

СОГЛАСОВАНО

Первый заместитель генерального

директора – директор

исследовательского центра

«Авиационные двигатели»

ФАУ «ЦИАМ им. П.И. Баранова»

В.Г. Марков



2024 г.

ГСИ. Комплексы измерительно-вычислительные испытательных стендов
малых газотурбинных двигателей.

Методика поверки

МБДА.2946.0300.000 МП

г. Москва

2024 г.

СОДЕРЖАНИЕ

Принятые сокращения и условные обозначения.....	3
1 Общие положения	4
2 Перечень операций поверки средства измерений	6
3 Требования к условиям проведения поверки	7
4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку	8
5 Метрологические и технические требования к средствам поверки	9
6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки.....	10
7 Внешний осмотр средства измерений.....	11
8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений. Проверка программного обеспечения средства измерений.....	12
9 Определение метрологических характеристик средства измерений	22
10 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	48
11 Оформление результатов поверки	49
Приложение А (обязательное) Метрологические характеристики КИВ	50
Приложение Б (обязательное) Выполнение поверки ИК и формирование протокола поверки ИК в ПО «Recorder».....	51
Приложение В (рекомендуемое) Форма протокола поверки при расчётом способе поверки.....	55
Приложение Г (рекомендуемое) Форма протокола поверки при автоматическом способе поверки.....	56
Приложение Д (обязательное) Действия для отключения и подключения градуировочной характеристики в канале измерений сигнала МИС-140 в ПО «Recorder»	58

ПРИНЯТЫЕ СОКРАЩЕНИЯ И УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

КИВ	– комплексы измерительно-вычислительные испытательных стендов малых газотурбинных двигателей КИВ
ВП	– верхний предел диапазона измерений или нормированного значения измеряемого параметра
ДИ	– диапазон измерений
ИК	– измерительный канал (каналы)
ИП	– измерительный преобразователь
ИФП	– индивидуальная функция преобразования (градуировочная характеристика)
КТ	– контрольная точка диапазона измерений
ЛКМ	– левая кнопка манипулятора «мышь»
МП	– методика поверки
МХ	– метрологические характеристики
НП	– нижний предел диапазона измерений
НФП	– номинальная функция преобразования (градуировочная характеристика)
ПК	– персональный компьютер
ПКМ	– правая кнопка манипулятора «мышь»
ПО	– программное обеспечение
ПИП	– первичный измерительный преобразователь (датчик)
СИ	– средства измерений
СП	– средства поверки (эталон) СИ или средства проверки технических характеристик СИ
СТО	– стендовое технологическое оборудование

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки (МП) разработана в соответствии с Приказом Минпромторга России № 2907 от 28.08.2020 г., приказом Минпромторга России № 2510 от 31.07.2020 г. и устанавливает порядок, методы и средства проведения первичной и периодических поверок измерительных каналов (ИК) комплексов измерительно-вычислительных испытательных стендов малых газотурбинных двигателей (далее по тексту – комплексы, КИВ).

Комплексы измерительно-вычислительные испытательных стендов малых газотурбинных двигателей предназначены для измерений: напряжения и силы постоянного тока, частоты периодического сигнала, сопротивления постоянному току, относительного напряжения тензорезистивного моста, а также для сбора, обработки, отображения измеренной информации, передачи параметров, архивирования и сохранения информации об измеренных параметрах при проведении стендовых испытаний малых газотурбинных двигателей.

1.2 КИВ являются многоканальными измерительными комплексами, отнесенными в установленном порядке к средствам измерений, и подлежат государственному регулированию обеспечения единства измерений на всех этапах жизненного цикла.

Структура КИВ приведена на схеме МБДА.2946.0300.000 Е1, а характеристики ИК указаны в таблице А1 приложения А к настоящей МП.

Функционально КИВ включают в себя следующие измерительные каналы:

- ИК напряжения постоянного тока, соответствующего значениям температуры жидких и газообразных сред в диапазоне преобразования первичных преобразователей термоэлектрического типа;

- ИК напряжения постоянного тока;
- ИК силы постоянного тока;
- ИК частоты периодического сигнала;
- ИК сопротивления постоянному току;
- ИК относительного напряжения тензорезистивного моста.

1.3 Способы поверки

1.3.1 Настоящая МП устанавливает комплектный способ поверки ИК.

1.3.2 В настоящей МП ИК всех перечисленных типов относятся к каналам прямых измерений параметров (физических величин).

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 Нормирование поверки: количество КТ на ДИ – по МИ 2440-97.

1.5 КИВ обеспечивают прослеживаемость к следующим Государственным первичным эталонам:

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

ГЭТ 13-2023 «ГПЭ единицы электрического напряжения» в соответствии с Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28 июля 2023 года № 1520 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвигущей силы»;

ГЭТ 4-91 «ГПЭ единицы силы постоянного электрического тока» в соответствии с Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 01 октября 2018 г. № 2091 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений силы постоянного тока в диапазоне от $1 \cdot 10^{-16}$ до 100 А»;

ГЭТ 14-2014 «ГПЭ единицы электрического сопротивления» в соответствии с Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30 декабря

2019 года № 3456 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений электрического сопротивления постоянного и переменного тока».

1.6 Допускается возможность проведения поверки отдельных измерительных каналов.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 Перечень операций, которые должны проводиться при поверке КИВ, приведен в Таблица 1.

Таблица 1 – Перечень операций поверки

Наименование операции	Номер пункта документа по поверке	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
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 приведенной к ВП погрешности измерений напряжения постоянного тока, соответствующего значениям температуры жидких и газообразных сред в диапазоне преобразования первичных преобразователей термоэлектрического типа	9.2	да	да
3.2 Определение приведенной к ВП погрешности измерений напряжения постоянного тока	9.3	да	да
3.3 Определение приведенной к ВП погрешности измерений силы постоянного тока	9.4	да	да
3.4 Определение относительной погрешности измерений частоты периодического сигнала	9.5	да	да
3.5 Определение приведенной к ВП погрешности измерений сопротивления постоянному току	9.6	да	да
3.6 Определение приведенной к ВП погрешности измерений относительного напряжения тензорезистивного моста	9.7	да	да
4 Подтверждение соответствия средств измерений метрологическим требованиям	10	да	да
5 Оформление результатов поверки	11	да	да

Примечания:

- 1 Допускается сокращенная поверка КИВ в соответствии с требованиями программ испытаний изделий, для измерительного контроля параметров которых они предназначены;
- 2 Допускается независимая поверка каждого ИК, в том числе после ремонта (в объеме первичной), с обязательным указанием об этом в свидетельстве о поверке КИВ.

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 Поверка должна проводиться в рабочих условиях эксплуатации КИВ.

3.2 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия окружающей среды:

- температура воздуха, °С от +15 до +40;
- относительная влажность воздуха при температуре 25 °С, % не более 90;
- атмосферное давление, кПа от 84 до 106,7.

3.3 Питание КИВ:

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

3.4 При выполнении поверок ИК КИВ 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 поверке допускаются лица, изучившие руководство по эксплуатации (РЭ) на комплекс и входящие в её состав аппаратные и программные средства, знающие принцип действия используемых средств измерений и прошедшие инструктаж по технике безопасности (первичный и на рабочем месте) в установленном в организации порядке.

4.2 К поверке допускаются лица, освоившие работу с используемыми средствами поверки, изучившие настоящую методику и, имеющие достаточную квалификацию.

4.3 Лица, участвующие в поверке системы, должны проходить обучение и аттестацию по технике безопасности и производственной санитарии при работе в условиях её размещения.

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки использовать средства измерений и вспомогательное оборудование, приведенные в таблице 2.

Таблица 2 – Перечень средств поверки

Операции по- верки, требую- щие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для про- ведения поверки	Перечень рекоменду- емых средств поверки, рег. № в ФИФ по ОЕИ
Основные средства поверки		
9.2; 9.3; 9.4; 9.6	Рабочий эталон 3 разряда 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» в диапазонах от -10 до +100 мВ и от 0 до 30 В;	Калибратор-измеритель унифицированных сигналов прецизионный «Элемер-ИКСУ-2012» (рег. № 56318-14)
9.5	Рабочий эталон 5 разряда 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» в диапазоне до 20 кГц	Генератор сигналов специальной формы АКИП-3408/1 (рег. № 66780-17)
9.7	Рабочий эталон 4 разряда по Приказу Росстандарта № 3456 от 30 декабря 2019 г. «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений электрического сопротивления постоянного и переменного тока» с номинальным значением сопротивления постоянному току от 80 до 200 Ом	Мера электрического сопротивления много-значная Р 3026-2 (рег. № 8478-04)

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 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 Р 12.1.019-2009, ГОСТ 12.2.091-2002 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 (калибровки) допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие аттестацию по технике безопасности и промышленной санитарии, ознакомленные с эксплуатационной документацией на комплексы, с инструкцией по эксплуатации электрооборудования комплексов и с настоящей методикой;

– электрооборудование стенда, а также электроизмерительные приборы, используемые в качестве средств поверки, должны быть заземлены, блоки питания должны иметь предохранители номинальной величины;

– помещение, где проводится поверка, должно быть оборудовано пожарной сигнализацией и средствами пожаротушения;

– работы по выполнению поверки КИВ должны проводиться по согласованию с лицами, ответственными за его эксплуатацию.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

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

- комплектность ИК КИВ должна соответствовать РЭ и формуляру на КИВ;
- маркировка ИК КИВ должна соответствовать требованиям проектной и эксплуатационной документации;
- измерительные, вспомогательные и соединительные компоненты (кабельные разъемы, клеммные колодки и т. д.) ИК КИВ 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;
- экранирование кабелей и проводов должно быть соединено между собой и с заzemляющим контуром в соответствии с электрическими схемами;
- КИВ должны быть защищены от несанкционированного вмешательства.

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

Подготовка к поверке состоит из подготовки КИВ к работе, описанной в п.п. 8.1, и поочередной подготовки к поверке каждого выбранного ИК КИВ. Проверка программного обеспечения описана в п. 8.2. В п.п. 8.3 описаны типовые действия по выбору и подготовке ИК к поверке.

8.1 Подготовка КИВ к работе.

8.1.1 Включить источник бесперебойного питания (ИБП) А34 в стойке приборной А23.1 в соответствии с руководством по эксплуатации на ИБП.

8.1.2 Включить системный блок PromPC станции сбора данных КИВ А43.1 в стойке приборной в соответствии с руководством по эксплуатации на системный блок PromPC.

8.1.3 Включить мониторы A55 и A56 станции сбора данных КИВ.

8.1.4 На экране мониторов должно быть окно (рабочий стол) загруженной операционной системы Windows.

8.1.5 Если ПО «Recorder» на станции сбора данных КИВ не запущено, запустить его, используя ярлык  на рабочем столе. Появится основное окно программы – рисунок 1.

8.1.6 Нажатием ЛКМ на кнопке «MERA» в правом верхнем углу окна ПО «Recorder» открыть выпадающий список (рисунок 2), в котором нажатием ЛКМ выбрать опцию «Загрузить конфигурацию».

8.1.7 В открывшемся окне рисунок 3 выбрать нажатием ЛКМ конфигурацию Роверка.rcfg и нажать ЛКМ кнопку «Открыть».

8.1.8 Нажатием клавиши F12 на клавиатуре компьютера открыть окно «Настройки» ПО Recorder, представленное на рисунке 4.

8.1.9 Нажатием ЛКМ выбрать вкладку «Аппаратные свойства» в окне рисунок 4. Вид окна, отображающий состав выбранных аппаратных средств, должен быть подобным представленному на рисунке 5.

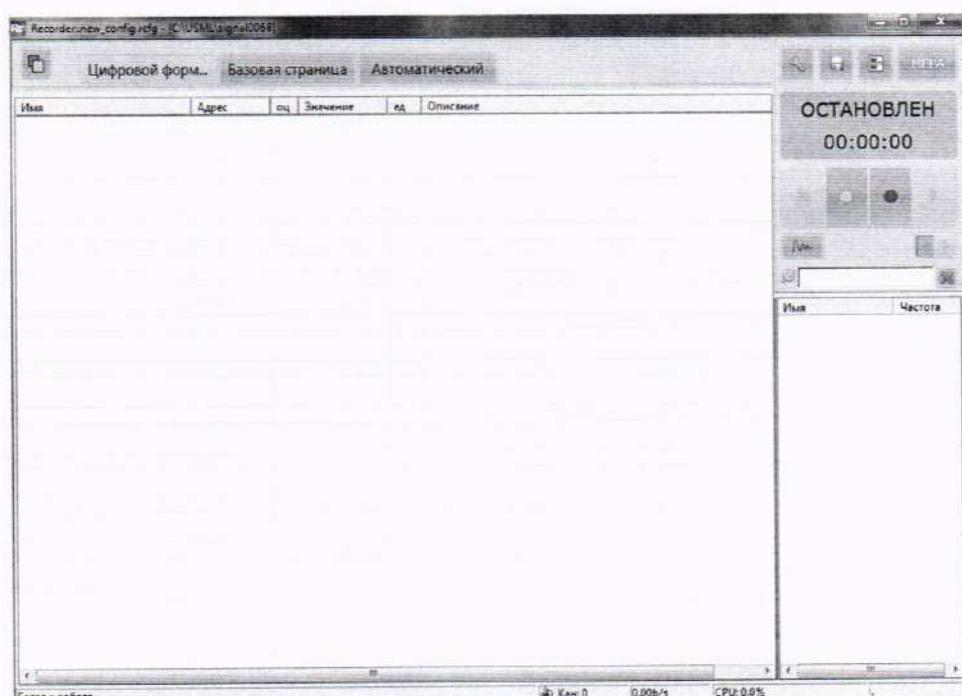


Рисунок 1 – Основное окно ПО «Recorder»

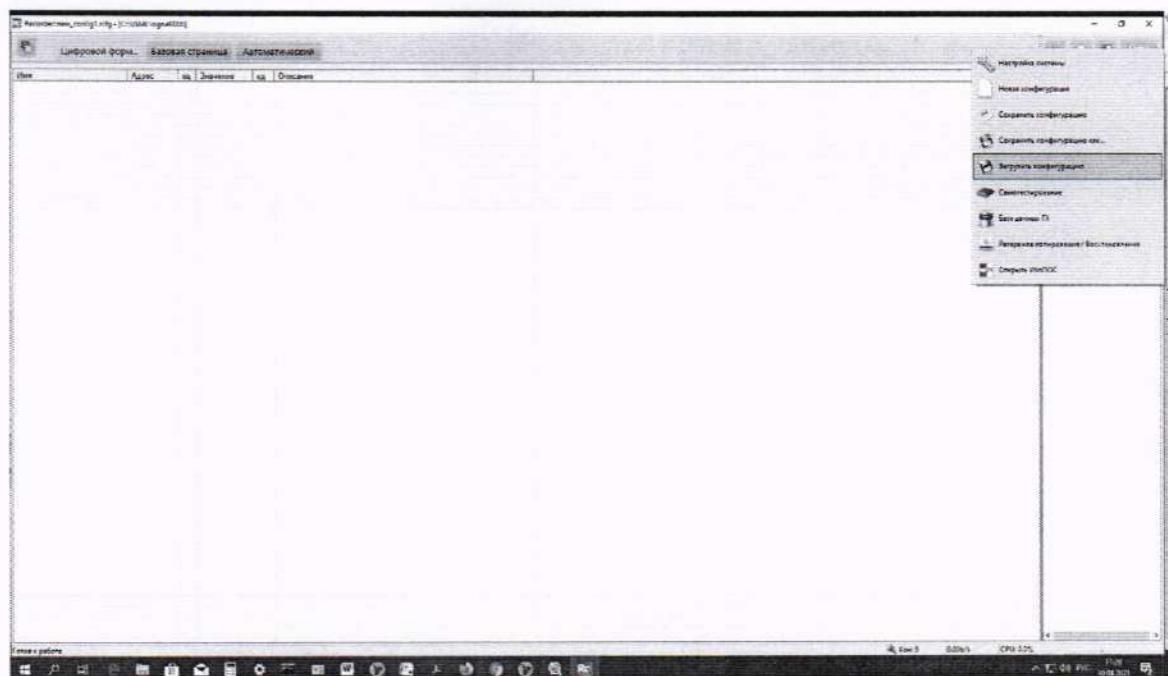


Рисунок 2 – Переход к выбору рабочей конфигурации ПО «Recorder»

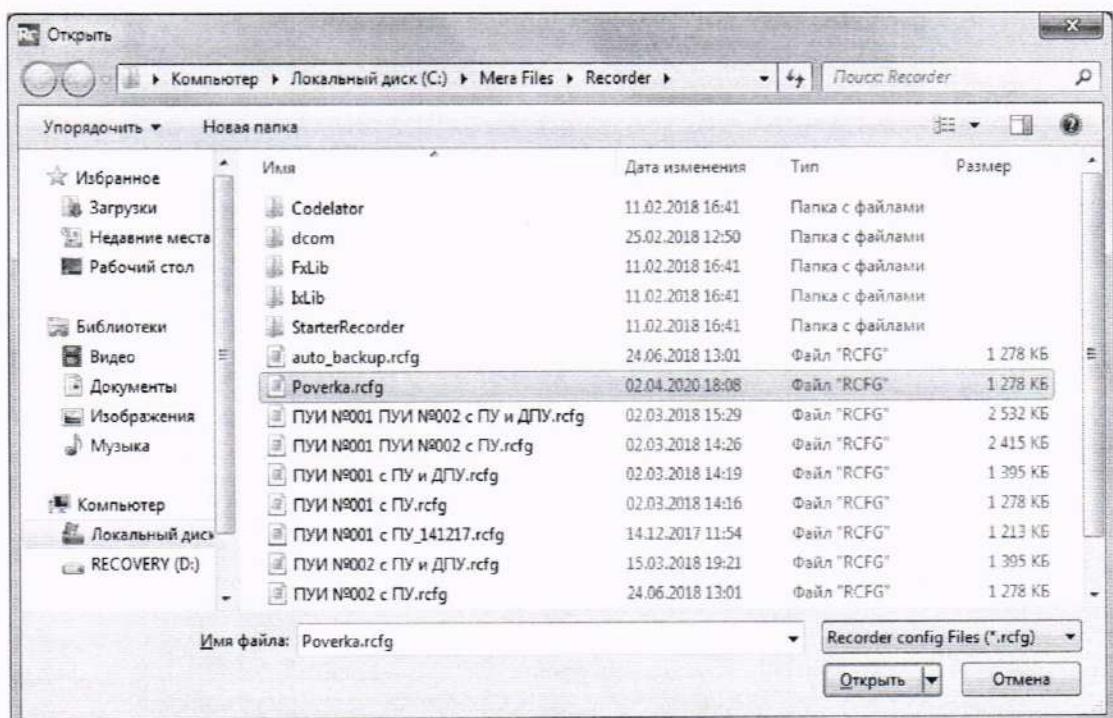


Рисунок 3 – Выбор конфигурации ПО «Recorder», необходимой для проведения поверок ИК

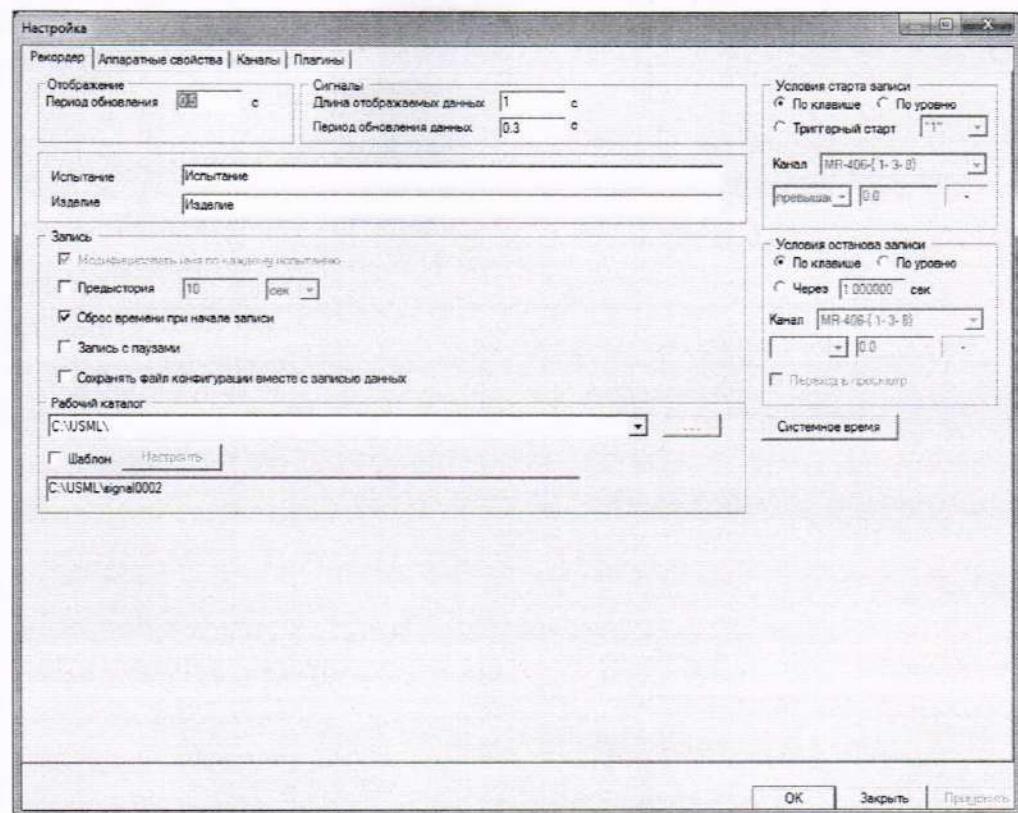


Рисунок 4 – Окно «Настройки» ПО «Recorder»

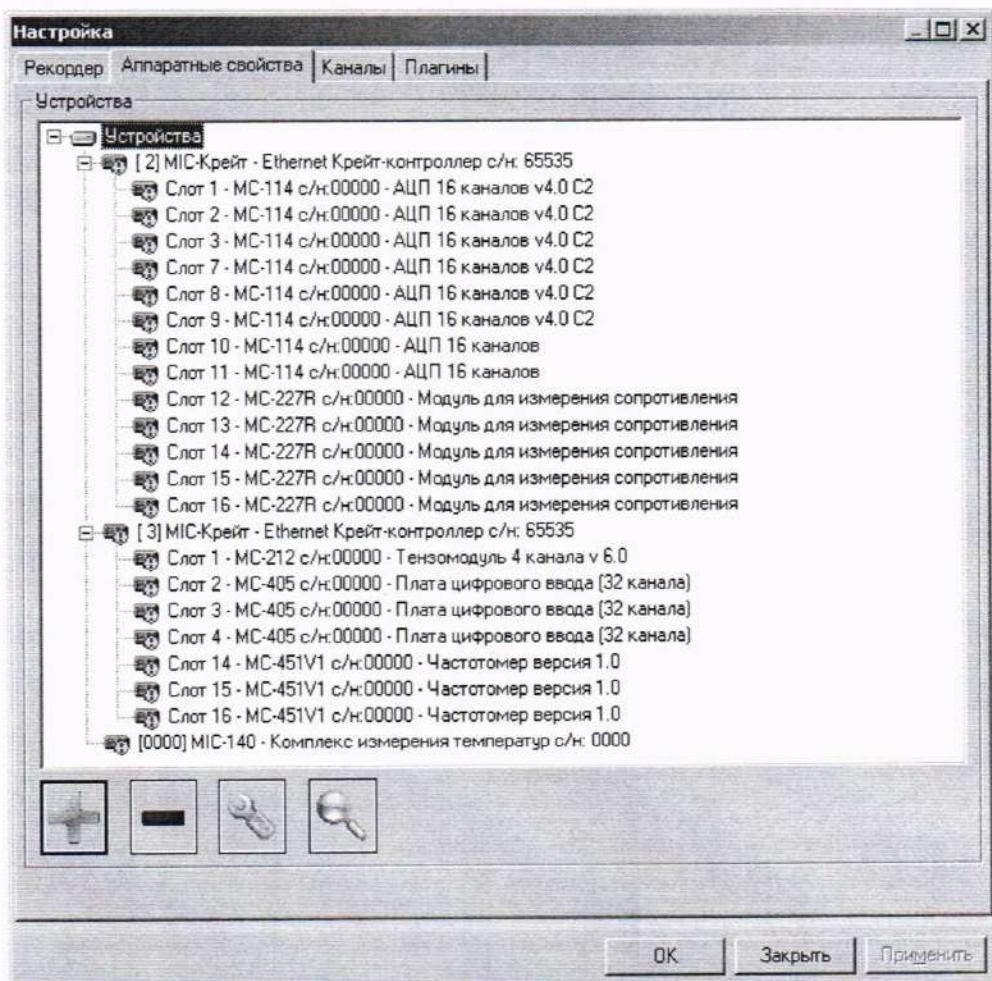


Рисунок 5 – Окно выбранного состава аппаратных средств КИВ

8.1.10 Выполнить инициализацию аппаратных средств командой «Сброс всех устройств» в соответствии с рисунком 6, затем закрыть окно «Аппаратные свойства» кнопкой «OK».

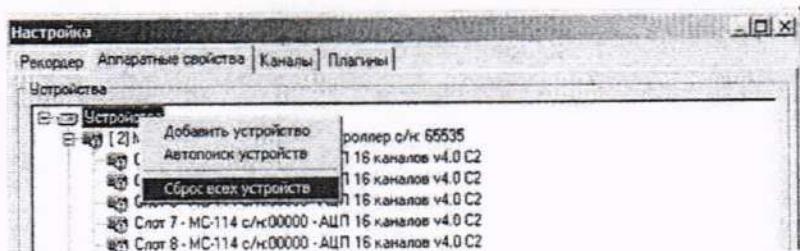


Рисунок 6 – Инициализация аппаратных средств

8.1.11 Нажать кнопку «МЕРА» в окне рисунок 1 и осуществить тестирование интерфейсов модулей, выбрав в выпавшем меню режим «Самотестирование» (рисунок 7).

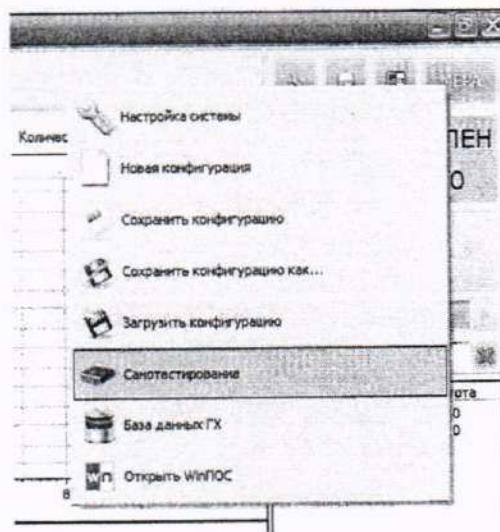


Рисунок 7 – Запуск режима «Самотестирование»

8.1.12 В открывшемся окне рисунок 8 нажать кнопку «Тест». Результат тестирования будет отражён в окне рисунок 9. В случае получения сообщения, представленного на рисунке 9, КИВ готовы к дальнейшим работам по подготовке конкретных ИК к поверке (см. п.п. 8.3 ниже) и выполнению поверок в соответствии с разделом 9 настоящего документа. В противном случае работы по поверкам прекращаются до устранения неисправностей, выявленных в ходе самотестирования КИВ.

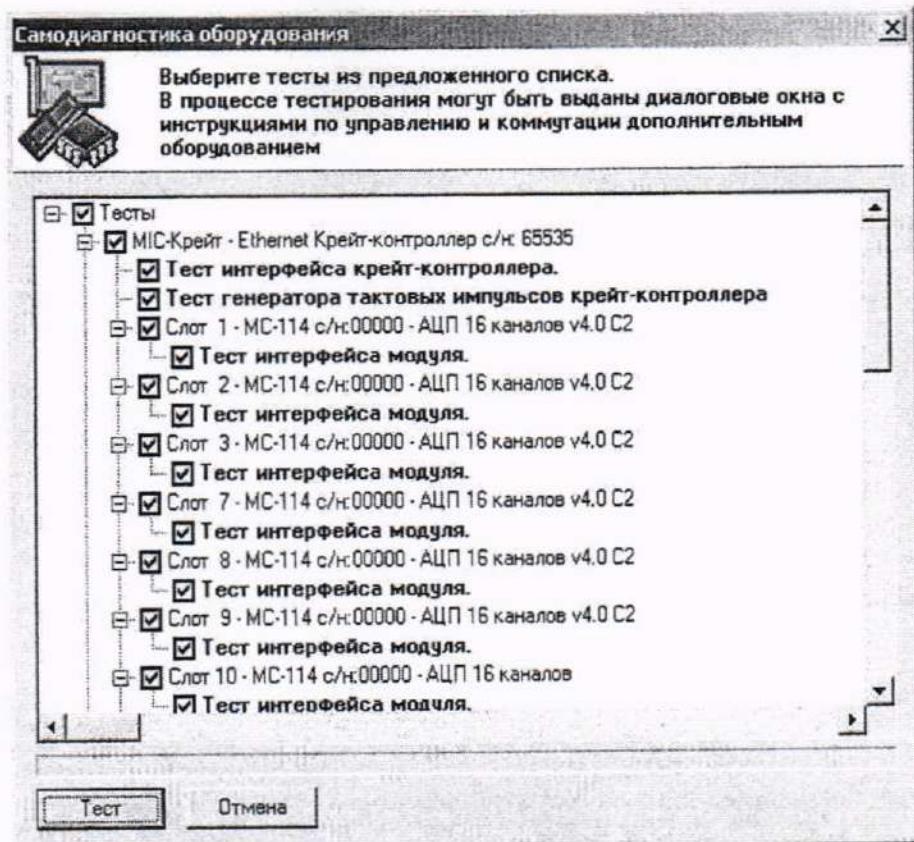


Рисунок 8 – Окно подготовки самотестирования.

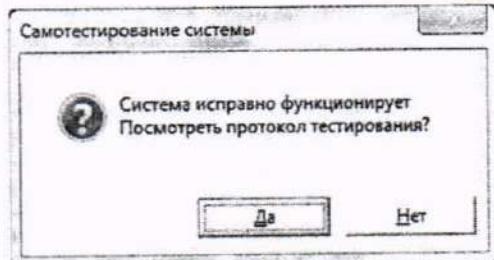


Рисунок 9 – Окно результата самотестирования.

8.2. Проверка программного обеспечения

Для проверки наименования и версии метрологически значимого ПО выполнить следующие операции:

8.2.1 Запустить программу управления комплексами МС «Recorder» с конфигурацией Poverka.rcfg, выполнив действия, описанные в п.п.8.1.3 – 8.1.9 настоящего документа;

8.2.2 В открывшемся главном окне ПО «Recorder» щелчком ПКМ по пиктограмме в левом верхнем углу открыть контекстное меню;

8.2.3 Щелчком ЛКМ в контекстном меню на опции «О программе» открыть информационное окно, представленное на рисунке 10.

8.2.4 Убедиться в соответствии характеристик в информационном окне ПО «Recorder» (рисунок 10), характеристикам, приведенным ниже:

- наименование – «MERA Recorder»;
- идентификационное наименование – scales.dll;
- номер версии scales.dll – 1.0.0.8;
- ID (цифровой идентификатор) – 24CBC163.

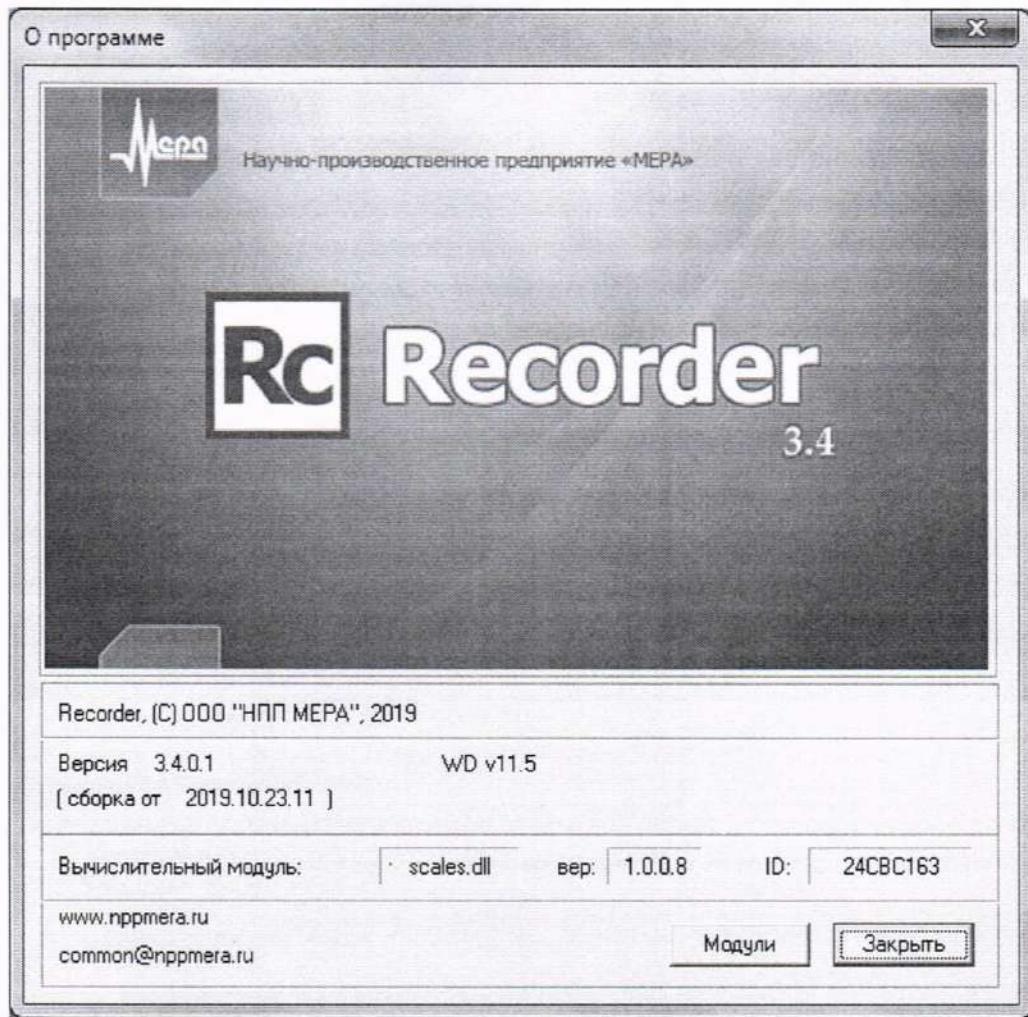


Рисунок 10 – Вид информационного окна программы «Recorder»

8.3 Для осуществления настройки ПО Recorder на поверку конкретного ИК КИВ необходимо выполнить следующие операции:

8.3.1. При загруженной конфигурации Poverka.rcfg, выделить нажатием ЛКМ ИК, подлежащий поверке, в списке каналов в правой части окна ПО «Recorder». Если одновременно возможен сбор данных для поверки нескольких ИК, следует выделить всю эту группу каналов.

8.3.2. Двойным нажатием ЛКМ на выделенном ИК (любом ИК из группы выделенных) открыть диалоговое окно «Настройка канала...» (пример его дан на рисунке 11);

8.3.3 Нажатием ЛКМ в окне рисунок 11 открыть вкладку «Дополнительно». Используя манипулятор «мышь», привести настройки в этой вкладке (рисунок 12) в соответствие с требованиями, указанными в соответствующем разделе настоящей методики поверки.

8.3.4. Вернуться во вкладку «Параметры» окна «Настройка канала...» нажатием ЛКМ на этой вкладке в окне рисунок 11.

8.3.5. В диалоговом окне рисунок 11 в разделе «Канальная ГХ» нажать ЛКМ кнопку «Калибровка канала»;

8.3.6. В открывшемся диалоговом окне «Выбор типа градуировки...», представленном на рисунке 13, выбрать нажатием ЛКМ в разделе «Произвести...» боксы – «проверку», «стандартная», а затем нажать кнопку «Далее»;

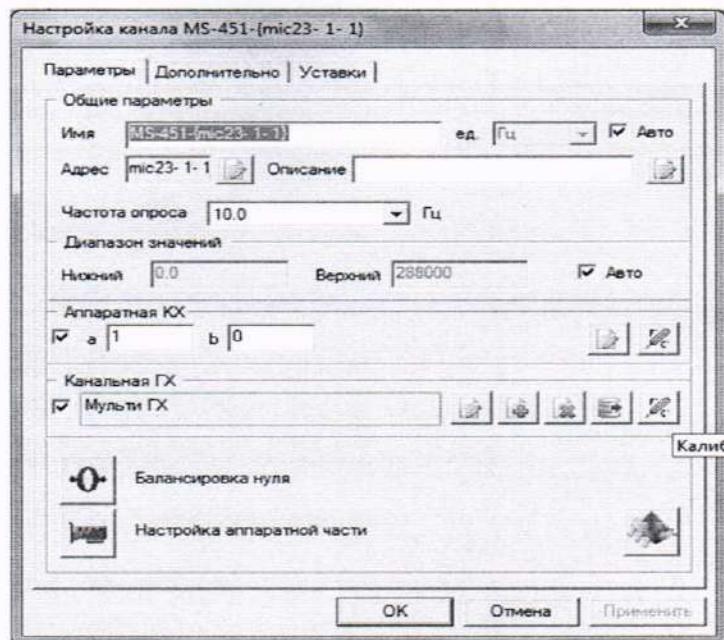


Рисунок 11 – Вид диалогового окна «Настройка канала...»

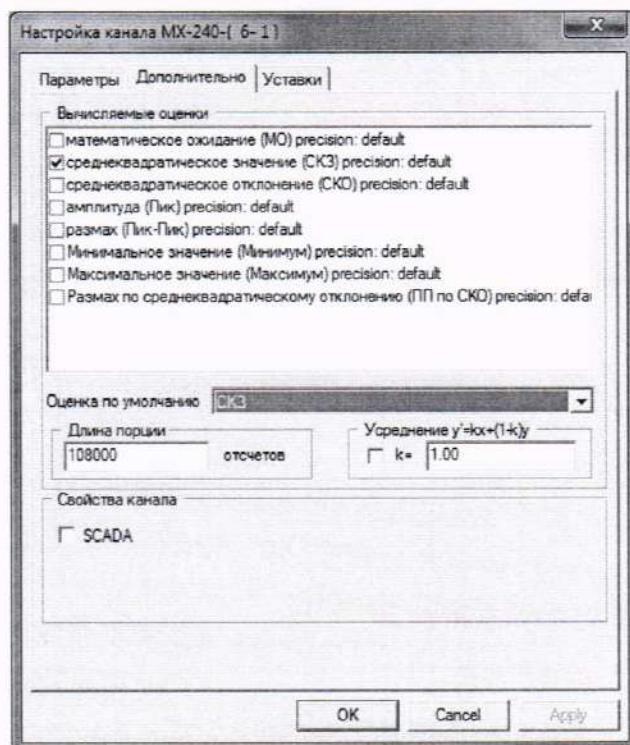


Рисунок 12 – Вид вкладки «Дополнительно» окна «Настройка канала..»

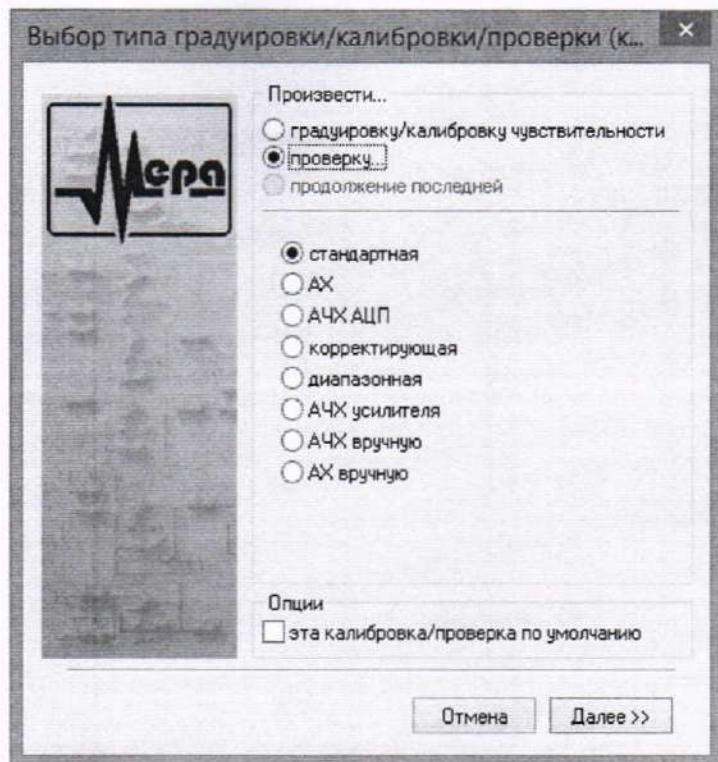


Рисунок 13 – Вид диалогового окна «Выбор типа градуировки/калибровки/проверки (канальная)»

8.3.7. Открывшееся диалоговое окно «Параметры проверки (канальная)», представленное на рисунке 14, 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. В окне рисунок 14 установить значения настроек параметров с учетом следующих сведений:

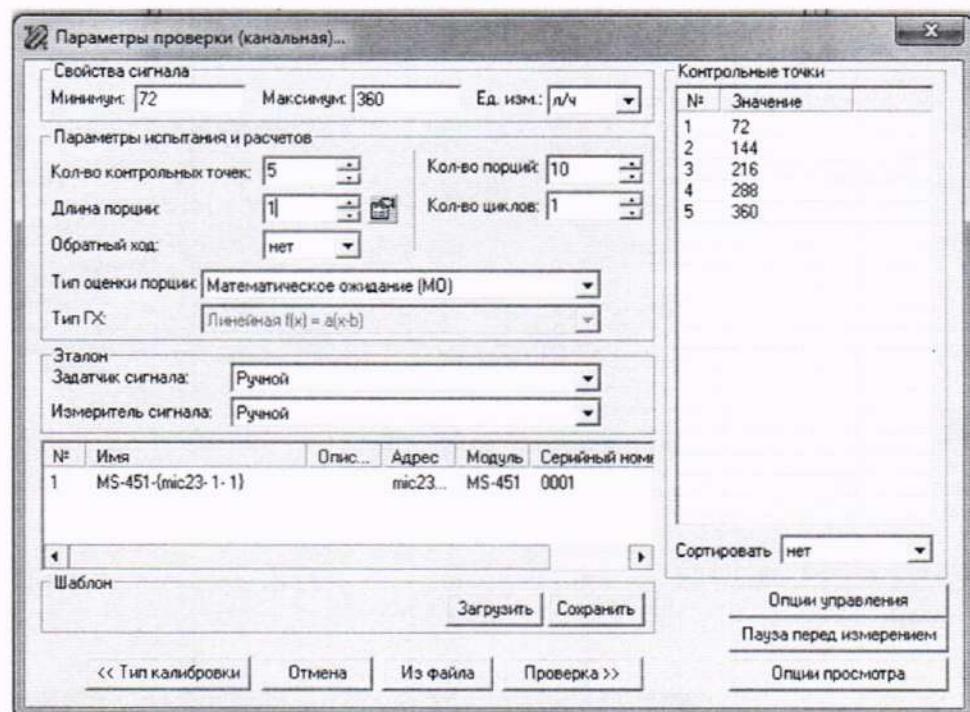


Рисунок 14 – Вид диалогового окна «Параметры проверки (канальная)»

8.3.7.1. В разделе «Свойства сигнала» в поле «Минимум» – значение нижнего предела диапазона измерения (значение в поле «НП ДИ ИК» из таблицы контрольных точек для поверяемого ИК), в поле «Максимум» – значение верхнего предела диапазона измерений (значение в поле «ВП ДИ ИК» из таблицы контрольных точек для поверяемого ИК), в поле «Ед. изм» – единицы измерения поверяемого ИК;

8.3.7.2. В разделе «Параметры испытания и расчета»:

в поле «Количество контрольных точек» – значение в поле «Количество КТ на ДИ ИК, n,» из таблицы контрольных точек для поверяемого ИК,

в поле «Длина порции» – указывается 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;

в поле «Количество порций» – количество выборок указанной выше длины, осуществляемых для одной контрольной точки,

в поле «Количество циклов» – число, задающее количество повторов циклов проведения измерений по всем контрольным точкам диапазона измерений,

в поле «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;

в поле «Тип оценки порции» – параметр выбирается из предлагаемого списка: математическое ожидание, средне 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.

8.3.7.3. В разделе «Эталон»:

в поле «Задатчик сигнала» – Ручной,

в поле «Измеритель сигнала» – Ручной;

8.3.7.4. Раздел «Контрольные точки» окна заполняется автоматически с равномерным распределением контрольных точек по диапазону измерения, включая начало и конец диапазона, но в случае необходимости значения контрольных точек следует отредактировать.

8.3.7.5. Для назначения длительности паузы перед измерением в каждой контрольной точке необходимо нажать ЛКМ кнопку «Пауза перед измерением». При этом откроется окно, представленное на рисунке 15. После назначения длительности паузы необходимо нажать в этом окне кнопку «Применить».

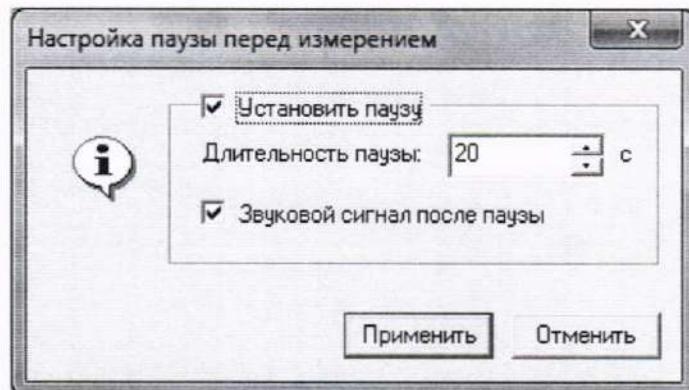


Рисунок 15 – Окно «Настройка паузы перед измерением»

8.3.7.6. Остальные поля и опции в окне рисунок 14 для настройки ПО «Recorder» на поверку конкретного ИК КИВ изменять не требуется.

В разделах 9.2 – 9.7 настоящего документа для поверки каждого ИК или группы ИК с аналогичными параметрами даются конкретные указания по заполнению полей в окне «Параметры проверки (канальная)» (пример на рис. 14).

8.4. Процесс поверки запускается по нажатию кнопки «Проверка» в окне рис. 14. Описание последовательности действий при исполнении этого процесса для настройки ПО Recorder на необходимый вид обработки результатов измерений, выполненных в ходе поверки конкретного ИК КИВ, и для формирования протокола поверки дано в Приложении Б к настоящему документу.

8.5. Необходимые настройки ПО Recorder для формирования протоколов поверки конкретных ИК КИВ либо электрических частей соответствующих ИК приведены в разделах 9.2 – 9.7 настоящего документа.

9 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1. Определение метрологических характеристик ИК

Проверку проводить комплектным способом.

9.2. Определение приведенной к ВП погрешности измерений напряжения постоянного тока, соответствующего значениям температуры жидких и газообразных сред в диапазоне преобразования первичных преобразователей термоэлектрического типа

Проверку каждого ИК выполнить в 2 этапа комплектным способом:

1-й этап – поверка электрической части ИК с целью определение диапазона измерений и МХ (индивидуальной функции преобразования и погрешности измерений);

2-й этап – определение и оценка максимальной приведенной к ВП погрешности электрической части ИК.

9.2.1. Выполнить действия по подготовке элементов КИВ к поверке, описанные в п.п.8.1.1 – 8.1.9.

9.2.2. Реализовать схему поверки электрической части ИК измеряемого параметра аналогично представленной для электрической части ИК параметра U_{T1} на рисунке 16, для чего необходимо:

9.2.2.1. Снять крышку с блока комплекса измерительного магистрально-модульного МС-140/96 с идентификатором А21, к которому подключен ПИП поверяемого ИК, открутив болты её крепления шестигранным ключом 4 мм.

9.2.2.2. Шлифовой отвёрткой WAGO 210-719 отсоединить линии ПИП поверяемого ИК от контактов коммутационного модуля МЕ-048 внутри МС-140/96, указанных в таблице 3.

9.2.2.3. Вместо линий ПИП подключить линии кабеля сигнального БЛИЖ.431586.175.032, соблюдая полярность.

9.2.2.4. Перевести калибратор ЭЛЕМЕР-ИКСУ-2012 в режим воспроизведения напряжения постоянного тока в диапазоне от минус 10 до 100 мВ и подключить его кабели с помощью зажимов типа «крокодил» к наконечникам кабеля сигнального БЛИЖ.431586.175.032, соблюдая полярность.

Таблица 3 – Сведения о каналах Recorder и о местах подключения калибратора ЭЛЕМЕР-ИКСУ-2012 (через кабель сигнальный) для поверки ИК напряжения постоянного тока, соответствующего значениям температуры жидких и газообразных сред в диапазоне преобразования первичных преобразователей термоэлектрического типа

Поверяемый ИК	№№ контактов коммутационного модуля МС-140/96	Наименование канала в рабочей конфигурации Recorder
U_{T1}	+in01, -in01	U_{T1}
U_{T2}	+in02, -in02	U_{T2}
U_{T3}	+in03, -in03	U_{T3}
U_{T4}	+in04, -in04	U_{T4}
U_{T5}	+in05, -in05	U_{T5}

Поверяемый ИК	№№ контактов коммутационного модуля МС-140/96	Наименование канала в рабочей конфигурации Recorder
U_{T6}	+in06, -in06	U_{T6}
U_{T7}	+in07, -in07	U_{T7}
U_{T8}	+in08, -in08	U_{T8}
U_{T9}	+in09, -in09	U_{T9}
U_{T10}	+in10, -in10	U_{T10}
U_{T11}	+in11, -in11	U_{T11}
U_{T12}	+in12, -in12	U_{T12}
U_{T13}	+in13, -in13	U_{T13}
U_{T14}	+in14, -in14	U_{T14}
U_{T15}	+in15, -in15	U_{T15}
U_{T16}	+in16, -in16	U_{T16}
U_{T17}	+in17, -in17	U_{T17}
U_{T18}	+in18, -in18	U_{T18}
U_{T19}	+in19, -in19	U_{T19}
U_{T20}	+in20, -in20	U_{T20}
U_{T21}	+in21, -in21	U_{T21}
U_{T22}	+in22, -in22	U_{T22}
U_{T23}	+in23, -in23	U_{T23}
U_{T24}	+in24, -in24	U_{T24}
U_{T25}	+in25, -in25	U_{T25}
U_{T26}	+in26, -in26	U_{T26}
U_{T27}	+in27, -in27	U_{T27}
U_{T28}	+in28, -in28	U_{T28}
U_{T29}	+in29, -in29	U_{T29}
U_{T30}	+in30, -in30	U_{T30}
U_{T31}	+in31, -in31	U_{T31}
U_{T32}	+in32, -in32	U_{T32}
U_{T33}	+in33, -in33	U_{T33}

Поверяемый ИК	№№ контактов коммутационного модуля МС-140/96	Наименование канала в рабочей конфигурации Recorder
U_{T34}	+in34, -in34	U_{T34}
U_{T35}	+in35, -in35	U_{T35}
U_{T36}	+in36, -in36	U_{T36}
U_{T37}	+in37, -in37	U_{T37}
U_{T38}	+in38, -in38	U_{T38}
U_{T39}	+in39, -in39	U_{T39}
U_{T40}	+in40, -in40	U_{T40}
U_{T41}	+in41, -in41	U_{T41}
U_{T42}	+in42, -in42	U_{T42}
U_{T43}	+in43, -in43	U_{T43}
U_{T44}	+in44, -in44	U_{T44}
U_{T45}	+in45, -in45	U_{T45}
U_{T46}	+in46, -in46	U_{T46}
U_{T47}	+in47, -in47	U_{T47}
U_{T48}	+in48, -in48	U_{T48}
U_{T49}	+in49, -in49	U_{T49}
U_{T50}	+in50, -in50	U_{T50}
U_{T51}	+in51, -in51	U_{T51}
U_{T52}	+in52, -in52	U_{T52}
U_{T53}	+in53, -in53	U_{T53}
U_{T54}	+in54, -in54	U_{T54}
U_{T55}	+in55, -in55	U_{T55}
U_{T56}	+in56, -in56	U_{T56}
U_{T57}	+in57, -in57	U_{T57}
U_{T58}	+in58, -in58	U_{T58}
U_{T59}	+in59, -in59	U_{T59}
U_{T60}	+in60, -in60	U_{T60}
U_{T61}	+in61, -in61	U_{T61}

Поверяемый ИК	№№ контактов коммутационного модуля МС-140/96	Наименование канала в рабочей конфигурации Recorder
U_{T62}	+in62, -in62	U_{T62}
U_{T63}	+in63, -in63	U_{T63}
U_{T64}	+in64, -in64	U_{T64}
U_{T65}	+in65, -in65	U_{T65}
U_{T66}	+in66, -in66	U_{T66}
U_{T67}	+in67, -in67	U_{T67}
U_{T68}	+in68, -in68	U_{T68}
U_{T69}	+in69, -in69	U_{T69}
U_{T70}	+in70, -in70	U_{T70}
U_{T71}	+in71, -in71	U_{T71}
U_{T72}	+in72, -in72	U_{T72}
U_{T73}	+in73, -in73	U_{T73}
U_{T74}	+in74, -in74	U_{T74}
U_{T75}	+in75, -in75	U_{T75}
U_{T76}	+in76, -in76	U_{T76}
U_{T77}	+in77, -in77	U_{T77}
U_{T78}	+in78, -in78	U_{T78}
U_{T79}	+in79, -in79	U_{T79}
U_{T80}	+in80, -in80	U_{T80}
U_{T81}	+in81, -in81	U_{T81}
U_{T82}	+in82, -in82	U_{T82}
U_{T83}	+in83, -in83	U_{T83}
U_{T84}	+in84, -in84	U_{T84}
U_{T85}	+in85, -in85	U_{T85}
U_{T86}	+in86, -in86	U_{T86}
U_{T87}	+in87, -in87	U_{T87}
U_{T88}	+in88, -in88	U_{T88}
U_{T89}	+in89, -in89	U_{T89}

Поверяемый ИК	№№ контактов коммутационного модуля МС-140/96	Наименование канала в рабочей конфигурации Recorder
U_{T90}	+in90, -in90	U_{T90}
U_{T91}	+in91, -in91	U_{T91}
U_{T92}	+in92, -in92	U_{T92}
U_{T93}	+in93, -in93	U_{T93}
U_{T94}	+in94, -in94	U_{T94}
U_{T95}	+in95, -in95	U_{T95}
U_{T96}	+in96, -in96	U_{T96}

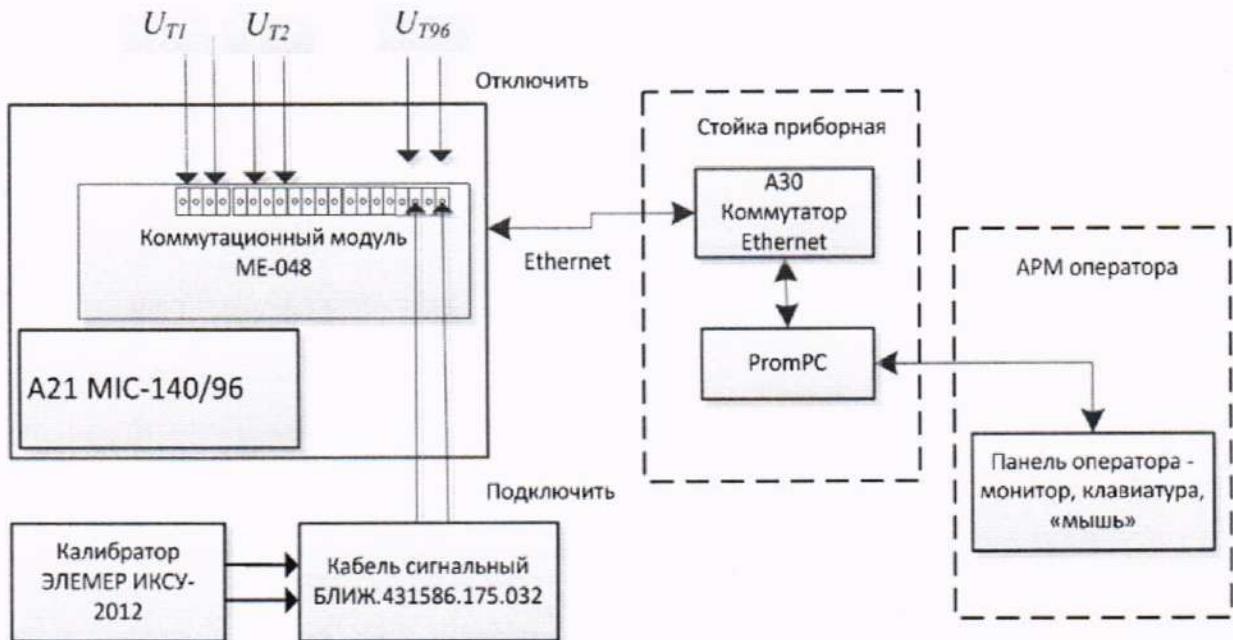


Рисунок 16 – Схема поверки ИК напряжения постоянного тока, соответствующего значениям температуры жидких и газообразных сред в диапазоне преобразования первичных преобразователей термоэлектрического типа

9.2.3. Выполнить настройку ПО «Recorder» на поверку канала с наименованием в рабочей конфигурации, приведенным в таблице 3 для поверяемого ИК:

9.2.3.1. На измерение напряжений постоянного тока по каналу, отключив использование градуировочной характеристики в соответствии с указаниями, приведенными в Приложении Д к настоящему документу

9.2.3.2. На поверку ИК, используя указания, изложенные в п.п. 8.2 настоящего документа, и сведения из таблицы 4. В поле «Контрольные точки» установить значения из таблицы 5 для соответствующего ИК.

9.2.4. Используя ПО «Recorder», поочередно для всех номинальных значений напряжения в КТ, указанных в таблице 5 для поверяемого ИК, провести измерения в соответствии с п.п.1 – 6 Приложения Б к настоящему документу. При этом:

9.2.4.1. Устанавливать номинальное значение напряжения на входе электрической части ИК с помощью калибратора ЭЛЕМЕР-ИКСУ-2012, контролируя устанавливаемое напряжение по показаниям на его индикационной панели;

9.2.4.2. Запускать процесс измерений в очередной КТ после завершения установки напряжения в очередной КТ.

Таблица 4 – Настройки ПО «Recorder» на выполнение поверки электрических частей ИК напряжения постоянного тока, соответствующего значениям температуры жидких и газообразных сред в диапазоне преобразования первичных преобразователей термоэлектрического типа

Поле в окне рисунок 12	Значение в поле для ИК
	U_{T1}, \dots, U_{T96}
Минимум	минус 2
Максимум	55
Ед. изм	мВ
Количество контрольных точек	5
Длина порции	50
Количество порций	10
Количество циклов	1
Обратный ход	нет
Тип оценки порции	Математическое ожидание (МО)
Задатчик сигнала	Ручной
Измеритель сигнала	Ручной

Таблица 5 – Контрольные точки измерения напряжения постоянного тока, соответствующего значениям температуры жидких и газообразных сред в диапазоне преобразования первичных преобразователей термоэлектрического типа

Наименование ИК (измеряемого параметра)	Размер- ность	НП ди ИК	ВП ди ИК	Количество КТ на Ди ИК, п	Номинальные значения напря- жения в КТ, x_k
Напряжение постоянного тока милли- вольтового диапазона (Параметры: U_{T1}, \dots, U_{T96})	мВ	-2	55	5	-2,00; 12,25; 26,50; 40,75; 55,00

Таблица 6 – Настройки протоколов поверки ИК напряжения постоянного тока, соответствующего значениям температуры жидких и газообразных сред в диапазоне преобразования первичных преобразователей термоэлектрического типа

Поле в окне «Настройка параметровproto- кола» (рисунок Б6 Приложения Б)	Значение в поле для ИК
	U_{T1}, \dots, U_{T96}
Дата, время (бокс в области «Шапка отче-	✓

Поле в окне «Настройка параметров протокола» (рисунок Б6 Приложения Б) та»)	Значение в поле для ИК
	U_{T1}, \dots, U_{T96}
Информация о диапазоне (бокс в области «Шапка отчета»)	✓
Наименование эталона (бокс в области «Шапка отчета»)	✓
Наименование эталона (текстовое поле в области «Шапка отчета»)	Калибратор ЭЛЕМЕР-ИКСУ-2012
Информация о модуле (бокс в области «Шапка отчета»)	✓
Информация о канале (бокс в области «Шапка отчета»)	✓
Список контрольных точек (бокс в области «Шапка отчета»)	✓
Дата, время (бокс в области «Шапка страницы»)	✓
Номер страницы (бокс в области «Подвал страницы»)	✓
ФИО оператора (бокс в области «Повал страницы»)	✓
ФИО оператора (текстовое поле в области «Подвал страницы»)	ФИО сотрудника, проводившего поверку
Отдельная таблица по каждому каналу (бокс)	✓
Автоматический формат чисел (бокс)	✓
Относительная погрешность (бокс)	
Допусковый контроль (бокс)	✓
Погрешность: (выбор из выпадающего списка)	приведенная
Приведенная погрешность (бокс)	✓
Диапазон измерения (бокс)	●
Левое текстовое поле в области «Диапазон»	-2
Правое текстовое поле в области «Диапазон»	55
ОСТ 1 01021-93 (бокс)	
ВП= (текстовое поле)	55
Допустимое значение: (текстовое поле)	0,08

9.2.5. Используя указания п.п.7 – 12 Приложения Б к настоящему документу, выполнить обработку результатов измерений и формирование протокола поверки. При этом во вкладке «Настройка протокола» окна «Настройка параметров протокола» (рисунок Б6 Приложения Б к настоящему документу) установить параметры в соответствии с таблицей 6. Для поверяемого ИК ПО «Recorder» будет выполнена обработка результатов измерений по формулам (1) и (2), приведенным в разделе 10 настоящего документа.

9.2.6. Результаты поверки ИК измерений напряжения постоянного тока, соответствующего значениям температуры жидких и газообразных сред в диапазоне преобразования первичных преобразователей термоэлектрического типа считать положительными, если максимальное значение приведенной к ВП погрешности измерений электрической

части ИК для каждого ИК по результатам поверки электрических частей ИК в протоколах, сформированных ПО Recorder в соответствии с п.9.2.5, находится в допускаемых пределах $\pm 0,08\%$.

9.2.7. При не выполнении п.9.2.6, испытания КИВ приостанавливаются.

9.2.8. После завершения поверки надлежит восстановить подключения всех ПИП к соответствующим МИС-140/96 и установить крышки блоков МИС-140/96, снятые при выполнении п.9.2.3 настоящего документа.

9.3. Определение приведенной к ВП погрешности измерений напряжения постоянного тока

Проверку каждого ИК выполнить в 2 этапа комплектным способом:

1-й этап – поверка ИК с целью определение диапазона измерений и МХ (индивидуальной функции преобразования и погрешности измерений);

2-й этап – определение и оценка максимальной погрешности ИК.

9.3.1. Выполнить действия по подготовке элементов КИВ к поверке, описанные в п.п. 8.1.1 – 8.1.9.

9.3.2. Реализовать схему поверки электрической части ИК измеряемого параметра, используя сведения из таблицы 7, аналогично представленной для ИК параметра $U_{Д16}$ на рисунке 17, для чего:

9.3.2.1. Используя шлицевую отвёртку WAGO 210-719, отсоединить линии ПИП поверяемого ИК от указанных в таблице 7 контактов пружинного клеммного соединителя WAGO внутри модуля МЕ-003, размещенного в шкафу кроссировочном А01 (для модификации МБДА.2946.0300.000) или стойке приборной А23.1 (для модификации МБДА.2946.0300.000-01). Модуль МЕ-003 имеет идентификатор ХТ01 для обеих модификаций.

9.3.2.2. Вместо линий ПИП подключить линии кабеля сигнального БЛИЖ.431586.175.032, соблюдая полярность.

9.3.2.3. Перевести калибратор ЭЛЕМЕР-ИКСУ-2012 в режим воспроизведения напряжения постоянного тока в диапазоне 0 – 12 В и подключить его кабели с помощью зажимов типа «крокодил» к наконечникам кабеля сигнального БЛИЖ.431586.175.032, соблюдая полярность.

9.3.3. Выполнить настройку ПО «Recorder» на поверку канала с наименованием в рабочей конфигурации, приведенным в таблице 7 для поверяемого ИК. При настройке использовать указания, изложенные в п. 8.2 настоящего документа, и сведения из таблицы 8. В поле «Контрольные точки» установить значения из таблицы 9 для соответствующего ИК.



Рисунок 17 – Схема поверки ИК напряжения постоянного тока

9.3.4. Используя ПО «Recorder», поочередно для всех номинальных значений напряжения в КТ, указанных в таблице 9 для поверяемого ИК, провести измерения в соответствии с п.п.1 – 6 Приложения Б к настоящему документу. При этом:

9.3.4.1. Устанавливать номинальное значение напряжения на входе электрической части ИК с помощью калибратора ЭЛЕМЕР-ИКСУ-2012, контролируя устанавливаемое напряжение по показаниям на его индикационной панели;

9.3.4.2. Запускать процесс измерений в очередной КТ после завершения установки напряжения в очередной КТ.

Таблица 7 – Сведения о каналах Recorder и подключении калибратора ЭЛЕМЕР-ИКСУ-2012 для поверки электрических частей ИК напряжения постоянного тока

Поверяемый ИК	№ контактов (клеммных соединителей WAGO) внутри МЕ-003	Наименование канала в рабочей конфигурации Recorder
$U_{Д1}$	+in01, -in17	$U_{Д1}$
$U_{Д2}$	+in02, -in18	$U_{Д2}$
$U_{Д3}$	+in03, -in19	$U_{Д3}$
$U_{Д4}$	+in04, -in20	$U_{Д4}$
$U_{Д5}$	+in05, -in21	$U_{Д5}$
$U_{Д6}$	+in06, -in22	$U_{Д6}$
$U_{Д7}$	+in07, -in23	$U_{Д7}$
$U_{Д8}$	+in08, -in24	$U_{Д8}$
$U_{Д9}$	+in09, -in25	$U_{Д9}$
$U_{Д10}$	+in10, -in26	$U_{Д10}$
$U_{Д11}$	+in11, -in27	$U_{Д11}$
$U_{Д12}$	+in12, -in28	$U_{Д12}$
$U_{Д13}$	+in13, -in29	$U_{Д13}$
$U_{Д14}$	+in14, -in30	$U_{Д14}$
$U_{Д15}$	+in15, -in31	$U_{Д15}$
$U_{Д16}$	+in16, -in32	$U_{Д16}$

Таблица 8 – Настройки ПО «Recorder» на выполнение поверки электрических частей ИК напряжения постоянного тока

Поле в окне рисунок 12	Значение в поле для ИК
	$U_{Д1}, \dots, U_{Д16}$
Минимум	0
Максимум	10
Ед. изм	В
Количество контрольных точек	6
Длина порции	50

Количество порций	10
Количество циклов	1
Обратный ход	нет
Тип оценки порции	Математическое ожидание (МО)
Задатчик сигнала	Ручной
Измеритель сигнала	Ручной

Таблица 9 – Контрольные точки измерения напряжения постоянного тока

Наименование ИК (измеряемого параметра)	Раз- мер- ность	НП ДИ ИК	ВП ДИ ИК	Количество КТ на ДИ ИК, n	Номинальные зна- чения напряжения в КТ, x_k
Напряжение постоян- ного тока (параметры: $U_{Д1}, \dots, U_{Д16}$)	В	0	10	6	0; 2; 4; 6; 8; 10

Таблица 10 – Настройки протоколов поверки электрических частей ИК напряжения по-
стоянного тока

Поле в окне «Настройка параметров протокола» (рисунок Б6 Приложения Б)	Значение в поле для ИК
	$U_{Д1}, \dots, U_{Д16}$
Дата, время (бокс в области «Шапка отчета»)	✓
Информация о диапазоне (бокс в области «Шапка отчета»)	✓
Наименование эталона (бокс в области «Шапка отчета»)	✓
Наименование эталона (текстовое поле в области «Шапка отчета»)	Калибратор ЭЛЕМЕР-ИКСУ-2012
Информация о модуле (бокс в области «Шапка отчета»)	✓
Информация о канале (бокс в области «Шапка отчета»)	✓
Список контрольных точек (бокс в области «Шапка отчета»)	✓
Дата, время (бокс в области «Шапка страницы»)	✓
Номер страницы (бокс в области «Подвал страницы»)	✓
ФИО оператора (бокс в области «Подвал страницы»)	✓
ФИО оператора (текстовое поле в области «Подвал страницы»)	ФИО сотрудника, проводившего поверку
Отдельная таблица по каждому каналу (бокс)	✓
Автоматический формат чисел (бокс)	✓
Относительная погрешность (бокс)	
Допусковый контроль (бокс)	✓
Погрешность: (выбор из выпадающего списка)	приведенная
Приведенная погрешность (бокс)	✓
Диапазон измерения (бокс)	●

Левое текстовое поле в области «Диапазон»	0
Правое текстовое поле в области «Диапазон»	10
ОСТ 1 01021-93 (бокс)	
ВП= (текстовое поле)	10
Допустимое значение: (текстовое поле)	0,06

9.3.5. Используя указания п.п.7 – 12 Приложения Б к настоящему документу, выполнить обработку результатов измерений и формирование протокола поверки. При этом во вкладке «Настройка протокола» окна «Настройка параметров протокола» (рисунок Б6 Приложения Б к настоящему документу) установить параметры в соответствии с таблицей 10. Для поверяемого ИК ПО «Recorder» будет выполнена обработка результатов измерений по формулам (1) и (2), приведенным в разделе 10 настоящего документа.

9.3.6. Результаты поверки ИК измерений напряжения постоянного тока считать положительными, если максимальное значение приведенной к ВП погрешности измерений электрической части ИК для каждого ИК по результатам поверки электрических частей ИК в протоколах, сформированных ПО Recorder в соответствии с п. 9.3.5, находится в допускаемых пределах $\pm 0,06\%$.

9.3.7. При невыполнении указанного в п. 9.3.6 условия, испытания КИВ приостанавливаются.

9.3.8. После завершения поверки второму оператору надлежит восстановить подключение ПИП к МЕ-003, нарушенное при выполнении п. 9.3.2 настоящего документа.

9.4. Определение приведенной к ВП погрешности измерений силы постоянного тока

Поверку каждого ИК выполнить в 2 этапа комплектным способом:

1-й этап – поверка электрической части ИК с целью определение диапазона измерений и МХ (индивидуальной функции преобразования и погрешности измерений);

2-й этап – определение и оценка максимальной приведенной к ВП погрешности электрической части ИК.

9.4.1. Выполнить действия по подготовке элементов КИВ к поверке, описанные в п.п.8.1.1 – 8.1.9.

9.4.2. Реализовать схему поверки электрической части ИК измеряемого параметра аналогично представленной для электрической части ИК параметра $I_{Д16}$ на рисунке 18, для чего необходимо:

9.4.2.1. Используя шлицевую отвёртку WAGO 210-719, отсоединить линии ПИП поверяемого ИК от указанных в таблице 11 контактов пружинного клеммного соединителя WAGO внутри модуля МЕ-007, размещенного в шкафу кроссировочном А01 (для модификации МБДА.2946.0300.000) или стойке приборной А23.1 (для модификации МБДА.2946.0300.000-01).

9.4.2.2. Вместо линий ПИП подключить линии кабеля сигнального БЛИЖ.431586.175.032, соблюдая полярность.

9.4.2.3. Перевести калибратор ЭЛЕМЕР-ИКСУ-2012 в режим воспроизведения постоянного тока в диапазоне 0 – 25 мА и подключить его кабели с помощью зажимов типа «крокодил» к наконечникам кабеля сигнального БЛИЖ.431586.175.032, соблюдая полярность.

Таблица 11 – Сведения о каналах Recorder и о местах подключения калибратора ЭЛЕМЕР-ИКСУ-2012 для поверки ИК постоянного тока

Поверяемый ИК	Идентификатор модуля ME-007	№№ контактов клеммного соединителя WAGO внутри модуля ME-007	Наименование канала в рабочей конфигурации Recorder
$I_{Д1}$	XT02	+in17, -in1	$I_{Д1}$
$I_{Д2}$		+in18, -in2	$I_{Д2}$
$I_{Д3}$		+in19, -in3	$I_{Д3}$
$I_{Д4}$		+in20, -in4	$I_{Д4}$
$I_{Д5}$		+in21, -in5	$I_{Д5}$
$I_{Д6}$		+in22, -in6	$I_{Д6}$
$I_{Д7}$		+in23, -in7	$I_{Д7}$
$I_{Д8}$		+in24, -in8	$I_{Д8}$
$I_{Д9}$		+in25, -in9	$I_{Д9}$
$I_{Д10}$		+in26, -in10	$I_{Д10}$
$I_{Д11}$		+in27, -in11	$I_{Д11}$
$I_{Д12}$		+in28, -in12	$I_{Д12}$
$I_{Д13}$		+in29, -in13	$I_{Д13}$
$I_{Д14}$		+in30, -in14	$I_{Д14}$
$I_{Д15}$		+in31, -in15	$I_{Д15}$
$I_{Д16}$		+in32, -in16	$I_{Д16}$
$I_{Д17}$	XT03	+in17, -in1	$I_{Д17}$
$I_{Д18}$		+in18, -in2	$I_{Д18}$
$I_{Д19}$		+in19, -in3	$I_{Д19}$
$I_{Д20}$		+in20, -in4	$I_{Д20}$
$I_{Д21}$		+in21, -in5	$I_{Д21}$
$I_{Д22}$		+in22, -in6	$I_{Д22}$
$I_{Д23}$		+in23, -in7	$I_{Д23}$
$I_{Д24}$		+in24, -in8	$I_{Д24}$
$I_{Д25}$		+in25, -in9	$I_{Д25}$
$I_{Д26}$		+in26, -in10	$I_{Д26}$
$I_{Д27}$		+in27, -in11	$I_{Д27}$
$I_{Д28}$		+in28, -in12	$I_{Д28}$
$I_{Д29}$		+in29, -in13	$I_{Д29}$

Поверяемый ИК	Идентификатор модуля МЕ-007	№№ контактов клеммного соединителя WAGO внутри модуля МЕ-007	Наименование канала в рабочей конфигурации Recorder
$I_{Д30}$	ХТ04	+in30, -in14	$I_{Д30}$
$I_{Д31}$		+in31, -in15	$I_{Д31}$
$I_{Д32}$		+in32, -in16	$I_{Д32}$
$I_{Д33}$		+in17, -in1	$I_{Д33}$
$I_{Д34}$		+in18, -in2	$I_{Д34}$
$I_{Д35}$		+in19, -in3	$I_{Д35}$
$I_{Д36}$		+in20, -in4	$I_{Д36}$
$I_{Д37}$		+in21, -in5	$I_{Д37}$
$I_{Д38}$		+in22, -in6	$I_{Д38}$
$I_{Д39}$		+in23, -in7	$I_{Д39}$
$I_{Д40}$		+in24, -in8	$I_{Д40}$
$I_{Д41}$		+in25, -in9	$I_{Д41}$
$I_{Д42}$		+in26, -in10	$I_{Д42}$
$I_{Д43}$		+in27, -in11	$I_{Д43}$
$I_{Д44}$		+in28, -in12	$I_{Д44}$
$I_{Д45}$	ХТ05	+in29, -in13	$I_{Д45}$
$I_{Д46}$		+in30, -in14	$I_{Д46}$
$I_{Д47}$		+in31, -in15	$I_{Д47}$
$I_{Д48}$		+in32, -in16	$I_{Д48}$
$I_{Д49}$		+in17, -in1	$I_{Д49}$
$I_{Д50}$		+in18, -in2	$I_{Д50}$
$I_{Д51}$		+in19, -in3	$I_{Д51}$
$I_{Д52}$		+in20, -in4	$I_{Д52}$
$I_{Д53}$		+in21, -in5	$I_{Д53}$
$I_{Д54}$		+in22, -in6	$I_{Д54}$
$I_{Д55}$		+in23, -in7	$I_{Д55}$
$I_{Д56}$		+in24, -in8	$I_{Д56}$
$I_{Д57}$		+in25, -in9	$I_{Д57}$
$I_{Д58}$		+in26, -in10	$I_{Д58}$

Поверяемый ИК	Идентификатор модуля ME-007	№№ контактов клеммного соединителя WAGO внутри модуля ME-007	Наименование канала в рабочей конфигурации Recorder
$I_{Д59}$		+in27, -in11	$I_{Д59}$
$I_{Д60}$		+in28, -in12	$I_{Д60}$
$I_{Д61}$		+in29, -in13	$I_{Д61}$
$I_{Д62}$		+in30, -in14	$I_{Д62}$
$I_{Д63}$		+in31, -in15	$I_{Д63}$
$I_{Д64}$		+in32, -in16	$I_{Д64}$

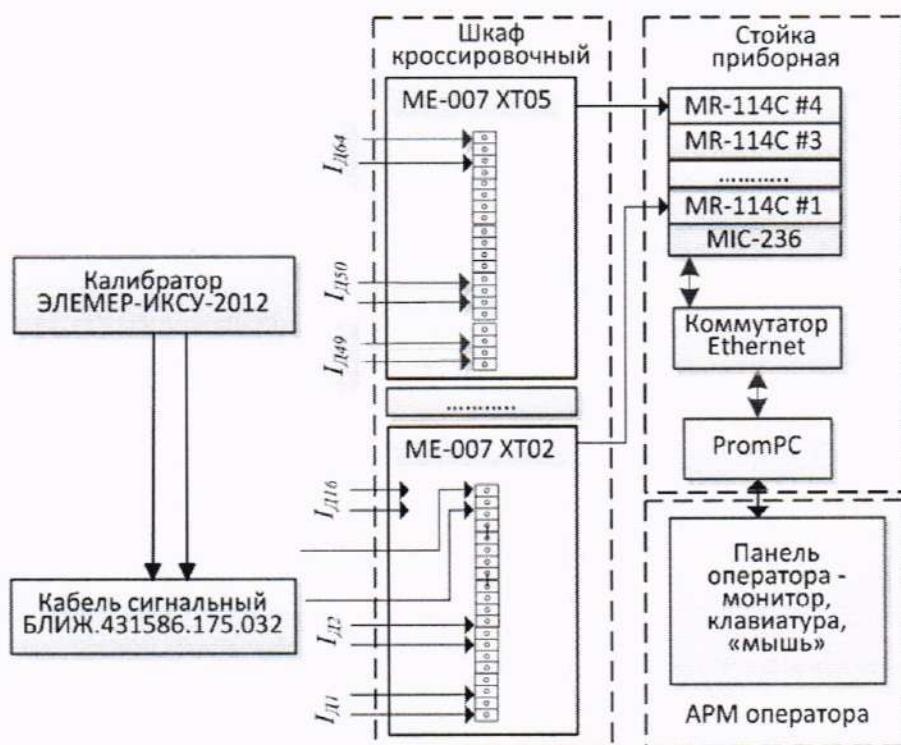


Рисунок 18 – Схема поверки ИК силы постоянного тока

9.4.3. Выполнить настройку ПО «Recorder» на поверку канала с наименованием в рабочей конфигурации, приведенным в таблице 11 для поверяемого ИК. При настройке использовать указания, изложенные в п.п. 8.2 настоящего документа, и сведения из таблицы 12. В поле «Контрольные точки» установить значения из таблицы 13 для соответствующего ИК.

9.4.4. Используя ПО «Recorder», поочередно для всех номинальных значений напряжения в КТ, указанных в таблице 13 для поверяемого ИК, провести измерения в соответствии с п.п.1 – 6 Приложения Б к настоящему документу. При этом:

9.4.4.1. Устанавливать номинальное значение напряжения на входе электрической части ИК с помощью калибратора ИКСУ-2012, контролируя устанавливаемое напряжение по показаниям на его индикационной панели;

9.4.4.2. Запускать процесс измерений в очередной КТ после завершения установки напряжения в очередной КТ.

Таблица 12 – Настройки ПО «Recorder» на выполнение поверки электрических частей ИК постоянного тока

Поле в окне рисунок 12	Значение в поле для ИК
	$I_{Д1}, \dots, I_{Д64}$
Минимум	4
Максимум	20
Ед. изм	мА
Количество контрольных точек	5
Длина порции	50
Количество порций	10
Количество циклов	1
Обратный ход	нет
Тип оценки порции	Математическое ожидание (МО)
Задатчик сигнала	Ручной
Измеритель сигнала	Ручной

Таблица 13 – Контрольные точки измерения постоянного тока

Наименование ИК (измеряемого параметра)	Размер- ность	НП ДИ ИК	ВП ДИ ИК	Количество КГ на ДИ ИК, п	Номинальные значения тока в КТ, x_k
Постоянный ток (Параметры: $I_{Д1}, \dots, I_{Д64}$)	мА	4	20	5	4,00; 8,00; 12,00; 16,00; 20,00

Таблица 14 – Настройки протоколов поверки ИК постоянного тока

Поле в окне «Настройка параметров протокола» (рисунок Б6 Приложения Б)	Значение в поле для ИК
	$I_{Д1}, \dots, I_{Д64}$
Дата, время (бокс в области «Шапка отчета»)	✓
Информация о диапазоне (бокс в области «Шапка отчета»)	✓
Наименование эталона (бокс в области «Шапка отчета»)	✓
Наименование эталона (текстовое поле в области «Шапка отчета»)	Калибратор ЭЛЕМЕР-ИКСУ-2012
Информация о модуле (бокс в области «Шапка отчета»)	✓
Информация о канале (бокс в области «Шапка отчета»)	✓
Список контрольных точек (бокс в области «Шапка отчета»)	✓
Дата, время (бокс в области «Шапка страницы»)	✓
Номер страницы (бокс в области «Подвал страницы»)	✓
ФИО оператора (бокс в области «Подвал страницы»)	✓
ФИО оператора (текстовое поле в области «Подвал страницы»)	ФИО сотрудника, проводившего проверку
Отдельная таблица по каждому каналу (бокс)	✓

Поле в окне «Настройка параметров протокола» (рисунок Б6 Приложения Б)	Значение в поле для ИК
	I_{D1}, \dots, I_{D64}
Автоматический формат чисел (бокс)	✓
Относительная погрешность (бокс)	
Допусковый контроль (бокс)	✓
Погрешность: (выбор из выпадающего списка)	приведенная
Приведенная погрешность (бокс)	✓
Диапазон измерения (бокс)	
Левое текстовое поле в области «Диапазон»	4
Правое текстовое поле в области «Диапазон»	20
ОСТ 1 01021-93 (бокс)	
ВП= (текстовое поле)	20
Допустимое значение: (текстовое поле)	0,1

9.4.5. Используя указания п.п.7 – 12 Приложения Б к настоящему документу, выполнить обработку результатов измерений и формирование протокола поверки. При этом во вкладке «Настройка протокола» окна «Настройка параметров протокола» (рисунок Б6 Приложения Б к настоящему документу) установить параметры в соответствии с таблицей 6. Для поверяемого ИК ПО «Recorder» будет выполнена обработка результатов измерений по формулам (1) и (2), приведенным в разделе 10 настоящего документа.

9.4.6. Результаты поверки ИК измерений постоянного тока считать положительными, если максимальное значение приведенной к ВП погрешности измерений электрической части ИК для каждого ИК по результатам поверки электрических частей ИК в протоколах, сформированных ПО Recorder в соответствии с п.9.4.5, находится в допускаемых пределах $\pm 0,1\%$.

9.4.7. При не выполнении п.9.4.6, испытания КИВ приостанавливаются.

9.4.8. После завершения поверки надлежит восстановить подключения всех ПИП к соответствующим блокам МЕ-007, нарушенные при выполнении п. 9.4.2 настоящего документа.

9.5. Определение относительной погрешности измерений частоты

Поверку каждого ИК выполнить в 2 этапа комплектным способом:

1-й этап – поверка электрической части ИК с целью определение диапазона измерений и МХ (погрешности измерений);

2-й этап – определение и оценка максимальной погрешности ИК.

9.5.1. Выполнить действия по подготовке элементов КИВ к поверке, описанные в п.п.8.1.1 – 8.1.9 настоящего документа.

9.5.2. Реализовать схему поверки электрической части ИК измеряемого параметра из таблицы 15 аналогично представленной для ИК параметра N_{B8} на рисунке 19, для чего:

9.5.2.1. Отсоединить линии ПИП поверяемого ИК путем отсоединения сигнального кабеля из соответствующего разъема двухъярусных клемм РТТВ 2,5 с идентификатором ХТ09;

9.5.2.2. Вместо линий ПИП подключить линии технологического кабеля БЛИЖ.431583.011.589, свободных после выполнения пункта 9.5.2.1.

9.5.2.3. Соединитель BNC кабеля БЛИЖ.431583.011.589 установить в BNC-коннектор «Output» генератора сигналов специальной формы АКИП-3408/1.

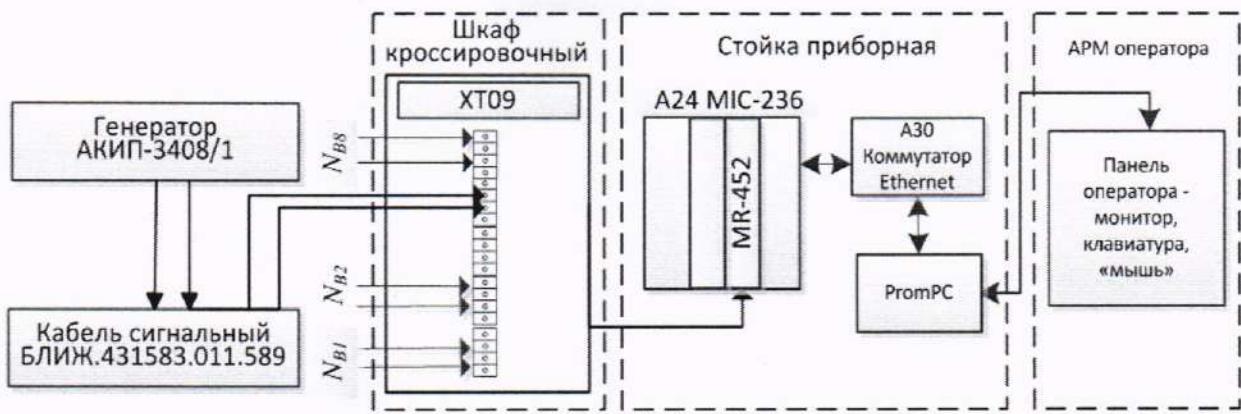


Рисунок 19 – Схема поверки электрической части ИК частоты периодического сигнала

Таблица 15 – Сведения о каналах Recorder и о местах подключения генератора сигналов специальной формы АКИП-3408/1 для поверки ИК частоты периодических сигналов

Поверяемый ИК	№№ контактов XT09	Наименование канала в рабочей конфигурации Recorder
N_{B1}	1	N_{B1}
N_{B2}	2	N_{B2}
N_{B3}	3	N_{B3}
N_{B4}	4	N_{B4}
N_{B5}	5	N_{B5}
N_{B6}	6	N_{B6}
N_{B7}	7	N_{B7}
N_{B8}	8	N_{B8}

9.5.3. Выполнить настройку ПО «Recorder» на поверку канала с наименованием в рабочей конфигурации, приведенным в таблице 15 для поверяемого ИК. При настройке использовать указания, изложенные в п.п.8.2 настоящего документа, и сведения из таблицы 16. В поле «Контрольные точки» установить значения из таблицы 17 для соответствующего ИК.

9.5.4. Включить питание генератора АКИП-3408/1 и, используя его руководство по эксплуатации:

- 9.5.4.1. Установить выходное сопротивление генератора равным 50 Ом;
- 9.5.4.2. Настроить генератор на выдачу периодических импульсных сигналов амплитудой 10 В и длительностью 0,1 мс.

9.5.4.3. Используя ПО «Recorder», поочередно для всех номинальных значений частоты в КТ, указанных в таблице 17 для поверяемого ИК, провести измерения в соответствии с п.п.1 – 6 Приложения Б к настоящему документу. При этом:

9.5.4.4. Устанавливать номинальное значение частоты периодического сигнала на входе электрической части ИК с помощью генератора сигналов специальной формы АКИП-3408/1, контролируя устанавливаемую частоту по показаниям на его индикационной панели;

9.5.4.5. Запускать процесс измерений в очередной КТ после завершения установки значения частоты в очередной КТ.

Таблица 16 – Настройка ПО «Recorder» на выполнение поверки ИК частот периодического сигнала

№ п/п	Поле в окне рисунок 12	Значение в поле для ИК
		N_{B1}, \dots, N_{B8}
1	Минимум	1
2	Максимум	30000
3	Ед. изм	Гц
4	Количество контрольных точек	6
5	Длина порции	50
6	Количество порций	10
7	Количество циклов	1
8	Обратный ход	нет
9	Тип оценки порции	Математическое ожидание (МО)
10	Задатчик сигнала	Ручной
11	Измеритель сигнала	Ручной

Таблица 17 – Контрольные точки измерения частоты

Наименование ИК (измеряемого параметра)	Размерность	НП ДИ ИК	ВП ДИ ИК	Количество КТ на ДИ ИК, п	Номинальные значения частоты в КТ, x_k
Частота периодического сигнала (Параметры: N_{B1}, \dots, N_{B8})	Гц	1	30000	6	1; 6000; 12000; 18000; 24000; 30000

9.5.5. Используя указания п.п.7 – 12 Приложения Б к настоящему документу, выполнить обработку результатов измерений и формирование протокола поверки. При этом во вкладке «Настройка протокола» окна «Настройка параметров протокола» (рисунок Б6 Приложения Б к настоящему документу) установить параметры в соответствии с таблицей 6. ПО Recorder будет выполнена обработка результатов измерений по формулам (1) и (2), приведенным в разделе 9 настоящего документа.

Таблица 18 – Настройки протоколов поверки ИК частоты периодического сигнала

Поле в окне «Настройка параметров протокола» (рисунок Б6 Приложения Б)	Значение в поле для ИК
	N_{B1}, \dots, N_{B8}
Дата, время (бокс в области «Шапка отчета»)	✓
Информация о диапазоне (бокс в области «Шапка отчета»)	✓
Наименование эталона (бокс в области «Шапка отчета»)	✓
Наименование эталона (текстовое поле в области «Шапка отчета»)	Генератор сигналов специальной формы АКИП-3408/1
Информация о модуле (бокс в области «Шапка отчета»)	✓
Информация о канале (бокс в области «Шапка отчета»)	✓
Список контрольных точек (бокс в области «Шапка отчета»)	✓

Поле в окне «Настройка параметров протокола» (рисунок Б6 Приложения Б)	Значение в поле для ИК
	N_{B1}, \dots, N_{B8}
Дата, время (бокс в области «Шапка страницы»)	✓
Номер страницы (бокс в области «Подвал страницы»)	✓
ФИО оператора (бокс в области «Повал страницы»)	✓
ФИО оператора (текстовое поле в области «Подвал страницы»)	ФИО сотрудника, проводившего поверку
Отдельная таблица по каждому каналу (бокс)	✓
Автоматический формат чисел (бокс)	✓
Допусковый контроль (бокс)	✓
Погрешность: (выбор из выпадающего списка)	относительная
Относительная погрешность (бокс)	●
Левое текстовое поле в области «Диапазон»	1
Правое текстовое поле в области «Диапазон»	30000
ОСТ 1 01021-93 (бокс)	
ВП= (текстовое поле)	
Допустимое значение: (текстовое поле)	0,05

9.5.6. После выполнения работ по п.п.9.5.3 – 9.5.5 для каждого ИК восстановить подключение ПИП, выполнив в обратной последовательности работы, указанные в п.9.5.2.

9.5.7. Результаты поверки электрической части ИК частоты периодического сигнала считать положительными, если в протоколе, сформированном ПО Recorder в соответствии с п.9.5.5 (по результатам измерений электрической части ИК), значение относительной погрешности частоты периодического сигнала находится в допускаемых пределах $\pm 0,05\%$. В противном случае испытания КИВ приостанавливаются.

9.6. Определение приведенной к ВП погрешности измерений сопротивления постоянному току

Поверку каждого ИК выполнить в 2 этапа комплектным способом:

1-й этап – поверка ИК с целью определение диапазона измерений и МХ (индивидуальной функции преобразования и погрешности измерений);

2-й этап – определение и оценка максимальной погрешности ИК.

9.6.1. Выполнить действия по подготовке элементов КИВ к поверке, описанные в п.п.8.1.1 – 8.1.9.

9.6.2. Реализовать схему поверки электрической части ИК измеряемого параметра, используя сведения из таблицы 19, аналогично представленной для ИК параметра RT8 на рисунке 20, для чего:

9.6.2.1. Используя шлифовую отвёртку WAGO 210-719, отсоединить линии ПИП поверяемого ИК от указанных в таблице 19 контактов пружинного клеммного соединителя WAGO внутри модуля МЕ-003;

9.6.2.2. Вместо линий ПИП подключить линии кабеля сигнального БЛИЖ.431586.175.032.

9.6.2.3. Перевести калибратор ЭЛЕМЕР-ИКСУ-2012 в режиме воспроизведения сопротивления постоянному току в диапазоне 0 – 180 Ом (или 180 – 320 Ом) и подключить его кабели с помощью зажимов типа «крокодил» к наконечникам кабеля сигнального БЛИЖ.431586.175.032.

9.6.3. Выполнить настройку ПО «Recorder» на поверку канала с наименованием в рабочей конфигурации, приведенным в таблице 19 для поверяемого ИК. При настройке

использовать указания, изложенные в п.п.8.2 настоящего документа, и сведения из таблицы 20. В поле «Контрольные точки» установить значения из таблицы 21 для соответствующего ИК.

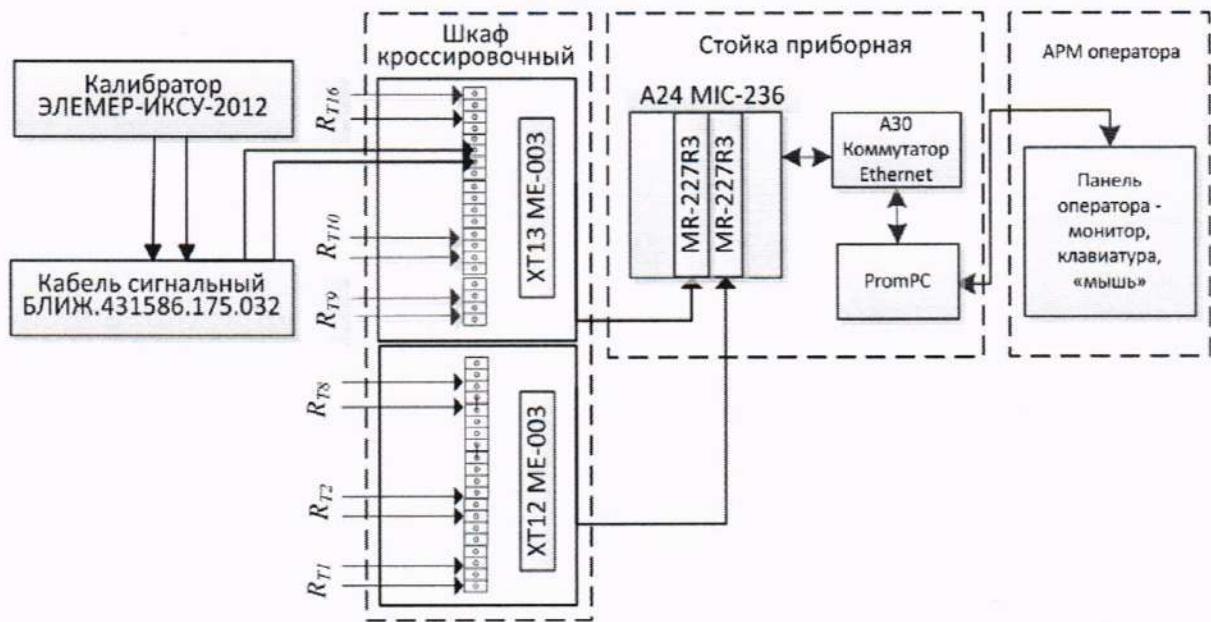


Рисунок 20 – Схема поверки ИК сопротивления постоянному току

9.6.4. Используя ПО «Recorder», поочередно для всех номинальных значений сопротивления в КТ, указанных в таблице 21 для поверяемого ИК, провести измерения в соответствии с п.п.1 – 6 Приложения Б к настоящему документу. При этом:

9.6.4.1. Устанавливать номинальное значение сопротивления на входе электрической части ИК с помощью калибратора ЭЛЕМЕР-ИКСУ-2012, контролируя устанавливаемое сопротивление по индикатору на его панели;

9.6.4.2. Запускать процесс измерений в очередной КТ после завершения установки сопротивления в очередной КТ.

Таблица 19 – Сведения о каналах Recorder и подключении калибратора ЭЛЕМЕР-ИКСУ 2012 для поверки электрических частей ИК сопротивления постоянному току

Поверяемый ИК	Идентификатор ME-003 в шкафу коммутационном №2	№№ контактов (клеммных соединителей WAGO) внутри ME-003	Наименование канала в рабочей конфигурации Recorder
R_{T1}	XT12	+in1, -in17	R_{T1}
R_{T2}		+in2, -in18	R_{T2}
R_{T3}		+in3, -in19	R_{T3}
R_{T4}		+in4, -in20	R_{T4}
R_{T5}		+in5, -in21	R_{T5}
R_{T6}		+in6, -in22	R_{T6}
R_{T7}		+in7, -in23	R_{T7}
R_{T8}		+in8, -in24	R_{T8}

R_{T9}	XT13	+in1, -in17	R_{T9}
R_{T10}		+in2, -in18	R_{T10}
R_{T11}		+in3, -in19	R_{T11}
R_{T12}		+in4, -in20	R_{T12}
R_{T13}		+in5, -in21	R_{T13}
R_{T14}		+in6, -in22	R_{T14}
R_{T15}		+in7, -in23	R_{T15}
R_{T16}		+in8, -in24	R_{T16}

Таблица 20 – Настройки ПО «Recorder» на выполнение поверки электрических частей ИК сопротивления постоянному току

Поле в окне рисунок 12	Значение в поле для ИК
	R_{T1}, \dots, R_{T16}
Минимум	0,1
Максимум	200
Ед. изм	Ом
Количество контрольных точек	6
Длина порции	50
Количество порций	10
Количество циклов	1
Обратный ход	нет
Тип оценки порции	Математическое ожидание (МО)
Задатчик сигнала	Ручной
Измеритель сигнала	Ручной

Таблица 21 – Контрольные точки измерения сопротивления постоянному току

Наименование ИК (измеряемого параметра)	Раз- мер- ность	НП ДИ ИК	ВП ДИ ИК	Количество КТ на ДИ ИК, n	Номинальные зна- чения сопротивле- ния в КТ, x_k
Сопротивление посто- янному току (парамет- ры: R_{T1}, \dots, R_{T16})	Ом	0,1	200	6	0,1; 40; 80; 120; 160; 200

Таблица 22 – Настройки протоколов поверки электрических частей ИК сопротивления по-
стоянному току

Поле в окне «Настройка параметров протокола» (рисунок Б6 Приложения Б)	Значение в поле для ИК
	R_{T1}, \dots, R_{T16}
Дата, время (бокс в области «Шапка отчета»)	✓
Информация о диапазоне (бокс в области «Шапка отчета»)	✓
Наименование эталона (бокс в области «Шапка	✓

Поле в окне «Настройка параметров протокола» (рисунок Б6 Приложения Б) отчета»)	Значение в поле для ИК
	R_{T1}, \dots, R_{T16}
Наименование эталона (текстовое поле в области «Шапка отчета»)	Калибратор ЭЛЕМЕР-ИКСУ-2012
Информация о модуле (бокс в области «Шапка отчета»)	✓
Информация о канале (бокс в области «Шапка отчета»)	✓
Список контрольных точек (бокс в области «Шапка отчета»)	✓
Дата, время (бокс в области «Шапка страницы»)	✓
Номер страницы (бокс в области «Подвал страницы»)	✓
ФИО оператора (бокс в области «Подвал страницы»)	✓
ФИО оператора (текстовое поле в области «Подвал страницы»)	ФИО сотрудника, проводившего поверку
Отдельная таблица по каждому каналу (бокс)	✓
Автоматический формат чисел (бокс)	✓
Относительная погрешность (бокс)	
Допусковый контроль (бокс)	✓
Погрешность: (выбор из выпадающего списка)	приведенная
Приведенная погрешность (бокс)	✓
Диапазон измерения (бокс)	●
Левое текстовое поле в области «Диапазон»	0,1
Правое текстовое поле в области «Диапазон»	200
ОСТ 1 01021-93 (бокс)	
ВП= (текстовое поле)	200
Допустимое значение: (текстовое поле)	0,08

9.6.5. Используя указания п.п.7 – 12 Приложения Б к настоящему документу, выполнить обработку результатов измерений и формирование протокола поверки. При этом во вкладке «Настройка протокола» окна «Настройка параметров протокола» (рисунок Б6 Приложения Б к настоящему документу) установить параметры в соответствии с таблицей 22. Для поверяемого ИК ПО «Recorder» будет выполнена обработка результатов измерений по формулам (1) и (2), приведенным в разделе 10 настоящего документа.

9.6.6. После завершения поверки каждого ИК надлежит восстановить подключение ПИП к МЕ-003, нарушенное при выполнении п.9.6.2 настоящего документа.

9.6.7. Результаты поверки ИК измерений сопротивления постоянному току считать положительными, если максимальное значение приведенной к ВП погрешности измерений электрической части ИК для каждого ИК по результатам поверки электрических частей ИК в протоколах, сформированных ПО Recorder в соответствии с п.9.6.5, находится в допускаемых пределах $\pm 0,08\%$.

9.6.8. При невыполнении указанного в п.9.6.6 условия, испытания КИВ приостанавливаются.

9.7. Определение приведенной к верхнему пределу (ВП) погрешности измерений относительного напряжения тензорезистивного моста

Проверку каждого ИК выполнить в 2 этапа комплектным способом:

1-й этап – поверка ИК с целью определение диапазона измерений и МХ;

2-й этап – определение и оценка максимальной погрешности ИК.

9.7.1. Выполнить действия по подготовке элементов КИВ к поверке, описанные в п.п.8.1.1 – 8.1.9.

9.7.2. Реализовать схему поверки электрической части ИК измеряемого параметра, используя сведения из таблицы 23, аналогично представленной для ИК параметра U_{01} на рисунке 20, для чего:

9.7.2.1. Используя шлицевую отвёртку WAGO 210-719, отсоединить линии ПИП поверяемого ИК от указанных в таблице 23 контактов пружинного клеммного соединителя WAGO внутри модуля МЕ-003.

9.7.2.2. Вместо линий ПИП подключить выводы кабеля БЛИЖ.431586.175.031 в соответствии с таблицей 23.

9.7.2.3. Подключить меру сопротивления Р-3026-2 к соответствующим выводам катушек сопротивления Р331 (см. рисунок 20), включенных в качестве плеч R1 и R3 моста.

9.7.2.4. Установить значение сопротивления меры Р-3026-2 равным 1000 Ом.

9.7.2.5. К соответствующим выводам (см. рисунок 20) катушек сопротивления Р331, включенных в качестве плеч моста R1, R2 и R3 подсоединить одноимённые входные линии кабеля БЛИЖ.431586.175.031.

9.7.2.6. С помощью ПО «Recorder» в соответствии с документом БЛИЖ.404240.212.003 РЭ для модуля МР-212:

- установить частоту опроса каналов равной 80 Гц;
- выбрать диапазон измерения ± 2 мВ;
- выбрать режим питания канала «Переменный ток»;
- провести балансировку нуля поверяемого ИК.

9.7.3. Выполнить настройку ПО «Recorder» на поверку канала с наименованием в рабочей конфигурации, приведенным в таблице 23 для поверяемого ИК. При настройке использовать указания, изложенные в п.п.8.2 настоящего документа, и сведения из таблицы 24. В поле «Контрольные точки» установить значения из таблицы 25 для соответствующего ИК.



Рисунок 20 – Схема поверки ИК коэффициента преобразования напряжения относительного напряжения тензорезистивного моста

9.7.4. Используя ПО «Recorder», поочередно для всех номинальных значений измеряемого параметра в КТ, указанных в таблице 25 для поверяемого ИК, провести измерения в соответствии с п.п.1 – 6 Приложения Б к настоящему документу. При этом:

9.7.4.1. Устанавливать номинальные значения сопротивления R4 с помощью меры сопротивления Р-3026-2, соответствующие номинальным значениям измеряемого параметра в КТ и приведенным в таблице 25.

9.7.4.2. Запускать процесс измерений коэффициента преобразования напряжения постоянного тока в очередной КТ после завершения установки сопротивления в очередной КТ.

Таблица 23 – Сведения о каналах Recorder и подключении моста из катушек Р331 и меры сопротивления Р-3026-2 для поверки электрических частей ИК коэффициента преобразования напряжения постоянного тока

Поверяемый ИК	Идентификатор ME-003	Наименования вывода устройства согласующего	№ № контактов клеммного соединителя WAGO внутри ME-003	Наименование канала в рабочей конфигурации Recorder	
U_{O1}	XT26	-exc, +exc	-in1, +in17	U_{O1}	
		-ain, +ain	-in2, +in18		
		-ref, +ref	-in3, +in19		
		AinR, Ain5/R	-in4, +in20		
U_{O2}		-exc, +exc	-in5, +in21	U_{O2}	
		-ain, +ain	-in6, +in22		
		-ref, +ref	-in7, +in23		
		AinR, Ain5/R	-in8, +in24		
U_{O3}		-exc, +exc	-in9, +in25	U_{O3}	
		-ain, +ain	-in10, +in26		
		-ref, +ref	-in11, +in27		
		AinR, Ain5/R	-in12, +in28		
U_{O4}		-exc, +exc	-in13, +in29	U_{O4}	
		-ain, +ain	-in14, +in30		
		-ref, +ref	-in15, +in31		
		AinR, Ain5/R	-in16, +in32		

Таблица 24 – Настройки ПО «Recorder» на выполнение поверки электрических частей ИК коэффициента преобразования напряжения постоянного тока

Поле в окне рисунок 12	Значение в поле для ИК
	U_{01}, \dots, U_{04}
Минимум	0
Максимум	2
Ед. изм	мВ/В
Количество контрольных точек	6
Длина порции	50
Количество порций	10
Количество циклов	1
Обратный ход	нет
Тип оценки порции	Математическое ожидание (МО)
Задатчик сигнала	Ручной
Измеритель сигнала	Ручной

Таблица 25 – Контрольные точки измерения коэффициента преобразования напряжения постоянного тока

Наименование ИК (измеряемого параметра)	Размерность	НП ДИ ИК	ВП ДИ ИК	Количество КТ на ДИ ИК, n	Номинальные значения измеряемого параметра в КТ, x_k	Номинальные значения сопротивления R4 в КТ, x_k
Относительное напряжение тензорезистивного моста (параметры: U_{01}, \dots, U_{04})	мВ/В	0	2	6	0 0.3753, 0.7511, 1.1275, 1.5045, 1.9450	1000, 998.5, 997, 995.5, 994, 992,25

Таблица 26 – Настройки протоколов поверки электрических частей ИК коэффициента преобразования напряжения постоянного тока

Поле в окне «Настройка параметров протокола» (рисунок Б6 Приложения Б)	Значение в поле для ИК
	U_{01}, \dots, U_{04}
Дата, время (бокс в области «Шапка отчета»)	✓
Информация о диапазоне (бокс в области «Шапка отчета»)	✓
Наименование эталона (бокс в области «Шапка отчета»)	✓
Наименование эталона (текстовое поле в области «Шапка отчета»)	Мера сопротивления постоянного тока многозначная Р 3026-2
Информация о модуле (бокс в области «Шапка отчета»)	✓
Информация о канале (бокс в области «Шапка отчета»)	✓
Список контрольных точек (бокс в области «Шапка отчета»)	✓

Поле в окне «Настройка параметров протокола» (рисунок Б6 Приложения Б)	Значение в поле для ИК U_{01}, \dots, U_{04}
Дата, время (бокс в области «Шапка страницы»)	✓
Номер страницы (бокс в области «Подвал страницы»)	✓
ФИО оператора (бокс в области «Повал страницы»)	✓
ФИО оператора (текстовое поле в области «Подвал страницы»)	ФИО сотрудника, проводившего поверку
Отдельная таблица по каждому каналу (бокс)	✓
Автоматический формат чисел (бокс)	✓
Относительная погрешность (бокс)	
Допусковый контроль (бокс)	✓
Погрешность: (выбор из выпадающего списка)	приведенная
Приведенная погрешность (бокс)	✓
Диапазон измерения (бокс)	●
Левое текстовое поле в области «Диапазон»	0
Правое текстовое поле в области «Диапазон»	2
ОСТ 1 01021-93 (бокс)	
ВП= (текстовое поле)	2
Допустимое значение: (текстовое поле)	0,08

9.7.5. Используя указания п.п.7 – 12 Приложения Б к настоящему документу, выполнить обработку результатов измерений и формирование протокола поверки. При этом во вкладке «Настройка протокола» окна «Настройка параметров протокола» (рисунок Б6 Приложения Б к настоящему документу) установить параметры в соответствии с таблицей 26. Для поверяемого ИК ПО «Recorder» будет выполнена обработка результатов измерений по формулам (1) и (2), приведенным в разделе 10 настоящего документа.

9.7.6. Результаты поверки ИК измерений коэффициента преобразования напряжения постоянного тока считать положительными, если максимальное значение приведенной к ВП погрешности измерений электрической части ИК для каждого ИК по результатам поверки электрических частей ИК в протоколах, сформированных ПО Recorder в соответствии с п.9.7.5, находится в допускаемых пределах $\pm 0,08\%$.

9.7.7. При невыполнении указанного в п.9.7.6 условия, испытания КИВ приостанавливаются.

9.7.8. После завершения поверки надлежит восстановить подключение ПИП к МЕ-003, нарушенное при выполнении п.9.7.2 настоящего документа.

10 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

10.1 Обработка результатов измерений

10.1.1 Расчет абсолютной погрешности электрической части ИК

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

$$\Delta A_j = \pm |A_j - A_{j_3}|, \quad (10.1)$$

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

A_{j_3} – значение физической величины, установленное рабочим эталоном в j -той точке.

10.1.2 Определение относительной погрешности электрической части ИК

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

$$\delta_j = \pm \left| \frac{\Delta A_j}{A_{j_3}} \right| \cdot 100\% \quad (10.2)$$

10.1.3 Расчет значения приведенной (к ДИ) погрешности электрической части ИК

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

$$\gamma_{j_D} = \pm \frac{\Delta A_j}{|P_B - P_H|} \cdot 100\%, \quad (10.3)$$

где P_B – значение верхнего предела измерений;

P_H – значение нижнего предела измерений.

10.1.4 Расчет значения приведенной (к ВП) погрешности электрической части ИК

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

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

10.1.5 Расчет значений суммарной с ПИП погрешности

Значения относительной или приведенной погрешности суммарной для электрической части ИК и ПИП определяются по формуле:

$$\Sigma \delta(\gamma) = |\delta(\gamma)_{\text{эл}}| + |\delta(\gamma)_{\text{ПИП}}| \quad (4)$$

где: $\delta(\gamma)_{\text{эл}}$ – погрешность электрической части ИК;

$\delta(\gamma)_{\text{ПИП}}$ – погрешность первичного преобразователя ИК.

10.2 Критерии принятия решения по подтверждению соответствия системы метрологическим требованиям

10.2.1 Результаты поверки ИК КИВ 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. Рекомендуемые формы протоколов поверки приведены в Приложении В при расчетном способе поверки; Приложении Г при автоматическом способе поверки.

1.2 По заявлению владельца КИВ или лица, представившего их на поверку, аккредитованное на поверку лицо, проводившее поверку, в случае положительных результатов поверки наносит на верхний левый угол дверцы стойки приборной знак поверки и (или) 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.

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

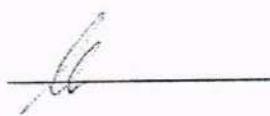
1.4 Требования по защите КИВ от несанкционированного вмешательства, которое может повлечь изменение метрологических характеристик, обеспечиваются ограничением доступа к месту установки комплексов, запиранием ключом замка на дверях шкафа кроссировочного модификации МБДА.2946.0300.000 и запиранием ключом замка на двери стойки.

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



Б.И. Минеев

Начальник сектора



М.В. Корнеев

Приложение А
(обязательное)
Метрологические характеристики КИВ

Таблица А1 – Метрологические характеристики КИВ

Наименование характеристики	Значение
ИК напряжения постоянного тока, соответствующего значениям температуры жидких и газообразных сред в диапазоне преобразования первичных преобразователей термоэлектрического типа	
Диапазон измерений напряжений, мВ	от -2 до +55
Пределы допускаемой приведенной к ВП погрешности измерений напряжения постоянного тока, %	$\pm 0,08$
Количество ИК (Параметр: $U_{T1} - U_{T96}$)	96
ИК напряжения постоянного тока	
Диапазон измерений напряжения постоянного тока, В	от 0 до 10
Пределы допускаемой приведенной к ВП погрешности измерений напряжения постоянного тока, %	$\pm 0,06$
Количество ИК (Параметры: $U_{D1} - U_{D16}$)	16
ИК силы постоянного тока	
Диапазон измерений силы постоянного тока, мА	от 4 до 20
Пределы допускаемой приведенной к ВП погрешности измерений силы постоянного тока, %	$\pm 0,1$
Количество ИК (Параметры: $I_{D1} - I_{D64}$)	64
ИК частоты периодического сигнала	
Диапазон измерений частоты, Гц	от 1 до 30000
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений частоты, %	$\pm 0,05$
Количество ИК (Параметры: $N_{B1} - N_{B8}$)	8
ИК сопротивления постоянному току	
Диапазон измерений сопротивления постоянному току, Ом	от 0,1 до 200
Пределы допускаемой приведенной к верхнему пределу (ВП) погрешности измерений сопротивления постоянному току, %	$\pm 0,08$
Количество ИК (Параметр: $R_{T1} - R_{T16}$)	16
ИК относительного напряжения тензорезистивного моста	
Диапазон измерений относительного напряжения тензорезистивного моста, мВ/В	от 0 до 2
Пределы допускаемой приведенной к верхнему пределу (ВП) погрешности измерений относительного напряжения тензорезистивного моста, %	$\pm 0,08$
Количество ИК (Параметры: $U_{O1} - U_{O4}$)	4

**Приложение Б
(обязательное)**
**Выполнения поверки ИК и формирование протокола поверки ИК
в ПО “Recorder”**

1. После выполнения настроек ПО “Recorder” на поверку выбранного ИК КИВ, описанных в разделе 8.3 настоящего документа, нажатием кнопки «Проверка» в окне «Параметры проверки (канальная)» (рисунок 14) открывается диалоговое окне «Настройка завершена», вид которого представлен на Рисунок Б1.

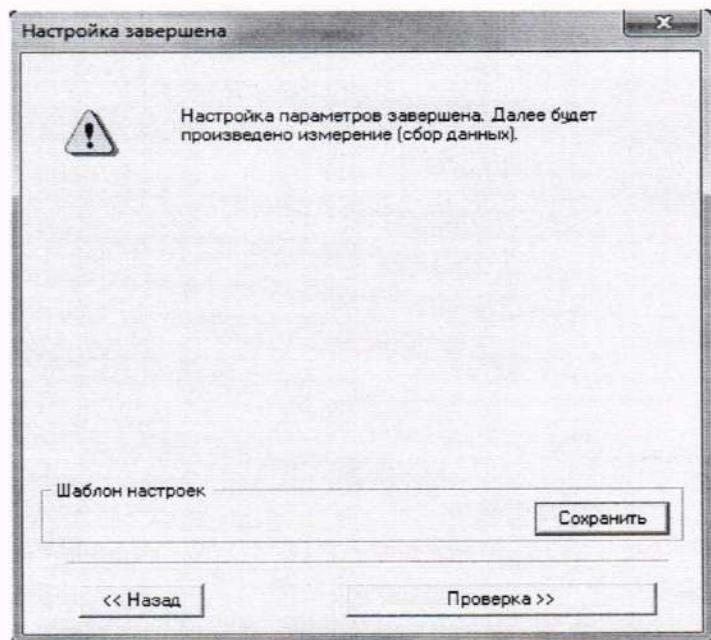


Рисунок Б1 – Вид диалогового окна «Настройка завершена»

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

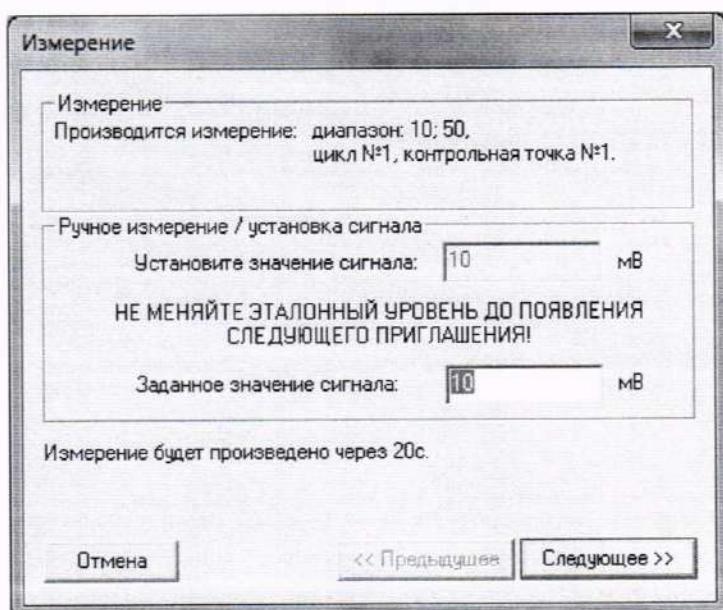


Рисунок Б2 – Вид диалогового окна «Измерение»

3. В окне рисунок Б2 в поле «Заданное значение сигнала» выводится значение сигнала на входе электрической части ИК, 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» ПО Recorder перед каждыми измерениями в очередной контрольной точке последовательно программно задаются значения из поля «Контрольные точки» окна «Параметры поверки (канальная)».

4. Измерение заданного сигнала для одной контрольной точки выполняется при нажатии кнопки «Следующее» в окне рисунок Б2. При этом до начала собственно 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 рисунок Б3. При этом окно рисунок Б3 возвращается к виду, представленному на рисунке Б2.

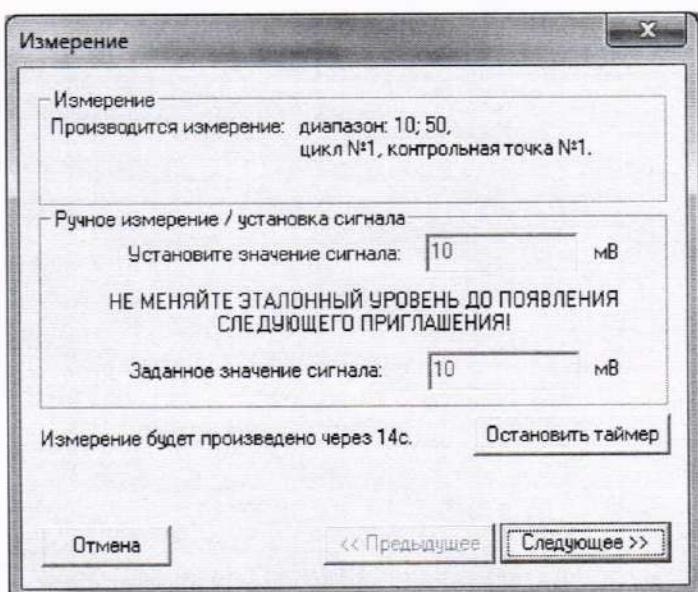


Рисунок Б3 – Начало измерений в контрольной точке.

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

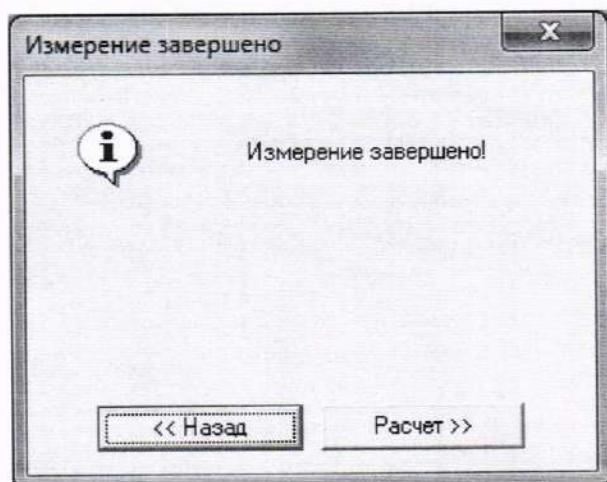


Рисунок Б4 – Диалоговое окно «Измерение завершено»

6. По нажатию в окне рисунок Б4 кнопки «Расчет» открывается диалоговое окно

«Обработка и просмотр измеренных данных», пример которого для задания поверки одного ИК представлен на рисунке Б5. При задании поверки группы ИК в таблице на рисунке Б5 будут представлены строками результаты измерений по всем каналам группы.

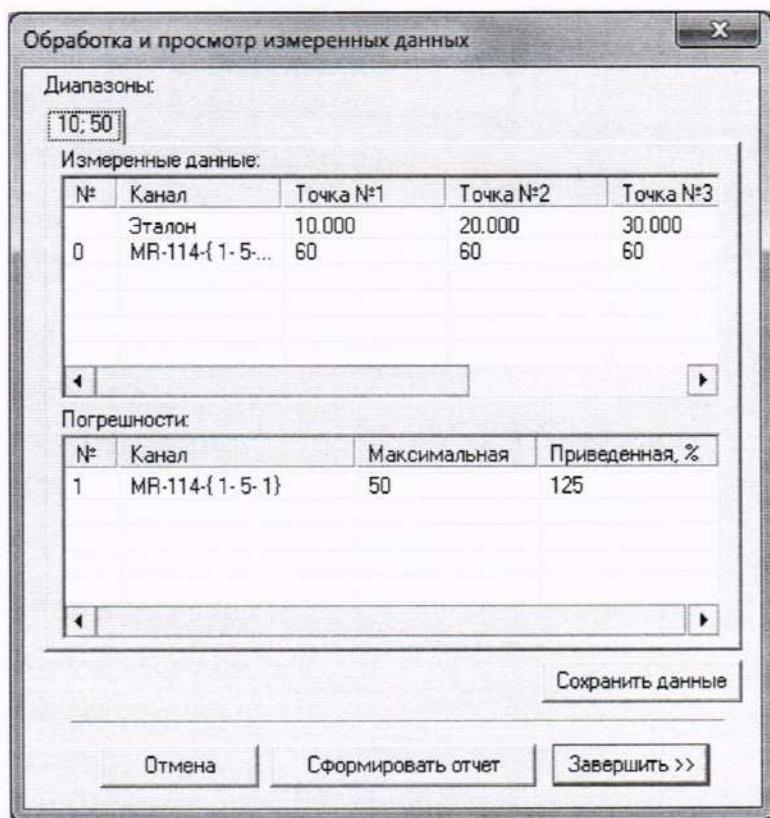


Рисунок Б5 – Пример окна «Обработка и просмотр измеренных данных»

7. Результаты измерений, представленные в окне рисунок Б5, могут быть использованы для ручного расчета оценок погрешностей измерений и ручного формирования протокола поверки по форме, представленной в Приложении В.

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

9. Содержание протокола, включая и рассчитываемые необходимые виды оценок погрешностей измерений, задаётся путём установки соответствующих параметров во вкладке «Настройка протокола» (окно рисунок Б6).

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 рисунок Б7.

11. По нажатию кнопки «OK» в окне 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, в котором возможно форматирование и редактирование результатов поверки ИК. Форма протокола приведена в Приложении Г.

12. Для завершения поверки ИК необходимо нажать кнопку «OK» в диалоговом окне «Настройка канала» (рисунок 8 в разделе 7 настоящего документа).

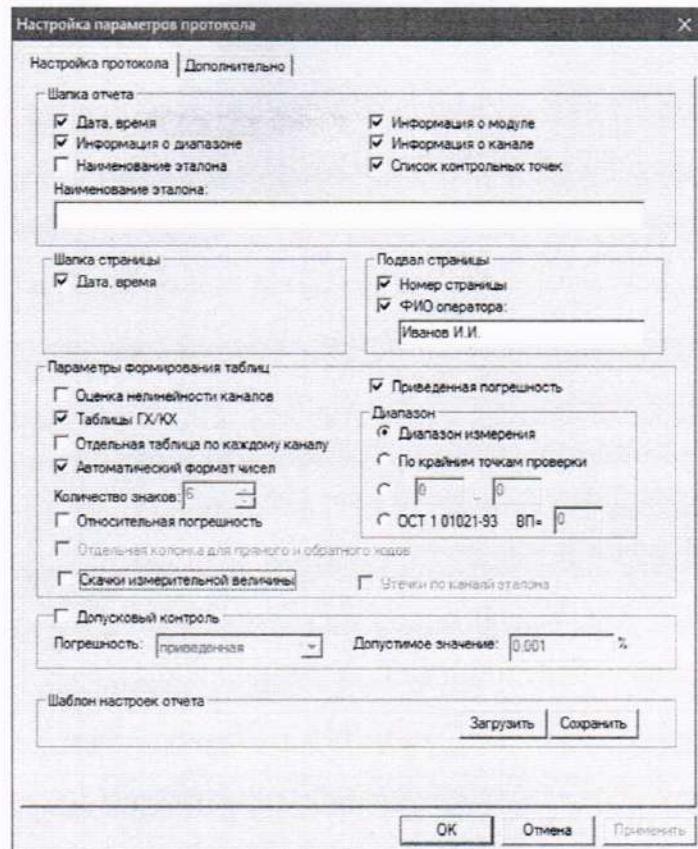


Рисунок Б6 – Окно «Настройка параметров протокола». Вкладка «Настройка протокола»

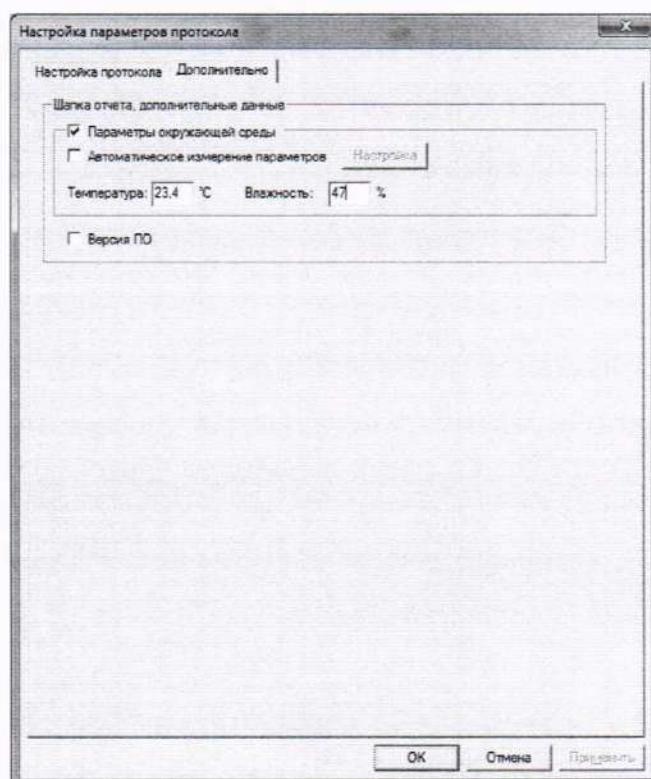


Рисунок Б7 – Окно «Настройка параметров протокола». Вкладка «Дополнительно»

Приложение В
(рекомендуемое)

Форма протокола поверки при расчетном способе поверки

ПРОТОКОЛ

Результаты замеров поверяемых каналов КИВ

Дата: _____, время _____

Диапазон поверки: _____

Обозначение канала: _____

Количество циклов: ____.

Обратный ход: _____

Наименование эталона: _____ зав. № _____

Температура окружающей среды: ____ °C, влажность: ____ %

Таблица А1 – (наименование измеряемого параметра)

Наименование параметра	Значение параметра				
Номинальные значения параметра					
Измеренные значения параметра					

Максимальное значение, (абсолютной, относительной, приведенной) погрешности канала: _____

Максимально допустимое значение погрешности канала: _____

Вывод: _____

Испытание провел(а) Ф.И.О. _____

Приложение Г
(рекомендуемое)
Форма протокола поверки при автоматическом способе поверки

Протокол

поверки измерительного (ых) канала (ов) Комплекса

Дата: _____, время _____:

Диапазон поверки:

Количество циклов: ____.

Количество порций: ____.

Размер порции: ____.

Обратный ход:

Наименование эталона _____

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

Версия ПО "Recorder": _____

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
	Канал №1		
	Канал №2		

Сводная таблица.

	Эталон,	Измерено модулем

Dm - оценка погрешности (максимум), Dr - относительная погрешность.

Канал №1

	Эталон	Измерено	Dm	Dr %

Погрешность (максимальная) на всем диапазоне: _____

Приведенная погрешность: _____ %.

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

(x)				
-----	--	--	--	--

Интерполяция за границами: есть.

Канал №2

	Эталон	Измерено	Dm	Dr %

Погрешность (максимальная) на всем диапазоне:

Приведенная погрешность: %.

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

(x)				
-----	--	--	--	--

Интерполяция за границами: есть.

Сводная таблица погрешностей

De - приведенная погрешность, Dr - относительная погрешность.

	Канал	De, %	Dr, %
	Максимум		

Допусковый контроль

Допустимое значение приведенной погрешности: %.

	Канал	SN	Результат

Проверку провел (а) _____

Приложение Д
(обязательное)

Действия для отключения и подключения градуировочной характеристики в канале измерений сигнала МИС-140 в ПО «Recorder»

1. Отключение градуировочной характеристики

Выполняется для представления результатов измерений сигнала термопары в мВ.

1.1 Двойным нажатием ЛКМ на выделенном ИК МИС-140 открыть диалоговое окно «Настройка канала...» (пример его дан на рисунке Д1);



Рисунок Д1 – Окно «Настройка канала...»

1.2 Нажатием ЛКМ кнопки «Настройка аппаратной части» в окне рисунок Д1 открыть окно «Настройка аппаратной части» (рисунок Д2).

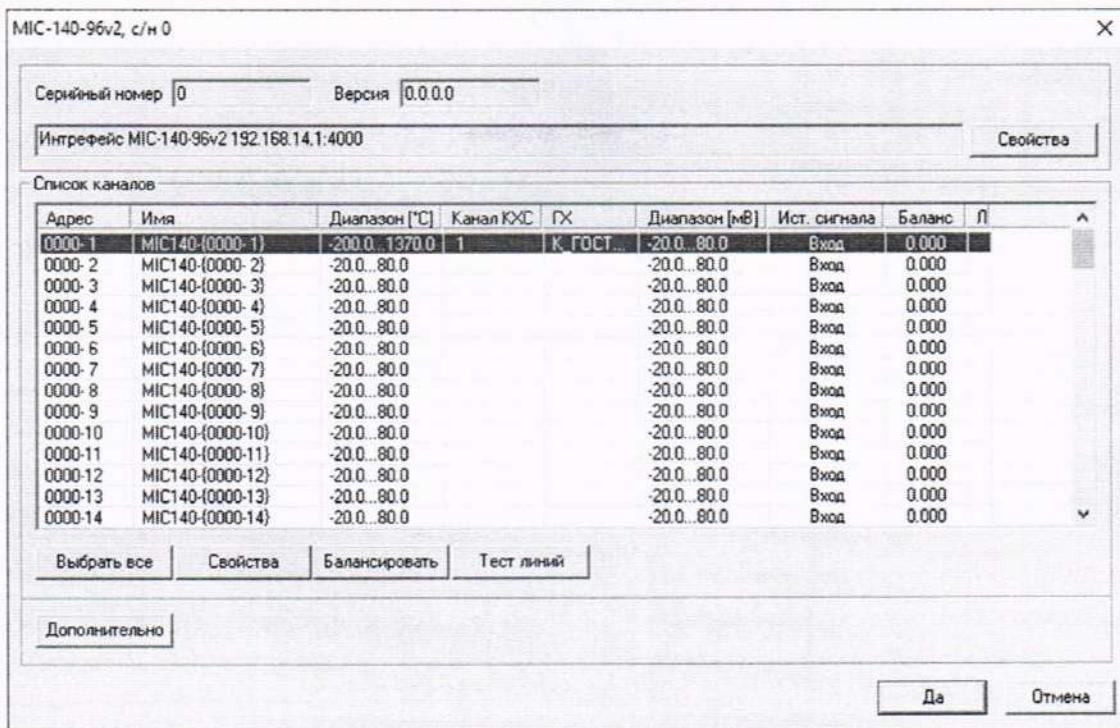


Рисунок Д2 – Окно «Настройка аппаратной части» для МИС-140 с включенной градуировочной характеристикой для канала 1

1.3 Нажатием ПКМ на строке нужного канала в окне рисунок Д2, вызвать выпадающий список, в котором нажатием ЛКМ выбрать строку «Свойства». В результате открывается окно рисунок Д3.

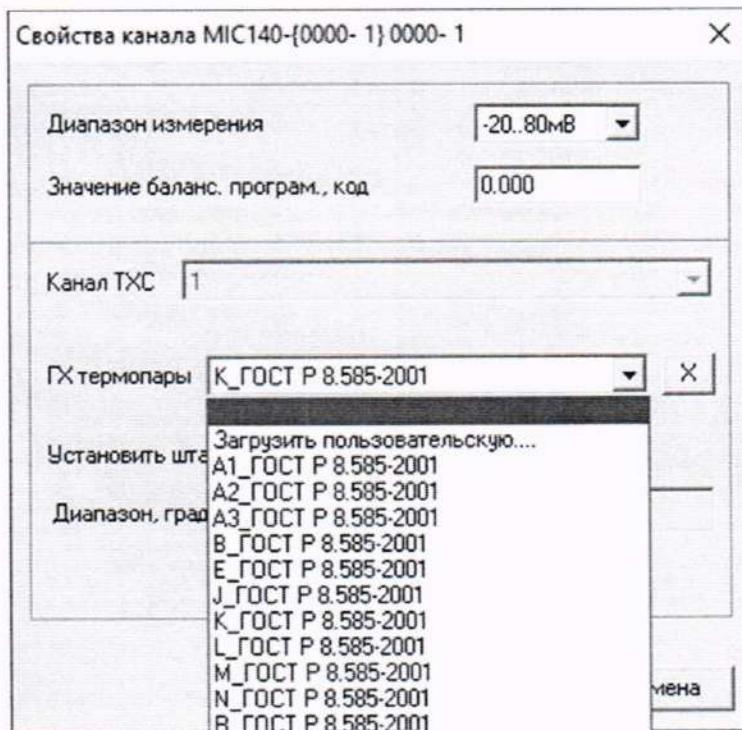


Рисунок Д3 – Окно свойств канала 1 МИС-140

1.4 В окне свойств канала (рисунок Д3) нажатием ЛКМ, выбрать пустую строчку в выпадающем списке «ГХ термопары», а затем кнопку «ДА».

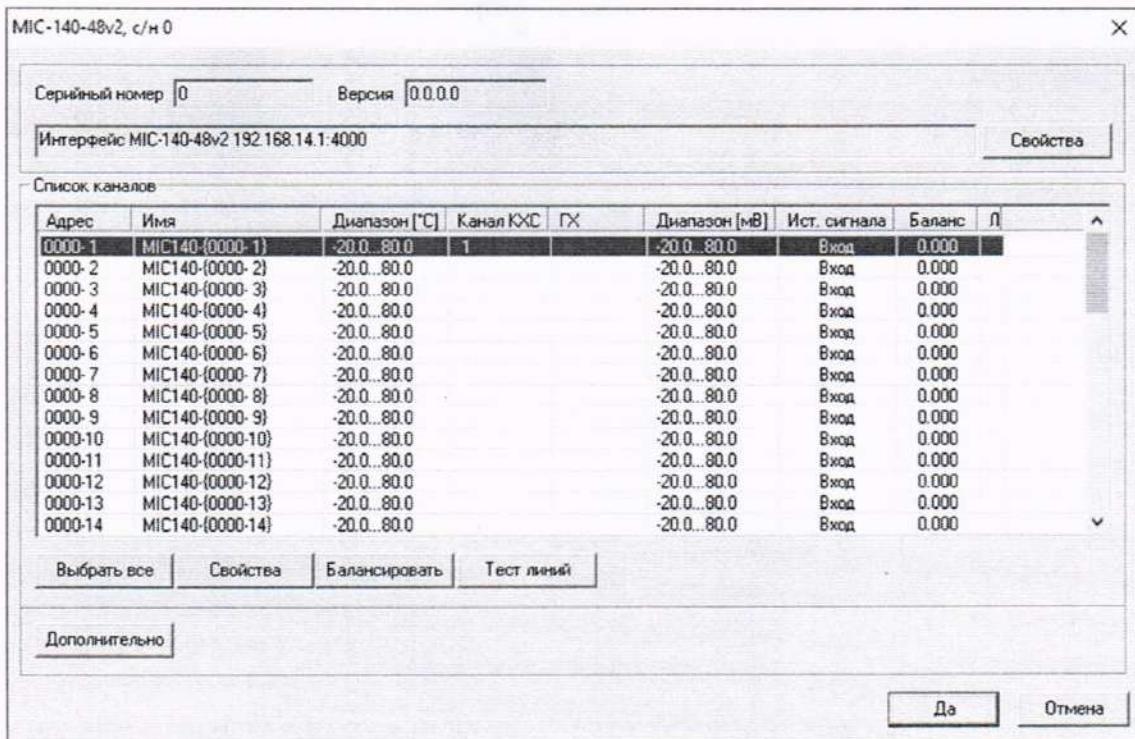


Рисунок Д4 – Окно «Настройка аппаратной части» для MIC-140 после отключения градуировочной характеристики для канала 1

1.5 После действий, указанных в п.п. 1.1 – 1.4, в окне «Настройка аппаратной части» для MIC-140 в колонке «ГХ» строки канала будет отсутствовать тип термопары (см. рисунок Д4), и измерения по каналу 1 будут выполняться в мВ.

2 Подключение градуировочной характеристики

Необходимо для представления результатов измерений сигнала от термопары в единицах температуры.

2.1 Выполнить п. 1.1 настоящего Приложения;

2.2 В окне рисунок Д1 в области «Канальная ГХ» нажать ЛКМ кнопку ;

2.3 В открывшемся окне (рисунок Д5) нажатием выбрать ЛКМ строку «Загрузить из БДГХ»;

2.4 В открывшемся окне (рисунок Д6) нажатием ЛКМ выбрать из списка тип термопары, подключенной к каналу MIC-140;

2.5 После действий, указанных в п.п. 2.1 – 2.4, в окне «Настройка аппаратной части» для MIC-140 в колонке «ГХ» строки канала будет указан тип термопары (см. рисунок Д1) и результаты измерений по каналу будут выдаваться в градусах Цельсия.

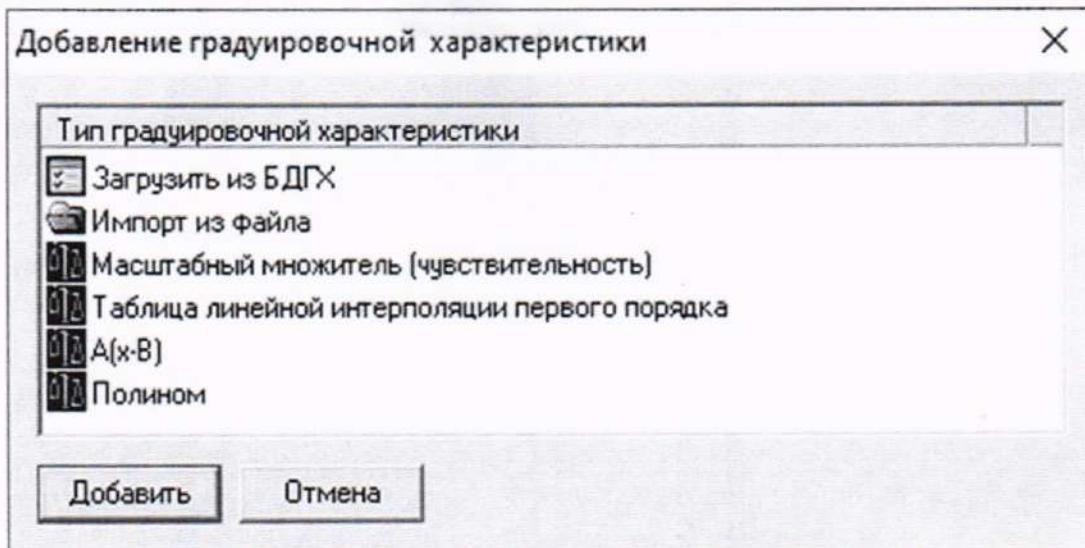


Рисунок Д5 – Окно «Добавление градуировочной характеристики»

Просмотр и редактирование базы градуировочных характеристик

Файл Справка

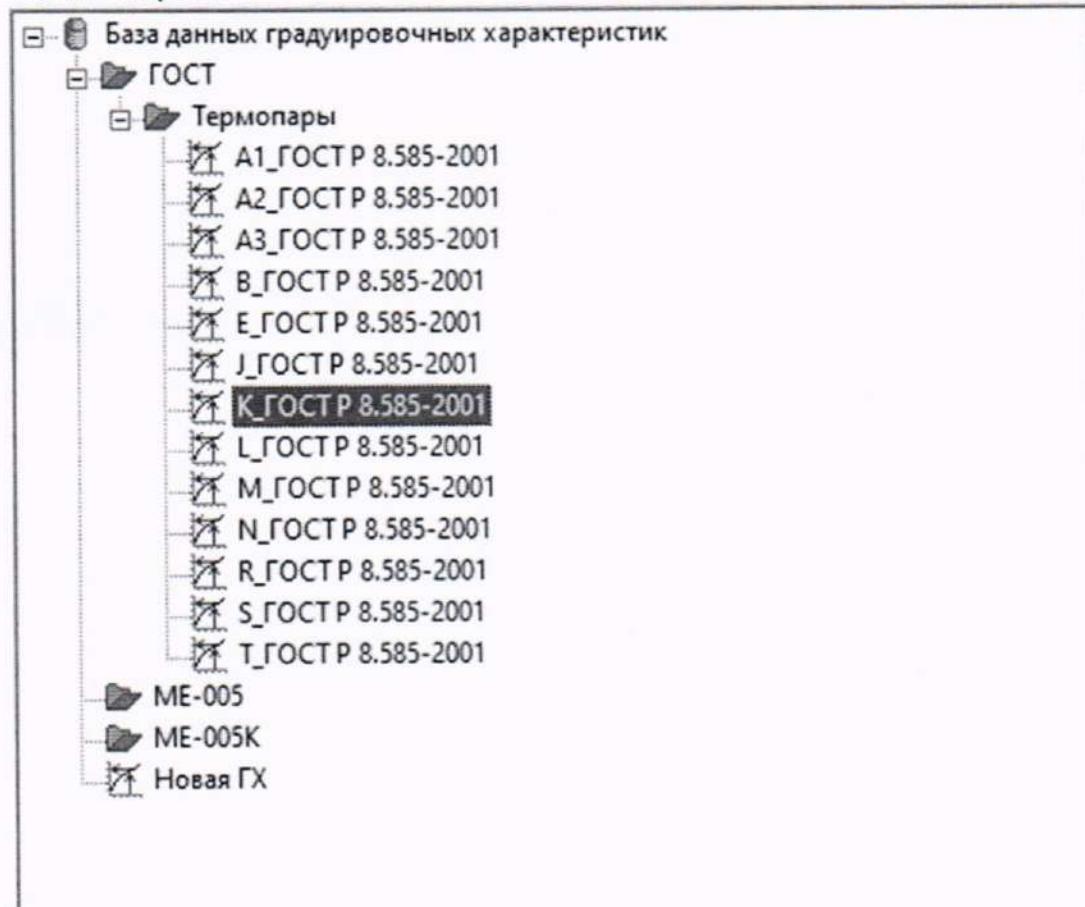


Рисунок Д6 – Окно выбора градуировочной характеристики, соответствующей типу подключаемой к каналу МИС-140 термопары