЦИАМ им. П.И. Баранова»



Б.И. Минсев

Заместитель начальника отдела



Р.Г. Павлов

Начальник сектора



М.В. Корнеев

Приложение А
(обязательное)

Метрологические характеристики АИИС

Таблица А1 – Метрологические характеристики Системы

Физические параметры (обозначение)	Диапазон измерения	Пределы допускаемой погрешности			Кол-во каналов
		Электрической части (ЭЧ) ИК	Первичного Преобразователя	ИК	
1	2	3	4	5	6
ИК температуры жидкостей и газов					
Расход топлива	от 27 до 275 кг/ч включ.	δ : 0,25 % ИЗ γ^2 : $\pm 0,1$ % ВП	в соотв. с ОТ	γ : $\pm 0,5$ % ВП	1
	св. 275 до 550 кг/ч включ.			δ : $\pm 0,5$ % ИЗ	
Прокачка масла через изделие (изд. 84, 85)	от 5,5 до 8,1 л/мин	γ : $\pm 0,12$ % ВП γ^2 : $\pm 0,1$ % ВП	в соотв. с ОТ	γ : ± 3 % от ВП НЗ (НЗ=ВПИ)	1
Станочная составляющая тяги (измеренная сила тяги)	от 0 до 200 кгс включ.	Только комплектная поверка		γ : $\pm 0,5$ % ВП	1
	св. 200 до 400 кгс включ.			δ : $\pm 0,5$ % ИЗ	
Частота вращения ротора ¹⁾	от 300 до 4000 Гц	γ : $\pm 0,15$ % ВП	-	γ : $\pm 0,15$ % ВП	2
Частота вращения ротора ¹⁾	от 1000 до 5000 Гц	γ : $\pm 0,15$ % ВП	-	γ : $\pm 0,15$ % ВП	2
Давление воздуха (газов) по тракту ГТД	от 30 до 350 кПа	Только комплектная поверка		γ : $\pm 0,5$ % ВП НЗ (НЗ=170 кПа)	1
	от 0 до 1600 кПа	γ : $\pm 0,1$ % ВП γ^2 : $\pm 0,1$ % ВП	в соотв. с ОТ	γ : $\pm 0,5$ % ВП НЗ (НЗ=1300 кПа)	1
Перепад между полным давлением воздуха на входе в изделие и атмосферным давлением при работе с наддувом (изд. 84, 85)	от 0 до 70 кПа	Только комплектная поверка		γ : $\pm 0,4$ % НЗ (НЗ=0,4 кгс/см ²)	12

Продолжение таблицы А1

1	2	3	4	5	6
Перепад между полным давлением воздуха на входе в изделие и атмосферным давлением при работе с наддувом (изд. 64М, 64Р)	от 0 до 60 кПа	Только комплектная поверка		$\gamma: \pm 0,4 \%$ НЗ (НЗ=0,4 кгс/см ²)	
Перепад между статическим давлением воздуха в мерном сечении РМК и атмосферным давлением при работе с наддувом (изд. 84, 85)	от 0 до 70 кПа	Только комплектная поверка		$\gamma: \pm 0,4 \%$ НЗ (НЗ=0,4 кгс/см ²)	
Перепад между полным давлением и статическим давлениями в мерном сечении РМК при работе с наддувом (изд. 64М, 64Р)	от 0 до 40 кПа	$\gamma: \pm 0,25 \%$ ВП $\gamma^2): \pm 0,1 \%$ ВП	в соотв. с ОТ	$\gamma: \pm 0,4 \%$ НЗ (НЗ=0,4 кгс/см ²)	2
Перепад между полным давлением воздуха на входе в РМК и атмосферным при работе без наддува (изд. 84, 85)	от 0 до 10 кПа	$\gamma: \pm 0,1 \%$ ВП $\gamma^2): \pm 0,1 \%$ ВП	в соотв. с ОТ	$\Delta: \pm 50$ Па	1
Перепад давлений между атмосферным и статическим давлением в мерном сечении РМК при работе без наддува (изд. 84, 85)	от 0 до 25 кПа	$\gamma: \pm 0,1 \%$ ВП $\gamma^2): \pm 0,1 \%$ ВП	в соотв. с ОТ	$\gamma: \pm 0,4\%$ ВП	2
Перепад между статическим давлением воздуха в полости подвижного лабиринтного уплотнения РМК и атмосферным давлением	от 0 до 60 кПа	Только комплектная поверка		$\gamma: \pm 0,4 \%$ НЗ НЗ=60 кПа	1
Перепад между атмосферным давлением и давлением окружающей среды на срезе сопла	от 0 до 2,5 кПа	$\gamma: \pm 0,1 \%$ ВП $\gamma^2): \pm 0,1 \%$ ВП	в соотв. с ОТ	$\gamma: \pm 0,5 \%$ ВП НЗ НЗ=0,02 кгс/см ²	1

Продолжение таблицы А1

1	2	3	4	5	6
Перепад давления на мерном устройстве в магистрали отбора из КНД (изд. 84, 85)	от 0 до 10 кПа	$\gamma: \pm 0,16 \% \text{ ВП}$ $\gamma^2: \pm 0,1 \% \text{ ВП}$	в соотв. с ОТ	$\gamma: \pm 0,5 \% \text{ ВП}$	1
Давление воздуха до шайбы (мерного устройства) в магистрали отбора из КНД (изд. 84, 85)	от 0 до 314 кПа	$\gamma: \pm 0,13 \% \text{ ВП}$ $\gamma^2: \pm 0,1 \% \text{ ВП}$	в соотв. с ОТ	$\gamma: \pm 0,5 \% \text{ ВП}$	1
Давление топлива на входе в изделие	от 0 до 400 кПа (от 0 до 4 кгс/см ²)	$\gamma: \pm 0,13 \% \text{ ВП}$ $\gamma^2: \pm 0,1 \% \text{ ВП}$	в соотв. с ОТ	$\gamma: \pm 0,6 \% \text{ ВП НЗ}$ (НЗ=ВПИ)	1
Давление топлива в воспламенителе (изд. 64М, 64Р)	от 0 до 500 кПа (от 0 до 5 кгс/см ²)	$\gamma: \pm 0,1 \% \text{ ВП}$ $\gamma^2: \pm 0,1 \% \text{ ВП}$	в соотв. с ОТ	$\gamma: \pm 0,6 \% \text{ ВП НЗ}$ (НЗ=ВПИ)	
Перепад давления топлива на гидравлических фильтрах	от 0 до 392,266 кПа (от 0 до 4 кгс/см ²)	$\gamma: \pm 0,13 \% \text{ ВП}$ $\gamma^2: \pm 0,1 \% \text{ ВП}$	в соотв. с ОТ	$\gamma: \pm 1 \% \text{ ВП НЗ}$ (НЗ=ВПИ)	1
Давление масла на входе в магистраль нагнетания за фильтром тонкой очистки (изд. 84, 85)	от 0 до 6 кгс/см ²	$\gamma: \pm 0,17 \% \text{ ВП}$ $\gamma^2: \pm 0,1 \% \text{ ВП}$	в соотв. с ОТ	$\gamma: \pm 1 \% \text{ ВП НЗ}$ (НЗ=ВПИ)	1
Давление масла на входе в магистраль нагнетания перед фильтром тонкой очистки (изд. 84, 85)	от 0 до 6 кгс/см ²	$\gamma: \pm 0,17 \% \text{ ВП}$ $\gamma^2: \pm 0,1 \% \text{ ВП}$	в соотв. с ОТ	$\gamma: \pm 1 \% \text{ ВП НЗ}$ (НЗ=ВПИ)	1
Давление воздуха в маслобаке (изд. 84, 37-01Э)	от -0,2 до +0,4 кгс/см ²	$\gamma: \pm 0,13 \% \text{ ВП}$ $\gamma^2: \pm 0,1 \% \text{ ВП}$	в соотв. с ОТ	$\gamma: \pm 1 \% \text{ ВП НЗ}$ (НЗ=ВПИ)	1
Давление масла на входе в изделие (изд. 84, 85)	от 0 до 6 кгс/см ²	$\gamma: \pm 0,17 \% \text{ ВП}$ $\gamma^2: \pm 0,1 \% \text{ ВП}$	в соотв. с ОТ	$\gamma: \pm 1 \% \text{ ВП НЗ}$ (НЗ=ВПИ)	1

Продолжение таблицы А1

1	2	3	4	5	6
Давление воздуха в магистрали суфлирования маслобака двигателя Рсуф (изд. 84, 85)	от -0,2 до +0,4 кгс/см ²	γ : $\pm 0,13$ % ВП γ^2 : $\pm 0,1$ % ВП	в соотв. с ОТ	γ : ± 1 % ВП НЗ (НЗ=ВПИ)	1
Давление масла в магистрали откачки за фильтром (изд. 84, 85)	от 0 до 6 кгс/см ²	γ : $\pm 0,17$ % ВП γ^2 : $\pm 0,1$ % ВП	в соотв. с ОТ	γ : ± 1 % ВП НЗ (НЗ=ВПИ)	1
Давление масла в магистрали откачки перед фильтром тонкой очистки (изд. 84, 85)	от 0 до 6 кгс/см ²	γ : $\pm 0,17$ % ВП γ^2 : $\pm 0,1$ % ВП	в соотв. с ОТ	γ : ± 1 % ВП НЗ (НЗ=ВПИ)	1
Давление масляно-воздушной смеси, подводимой к подшипнику опоры компрессора (изд. 64М, 64Р)	от 0 до 200 кПа (от 0 до 2 кгс/см ²)	γ : $\pm 0,2$ % ВП γ^2 : $\pm 0,1$ % ВП	в соотв. с ОТ	γ : ± 1 % ВП НЗ (НЗ=ВПИ)	1
Давление масляно-воздушной смеси, подводимой к подшипнику опоры турбины (изд. 64М, 64Р)	от 0 до 200 кПа (от 0 до 2 кгс/см ²)	γ : $\pm 0,2$ % ВП γ^2 : $\pm 0,1$ % ВП	в соотв. с ОТ	γ : ± 1 % ВП НЗ (НЗ=ВПИ)	1
Давление в магистрали подвода воздуха к МВР опоры компрессора (изд. 64М, 64Р)	от 0 до 300 кПа (от 0 до 3 кгс/см ²)	γ : $\pm 0,14$ % ВП γ^2 : $\pm 0,1$ % ВП	в соотв. с ОТ	γ : ± 1 % ВП НЗ (НЗ=ВПИ)	1
Давление в магистрали подвода воздуха к МВР опоры турбины (изд. 64М, 64Р)	от 0 до 300 кПа (от 0 до 3 кгс/см ²)	γ : $\pm 0,14$ % ВП γ^2 : $\pm 0,1$ % ВП	в соотв. с ОТ	γ : ± 1 % ВП НЗ (НЗ=ВПИ)	1
Давление воздуха на входе в воспламенитель в системе подачи воздуха к воспламенителю (изд. 64М, 64Р)	от 0 до 40 кгс/см ²	γ : $\pm 0,1$ % ВП γ^2 : $\pm 0,1$ % ВП	в соотв. с ОТ	γ : $\pm 0,75$ % ВП НЗ (НЗ=ВПИ)	1
Давление воздуха на охлаждение маслобака	от 1,4 до 4,3 кгс/см ²	γ : $\pm 0,12$ % ВП γ^2 : $\pm 0,1$ % ВП	в соотв. с ОТ	γ : ± 1 % ВП НЗ (НЗ=ВПИ)	1

Продолжение таблицы А1

1	2	3	4	5	6
Давление воздуха в магистрали подвода воздуха высокого давления	от 0 до 160 кгс/см ²	$\gamma: \pm 0,1 \%$ ВП $\gamma^2): \pm 0,1 \%$ ВП	в соотв. с ОТ	$\gamma: \pm 5\%$ ВП	1
Давление воздуха в системе раскрутки на входе в изделие	от 0 до 160 кгс/см ²	$\gamma: \pm 0,16 \%$ ВП $\gamma^2): \pm 0,1 \%$ ВП	в соотв. с ОТ	$\gamma: \pm 5\%$ ВП	1
Давление масла на входе в изделие в системе консервации	от 0 до 2,5 кгс/см ²	$\gamma: \pm 0,2 \%$ ВП $\gamma^2): \pm 0,1 \%$ ВП	в соотв. с ОТ	$\gamma: \pm 1 \%$ ВП НЗ (НЗ=ВПИ)	1
Напряжение постоянного тока, соответствующее температуре воздуха за компрессором в диапазоне от 0 до 450 °С (от 273 до 723 К) для термопары ХК (L) (изд. 84, 85) ¹⁾	от 0 до 35,888 мВ	$\gamma: \pm 0,09 \%$ ВП	-	$\gamma: \pm 0,09 \%$ ВП	1
Напряжение постоянного тока, соответствующее температуре газа за турбиной в диапазоне от 0 до 1100 °С (от 273 до 1373 К) для термопар ХА (К)	от 0 до 45,119 мВ	$\gamma: \pm 0,07\%$ ВП	-	$\gamma: \pm 0,07\%$ ВП	1
Напряжение постоянного тока, соответствующее температуре газа на срезе сопла в диапазоне от 0 до 1300 °С (от 273 до 1573 К) для термопар ХА (К)	от 0 до 52,410 мВ	$\gamma: \pm 0,06 \%$ ВП	-	$\gamma: \pm 0,06 \%$ ВП	16

Продолжение таблицы А1

1	2	3	4	5	6
Температура воздуха на входе в изделие при работе с наддувом (изд. 84, 85)	от 278 до 323 К включ. (от +5 до +50 °С включ.)	$\pm 0,7$ °С (0,22 % от ВП)	$\pm 0,3$ °С (0,09 % от ВП)	γ : $\pm 0,5$ % от ВП	10
	св. 323 до 368 К включ. (св. +50 до +95 °С включ.)	$\pm 0,7$ °С (0,19 % от ВП)	$\pm 0,3$ °С (0,08 % от ВП)	δ : $\pm 0,5$ % от ИЗ	
Температура воздуха на входе в изделие при испытании с наддувом (изд. 64М, 64Р)	от 273 до 319 К включ. (от 0 до +46 °С включ.)	$\pm 0,7$ °С (0,22 % от ВП)	$\pm 0,3$ °С (0,09 % от ВП)	γ : $\pm 0,5$ % от ВП	12
	св. 319 до 365 К включ. (св. +46 до +92 °С включ.)	$\pm 0,7$ °С (0,19 % от ВП)	$\pm 0,3$ °С (0,08 % от ВП)	δ : $\pm 0,5$ % от ИЗ	
Напряжение постоянного тока, соответствующее температуре наружной обоймы подшипника опоры компрессора в диапазоне от 20 до 400 °С (от 293 до 673 К) для термопар ХА (К) ¹⁾	от 0,798 до 16,397 мВ	γ : $\pm 0,19$ % ВП	-	γ : $\pm 0,19$ % ВП	2
Напряжение постоянного тока, соответствующее температуре технологического воспламенителя в диапазоне от 0 до 1300 °С (от 273 до 1573 К) для термопар ХА (К) ¹⁾	от 0 до 52,410 мВ	γ : $\pm 0,06$ %	-	γ : $\pm 0,06$ % ВП	1

Продолжение таблицы А1

1	2	3	4	5	6
Напряжение постоянного тока, соответствующее температуре наружной обоймы и корпуса подшипника опоры турбины в диапазоне от 20 до 400 °С (от 293 до 673 К) для термопар ХК (L) ¹⁾	от 1,290 до 31,492 мВ	$\gamma: \pm 0,1 \%$	-	$\gamma: \pm 0,1 \%$ ВП	4
Напряжение постоянного тока, соответствующее значениям температуры газообразных сред, температуры корпусов и деталей в диапазоне преобразований ПП термоэлектрического типа ТХА (К), ТХК (L), мВ ¹⁾	от -2 до +55 мВ	$\gamma: \pm 0,06 \%$	-	$\gamma: \pm 0,06 \%$ ВП	1
Температура воздуха на входе в изделие при работе без наддува	от -30 до +10 °С включ. (от 243 до 283 К включ.)	$\gamma: \pm 0,1 \%$ от ВП	$\pm(0,15+0,002 \cdot t)$	$\gamma: \pm 0,5 \%$ от ВП	6
	св. +10 до +50 °С включ. (св. 283 до 323 К включ.)		$\pm(0,15+0,002 \cdot t)$	$\delta: \pm 0,5 \%$ от ИЗ	
Температура в магистрали отбора воздуха от КНД (изд. 84, 85)	от 0 до +200 °С (от 273 до 473 К)	$\gamma: \pm 0,1 \%$ от ВП	$\pm(0,15+0,002 \cdot t)$	$\Delta: \pm 2 \text{ К}$	1
Температура масла на входе в изделие (изд. 84, 85)	от 0 до +250 °С	$\gamma: \pm 0,1 \%$ от ВП	$\pm(0,15+0,002 \cdot t)$	$\gamma: \pm 1 \%$ от ВП	1
Температура масла на выходе из опоры турбины (изд. 84, 85)	от 0 до +266 °С	$\gamma: \pm 0,1 \%$ от ВП	$\pm(0,15+0,002 \cdot t)$	$\gamma: \pm 1 \%$ от ВП	1
Температура воздуха на охлаждение маслобака	от -20 до +50 °С	$\gamma: \pm 0,1 \%$ от ВП	$\pm(0,15+0,002 \cdot t)$	$\gamma: \pm 1,5 \%$ от ВП	1

Продолжение таблицы А1

1	2	3	4	5	6
Температура масла на входе в изделие в системе консервации	от +60 до +80 °C	$\gamma: \pm 0,1 \% \text{ от ВП}$	$\pm(0,15+0,002 \cdot t)$	$\gamma: \pm 1 \% \text{ от ВП}$	1
Сила постоянного тока ¹⁾	от 4 до 20 мА	$\gamma: \pm 0,1 \% \text{ от ВП}$	-	$\gamma: \pm 0,1 \% \text{ от ВП}$	18
Сопротивление постоянному току, в т.ч. термопреобразователей сопротивления	от 0,1 до 200 Ом	$\gamma: \pm 0,1 \% \text{ от ВП}$	-	$\gamma: \pm 0,1 \% \text{ от ВП}$	4
Сила постоянного тока, соответствующая значениям вибрации в диапазоне от 1 до 100 мм/с ¹⁾	от 4 до 20 мА	$\gamma: \pm 0,1 \% \text{ от ВП}$	-	$\gamma: \pm 0,1 \% \text{ от ВП}$	3
Напряжение постоянного тока (телеметрические сигналы) ¹⁾	от 0 до 10 В	$\gamma: \pm 0,06 \% \text{ от ВП}$	-	$\gamma: \pm 0,06 \% \text{ от ВП}$	16
Примечания: 1) Часть ИК не содержит первичных преобразователей, которые поставляются в составе испытываемого двигателя и подсоединяются к Системе только на период испытаний; 2) Значение приведенной погрешности при поверке электрической части ИК в полном диапазоне (от 4 до 20 мА).					

Приложение Б (обязательное)

Выполнение поверки ИК и формирование протокола поверки ИК в ПО

1. После выполнения настроек ПО на поверку выбранного ИК Системы (согласно п. 8.4, а также согласно соответствующему для ИК пункту раздела 9 настоящей МП) нажатием кнопки «Проверка» в окне «Параметры проверки (канальная)...» (рисунок 15, раздел 8 настоящей МП) открыть диалоговое окно «Настройка завершена», вид которого представлен на Рисунок Б1.

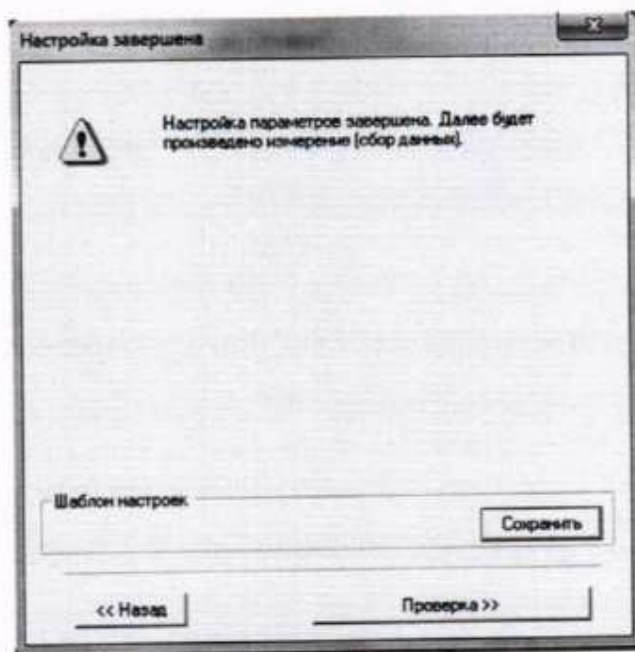


Рисунок Б1 – Вид диалогового окна «Настройка завершена»

2. По нажатию в окне «Настройка завершена» (рисунок Б1) кнопки «Проверка» открывается диалоговое окно «Измерение», вид которого представлен на рисунке Б2.

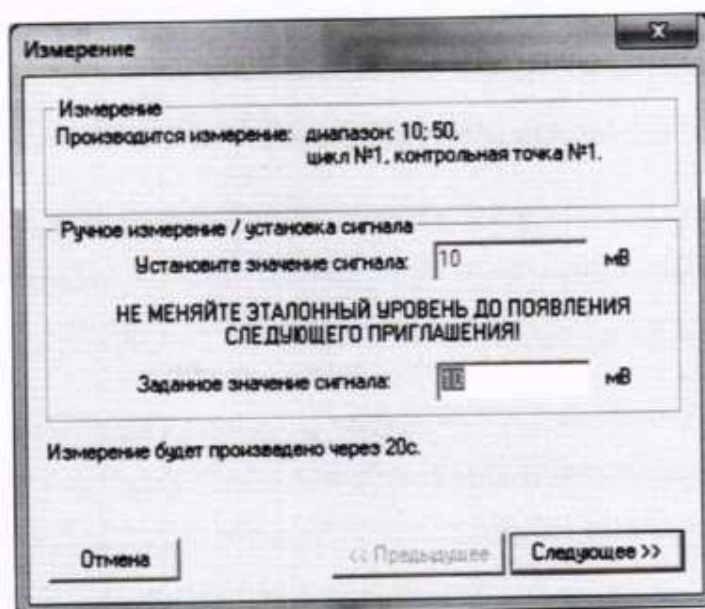


Рисунок Б2 – Вид диалогового окна «Измерение»

3. В окне «Измерение» (рисунок Б2) в поле «Заданное значение сигнала» выводится значение сигнала, формируемое соответствующим средством поверки. Путем управления средством поверки и используя средства индикации средства поверки, необходимо установить значение параметра на входе ИК (или электрической части ИК), соответствующее значению поля «Установите значение сигнала» в окне рисунок Б2.

В поле «Установите значение сигнала» перед измерением в очередной контрольной точке ПО автоматически последовательно задаёт значения из поля «Контрольные точки», которые были указаны ранее в окне «Параметры поверки (канальная)» (рисунок 15).

4. Измерение заданного сигнала для одной контрольной точки выполняется при нажатии кнопки «Следующее» в окне «Измерение» (рисунок Б2). При этом до начала измерений в контрольной точке происходит отработка заданной паузы. Пример представлен на рисунке Б3. При необходимости можно остановить таймер отсчета времени до начала измерений нажатием кнопки «Остановить таймер» в окне «Измерение» (рисунок Б3). При этом вид окна «Измерение», представленном на рисунке Б3, возвращается к виду, представленному на рисунке Б2.

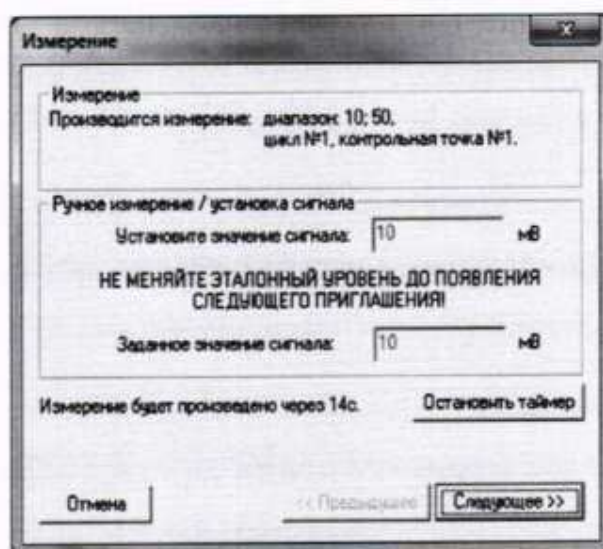


Рисунок Б3 – Начало измерений в контрольной точке

5. После проведения измерений для последней контрольной точки открывается диалоговое окно «Измерение завершено», представленное на рисунке Б4.

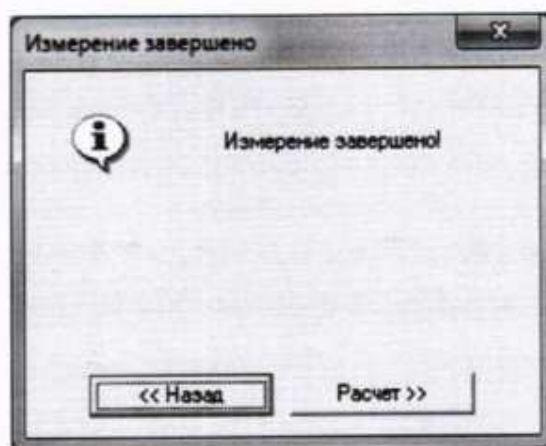


Рисунок Б4 – Диалоговое окно «Измерение завершено»

6. По нажатию в окне «Измерение завершено» (рисунок Б4) кнопки «Расчет» открывается диалоговое окно «Обработка и просмотр измеренных данных», пример которого представлен на рисунке Б5.

Обработка и просмотр измеренных данных

Диапазоны:
10; 50

Измеренные данные:

№	Канал	Точка №1	Точка №2	Точка №3
0	Эталон	10.000	20.000	30.000
	MR-114-(1-5-...	60	60	60

Погрешности:

№	Канал	Максимальная	Приведенная, %
1	MR-114-(1-5-1)	50	125

Сохранить данные

Отмена Сформировать отчет Завершить >>

Рисунок Б5 – Пример окна «Обработка и просмотр измеренных данных»

7. Результаты измерений, представленные в окне «Обработка и просмотр измеренных данных» (рисунок Б5), могут быть использованы для ручного расчета оценок погрешностей измерений и ручного формирования протокола поверки по форме, представленной в Приложении В.

8. ПО предоставляет возможность автоматической обработки результатов измерений с формированием протокола, содержание которого может быть задано перед формированием. Для этого необходимо нажать в окне «Обработка и просмотр измеренных данных» (рисунок Б5) кнопку «Сформировать отчет». При этом будет открыто окно «Настройка параметров протокола», пример которого приведен на рисунке Б6.

Настройка параметров протокола

Настройка протокола Дополнительно

Шапка отчета

☐ Дата, время ☐ Информация о модуле
☐ Информация о диапазоне ☐ Информация о канале
☐ Наименование эталона ☐ Список контрольных точек

Наименование эталона:

Шапка страницы **Подвал страницы**

☐ Дата, время ☐ Номер страницы
☐ ФИО оператора:

☐ протоколов поверки СИС (ОСТ 1 02517-04)

Параметры формирования таблиц

☐ Оценка нелинейности каналов ☐ Приведенная погрешность
☐ Таблицы ГХ/КХ Диапазон
☐ Отдельная таблица по каждому каналу ☒ Диапазон измерения
☒ Автоматический формат чисел ☐ По крайним точкам проверки
Количество знаков: ..
Количество знаков измеренного значения калибровки:
☒ Относительная погрешность ☐ Скачки измерительной величины
☐ ОСТ 1 01021-93 п. 5.3 НЗ = ☐ Утечки по каналу эталона
☐ Отдельная таблица для каждого цикла и отдельная колонка для прямого и обратного ходов

☐ Допусковый контроль

Погрешность: Допустимое значение: %

Шаблон настроек отчета

Рисунок Б6 – Окно «Настройка параметров протокола». Вкладка «Настройка протокола»

9. Содержание протокола, включая рассчитываемые необходимые виды оценок погрешностей измерений, задаётся путём установки соответствующих параметров во вкладке «Настройка параметров протокола» (рисунок Б6). Заполнить поля в указанной вкладке в соответствии с таблицей Б.1.

Таблица Б.1 – Настройка протоколов поверки ИК

Наименование поля в окне «Настройка параметров протокола»	Значение в поле
<i>Раздел «Шапка отчета»</i>	
«Дата, время»	✓
«Информация о диапазоне»	✓
«Наименование эталона»	✓
«Наименование эталона:» (поле для ввода текста)	Указать средство поверки согласно таблице 5.1 раздела 5 настоящей МП
«Информация о модуле»	✓
«Информация о канале»	✓
«Список контрольных точек»	✓
<i>Раздел «Шапка страницы»</i>	
«Дата, время»	✓

Наименование поля в окне «Настройка параметров протокола»	Значение в поле
<i>Раздел «Подвал страницы»</i>	
«Номер страницы»	✓
«ФИО оператора:»	✓
«ФИО оператора:» (поле для ввода текста)	Указать ФИО сотрудника, проводившего поверку
<i>Раздел «Параметры формирования таблиц»</i>	
«Оценка нелинейности каналов»	Оставить пустым
«Таблицы ГХ/КХ»	Оставить пустым
«Отдельная таблица по каждому каналу»	✓
«Автоматический формат чисел»	✓
«Относительная погрешность»	Установить согласно таблице «Настройка протоколов поверки ИК» из соответствующего канала пункта раздела 9
«ОСТ 1 01021-93 п. 5.3 НЗ = »	Оставить пустым
«Скачки измерительной величины»	Оставить пустым
«Приведенная погрешность»	Установить согласно таблице «Настройка протоколов поверки ИК» из соответствующего канала пункта раздела 9
<i>Раздел «Диапазон»</i>	
Установить параметры согласно таблице «Настройка протоколов поверки ИК» из соответствующего канала пункта раздела 9 настоящей МП	
<i>Раздел «Допусковый контроль»</i>	
«Допусковый контроль»	✓
«Погрешность:» (выбор из выпадающего списка)	Заполнить согласно Приложению А настоящей МП
«Допустимое значение:» (поле для ввода текста)	Заполнить согласно Приложению А настоящей МП

10. В протокол могут быть внесены дополнительные сведения о параметрах окружающей среды, зафиксированных вербальными методами. Для этого необходимо открыть и заполнить вкладку «Дополнительно» окна «Настройка параметров протокола», пример которой приведен на рисунке Б7.

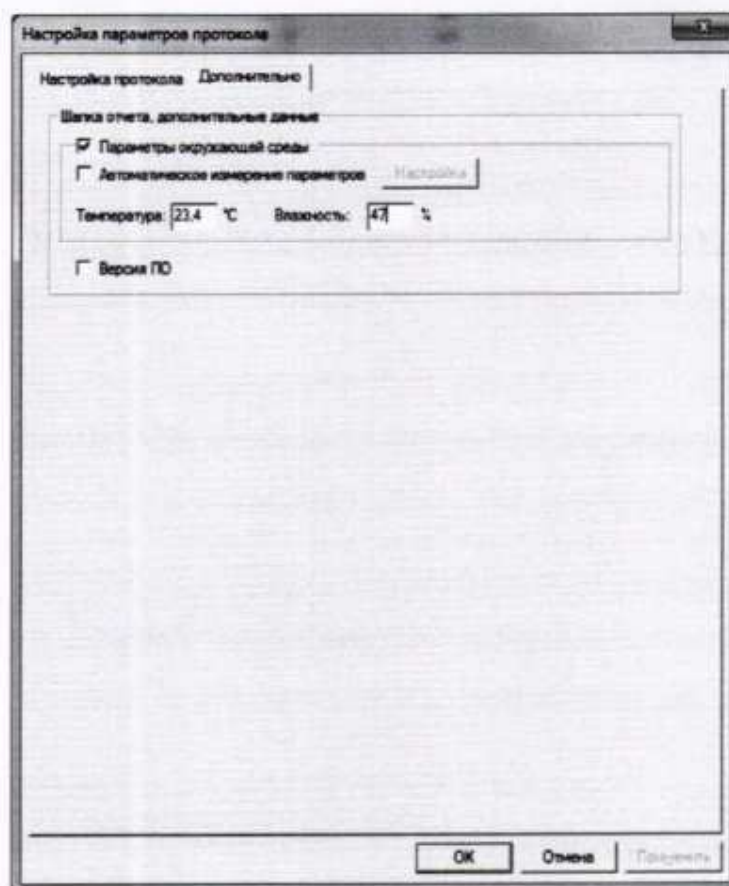


Рисунок Б7 – Окно «Настройка параметров протокола». Вкладка «Дополнительно»

11. По нажатию кнопки «ОК» в окне «Настройка протокола» (рисунок Б6) вызывается стандартная для ОС Windows процедура сохранения файла протокола (требуется указать папку и имя протокола). После сохранения открывается окно программы MS Office Word для просмотра протокола. Форма протокола приведена в Приложении Г.

12. Для завершения поверки ИК необходимо нажать ЛКМ кнопку «ОК» в диалоговом окне «Настройка канала» (рисунок 13 в разделе 8 настоящей МП).

Приложение В
(справочное)
Форма протокола поверки при расчетном способе
обработки результатов измерений

ПРОТОКОЛ

Результаты измерений поверяемых каналов Системы

Таблица В1 – (наименование измеряемого параметра)

Наименование параметра	Значение параметра					
Номинальные значения параметра						
Измеренные значения параметра первого канала						
Измеренные значения параметра второго канала						
Измеренные значения параметра третьего канала						

Максимальное значение (относительной, приведенной к ВП, приведенной ДИ, абсолютной) погрешности, первого канала: _____

Максимальное значение (относительной, приведенной к ВП, приведенной ДИ, абсолютной) погрешности, второго канала: _____

Максимальное значение (относительной, приведенной к ВП, приведенной ДИ, абсолютной) погрешности, третьего канала: _____

Таблица В2 – (наименование измеряемого параметра)

Наименование параметра	Значение параметра					
Номинальные значения параметра						
Измеренные значения параметра первого канала						
Измеренные значения параметра второго канала						

Максимальное значение (относительной, приведенной к ВП, приведенной ДИ, абсолютной) погрешности, первого канала: _____

Максимальное значение (относительной, приведенной к ВП, приведенной ДИ, абсолютной) погрешности, второго канала: _____

Испытание провел(а) Ф И.О. _____

Приложение Г
(рекомендуемое)

**Форма протокола поверки при автоматическом способе
обработки результатов измерений**

Протокол

поверки измерительного (ых) канала (ов) Системы

Дата: _____, время _____:

Диапазон поверки: _____

Количество циклов: ____

Количество порций: ____

Размер порции: ____

Обратный ход: _____

Наименование эталона _____

Температура окружающей среды: ____, влажность: ____ измерено: _____

ПО «Калибровка» версия: _____

Список контрольных точек.

Точка №	1	2	3	4	5
Значение					
Точка №	6	7	8		n
Значение					

Каналы:

№	Канал	Описание	Част. дискр., Гц
1	Канал № 1		
2	Канал № 2		
...			

Сводная таблица

№	Эталон,	Измерено модулем
1		
2		
...		

S - оценка систематической составляющей погрешности, A - оценка случайной составляющей погрешности, H - оценка вариации, Dm - оценка погрешности (максимум).

Dr - относительная погрешность.

Канал № 1

№	Эталон	Измерено	S	A	Dm	Dr %
1						
2						
...						

Погрешность (максимальная) на всем диапазоне: _____

Приведенная погрешность: ____ %.

Во время проверки использовалась следующая калибровочная (аппаратная) функция:
Таблица линейной интерполяции.

x				
f(x)				

Интерполяция за границами: есть.

Канал № 2

№	Эталон	Измерено	S	A	Dm	Dr %
1						
2						
...						

Погрешность (максимальная) на всем диапазоне:

Приведенная погрешность: %.

Во время проверки использовалась следующая калибровочная (аппаратная) функция:
Таблица линейной интерполяции.

x				
f(x)				

Интерполяция за границами: есть.

Сводная таблица погрешностей

De - приведенная погрешность, Dr - относительная погрешность, NI - оценка нелинейности.

№	Канал	De, %	Dr, %	NI, dB
1				
2				
...				
	Максимум			

Допусковый контроль

Допустимое значение приведенной погрешности: ____ %.

№	Канал	SN	Результат
1			

Поверку провел (а) _____

Приложение Д
(рекомендуемое)

Форма результирующего протокола поверки при поэлементном способе поверки ИК

Результирующий протокол⁷
поверки ИК Системы, поверенных (ого) поэлементным способом

№	Обозначение параметра ИК	Диапазон измерений ИК	Погрешность первичного преобразователя ⁸	Погрешность вторичного преобразователя ⁹	Суммарная погрешность ИК ¹⁰	Допустимое значение суммарной погрешности ИК ¹¹	Результат допускового контроля ИК ¹²
1							
2							
...							

⁷ Возможно составление результирующего протокола как для одного конкретного канала, так и для нескольких ИК, поверяемых поэлементным способом

⁸ Согласно свидетельству о поверке первичного преобразователя, входящего в состав ИК. Допустимо указывать, помимо основного, дополнительный вид погрешности для удобства сложения и сравнения значений

⁹ Согласно протоколу поверки вторичного преобразователя, входящего в состав ИК. Допустимо указывать, помимо основного, дополнительный вид погрешности для удобства сложения и сравнения значений

¹⁰ Рассчитывается, исходя из сведений о погрешностях первичного и вторичного преобразователя. Допустимо указывать, помимо основного, дополнительный вид для удобства сложения и сравнения значений

¹¹ Согласно Приложению А к настоящей МП

¹² Вывод об исправности или неисправности ИК