

СОГЛАСОВАНО

Заместитель генерального директора
АО «НПЦ «МЕРА»



А.Н. Попов

«19» _____ 2022 г.

СОГЛАСОВАНО

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



В.Г. Марков

«19» _____ 2022 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Система измерений динамических параметров DDS-M 13

Методика поверки

БЛИЖ.401202.100.683 МП

г. Москва

2022 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	11
7 Внешний осмотр средства измерений	12
8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений. Проверка программного обеспечения средства измерений.....	13
9 Определение метрологических характеристик средства измерений	24
10 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	54
11 Оформление результатов поверки.....	56
Приложение А (обязательное) Метрологические характеристики DDS.....	57
Приложение Б (обязательное) Выполнения поверки ИК и формирование протокола поверки ИК в ПО «Recorder»	58
Приложение В (рекомендуемое) Форма протокола поверки при расчетном способе поверки	63
Приложение Г (рекомендуемое) Форма протокола поверки канала тока питания тензометра....	64
Приложение Д (рекомендуемое) Форма протокола поверки электрической части ИК величины отклонения сопротивления одиночного тензометра	65
Приложение Е (рекомендуемое) Форма протокола поверки при автоматическом способе поверки	66

ПРИНЯТЫЕ СОКРАЩЕНИЯ И УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

DDS	–	система измерений динамических параметров DDS-M 13
АЦП	–	аналого-цифровой преобразователь
ВП	–	верхний предел диапазона измерений или нормированного значения измеряемого параметра
ГГ	–	газогенератор
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
ИБП	–	источник бесперебойного питания
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
МО	–	математическое ожидание
МХ	–	метрологические характеристики
НП	–	нижний предел диапазона измерений
ПКМ	–	правая кнопка манипулятора «мышь»
ПО	–	программное обеспечение
РЭ	–	руководство по эксплуатации
СКО	–	среднеквадратическое отклонение
СП	–	средство поверки

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки (МП) разработана в соответствии с Приказом Минпромторга России № 2907 от 28.08.2020 г., приказом Минпромторга № 2510 от 31.06.2020 г. и устанавливает порядок, методы и средства проведения первичной и периодических поверок измерительных каналов системы измерения динамических параметров DDS-M 13 (далее по тексту – DDS), предназначенной для измерений величин отклонения сопротивлений одиночных тензодатчиков, напряжений на измерительных диагоналях мостовых тензометрических датчиков, величин заряда, амплитуд напряжения переменного тока, а также для отображения результатов измерений и расчетных величин и их регистрации в ходе проведения испытаний ГГ изделия ПД-8 и его модификаций в ПАО «ОДК-Сатурн».

1.2 DDS является многоканальной измерительной системой, отнесенной в установленном порядке к средствам измерений, и подлежит государственному регулированию обеспечения единства измерений на всех этапах жизненного цикла, включая эксплуатацию.

Структура DDS приведена на схеме БЛИЖ.401202.100.683 Е1, а характеристики ИК указаны в таблице А1 приложения А к настоящей МП.

Функционально Система включает в себя следующие ИК:

- ИК величины отклонения сопротивления одиночного тензодатчика;
- ИК напряжения на измерительной диагонали тензометрического датчика;
- ИК величины заряда;
- ИК амплитуды напряжения переменного тока.

1.3 Способы поверки

1.3.1 Настоящая МП устанавливает поэлементный способ поверки ИК.

1.3.2 В настоящей МП поверка ИК величины отклонения сопротивления одиночного тензодатчика и ИК амплитуды напряжения переменного тока реализована с помощью метода косвенных измерений, а поверка ИК напряжения на измерительной диагонали тензометрического датчика и ИК величины заряда 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 Нормирование поверки: количество КТ на ДИ – по МИ 2440-97.

1.5 DDS обеспечивает прослеживаемость к следующим Государственным первичным эталонам:

1.5.1 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»;

1.5.2 ГЭТ 13-2001 «ГПЭ единицы электрического напряжения» в соответствии с Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от «30» декабря 2019 года № 3457 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы»;

1.5.3 ГЭТ 89-2008 «ГПСЭ единицы электрического напряжения (вольта) в диапазоне частот $10 - 3 \cdot 10^7$ Гц» в соответствии с Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от «03» сентября 2021 г. № 1942 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений переменного электрического напряжения до 1000 В в диапазоне частот от $1 \cdot 10^{-1}$ до $2 \cdot 10^9$ Гц»;

1.5.4 ГЭТ25-79 «ГПЭ единицы электрической ёмкости» в соответствии с ГОСТ 8.371-80 «ГСИ. Государственный первичный эталон и общесоюзная поверочная схема для средств измерений электрической ёмкости».

1.6 Допускается возможность проведения поверки отдельных измерительных каналов и (или) отдельных автономных блоков из состава средств измерений для меньшего числа измеряемых величин.

1.7 Интервал между поверками – 1 год.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 Перечень операций, которые должны проводиться при поверке DDS, приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень операций поверки

Наименование операции	Номер пункта документа по поверке	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
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 ДИ) погрешности измерений величины отклонения сопротивления одиночного тензометра	9.2	да	да
3.2 Определение приведенной (к ДИ) погрешности измерений напряжения на измерительной диагонали тензометрического датчика	9.3	да	да
3.3 Определение приведенной (к ВП) погрешности измерений величины заряда	9.4	да	да
3.4 Определение приведенной (к ВП) погрешности измерений амплитуды напряжения переменного тока	9.5	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 DDS.

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

- температура воздуха, °С от 10 до 30;
- относительная влажность воздуха, % от 30 до 80;
- атмосферное давление, кПа от 96 до 106.

3.3 Питание DDS:

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

3.4 При выполнении поверок ИК DDS 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 руководство по эксплуатации (РЭ) на DDS и входящие в её состав аппаратные и программные средства;
- имеющие достаточную квалификацию;
- знающие принцип действия используемых средств измерений;
- прошедшие инструктаж по технике безопасности (первичный и на рабочем месте) в установленном в организации порядке;
- освоившие работу с используемыми средствами поверки;
- изучившие настоящую методику поверки.

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 поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
Основные средства поверки		
9.2	<p>Рабочий эталон 3 разряда по Приказу Росстандарта № 3457 от 30.12.19 г. в диапазоне от 0 до 10 мВ;</p> <p>Рабочий эталон 2 разряда по Приказу Росстандарта № 2091 от 01.10.18 г. в диапазоне от 1 до 20 мА;</p> <p>Рабочий эталон 4 разряда по Приказу Росстандарта № 3456 от 30.12.19 г. с номинальным значением сопротивления постоянному току 200 Ом.</p>	<p>Калибратор универсальный Н4-7, рег. № 22125-01;</p> <p>Вольтметр универсальный цифровой GDM-78261, рег. № 52669-13;</p> <p>Мера электрического сопротивления многозначная Р 3026-2, рег. № 8478-04.</p>
9.3	<p>Рабочие эталоны 4 разряда по Приказу Росстандарта № 3456 от 30.12.19 г.: катушки электрического сопротивления с номинальным значением сопротивления постоянному току 1000 Ом – 3 шт.; многозначная мера сопротивления постоянному току (на 7 декад от 10x0,01 Ом до 10x10000 Ом)</p>	<p>Катушки электрического сопротивления Р331, рег. № 1162-58;</p> <p>Мера электрического сопротивления многозначная Р 3026-2, рег. № 8478-04.</p>
9.4	<p>Образцовые меры емкости 3-го разряда по ГОСТ 8.371-80 номиналом 1000 пФ и 0,01 мкФ;</p> <p>Рабочий эталон 3 разряда по Приказу Росстандарта № 1942 от 03.09.21 г. в диапазоне от 0 до 10 В.</p>	<p>Меры ёмкости образцовые Р597/7 и Р597/11;</p> <p>Калибратор универсальный Н4-7, рег. № 22125-01.</p>
9.5	<p>Рабочий эталон 3 разряда по Приказу Росстандарта № 1942 от 03.09.21 г. в диапазоне от 0 до 10 В.</p>	<p>Калибратор универсальный Н4-7, рег. № 22125-01.</p>

Продолжение таблицы 2

Вспомогательные средства поверки		
9.2 – 9.10	СИ температуры окружающей среды в диапазоне измерений от 10 до 30 °С с абсолютной погрешностью не более 0,3 °С; относительной влажности воздуха в диапазоне от 30 до 80 % с погрешностью не более 2 %; атмосферного давления в диапазоне от 84 до 106 кПа, с абсолютной погрешностью не более 0,25 кПа.	Термогигрометр ИВА-6, рег. № 46434-11

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 систему, с инструкцией по эксплуатации электрооборудования системы 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 DDS 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 DDS следующим требованиям:

- комплектность ИК DDS должна соответствовать РЭ и формуляру на DDS;
- маркировка ИК DDS должна соответствовать требованиям проектной и эксплуатационной документации;
- измерительные, вспомогательные и соединительные компоненты (кабельные разъемы, клеммные колодки и т. д.) ИК DDS 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 заземляющим контуром в соответствии с электрическими схемами;
- DDS должна быть защищена 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 и опробование состоит из подготовки DDS к работе, описанной в п.8.1, и поочередной подготовки к поверке каждого выбранного ИК DDS. Проверка программного обеспечения описана в п.8.2. В п.8.3 представлены типовые действия по выбору и подготовке ИК к поверке.

8.1 Подготовка DDS к работе и опробование

8.1.1 Включить источник бесперебойного питания (ИБП) А25 в стойке А02 в соответствии с руководством по эксплуатации на ИБП.

8.1.2 Включить питание крейта MIC-553PXI А03 и крейта MIC-553PXI А04, находящихся в стойке.

8.1.3 Включить системный блок А09 операторской станции сбора данных DDS в стойке приборной в соответствии с руководством по эксплуатации на PromPC.

8.1.4 Включить мониторы А10 и А11 на рабочем месте оператора №1.

8.1.5 Включить системный блок А15 операторской станции сбора данных DDS в стойке приборной в соответствии с руководством по эксплуатации на PromPC.

8.1.6 Включить мониторы А16 и А17 на рабочем месте оператора №2.

8.1.7 На экранах пары мониторов А10 и А11 и пары мониторов А16 и А17 должны быть рабочие столы загруженных операционных систем Windows.

8.1.8 Запустить ПО «Recorder» на операторской станции сбора данных с рабочего места оператора №1 двойным нажатием ЛКМ ярлыка  на рабочем столе (на экранах мониторов А10 и А11). Появится основное окно программы – рисунок 1.

8.1.9 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».

8.1.10 В открывшемся окне (рисунок 3) выбрать нажатием ЛКМ конфигурацию Poverka DDS-M.rcfg и нажать ЛКМ кнопку «Открыть».

8.1.11 Нажатием клавиши F12 на клавиатуре А13 рабочего места оператора №1 открыть окно «Настройки» ПО «Recorder», представленное на рисунке 4.

8.1.12 Нажатием ЛКМ выбрать вкладку «Каналы» в окне (рисунок 4). Вид окна, отображающий состав ИК станции сбора данных с рабочим местом оператора №1, должен быть подобный рисунку 5.

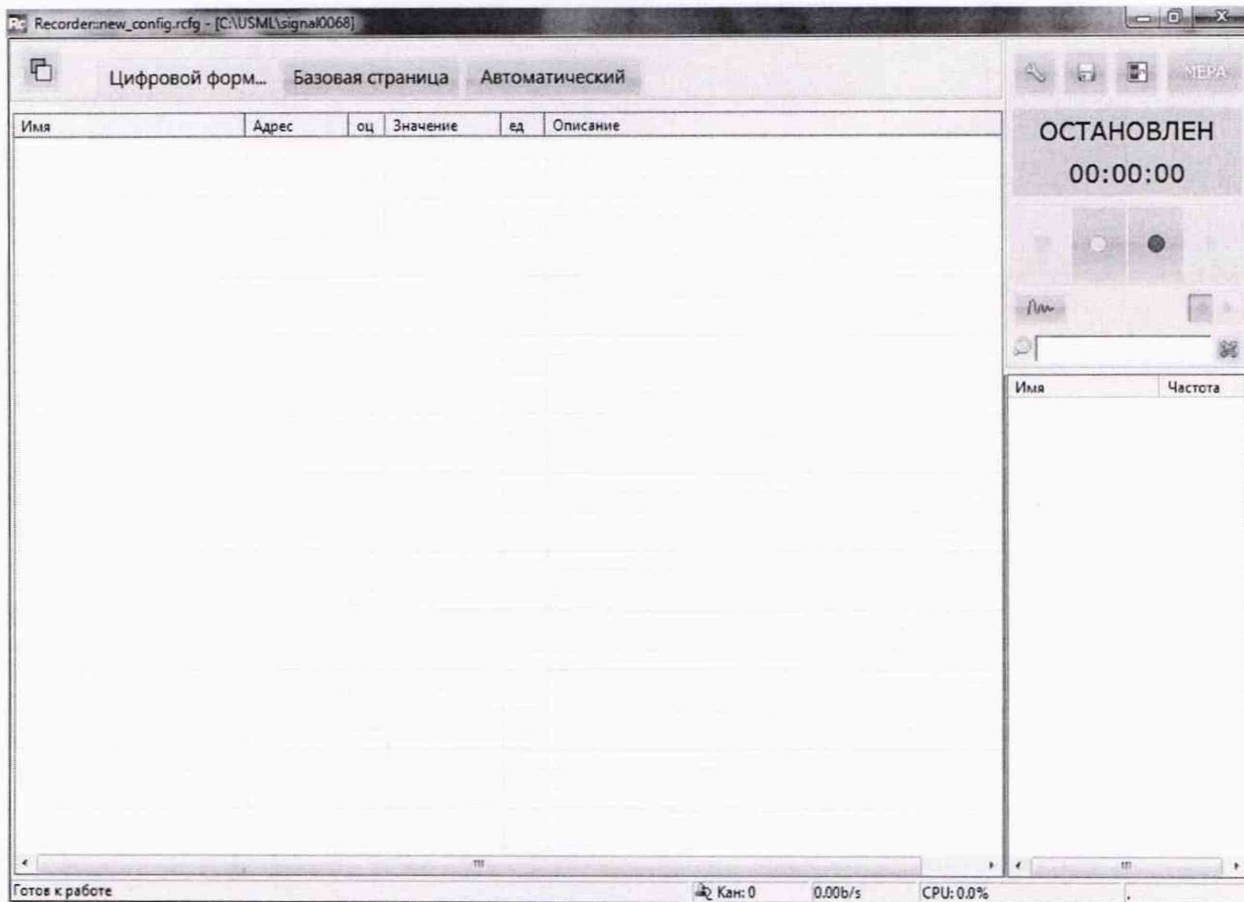


Рисунок 1 – Основное окно ПО «Recorder»

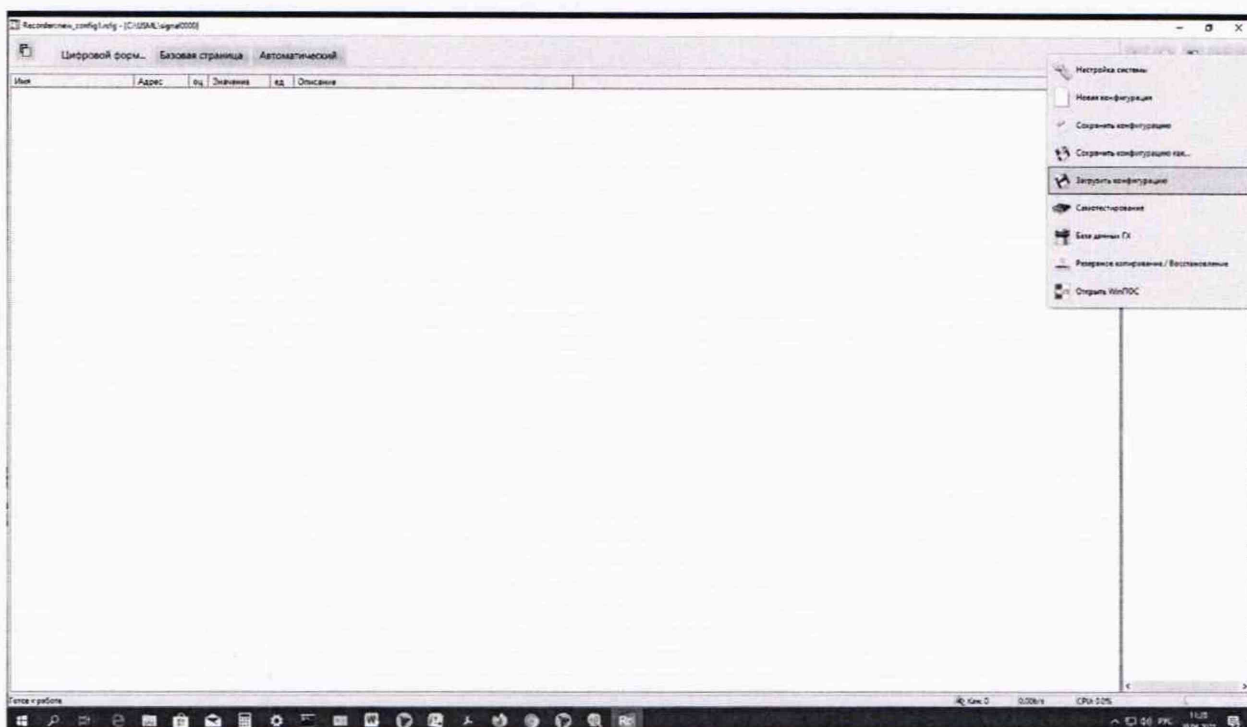


Рисунок 2 – Переход к выбору рабочей конфигурации ПО «Recorder»

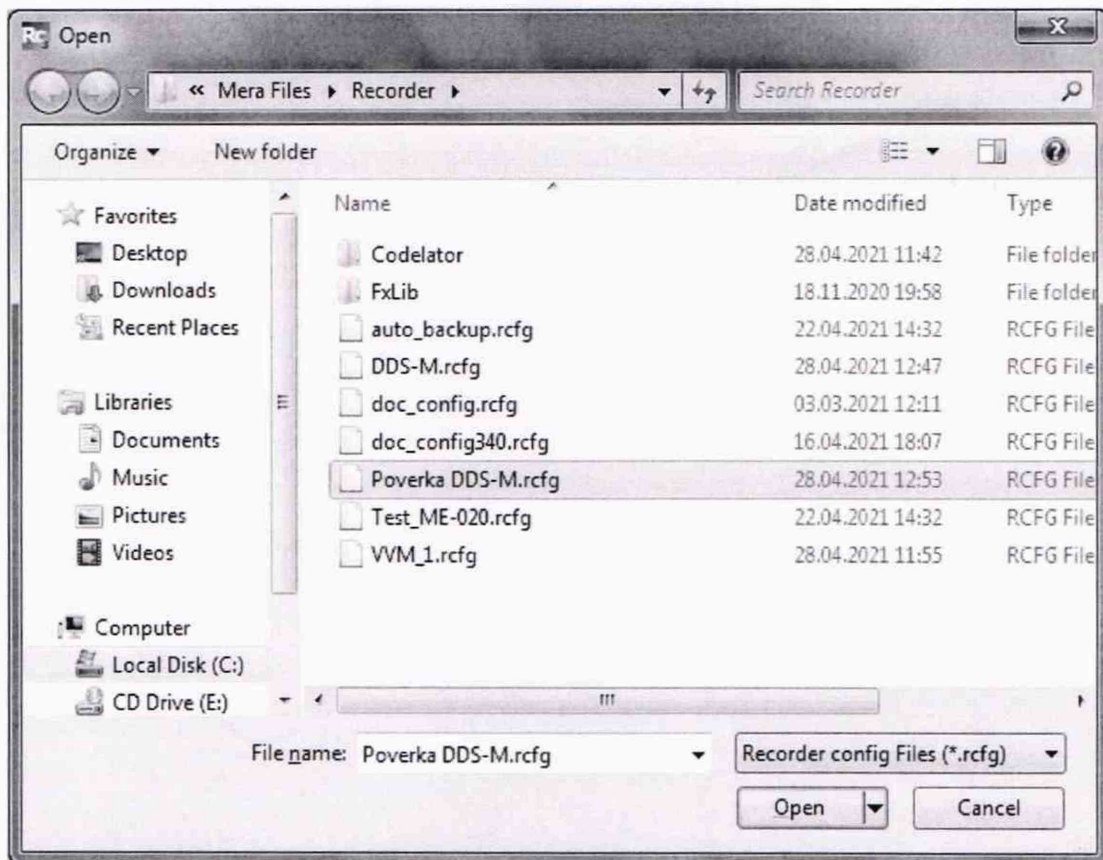


Рисунок 3 – Выбор конфигурации ПО «Recorder», необходимой для проведения проверок ИК

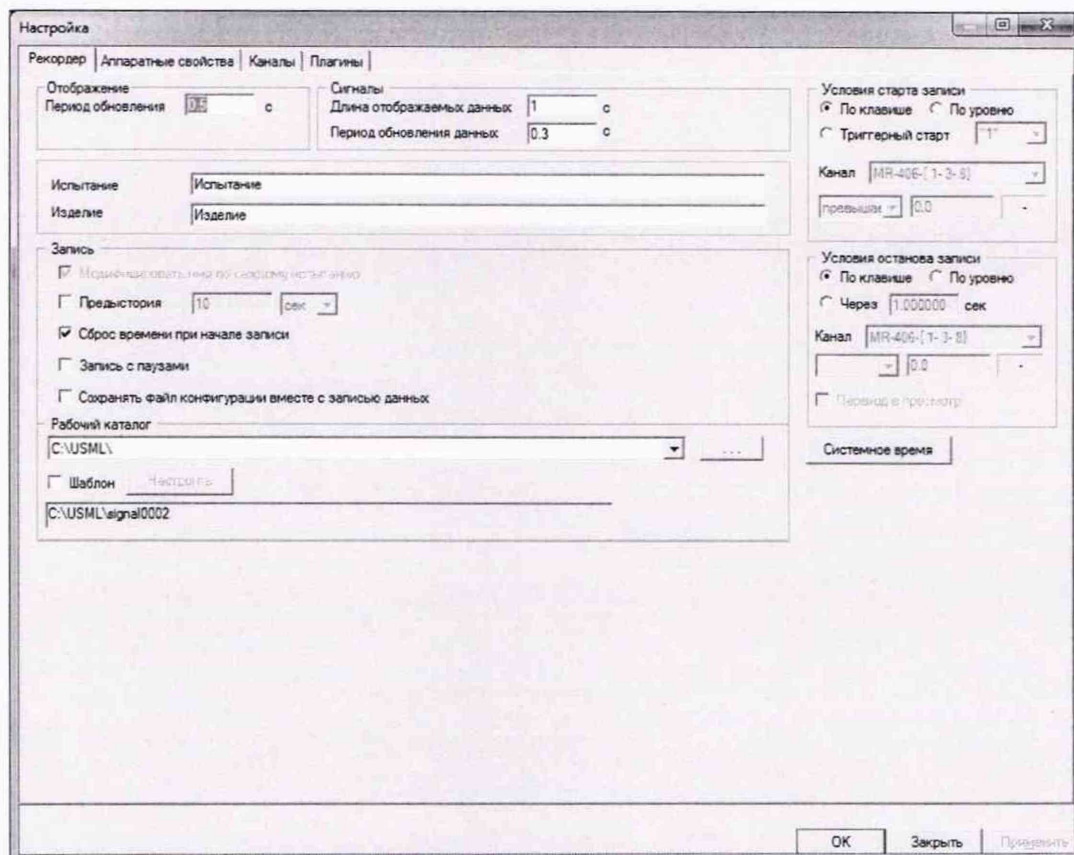


Рисунок 4 – Окно «Настройки» ПО «Recorder»

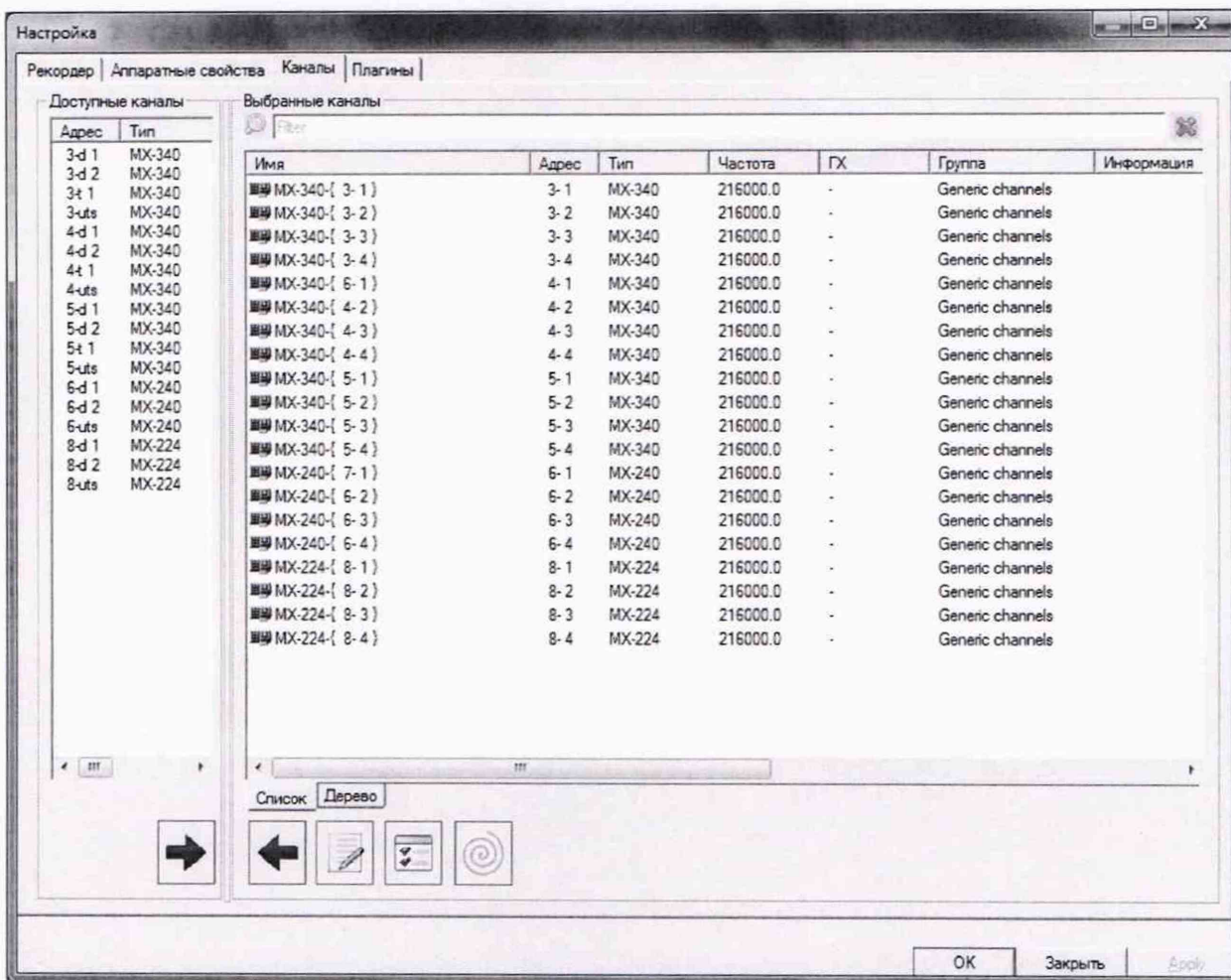


Рисунок 5 – Окно ИК одной из операторских станций сбора данных DDS

8.1.13 Если в окне (рисунок 5) имеются каналы, отмеченные жёлтой меткой, выполнить инициализацию аппаратных средств, вызвав выпадающее меню нажатием ПКМ на строке «Устройства» и выбрав в нём ЛКМ строку «Сброс всех устройств» (рисунок 6). После сброса закрыть окно «Аппаратные свойства» нажатием ЛКМ кнопки «ОК». Окно ПО «Recorder» должно приобрести вид, аналогичный представленному на рисунке 7.

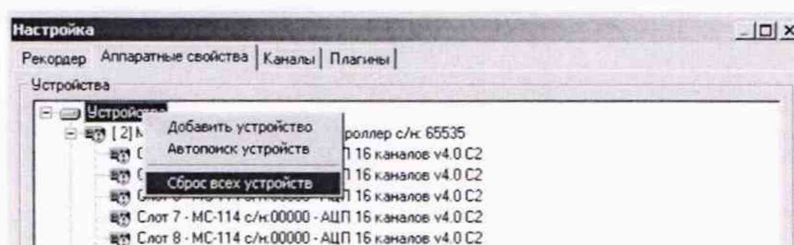


Рисунок 6 – Инициализация аппаратных средств

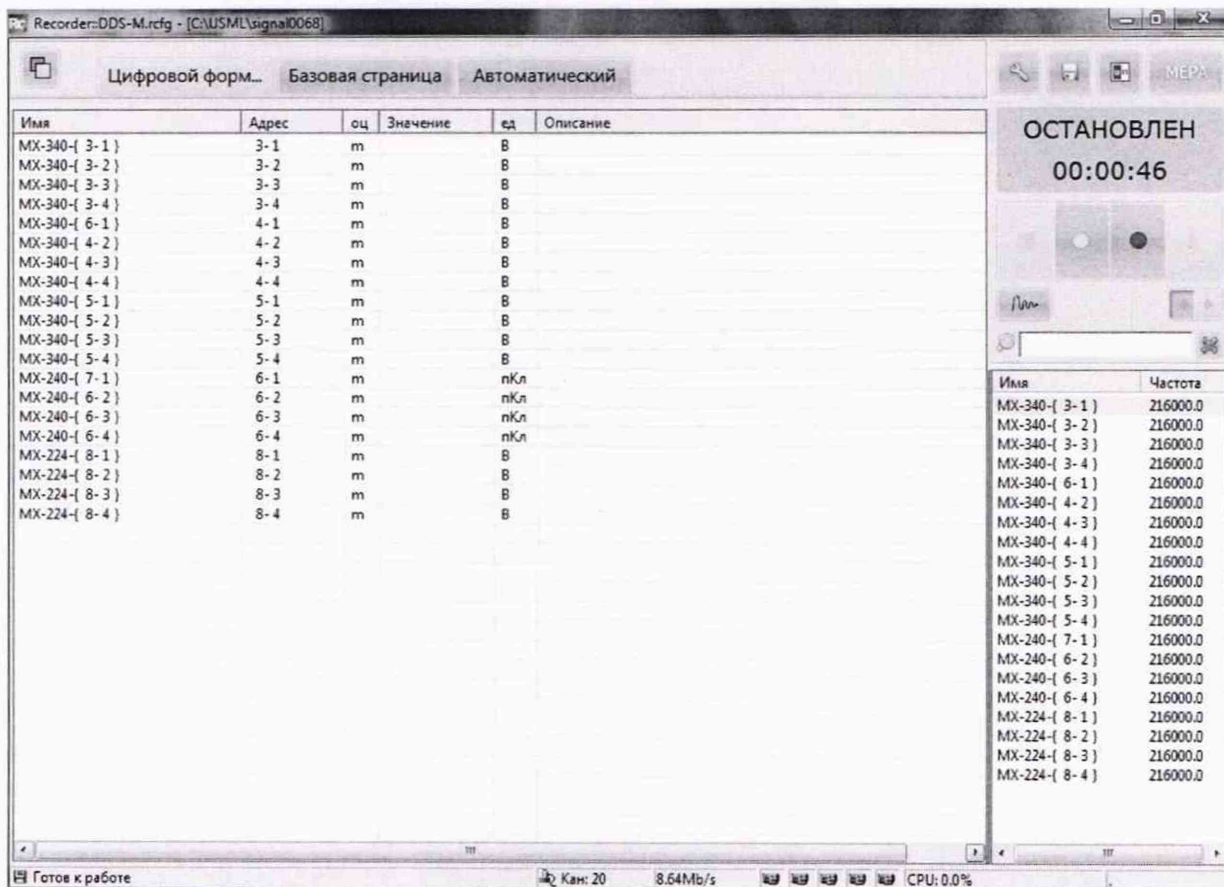


Рисунок 7 – Пример окна конфигурации ПО «Recorder», готовой к работе

8.1.14 Нажать ЛКМ кнопку «МЕРА» в окне (рисунок 7) и осуществить тестирование интерфейсов модулей, выбрав нажатием ЛКМ в выпавшем меню режим «Самотестирование» (рисунок 8).

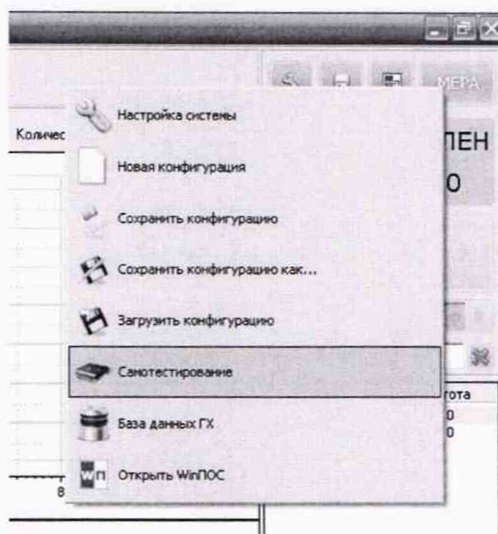


Рисунок 8 – Запуск режима «Самотестирование»

8.1.15 В открывшемся окне (рисунок 9) нажать ЛКМ кнопку «Тест». Результат тестирования будет отражён в окне (рисунок 10).

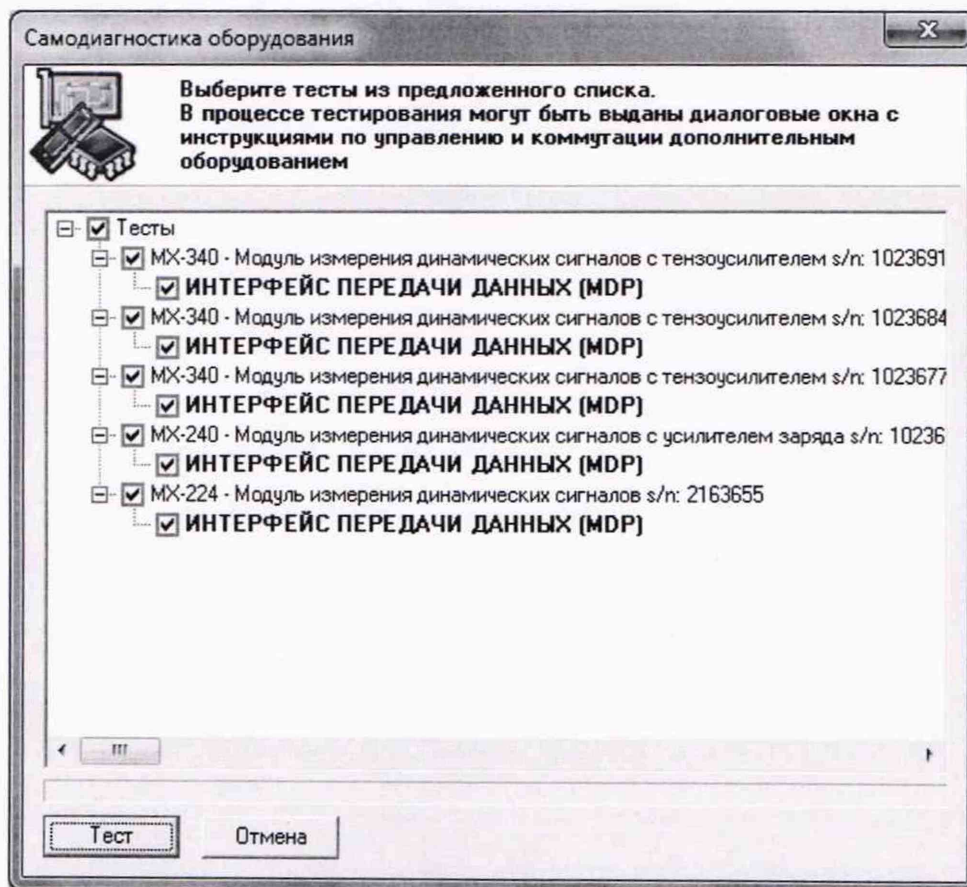


Рисунок 9 – Окно подготовки самотестирования

8.1.16 Выполнить действия, описанные в п.п.8.1.8 – 8.1.15, на операторской станции сбора данных с рабочего места оператора №2.

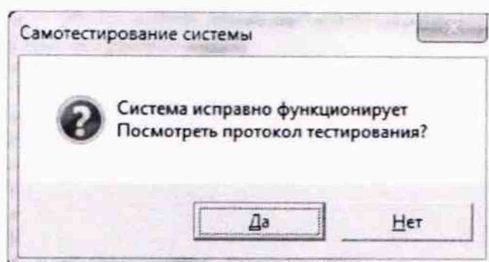


Рисунок 10 – Окно результата самотестирования

8.1.17 После выполнения п.п.8.1.9 – 8.1.16 настоящего документа и, в случае получения для каждой из операторских станций сбора данных сообщения, представленного на рисунке 10, DDS готов к дальнейшим работам по подготовке конкретных ИК к поверке и выполнению поверок. В противном случае работы по поверкам прекращаются до устранения неисправностей, выявленных в ходе самотестирования DDS.

8.2 Проверка программного обеспечения

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

8.2.1 Запустить программу управления комплексами МИС «Recorder» с конфигурацией Poverka DDS-M.rcfg на обеих операторских станциях сбора данных, выполнив действия, описанные в п.п.8.1.3 – 8.1.8 настоящего документа. Далее для каждой операторской станции сбора данных выполнить п.п.8.2.2 – 8.2.4.

8.2.2 В открывшемся главном окне ПО «Recorder» (рисунок 11) 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 11.

8.2.4 Убедиться в соответствии характеристик в информационном окне ПО «Recorder» (рисунок 11), характеристикам, приведенным ниже:

- наименование – «MERA Recorder»;
- идентификационное наименование – scales.dll;
- номер версии scales.dll – 1.0.0.8;
- ID (цифровой идентификатор) – 24C8C163.

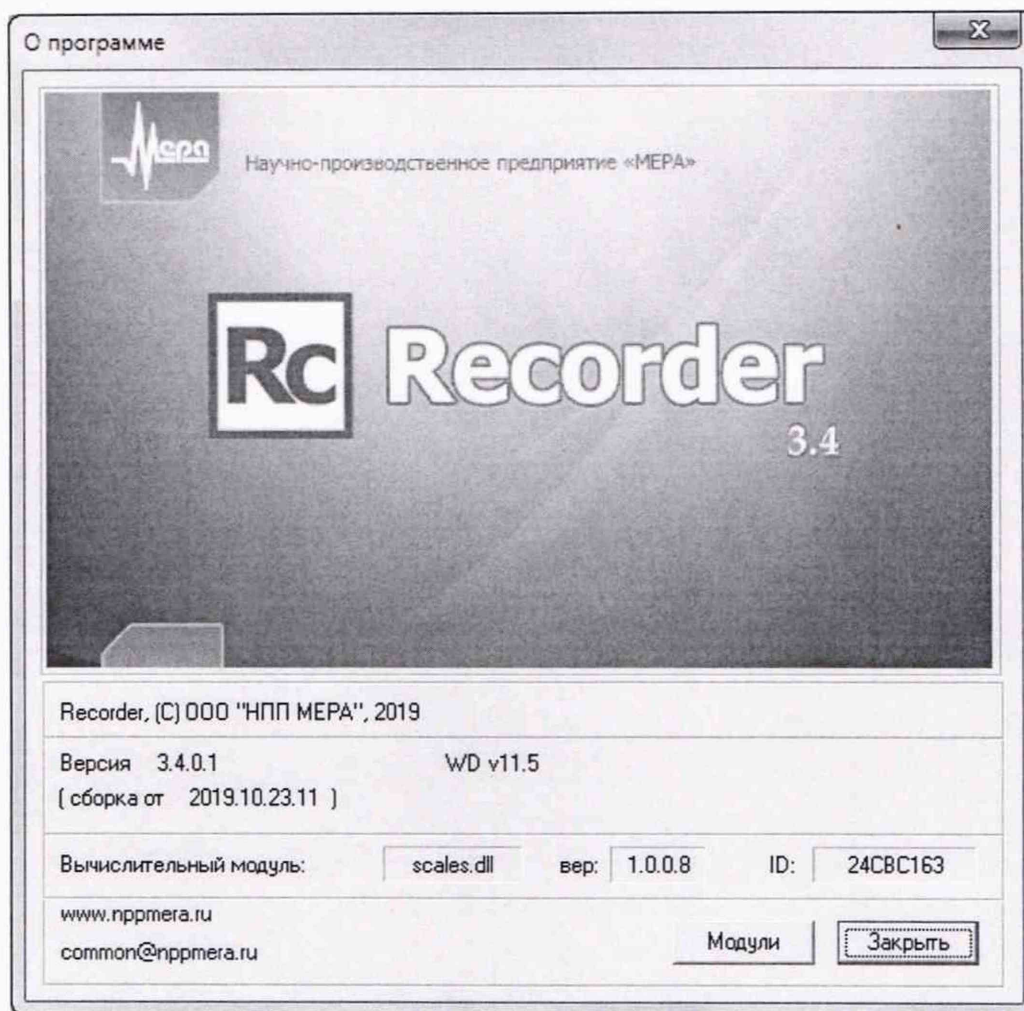


Рисунок 11 – Вид информационного окна программы «Recorder»

8.3 Подготовка ИК к поверке

Для осуществления настройки ПО «Recorder» на поверку конкретного ИК DDS необходимо выполнить следующие операции:

8.3.1 При загруженной конфигурации Poverka DDS-M.rcfg установить курсор манипулятора «мышь» на строку ИК, подлежащего поверке, в списке каналов в правой части окна ПО «Recorder» (рисунок 7). 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...» (рисунок 12).

8.3.3 Нажатием ЛКМ в окне (рисунок 12) открыть вкладку «Дополнительно». Используя манипулятор «мышь», привести настройки в этой вкладке (рисунок 13) в

соответствие с требованиями, указанными в соответствующем разделе настоящей методики поверки.

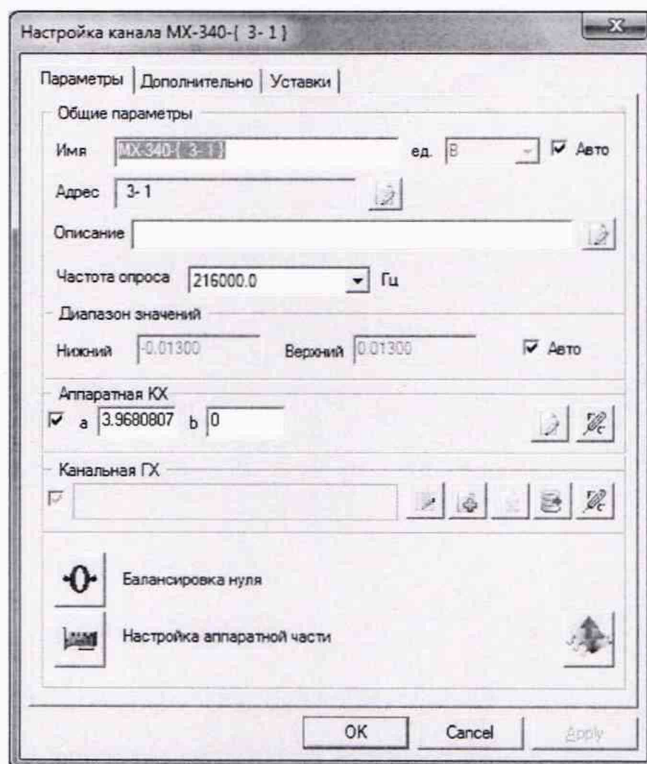


Рисунок 12 – Вид диалогового окна «Настройка канала...»

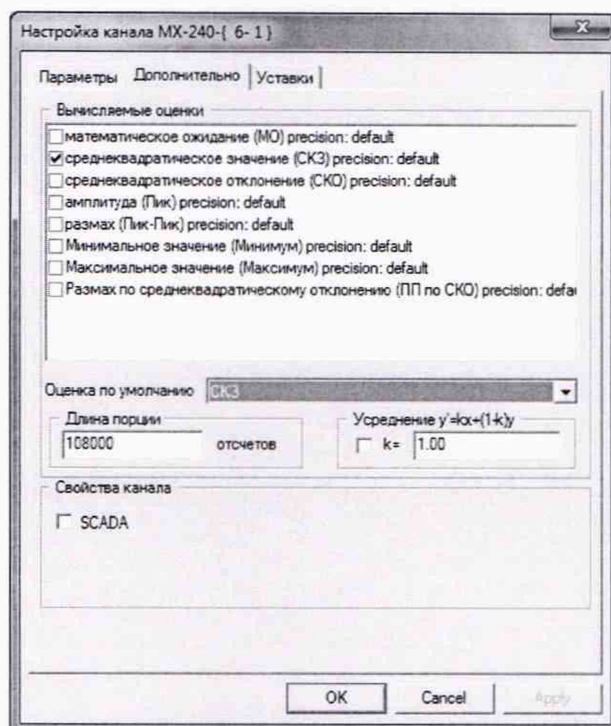



Рисунок 13 – Вид вкладки «Дополнительно» окна «Настройка канала...»

8.3.4 Вернуться во вкладку «Параметры» окна «Настройка канала...» нажатием ЛКМ на этой вкладке в окне (рисунок 13).

8.3.5 В окне (рисунок 12) в разделе «Канальная ГХ» нажать ЛКМ кнопку  «Калибровка канала».

8.3.6 В открывшемся диалоговом окне «Выбор типа градуировки...», представленном на рисунке 14, выбрать нажатием ЛКМ в разделе «Произвести...» боксы - «поверку», «стандартная», а затем нажать кнопку «Далее».

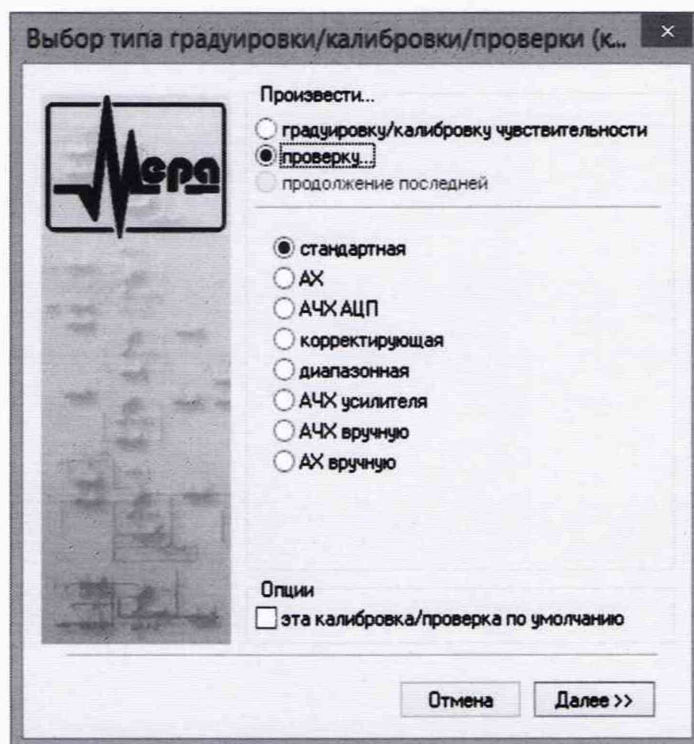


Рисунок 14 – Вид диалогового окна «Выбор типа градуировки/калибровки/проверки (канальная)»

8.3.7 Открывшееся диалоговое окно «Параметры проверки (канальная)», представленное на рисунке 15, 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 15) установить значения настроечных параметров с учетом следующих сведений:

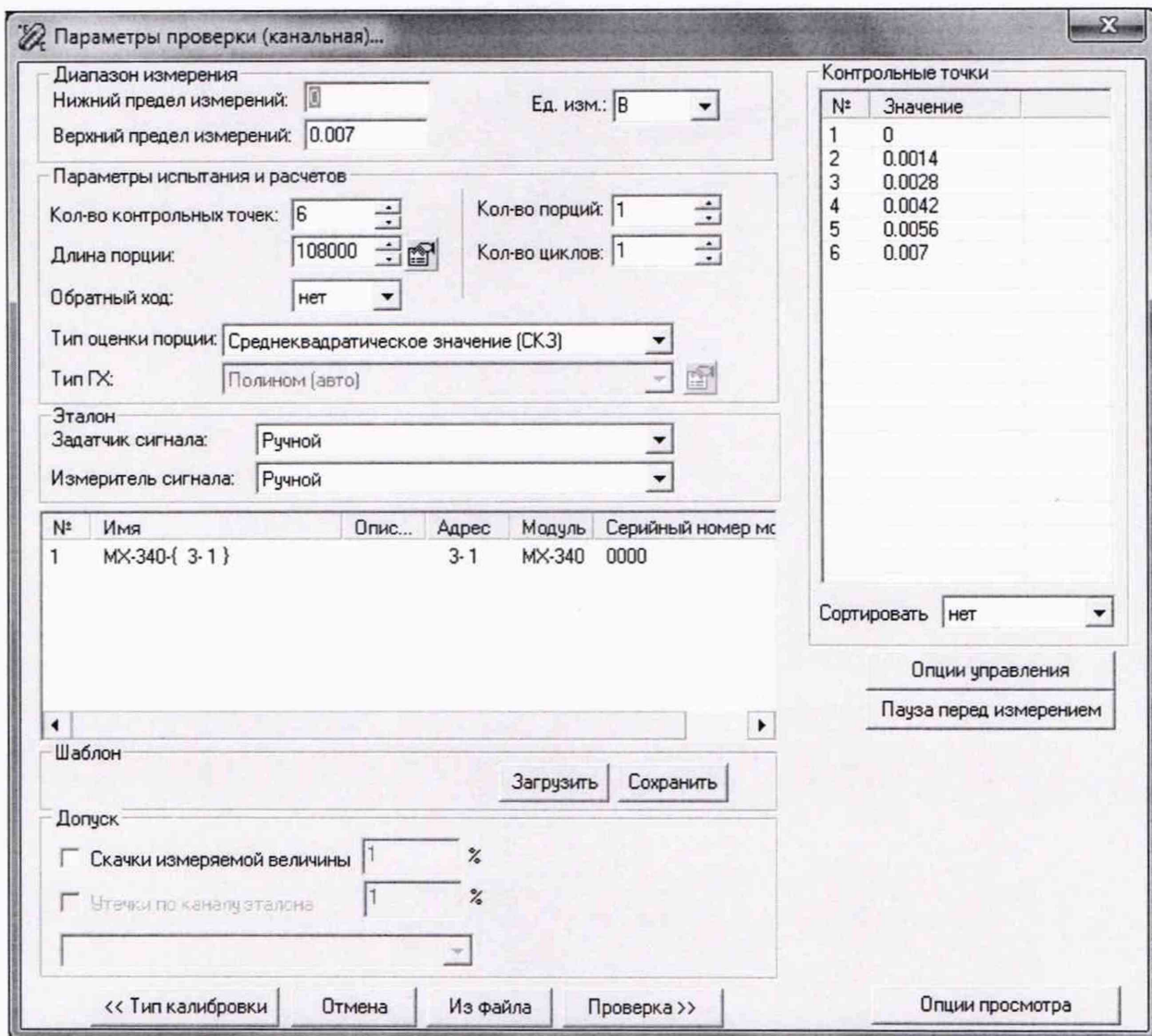


Рисунок 15 – Вид диалогового окна «Параметры проверки (канальная)»

8.3.7.1 В разделе «Свойства сигнала» в поле «Нижний предел измерений» – значение нижнего предела диапазона измерения (значение в поле «НП ДИ ИК» из таблицы контрольных точек для поверяемого ИК), в поле «Верхний предел измерений» – 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 расчетов»:

- 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 16. После назначения длительности паузы необходимо нажать в этом окне кнопку «Применить».

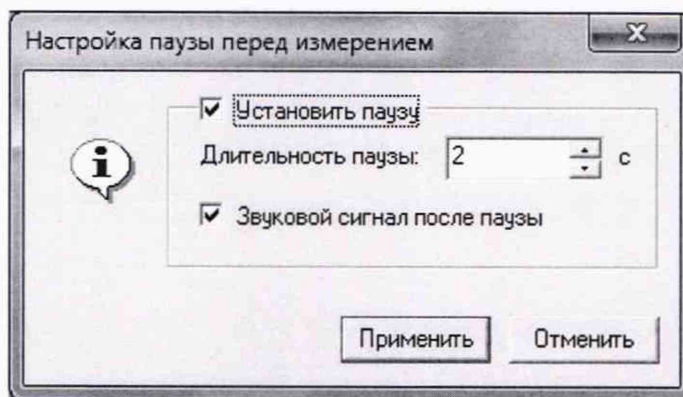


Рисунок 16 – Окно «Настройка паузы перед измерением»

8.3.7.6 Остальные поля и опции в окне (рисунок 15) для настройки ПО «Recorder» на поверку конкретного ИК DDS изменять не требуется.

В пунктах 9.2 – 9.5 настоящего документа для поверки каждого ИК или группы ИК с аналогичными параметрами даются конкретные указания по заполнению полей в окне «Параметры проверки (канальная)» (рисунок 15).

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

8.5 Необходимые настройки ПО «Recorder» для формирования протоколов поверки конкретных ИК либо электрических частей соответствующих ИК приведены в пунктах 9.2 – 9.5 настоящего документа.

9 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 Определение метрологических характеристик ИК

9.1.1 Проверку проводить комплектным способом.

9.2 Определение приведенной (к ДИ) погрешности измерений величины отклонения сопротивления одиночного тензометра

Шестьдесят ИК данной группы реализуются пятнадцатью модулями МХ-340, установленными в крейте МПС-553РХІ (А03), и рабочей станцией оператора №1, состоящей из операторской станции сбора данных А09, мониторов А10 и А11, клавиатуры А13 и манипулятора «мышь» А14.

Поверку каждого ИК выполнить в 3 этапа комплектным способом:

1-й этап – поверка электрической части ИК, обеспечивающей измерение напряжения переменного тока с тензометра;

2-й этап – поверка электрической части ИК, обеспечивающей подачу тока питания на тензометр;

3-й этап – определение и оценка максимальной приведенной к ДИ погрешности косвенных измерений величины отклонения сопротивления одиночного тензометра, вносимой электрическими частями ИК.

9.2.1 Выполнить действия по включению элементов DDS, описанные в п.п. 8.1.1 – 8.1.10.

9.2.2 Выполнить действия по основной настройке поверяемого ИК (модуля МХ-340), используя сведения п.п. 8.3.1 – 8.3.4 настоящего документа. В окне (рисунок 12) установить частоту опроса 216000 Гц, а в окне (рисунок 13):

«Вычисляемая оценка» среднеквадратическое отклонение (СКО),

«Оценка по умолчанию» СКО,

«Длина порции» 108000 отсчётов.

9.2.3 Для поверки электрической части ИК, обеспечивающей измерение напряжения переменного тока с тензометра, выполнить настройку канала модуля МХ-340 следующим образом:

9.2.3.1 Нажатием ЛКМ на кнопке «Настройка аппаратной части» в окне (рисунок 12) открыть окно (рисунок 17).

9.2.3.2 Нажатием ЛКМ выделить строку поверяемого ИК в таблице «Каналы» в окне на рисунке 17.

9.2.3.3 Нажатием ЛКМ кнопки «Св. АЦП» в окне (рисунок 17) открыть окно «Модуль АЦП» на рисунке 18.

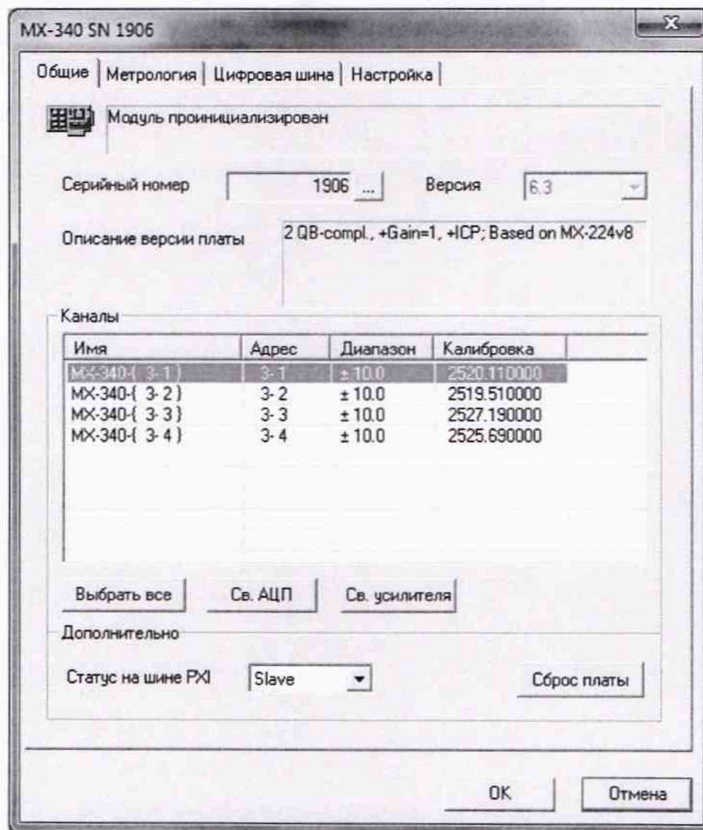


Рисунок 17 – Окно настройки аппаратной части модуля MX-340

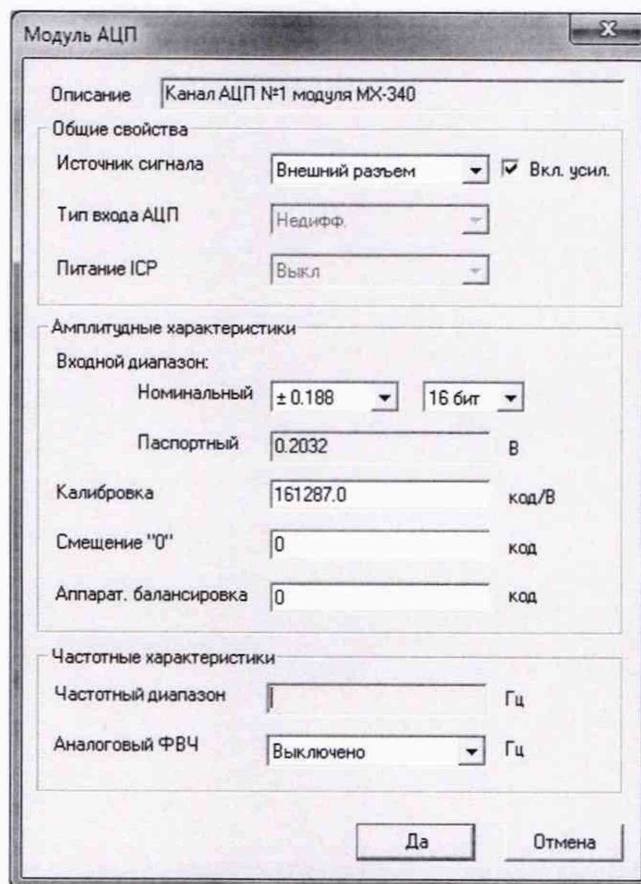


Рисунок 18 – Окно настройки АЦП канала модуля MX-340

9.2.3.4 Используя элементы выпадающих списков, установить содержимое полей настройки (рисунок 18) следующим образом:

«Источник сигнала» - Внешний разъём

«Тип входа АЦП» - Недифф.

«Питание ИСР» - Выкл

«Входной диапазон»

«Номинальный» ± 10 16 бит

«Аналоговый ФВЧ» ...- Выключено

9.2.3.5 Нажатием ЛКМ установить метку в поле «Вкл. усил.».

9.2.3.6 Закрывать окно (рисунок 18) нажатием ЛКМ кнопки «Да».

9.2.3.7 Нажатием ЛКМ кнопки «Св. усилителя» в окне (рисунок 17) открыть окно «Канал № встроенного тензо усилителя МХ-340» на рисунке 19.

Источники сигнала	Номинальные	Паспортные	Единицы
Входной диапазон	± 0.0100	± 0.0100	В
Выходной диап.	± 10.0	± 10.0	В
k усиления	1000 (60 dB)	1000.000	
k преобразования	1000.0	1000.0	(В)/(В)
Баланс. ЦАП, В	0	Прогр. баланс, В	0

Работа с датчиком

Тип датчика	Тензометр
<input type="checkbox"/> Питание датчика	1.0000 мА
<input checked="" type="checkbox"/> Коррекция тока	R нагрузки, Ом 200.0
Калибровочный шунт	Выключено

ФНЧ Выключен ФВЧ 1.0 Гц

OK Отмена

Рисунок 19 – Окно настройки встроенного тензоусилителя ИК МХ-340

9.2.3.8 Используя элементы выпадающих списков, установить содержимое полей настройки в соответствии с рисунком 19.

9.2.3.9 Закрывать окно «Канал № встроенного тензо усилителя МХ-340» нажатием ЛКМ кнопки «ОК».

9.2.3.10 Нажатием ЛКМ кнопки «ОК» закрыть окно (рисунок 17).

9.2.3.11 Нажатием ЛКМ кнопки «ОК» закрыть окно (рисунок 12).

9.2.4 Реализовать схему проверки электрической части ИК, обеспечивающей измерение напряжения переменного тока с тензометра аналогично представленной для электрической части ИК параметра DT30 на рисунке 20, для чего необходимо:

9.2.4.1 Отъединить разъём кабеля подачи сигналов ПИП от соединителя, указанного в таблице 3 для проверяемого канала;

9.2.4.2 Вместо кабеля подачи сигналов ПИП подсоединить переходник БЛИЖ.431586.100.068.

9.2.4.3 В соответствии с руководством по эксплуатации на калибратор универсальный Н4-7:

9.2.4.3.1 Включить питание калибратора и дать ему прогреться не менее двух часов.

9.2.4.3.2 Перевести калибратор в режим воспроизведения напряжения переменного тока в диапазоне 0,2 В.

9.2.4.3.3 Установить частоту выходного сигнала калибратора 1 кГц.

9.2.4.3.4 Подключить калибратор универсальный Н4-7 к контактам переходника БЛИЖ.431586.100.068, указанным в таблице 3 для поверяемого ИК, соблюдая полярность.

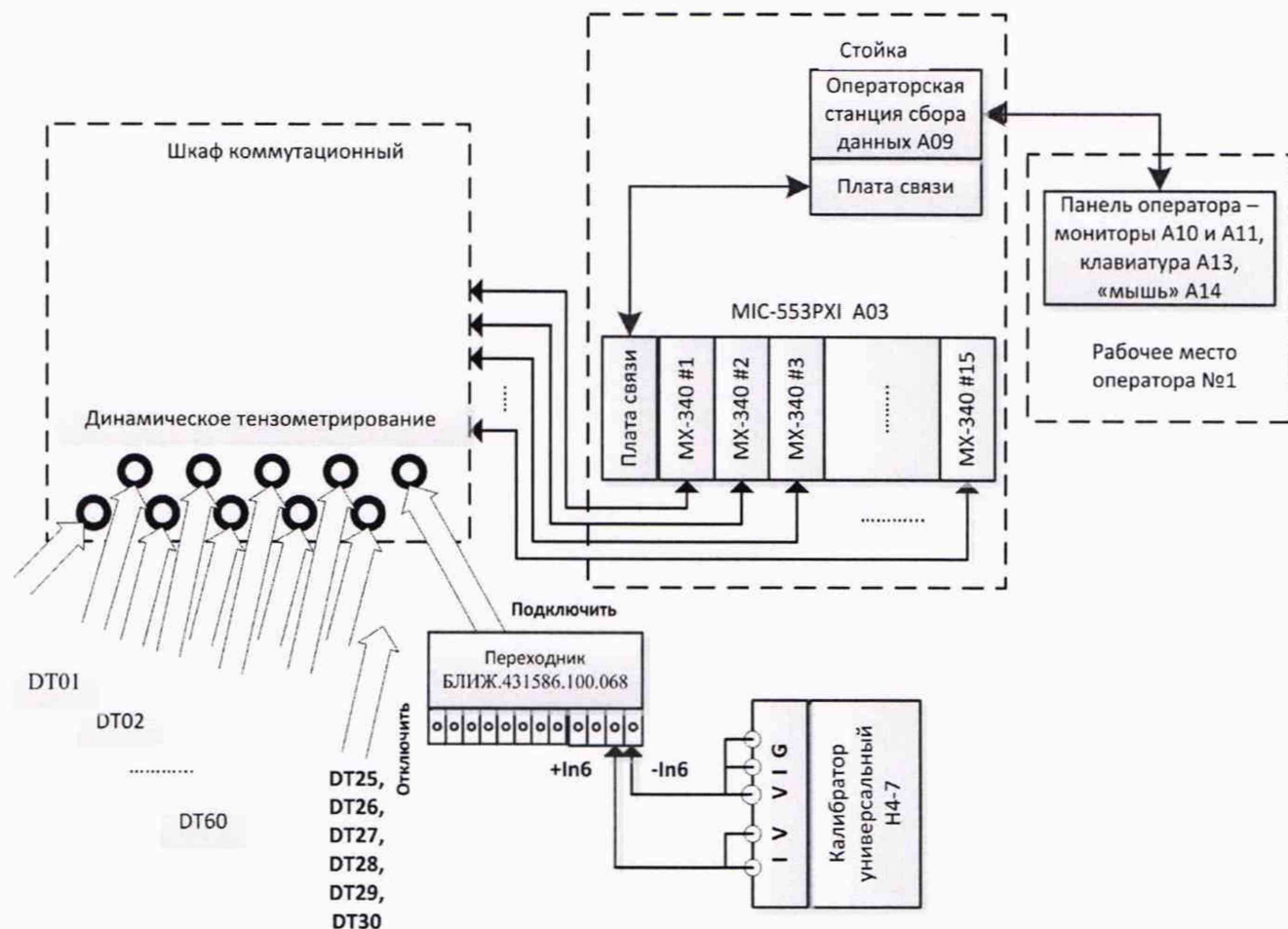


Рисунок 20 – Поверка ИК величины отклонения сопротивления тензометра.
Схема для проверки электрической части ИК, обеспечивающей измерение напряжения переменного тока с тензометра

Таблица 3 – Сведения о каналах Recorder и о местах подключения средств поверки через переходник БЛИЖ.431586.100.068

Поверяемый ИК	Номер соединителя на панели «Динамическое тензометрирование» в шкафу коммутационном БЛИЖ.408320.136.185 для подключения переходника БЛИЖ.431586.100.068	Контакты на переходнике БЛИЖ.431586.100.068 для подключения средства поверки	Позиция модуля МХ-340 в крейте МС-553РХІ (А03)	Наименование канала в конфигурации «Poverka DDS-M.rcfg» ПО «Recorder»	
DT01	1	+In1 - In1	3	DT01	
DT02		+In2 - In2		DT02	
DT03		+In3 - In3		DT03	
DT04		+In4 - In4		DT04	
DT05		+In5 - In5		4	DT05
DT06		+In6 - In6			DT06
DT07	2	+In1 - In1	5	DT07	
DT08		+In2 - In2		DT08	
DT09		+In3 - In3		DT09	
DT10		+In4 - In4		DT10	
DT11		+In5 - In5		DT11	
DT12		+In6 - In6		DT12	
DT13	3	+In1 - In1	6	DT13	
DT14		+In2 - In2		DT14	
DT15		+In3 - In3		DT15	
DT16		+In4 - In4		DT16	
DT17		+In5 - In5		7	DT17
DT18		+In6 - In6			DT18
DT19	4	+In1 - In1	8	DT19	
DT20		+In2 - In2		DT20	
DT21		+In3 - In3		DT21	
DT22		+In4 - In4		DT22	
DT23		+In5 - In5		DT23	
DT24		+In6 - In6		DT24	
DT25	5	+In1 - In1	9	DT25	
DT26		+In2 - In2		DT26	
DT27		+In3 - In3		DT27	
DT28		+In4 - In4		DT28	
DT29		+In5 - In5		10	DT29
DT30		+In6 - In6			DT30
DT31	6	+In1 - In1	11	DT31	
DT32		+In2 - In2		DT32	
DT33		+In3 - In3		DT33	
DT34		+In4 - In4		DT34	
DT35		+In5 - In5		DT35	
DT36		+In6 - In6		DT36	

Поверяемый ИК	Номер соединителя на панели «Динамическое тензометрирование» в шкафу коммутационном БЛИЖ.408320.136.185 для подключения переходника БЛИЖ.431586.100.068	Контакты на переходнике БЛИЖ.431586.100.068 для подключения средства поверки	Позиция модуля МХ-340 в крейте МС-553РХІ (А03)	Наименование канала в конфигурации «Poverka DDS-M.rcfg» ПО «Recorder»
DT37	7	+In1 - In1	12	DT37
DT38		+In2 - In2		DT38
DT39		+In3 - In3		DT39
DT40		+In4 - In4		DT40
DT41	8	+In5 - In5	13	DT41
DT42		+In6 - In6		DT42
DT43		+In1 - In1		DT43
DT44		+In2 - In2		DT44
DT45	8	+In3 - In3	14	DT45
DT46		+In4 - In4		DT46
DT47		+In5 - In5		DT47
DT48		+In6 - In6		DT48
DT49	9	+In1 - In1	15	DT49
DT50		+In2 - In2		DT50
DT51		+In3 - In3		DT51
DT52		+In4 - In4		DT52
DT53	10	+In5 - In5	16	DT53
DT54		+In6 - In6		DT54
DT55		+In1 - In1		DT55
DT56		+In2 - In2		DT56
DT57	10	+In3 - In3	17	DT57
DT58		+In4 - In4		DT58
DT59		+In5 - In5		DT59
DT60		+In6 - In6		DT60

9.2.5 Выполнить настройку ПО «Recorder» на поверку канала с наименованием в рабочей конфигурации и для модуля МХ-340 в крейте МС-553 (А03), приведенным в таблице 3 для поверяемого ИК, используя указания, изложенные в п. 8.3 настоящего документа, и сведения из таблицы 4. В поле «Контрольные точки» внести значения из таблицы 5 для соответствующего ИК.

9.2.6 Используя ПО «Recorder», поочередно для всех действующих 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:

9.2.6.1 Устанавливать действующее значение напряжения переменного тока на входе электрической части ИК с помощью калибратора Н4-7, контролируя устанавливаемое напряжение по показаниям на его индикационной панели;

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

Таблица 4 – Настройки ПО «Recorder» на выполнение поверки электрической части ИК, обеспечивающей измерение напряжения переменного тока с тензометра

Поле в окне (рисунок 15)	Значение в поле для ИК
	DT01,, DT60
Нижний предел измерений	0
Верхний предел измерений	0,007
Ед. изм	В
Количество контрольных точек	6
Длина порции	108000
Количество порций	1
Количество циклов	1
Обратный ход	нет
Тип оценки порции	Среднеквадратическое отклонение (СКО)
Задатчик сигнала	Ручной
Измеритель сигнала	Ручной

Таблица 5 – Контрольные точки измерения напряжения переменного тока для поверки электрической части ИК, обеспечивающей измерение напряжения переменного тока с тензометра

Наименование ИК (измеряемого параметра)	Размерность	НП ДИ ИК	ВП ДИ ИК	Количество КТ на ДИ ИК, n	Действующие значения (СКЗ) напряжения в КТ, x_k
Напряжение переменного тока милливольтового диапазона (Параметры: DT01,, DT60)	В	0	0,01	6	0,00; 0,0014; 0,0028; 0,0042; 0,0056; 0,007

9.2.7 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 (10.1) и (10.4), приведенным в разделе 10 настоящего документа.

Таблица 6 – Настройки протоколов поверки электрической части ИК, обеспечивающей измерение напряжения переменного тока с тензометра

Поле в окне «Настройка параметров протокола» (рисунок Б6 Приложения Б)	Значение в поле для ИК
	DT01,, DT60
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 Н4-7
Информация о модуле (бокс в области «Шапка отчета»)	✓

Поле в окне «Настройка параметров протокола» (рисунок Б6 Приложения Б)	Значение в поле для ИК
	DT01,, DT60
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»	0
Правое текстовое поле в области «Диапазон»	0.007
ОСТ 1 01021-93 (бокс)	
ВП= (текстовое поле)	0.007
Допустимое значение: (текстовое поле)	0,25

9.2.8 Результаты поверки электрической части ИК, обеспечивающей измерение напряжения переменного тока с тензометра считать положительными, если максимальное значение приведенной к ВП основной погрешности измерений в протоколе находится в допустимых пределах $\pm 0,25\%$.

9.2.9 При невыполнении условия по п. 9.2.8, испытания DDS приостанавливаются.

9.2.10 При выполнении условия по п. 9.2.8, произвести распечатку протокола, сформированного ПО «Recorder» в ходе выполнения п. 9.2.7. Содержимое протокола использовать далее в соответствии с указаниями настоящего раздела методики поверки.

9.2.11 Реализовать схему поверки электрической части ИК, обеспечивающей питание тензометра постоянным током, аналогично представленной для этой электрической части ИК параметра DT30 на рисунке 21, для чего необходимо:

9.2.11.1 Подключить концевик переходника БЛИЖ.431586.100.068 положительной полярности с номером, указанным для данного ИК в таблице 3, ко входу +I на передней панели вольтметра универсального цифрового GDM-78261.

9.2.11.2 Вход -I на передней панели вольтметра универсального цифрового GDM-78261 с помощью кабеля БЛИЖ.431586.125.111 подключить к первому контакту меры сопротивления P3026-2.

9.2.11.3 Второй контакт меры сопротивления P3026-2 подключить к концевнику отрицательной полярности переходника БЛИЖ.431586.100.068 с номером, указанным в таблице 3 для поверяемого ИК.

9.2.11.4 С помощью органов управления меры сопротивления P3026-2 установить величину сопротивления равной 200 Ом.

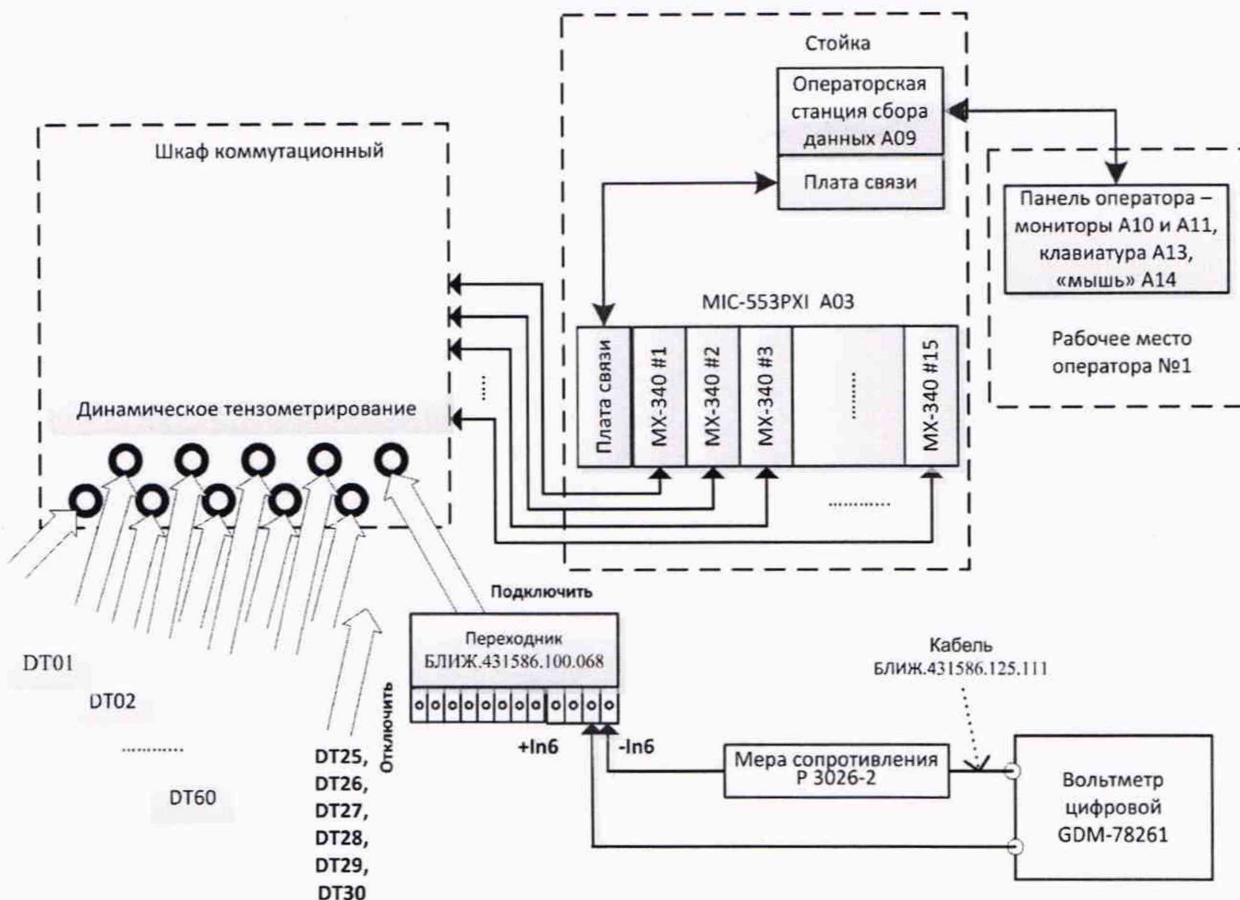


Рисунок 21 – Проверка ИК величины отклонения сопротивления тензометра. Схема для проверки электрической части ИК, обеспечивающей подачу тока питания на тензометр

9.2.12 Включить питание вольтметра и дать ему прогреться не менее двух часов.

9.2.13 Перевести вольтметр в режим измерения силы постоянного тока с пределом 100 мА.

9.2.14 Для каждого из значений тока питания тензометра 3 мА, 5 мА, 10 мА, 13 мА и 17 мА последовательно выполнить действия, указанные в п.п. 9.2.14.1 – 9.2.14.12:

9.2.14.1 В правой панели окна ПО «Recorder» (рисунок 7) двойным нажатием ЛКМ выбрать модуль МХ-340, который реализует электрическую часть поверяемого ИК. Для выбора нужного модуля использовать сведения из таблицы 6 или из таблицы 7.

9.2.14.2 В открывшемся окне рисунок 12 нажатие ЛКМ на кнопке «Настройка аппаратной части» открыть окно (рисунок 17).

9.2.14.3 Нажатием ЛКМ выделить строку поверяемого ИК в таблице «Каналы» в окне на рисунке 17.

9.2.14.4 Нажатием ЛКМ кнопки «Св. АЦП» в окне (рисунок 17) открыть окно «Модуль АЦП» (рисунок 18).

9.2.14.5 Действиями с элементами этого окна привести его к виду, представленному на рисунке 22 и закрыть окно нажатием ЛКМ кнопки «Да».

9.2.14.6 Нажатием ЛКМ кнопки «Св. усилителя» в окне (рисунок 17) открыть окно «Канал № встроенного тензо усилителя МХ-340» (рисунок 19).

9.2.14.7 Используя элементы выпадающих списков, установить содержимое полей настройки в соответствии с рисунком 23. Особо обратить внимание на установку необходимого значения в поле «Питание датчика» из ряда, указанного в п. 9.2.14.

9.2.14.8 Закрыть окно (рисунок 23) нажатием ЛКМ кнопки «ОК».

9.2.14.9 Нажатием ЛКМ кнопки «ОК» закрыть окно (рисунок 17).

9.2.14.10 Нажатием ЛКМ кнопки «ОК» закрыть окно (рисунок 12).

9.2.14.11 В окне (рисунок 7) запустить работу модулей системы нажатием ЛКМ желтой кнопки («Режим «ПРОСМОТР») в правом верхнем углу окна.

9.2.14.12 Снять показания тока $I_{изм}$ с индикационной панели вольтметра и занести их в соответствующую (установленному току) ячейку таблицы 1 протокола, форма которого дана в Приложении Г.

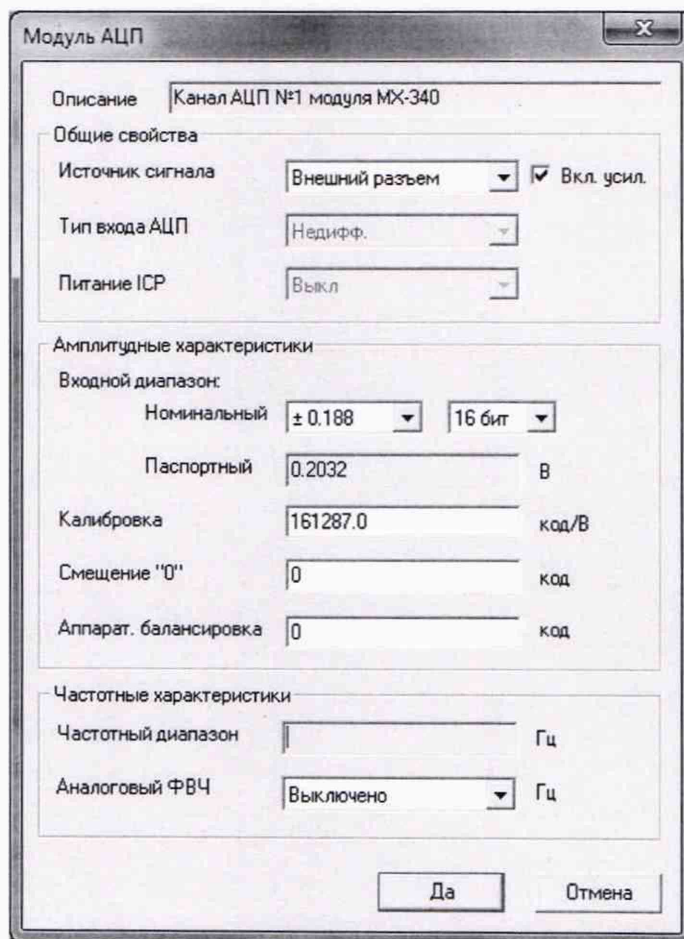


Рисунок 22 – Окно настройки АЦП канала модуля МХ-340 для поверки канала питания тензометра током

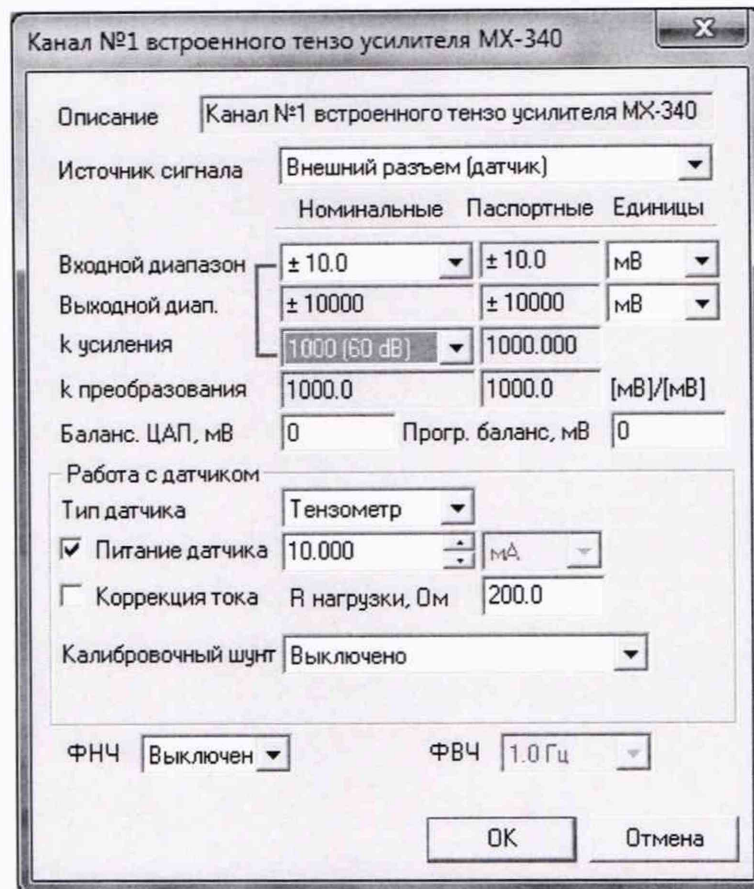


Рисунок 23 – Окно настройки встроенного тензоусилителя модуля MX-340 для поверки канала питания тензометра током

9.2.15 Выполнить расчёты значений абсолютной погрешности установки тока питания тензометра для данного ИК и внести их результаты в таблицу 1 протокола по Приложению Г.

9.2.16 Выполнить расчет наибольшего значения приведенной к ДИ погрешности измерения отклонения величины сопротивления тензометра по формуле (10.10), приведенной в разделе 10 настоящего документа, используя для подстановок в неё следующие величины:

$\Delta I_{\text{пит}}$ – наибольшее значение абсолютной погрешности формирования тока питания тензометра из таблицы 1 протокола по Приложению Г;

$I_{\text{пит}}$ – ток питания тензометра, для которого в таблице 1 протокола по Приложению Г выявлено наибольшее значение абсолютной погрешности формирования $\Delta I_{\text{пит}}$;

$U_{\text{ТМ}} = I_{\text{пит}} \cdot (R_{\text{ТМ}})_{\text{макс}} = I_{\text{пит}} \cdot 0,67$ – максимальное значение отклонения напряжения, снимаемого с тензометра, соответствующее максимальной величине отклонения его сопротивления от номинала;

$\Delta U_{\text{ТМ}} = U_{\text{ТМ}} \cdot (D_{\text{М}})_{\text{макс}}$ – максимальное значение абсолютной погрешности измерения напряжения, снимаемого с тензометра. Здесь $(D_{\text{М}})_{\text{макс}}$ – наибольшее значение погрешности измерения напряжения в протоколе, сформированном при выполнении п. 9.2.7 настоящей МП для данного ИК.

9.2.17 Внести результаты расчётов по п. 9.2.16 в протокол по форме, приведенной в Приложении Д.

9.2.18 Результаты поверки электрической части ИК измерения величины отклонения сопротивления тензометра считать положительными, если максимальное значение приведенной к ДИ основной погрешности измерений, полученной в результате расчётов по п. 9.2.16 находится в допускаемых пределах $\pm 0,40 \%$.

9.2.19 При невыполнении условия по п. 9.2.18, испытания DDS приостанавливаются.

9.2.20 Выполнить п.п. 9.2.2 – 9.2.19 для всех ИК данного типа.

9.2.21 После завершения поверки надлежит восстановить подключения всех кабелей подачи сигналов ПИП к соответствующим соединителям на панели «Динамическое тензометрирование» в шкафу коммутационном БЛИЖ.408320.136.185, нарушенные при выполнении п. 9.2.4 настоящего документа.

9.3 Определение приведенной (к ДИ) погрешности измерений напряжения на измерительной диагонали тензометрического моста

Двенадцать ИК данной группы реализуются тремя модулями МХ-340, установленными в крейте МІС-553РХІ (А04), и рабочей станцией оператора №2, состоящей из операторской станции сбора данных А15, мониторов А16 и А17, клавиатуры А19 и манипулятора «мышь» А20.

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.

9.3.1 Выполнить действия по подготовке элементов DDS к поверке, описанные в п.п. 8.1.1 – 8.1.12. Действия по п.п. 8.1.8 – 8.1.12, а также все последующие действия с ПО «Recorder», описанные в настоящем разделе, выполнять с рабочего места оператора №2, используя мониторы А16 и А17, клавиатуру А19 и манипулятор «мышь» А20.

9.3.2 Выполнить действия по основной настройке поверяемого ИК (модуля МХ-340), используя сведения п.п.8.3.1 – 8.3.4 настоящего документа. В окне (рисунок 12) установить частоту опроса 216000 Гц, а в окне (рисунок 13):

«Вычисляемая оценка»	математическое ожидание (МО),
«Оценка по умолчанию»	МО,
«Длина порции»	108000 отсчётов.

9.3.3 Выполнить настройку канала модуля МХ-340 в последовательности, описанной в п. 9.2.3 настоящего документа, при этом:

9.3.3.1 Элементы в окне настройки АЦП канала модуля МХ-340 установить в соответствии с рисунком 24.

9.3.3.2 Элементы настройки в окне настройки встроенного тензоусилителя модуля МХ-340 установить в соответствии с рисунком 25.

9.3.4 Реализовать схему поверки электрической части ИК, используя сведения из таблицы 7, аналогично представленной для ИК параметра ST12 на рисунке 26, для чего необходимо:

9.3.4.1 Отъединить разъём кабеля подачи сигналов ПИП от соединителя, указанного в таблице 7 для поверяемого канала;

9.3.4.2 Вместо кабеля подачи сигналов ПИП подсоединить переходник БЛИЖ.431586.100.069.

9.3.4.3 Подключить клеммы переходника БЛИЖ.431586.100.069 к выводам меры сопротивления Р-3026-2 и к соответствующим выводам трех катушек сопротивления Р331 в соответствии с рисунком 26.

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

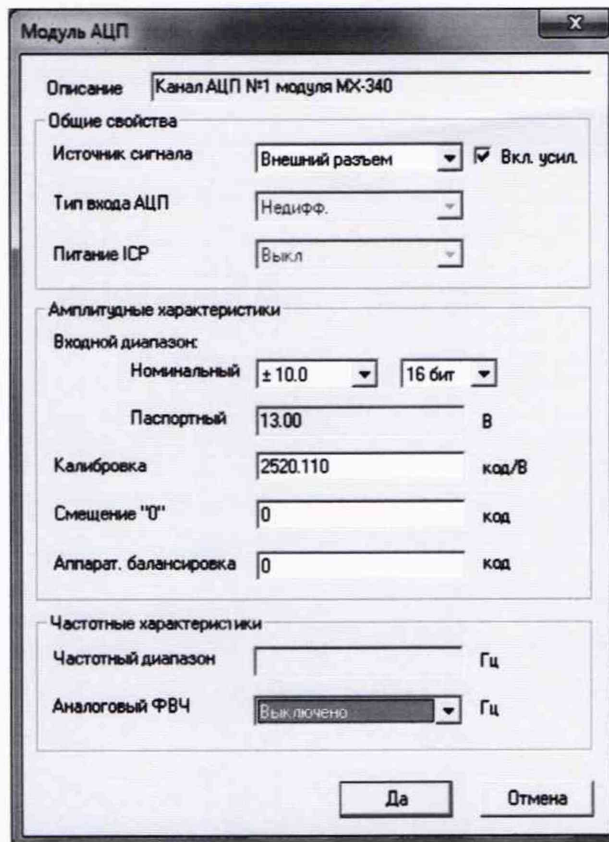


Рисунок 24 – Окно настройки АЦП канала модуля МХ-340 для поверки ИК напряжения на измерительной диагонали тензометрического моста

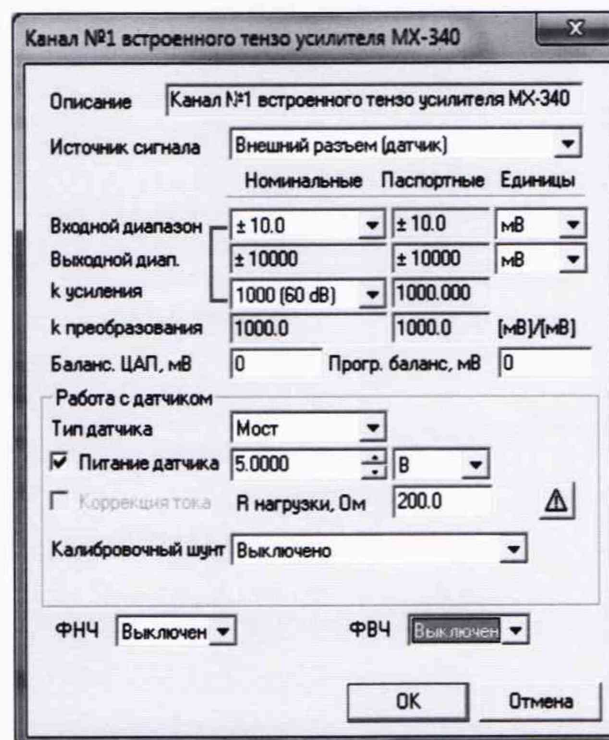


Рисунок 25 – Окно настройки встроенного тензоусилителя модуля МХ-340 для поверки ИК напряжения на измерительной диагонали тензометрического моста

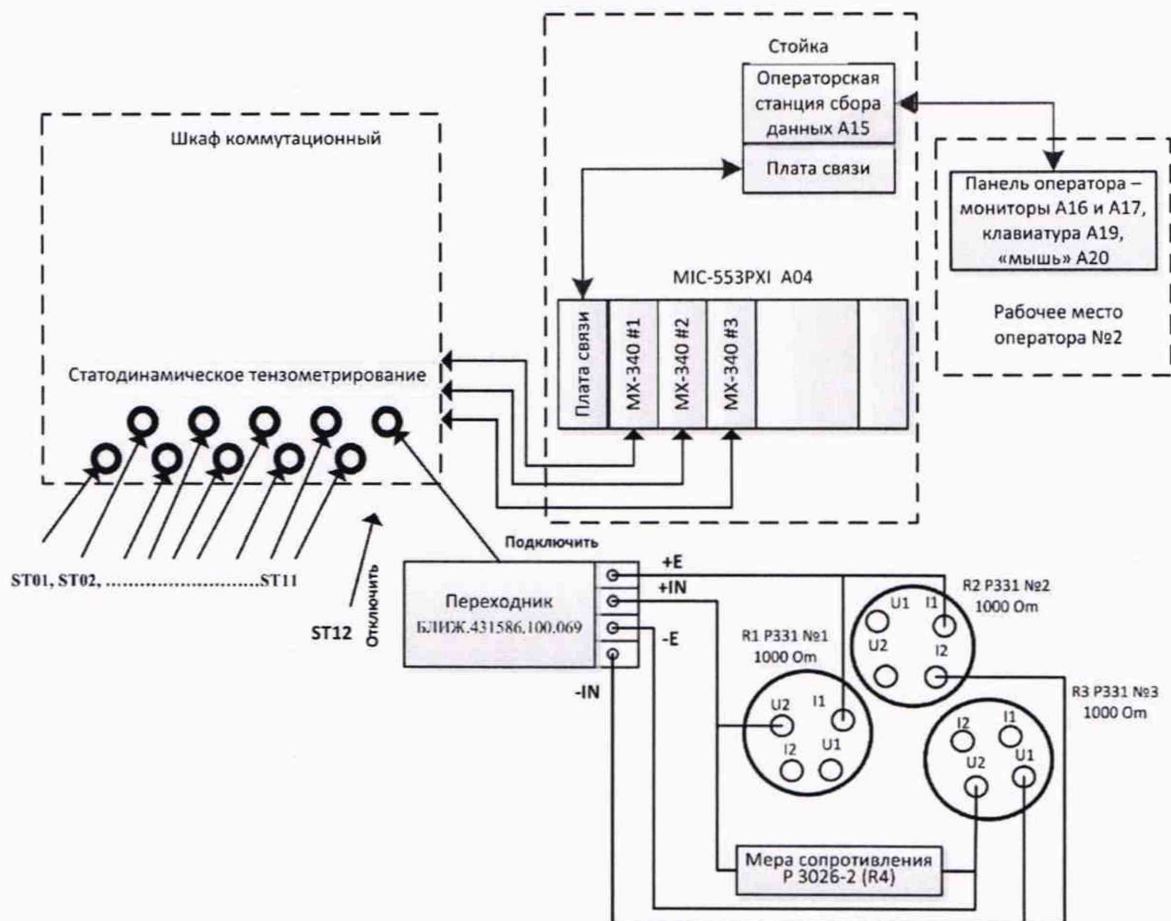


Рисунок 26 – Схема поверки ИК напряжения на измерительной диагонали тензометрического моста

9.3.5 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. 8.3 настоящего документа, и сведения из таблицы 8. В поле «Контрольные точки» установить значения, указанные в столбце «Номинальные значения напряжения в КТ» из таблицы 9.

9.3.6 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:

9.3.6.1 Устанавливать соответствующие КТ номинальное значение сопротивления плеча моста с помощью меры сопротивлений Р3026-2, указанные в столбце «Номинальные значения сопротивления, задаваемые мерой Р3026-2, Ом» таблицы 9;

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

Таблица 7 – Сведения о каналах Recorder и подключении переходника БЛИЖ.431586.100.069 для поверки электрических частей ИК напряжения на измерительной диагонали тензометрического моста

Поверяемый ИК	Номер соединителя на панели «Статодинамическое тензометрирование» в шкафу коммутационном БЛИЖ.408320.136.185 для подключения переходника БЛИЖ.431586.100.069	Наименование канала в конфигурации «Poverka DDS-M.rcfg» ПО «Recorder»
ST01	1	ST01
ST02	2	ST02
ST03	3	ST03
ST04	4	ST04
ST05	5	ST05
ST06	6	ST06
ST07	7	ST07
ST08	8	ST08
ST09	9	ST09
ST10	10	ST10
ST11	11	ST11
ST12	12	ST12

Таблица 8 – Настройки ПО «Recorder» на выполнение поверки электрических частей ИК напряжения на измерительной диагонали тензометрического моста

Поле в окне (рисунок 15)	Значение в поле для ИК
	ST01... ST12
Минимум	-0,01
Максимум	0,01
Ед. изм	В
Количество контрольных точек	7
Длина порции	108000
Количество порций	1
Количество циклов	1
Обратный ход	нет
Тип оценки порции	Математическое ожидание (МО)
Задатчик сигнала	Ручной
Измеритель сигнала	Ручной

Таблица 9 – Контрольные точки измерения напряжения на измерительной диагонали тензометрического моста

Наименование ИК (измеряемого параметра)	Размерность	НП ДИ ИК	ВП ДИ ИК	Количество КТ на ДИ ИК, п	Номинальные значения сопротивления, задаваемые мерой Р3026-2, Ом	Номинальные значения напряжения в КТ, U_k , В
Напряжение постоянного тока (параметры: ST01, ..., ST12)	В	-0,01	0,01	7	992,03; 994,65; 997,36; 1000,00; 1002,64; 1005,37; 1008,03	-0,0100; -0,0067; -0,0033; 0,00000; 0,0033; 0,0067; 0,0100

9.3.7 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 (10.1) и (10.3), приведенным в разделе 10 настоящего документа.

Таблица 10 – Настройки протоколов поверки электрических частей ИК напряжения на измерительной диагонали тензометрического моста

Поле в окне «Настройка параметров протокола» (рисунок Б6 Приложения Б)	Значение в поле для ИК
	ST01, ..., ST12
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 Р3026, три катушки сопротивления Р331
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)	

Поле в окне «Настройка параметров протокола» (рисунок Б6 Приложения Б)	Значение в поле для ИК
	ST01,..., ST12
Допусковый контроль (бокс)	✓
Погрешность: (выбор из выпадающего списка)	приведенная
Приведенная погрешность (бокс)	✓
Диапазон измерения (бокс)	●
Левое текстовое поле в области «Диапазон»	-0,01
Правое текстовое поле в области «Диапазон»	0,01
ОСТ 1 01021-93 (бокс)	
ВП= (текстовое поле)	0,01
Допустимое значение: (текстовое поле)	0,50

9.3.8 Результаты поверки ИК измерений напряжения на измерительной диагонали тензометрического моста 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», находится в допустимых пределах $\pm 0,50$ %.

9.3.9 При невыполнении указанного в п. 9.3.8 условия, испытания DDS приостанавливаются.

9.3.10 После завершения поверки надлежит восстановить подключения кабелей подачи сигналов ПИП к соответствующим соединителям на панели «Статодинамическое тензометрирование», нарушенные при выполнении п. 9.3.2 настоящего документа.

9.4 Определение приведенной (к ВП) погрешности измерений величины заряда

ИК величины заряда реализованы с помощью модулей МХ-240 комплекса измерительного магистрально-модульного МИС-553 РХ1.

Поверку модулей проводить в соответствии с документом БЛИЖ.422212.001.001 МП (с Изменением №1) «ГСИ. Комплексы измерительные магистрально-модульные МИС-М. Методика поверки». Пример настройки системы для определения приведенной погрешности ИК на поддиапазонах 10000 пКл и 100000 пКл в соответствии с БЛИЖ.422212.001.001 МП приведен ниже:

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 DDS к поверке, описанные в п.п. 8.1.1 – 8.1.12. Действия по п.п. 8.1.8 – 8.1.12, а также все последующие действия с ПО «Recorder», описанные в настоящем разделе, выполнять с рабочего места оператора №2, используя мониторы А16 и А17, клавиатуру А19 и манипулятор «мышь» А20.

9.4.2 Выполнить действия по основной настройке поверяемого ИК (модуля МХ-240), используя сведения п.п.8.3.1 – 8.3.4 настоящего документа. В окне (рисунок 12) установить частоту опроса 216000 Гц, а в окне (рисунок 13):

«Вычисляемая оценка» среднеквадратическое отклонение (СКО),

«Оценка по умолчанию» СКО,

«Длина порции» 108000 отсчётов.

9.4.3 Выполнить настройку канала модуля МХ-240 следующим образом:

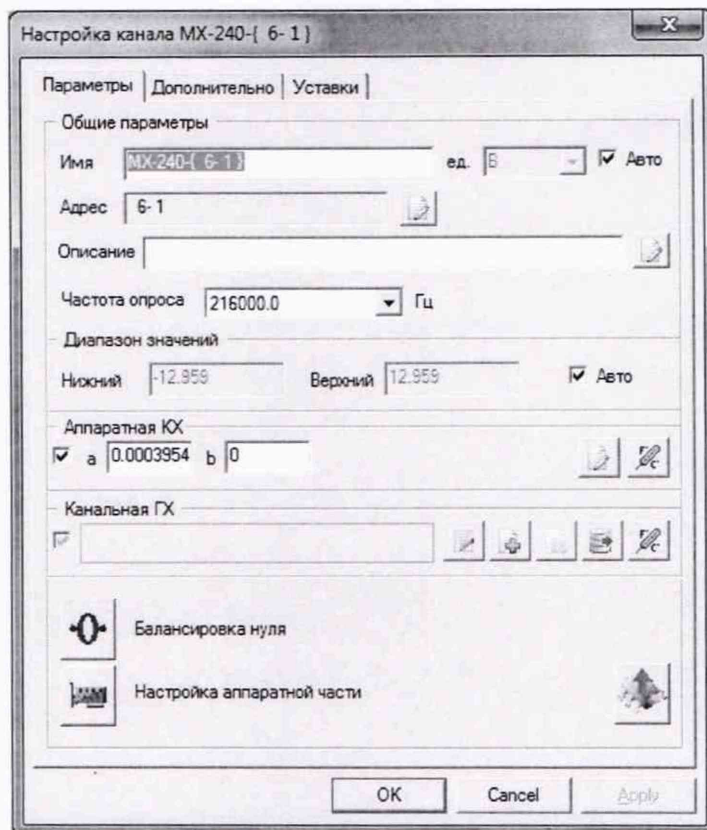


Рисунок 27 – Окно настройка модуля MX-240

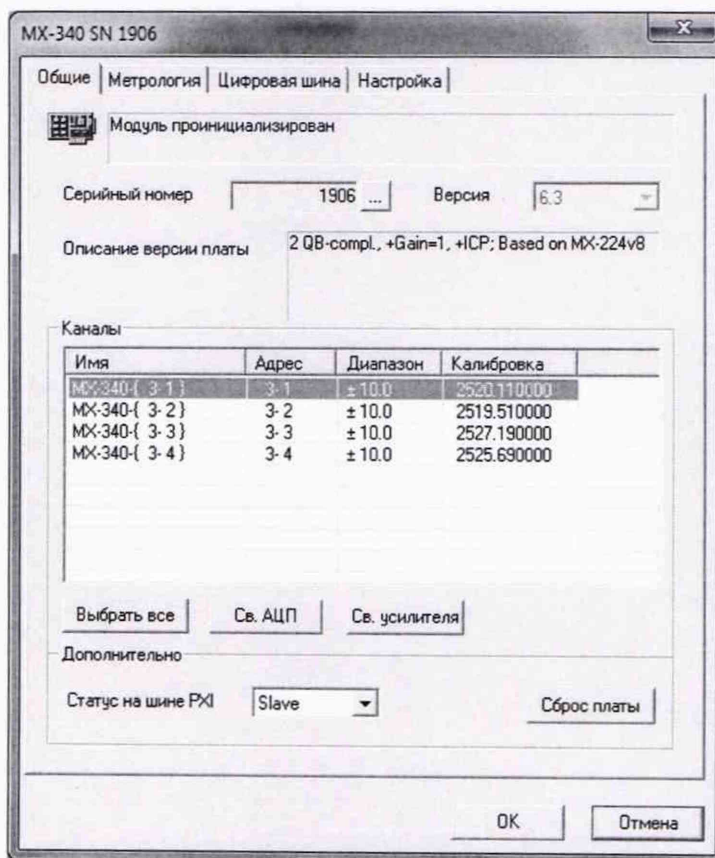


Рисунок 28 – Окно настройки аппаратной части модуля

9.4.3.3 Нажатием ЛКМ кнопки «Св. АЦП» в окне (рисунок 28) открыть окно «Модуль АЦП» и привести содержимое его полей, используя элементы выпадающих списков, к виду, представленному на рисунке 29.

9.4.3.4 Закрыть окно (рисунок 29) нажатием ЛКМ кнопки «Да».

9.4.3.5 Нажатием ЛКМ кнопки «Св. усилителя» в окне рисунок 28 открыть окно «Канал № встроенного усилителя заряда МХ-240» и привести содержимое его полей, используя элементы выпадающих списков, к виду, представленному на рисунке 30.

9.4.3.6 Последовательно закрыть окна (рисунок 30, рисунок 28, рисунок 27) нажатием ЛКМ кнопок «ОК» в них.

Модуль АЦП

Описание: Канал АЦП №1 модуля МХ-240

Общие свойства

Источник сигнала: Внешний разъем Вкл. усил.

Тип входа АЦП: Недифф.

Питание ИСР: Выкл.

Амплитудные характеристики

Входной диапазон:

Номинальный: ± 0.188 16 бит

Паспортный: 0.2101 В

Калибровка: 155987.2 код/В

Смещение "0": 0 код

Аппарат. балансировка: 0 код

Частотные характеристики

Частотный диапазон: Гц

Аналоговый ФВЧ: Выключено Гц

Да Отмена

Рисунок 29 – Окно настройки АЦП канала модуля МХ-240

Канал №1 встроенного усилителя заряда МХ-240

Описание: Канал №1 встроенного усилителя заряда МХ-240

Общие свойства

Тип входа усилителя: Недифф.

Аналоговый ФНЧ: Выключено Гц

Амплитудные характеристики

	Номинальные	Паспортные	Единицы
Входной диапазон	± 100000	± -100090	пКл
Выходной диап.	± 10.0	± 10.0	В
Кэф. усиления	0.0001 (-20 dE)	-0.000099910	В/пКл

Дополнительно

Калибратор: Выключено

OK Отмена

Рисунок 30 – Окно настройки встроенного усилителя заряда в канале модуля МХ-240

9.4.4 Реализовать схему поверки электрической части ИК, используя сведения из таблицы 11, аналогично представленной для ИК параметра Q06 на рисунке 31, для чего необходимо:

9.4.4.1 Отъединить разъём кабеля подачи сигналов ПИП от соединителя, указанного в таблице 11 для поверяемого канала;

9.4.4.2 Вместо отъединённого кабеля подачи сигналов ПИП подсоединить переходник БЛИЖ.431586.100.070.

9.4.4.3 К контакту переходника с положительной полярностью подключить меру ёмкости P597/7, а контакту с отрицательной полярностью - выход калибратора с отрицательной полярностью.

9.4.4.4 Подключить выход калибратора с положительной полярностью к мере ёмкости с помощью кабеля БЛИЖ.431586.125.111.

9.4.5 Используя документ «Калибратор универсальный Н4-7. Руководство по эксплуатации», при отключенном выходе калибратора, установить органами управления калибратора режим воспроизведения напряжения переменного тока частотой 1 кГц с пределом действующего значения 7 В.

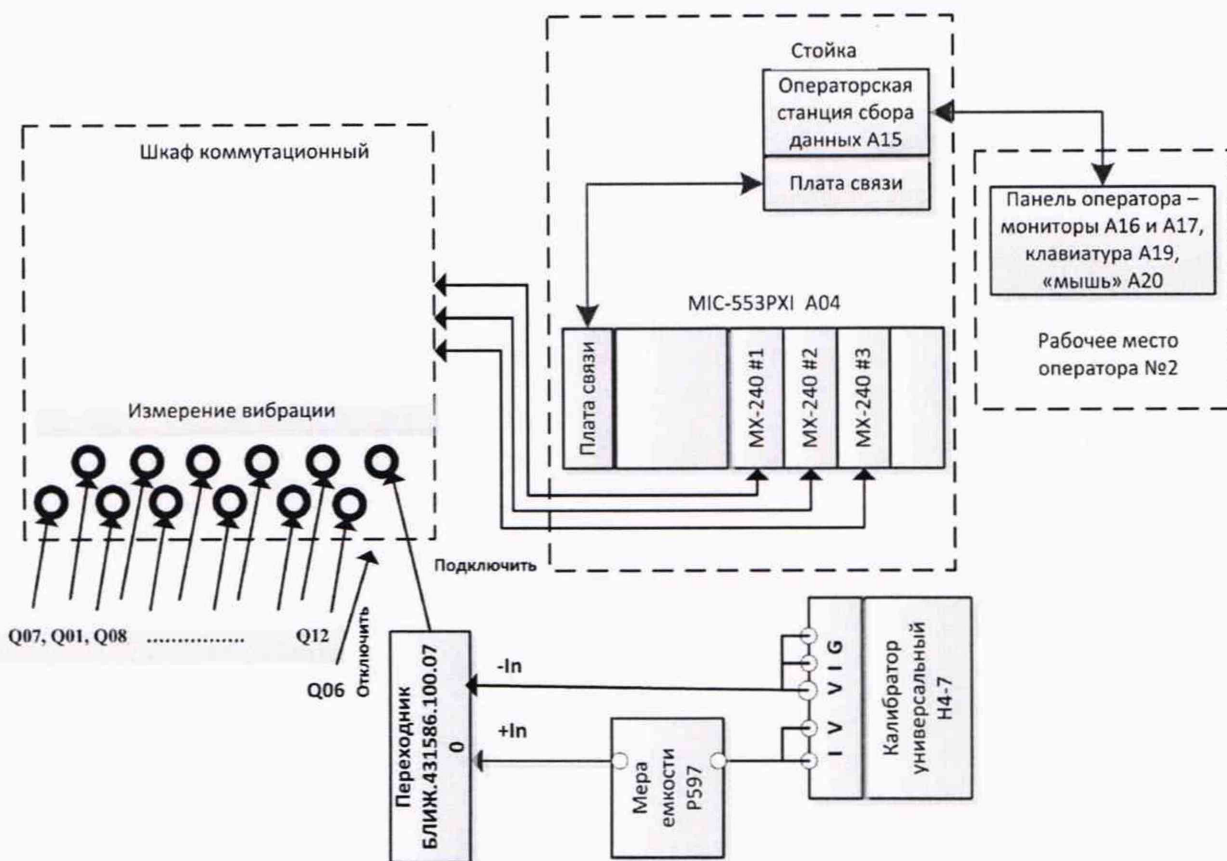


Рисунок 31 – Схема поверки ИК величины заряда

Таблица 11 – Сведения о каналах Recorder и подключении калибратора универсального Н4-7 и мер ёмкости Р597/7 или Р597/11 для поверки электрических частей ИК величины заряда

Поверяемый ИК	Номер соединителя на панели «Измерение вибрации» в шкафу коммутационном БЛИЖ.408320.136.185 для подключения переходника БЛИЖ.431586.100.070	Наименование канала в конфигурации «Poverka DDS-M.rcfg» ПО «Recorder»
Q01	1	Q01
Q02	2	Q02
Q03	3	Q03
Q04	4	Q04
Q05	5	Q05
Q06	6	Q06
Q07	7	Q07
Q08	8	Q08
Q09	9	Q09
Q10	10	Q10
Q11	11	Q11
Q12	12	Q12

9.4.6 Выполнить настройку ПО «Recorder» на поверку канала с наименованием в рабочей конфигурации, приведенным в таблице 11 дляверяемого ИК, используя указания, изложенные в п. 8.3 настоящего документа, и сведения из таблицы 12. В поле «Контрольные точки» внести значения из столбца «Номинальные значения величины заряда в КТ» таблицы 13.

Таблица 12 – Настройки ПО «Recorder» на выполнение поверки электрических частей ИК величины заряда в поддиапазоне до 10000 пКл

Поле в окне (рисунок 15)	Значение в поле для ИК
	Q01,, Q12
Минимум	0
Максимум	10000
Ед. изм	пКл
Количество контрольных точек	5
Длина порции	108000
Количество порций	1
Количество циклов	1
Обратный ход	нет
Тип оценки порции	Среднеквадратическое отклонение (СКО)
Задатчик сигнала	Ручной
Измеритель сигнала	Ручной

Таблица 13 – Контрольные точки измерения величины заряда в поддиапазоне до 10000 пКл

Наименование ИК (измеряемого параметра)	Размерность	НП ДИ ИК	ВП ДИ ИК	Количество КТ на ДИ ИК, n	Номинальные значения величины заряда в КТ x_k (СКО), пКл	Номинальные значения напряжения переменного тока в КТ (действующее значение), В
Величина заряда (Параметры: Q01,, Q12)	пКл	0	10000	5	50; 500; 2000; 5000; 7000	0,05; 0,50; 2,00; 5,00; 7,00

9.4.7 Сформировать в редакторе MS Word файл протокола по форме Приложения В и внести в него вручную в поля строки «Номинальные значения параметра» - результаты перемножения номинальных значений напряжения переменного тока в КТ (из таблицы 13) на величину меры ёмкости.

9.4.8 Используя ПО «Recorder», поочередно для всех действующих значений напряжения в КТ, указанных в столбце «Номинальные значения напряжения переменного тока в КТ» таблице 13 для поверяемого ИК, провести измерения в соответствии с п.п. 1 – 6 Приложения Б к настоящему документу. При этом:

9.4.8.1 Устанавливать действующее значение напряжения переменного тока на входе электрической части ИК с помощью калибратора Н4-7, контролируя устанавливаемое напряжение по показаниям на его индикационной панели;

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

9.4.8.3 В окне протокола в редакторе MS Word в соответствующем каждой КТ поле строки «Измеренные значения параметра» вносить действующие значения заряда по показаниям ПО «Recorder», выводимым в строке поверяемого ИК на странице цифрового формуляра.

9.4.8.4 После проведения измерений во всех КТ, закрыть окно нажатием ЛКМ на кнопке «Завершить».

9.4.9 Выполнить обработку результатов измерений следующим образом:

9.4.9.1 Для каждой КТ, используя данные, занесенные в протокол поверки при исполнении п. 9.4.8, выполнить расчёт основной приведенной к ВП погрешности измерения величины заряда в этой КТ по следующей формуле:

$$\gamma = \sqrt{2} (Q_{\text{изм}} - C \cdot U_3) \cdot 100 / Q_{\text{max}}, \% \quad (9.1)$$

где $Q_{\text{изм}}$ – действующее значение заряда из поля строки «Измеренные значения параметра»;

$C \cdot U_3$ – содержимое поля строки «Номинальные значения параметра»;

Q_{max} – верхний предел амплитудного диапазона измерения величины заряда.

и внести результат в поле протокола «Значение погрешности измерения».

9.4.9.2 Найти и внести в протокол максимальное значение рассчитанной погрешности из поля «Значение погрешности измерения», а также наименование эталона (калибратор универсальный Н4-7), сведения о дате, времени поверки и о лице, проводившем поверку.

9.4.9.3 Сохранить файл протокола средствами редактора MS Word.

9.4.10 Пересобрать схему поверки в соответствии с п. 9.4.4, заменив в ней меру емкости P597/7 на P597/11.

9.4.11 Выполнить п.п. 9.4.6 – 9.4.9, используя указанные в них сведения из таблицы 14 вместо таблицы 12 и из таблицы 15 вместо таблицы 13.

Таблица 14 – Настройки ПО «Recorder» на выполнение поверки электрических частей ИК величины заряда в поддиапазоне от 10000 до 100000 пКл

Поле в окне (рисунок 15)	Значение в поле для ИК
	Q01,, Q12
Минимум	10000
Максимум	100000
Ед. изм	пКл
Количество контрольных точек	5
Длина порции	108000
Количество порций	1
Количество циклов	1
Обратный ход	нет
Тип оценки порции	Среднеквадратическое отклонение (СКО)
Задатчик сигнала	Ручной
Измеритель сигнала	Ручной

Таблица 15 – Контрольные точки измерения величины заряда в диапазоне от 10000 до 100000 пКл

Наименование ИК (измеряемого параметра)	Размерность	НП ДИ ИК	ВП ДИ ИК	Количество КТ на ДИ ИК, п	Номинальные значения величины заряда в КТ пКл, x_k	Номинальные значения напряжения переменного тока в КТ (действующее значение), В
Величина заряда (Параметры: Q01,, Q12)	пКл	10000	100000	5	10000; 20000; 30000; 50000; 70000	1,0; 2,0; 3,00; 5,00; 7,00

9.4.12 Результаты поверки ИК измерений величины заряда считать положительными, если максимальное значение основной приведенной к ВП погрешности измерений электрической части ИК для каждого ИК по результатам поверки электрических частей ИК в протоколах, сформированных при исполнении п.п. 9.4.7 – 9.4.9 находится в допускаемых пределах $\pm 1\%$.

9.4.13 При не выполнении п. 9.4.12, испытания DDS приостанавливаются.

9.4.14 После завершения поверки надлежит восстановить подключения всех ПИП к соответствующим соединителям панели «Измерение вибраций», нарушенные при выполнении п. 9.4.4 настоящего документа.

9.5 Определение приведенной (к ВП) погрешности измерений амплитуды напряжения переменного тока

Сорок ИК данной группы реализуются пятью модулями МХ-228, установленными в крейте МС-553РХІ (А04), и рабочей станцией оператора №2, состоящей из операторской станции сбора данных А15, мониторов А16 и А17, клавиатуры А19 и манипулятора «мышь» А20.

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.

9.5.1 Выполнить действия по подготовке элементов DDS к поверке, описанные в п.п. 8.1.1 – 8.1.10.

9.5.2 Выполнить действия по основной настройке поверяемого ИК (модуля МХ-228), используя сведения п.п.8.3.1 – 8.3.4 настоящего документа. В окне (рисунок 12) установить частоту опроса 216000 Гц, а в окне (рисунок 13):

«Вычисляемая оценка» среднеквадратическое отклонение (СКО),

«Оценка по умолчанию» СКО,

«Длина порции» 108000 отсчётов.

9.5.3 Выполнить настройку канала модуля МХ-228 следующим образом:

9.5.3.1 Нажатием ЛКМ на кнопку «Настройка аппаратной части» в окне (рисунок 12) открыть окно (рисунок 32).

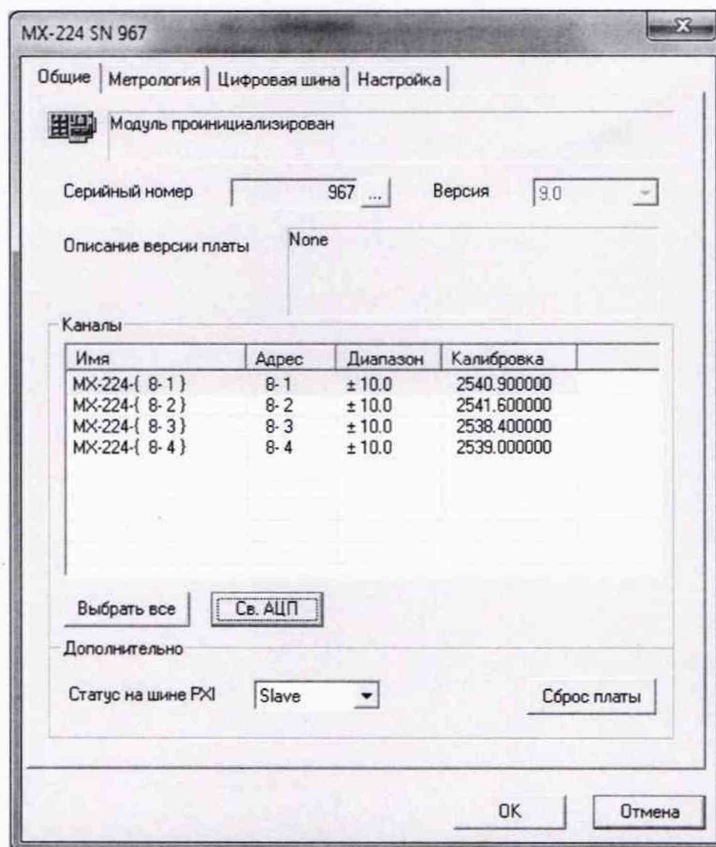


Рисунок 32 – Окно настройки аппаратной части модуля

9.5.3.2 Нажатием ЛКМ выделить строку поверяемого ИК в таблице «Каналы» в окне (рисунок 32).

9.5.3.3 Нажатием ЛКМ кнопки «Св. АЦП» в окне (рисунок 32) открыть окно «Модуль АЦП» (рисунок 33).

9.5.3.4 Используя элементы выпадающих списков, установить содержимое полей настройки (рисунок 33) следующим образом:

- «Источник сигнала» - Внешний разъём
- «Тип входа АЦП» - Недифф.
- «Питание ИСР» - Выкл
- «Входной диапазон»
- «Номинальный» ±10 16 бит
- «Аналоговый ФВЧ» ...- Выключено

9.5.3.5 Закрыть окно (рисунок 33) нажатием ЛКМ кнопки «Да».

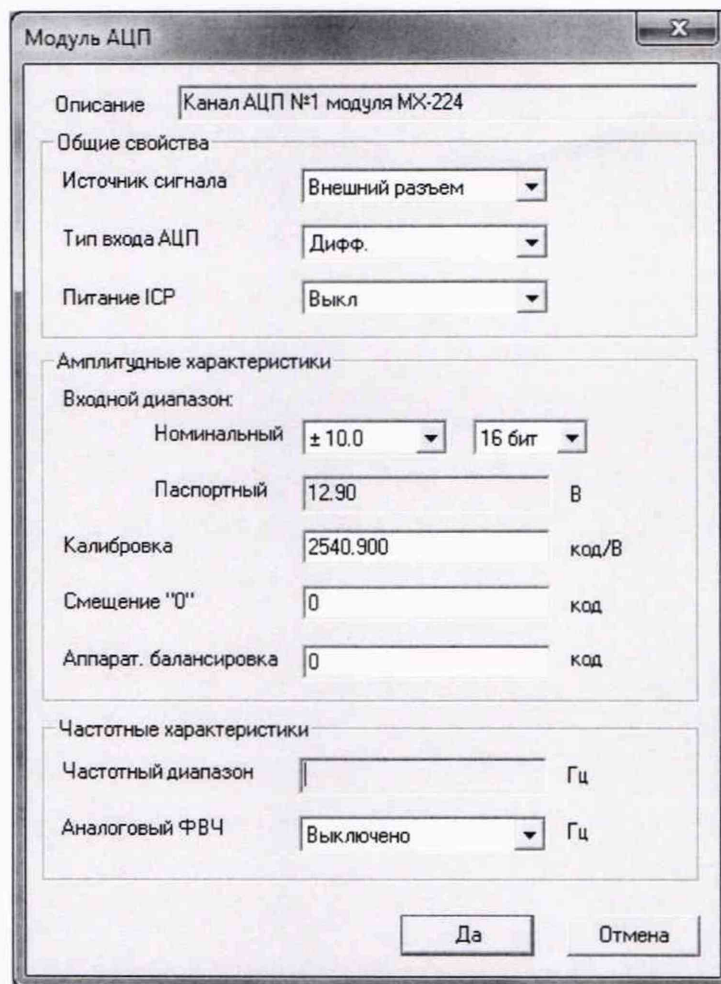


Рисунок 33 – Окно настройки АЦП канала модуля

9.5.3.6 Нажатием ЛКМ кнопки «ОК» закрыть окно (рисунок 32).

9.5.3.7 Нажатием ЛКМ кнопки «ОК» закрыть окно (рисунок 12).

9.5.4 Реализовать схему поверки электрической части ИК измеряемого параметра аналогично представленной для электрической части ИК параметра U40 на рисунке 34, для чего необходимо:

9.5.4.1 Отъединить BNC-разъём кабеля подачи сигнала ПИП от кабеля DDS с номером, указанным в таблице 16 для поверяемого канала;

9.5.4.2 Вместо кабеля подачи сигнала ПИП подсоединить BNC-разъём переходника БЛИЖ.431586.100.071.

9.5.4.3 В соответствии с руководством по эксплуатации на калибратор универсальный Н4-7:

9.5.4.3.1 Включить питание калибратора и дать ему прогреться не менее двух часов.

9.5.4.3.2 При отключенном выходе калибратора, установить органами управления калибратора режим воспроизведения напряжения переменного тока частотой 1 кГц с пределом действующего значения 7 В.

9.5.4.3.3 Подключить калибратор универсальный Н4-7 к контактам переходника БЛИЖ.431586.100.071, соблюдая полярность.

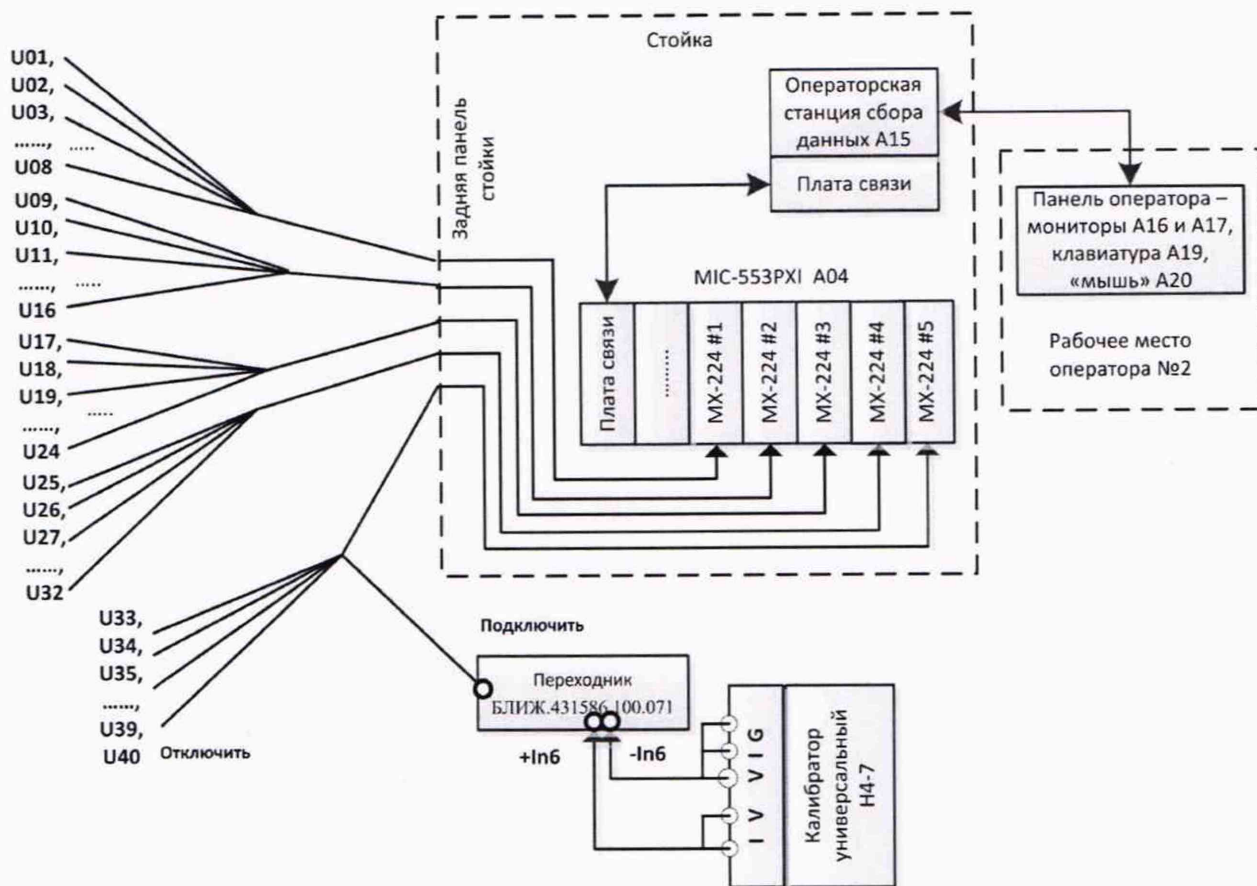


Рисунок 34 – Схема проверки электрической части ИК амплитуды напряжения переменного тока

Таблица 16 – Сведения о каналах «Recorder» и о кабелях для подключения калибратора Н4-7 (через переходник БЛИЖ.431586.100.071) для проверки ИК амплитуды напряжения переменного тока

Поверяемый ИК	Идентификатор кабеля, вместо которого подключается переходник БЛИЖ.431586.100.071	Наименование канала в конфигурации Poverka DDS-M.rcfg ПО «Recorder»
U01	K35	U01
U02	K36	U02
U03	K37	U03
U04	K38	U04
U05	K39	U05
U06	K40	U06
U07	K41	U07
U08	K42	U08
U09	K43	U09
U10	K44	U10
U11	K45	U11
U12	K46	U12
U13	K47	U13
U14	K48	U14
U15	K49	U15
U16	K50	U16
U17	K51	U17
U18	K52	U18

Поверяемый ИК	Идентификатор кабеля, вместо которого подключается переходник БЛИЖ.431586.100.071	Наименование канала в конфигурации Poverka DDS-M.rcfg ПО «Recorder»
U19	K53	U19
U20	K54	U20
U21	K55	U21
U22	K56	U22
U23	K57	U23
U24	K58	U24
U25	K59	U25
U26	K60	U26
U27	K61	U27
U28	K62	U28
U29	K63	U29
U30	K64	U30
U31	K65	U31
U32	K66	U32
U33	K67	U33
U34	K68	U34
U35	K69	U35
U36	K70	U36
U37	K71	U37
U38	K72	U38
U39	K73	U39
U40	K74	U40

9.5.5 Выполнить настройку ПО «Recorder» на поверку канала с наименованием в конфигурации «Poverka DDS-M.rcfg», приведенным в таблице 16 для поверяемого ИК. При настройке использовать указания, изложенные в п. 8.3 настоящего документа, и сведения из таблицы 17. В поле «Контрольные точки» установить значения из таблицы 18 для соответствующего ИК.

9.5.6 Используя ПО «Recorder», поочередно для всех номинальных значений напряжения переменного тока в КТ, указанных в таблице 18 для поверяемого ИК, провести измерения в соответствии с п.п.1 – 6 Приложения Б к настоящему документу. При этом:

9.5.6.1 Устанавливать номинальное значение действующего значения напряжения переменного тока на входе электрической части ИК с помощью калибратора Н4-7, контролируя устанавливаемое значение по показаниям на его индикационной панели;

9.5.6.2 После завершения установки значения действующего значения напряжения переменного тока в очередной КТ, запускать в окне рисунок Б3 процесс измерений в очередной КТ в соответствии с указаниями Приложения Б к настоящей МП.

Таблица 17 – Настройка ПО «Recorder» на выполнение поверки ИК амплитуды напряжения переменного тока

Поле в окне (рисунок 15)	Значение в поле для ИК
	U01,, U40
Минимум	1,4
Максимум	7
Ед. изм	В
Количество контрольных точек	5

Поле в окне (рисунок 15)	Значение в поле для ИК
	U01,, U40
Длина порции	108000
Количество порций	1
Количество циклов	1
Обратный ход	нет
Тип оценки порции	Среднеквадратическое отклонение (СКО)
Задатчик сигнала	Ручной
Измеритель сигнала	Ручной

Таблица 18 – Контрольные точки измерения амплитуды напряжения переменного тока

Наименование ИК (измеряемого параметра)	Размерность	НП ДИ ИК	ВП ДИ ИК	Количество КТ на ДИ ИК, n	Номинальные значения (действующего значения) напряжения переменного тока в КТ x_k , В
Напряжение переменного тока (Параметры: U01,, U40)	В	0	7	5	1,4; 2,8; 4,2; 5,6; 7,0

9.5.7 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 19. ПО «Recorder» будет выполнена обработка результатов измерений по формулам (10.1) и (10.4), приведенным в разделе 10 настоящего документа.

Таблица 19 – Настройки протоколов поверки ИК амплитуды напряжения переменного тока

Поле в окне «Настройка параметров протокола» (рисунок Б6 Приложения Б)	Значение в поле для ИК
	U01,, U40
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 Н4-7
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)	✓

Поле в окне «Настройка параметров протокола» (рисунок Б6 Приложения Б)	Значение в поле для ИК
	U01, ..., U40
Автоматический формат чисел (бокс)	✓
Допусковый контроль (бокс)	✓
Погрешность: (выбор из выпадающего списка)	приведенная
Приведенная погрешность (бокс)	●
Левое текстовое поле в области «Диапазон»	1,4
Правое текстовое поле в области «Диапазон»	7
ОСТ 1 01021-93 (бокс)	
ВП= (текстовое поле)	7
Допустимое значение: (текстовое поле)	0,15

9.5.8 Используя данные «Сводной таблицы» протокола, для каждой контрольной точки, положив $U_{\text{макс}} = 10 \text{ В}$, рассчитать по формуле (10.11), приведенной в разделе 10 настоящей методики поверки, величину приведенной к ВП погрешности измерений амплитуды напряжения переменного тока и внести в столбец «De, %» в строке, соответствующей контрольной точке, заменив значение, рассчитанное ПО «Recorder».

9.5.9 Найти в обновленном столбце «De, %» максимальное значение и, используя его, отредактировать остальную часть протокола.

9.5.10 Результаты поверки электрической части ИК амплитуды напряжения переменного тока считать положительными, если в протоколе, сформированном в соответствии с п.п. 9.5.7 – 9.5.9, значение приведенной к ВП погрешности амплитуды напряжения переменного тока находится в допустимых пределах $\pm 0,15 \%$. В противном случае испытания DDS приостанавливаются.

9.5.11 После выполнения работ по поверке для каждого ИК восстановить подключение ПИП, выполнив в обратной последовательности работы, указанные в данном разделе.

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:

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

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

$A_{jэ}$ – 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:

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

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:

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

где P_v – значение верхнего предела измерений;

P_n – значение нижнего предела измерений.

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

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

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

10.1.5 Расчет значения приведенной (к ДИ) погрешности измерений величины отклонения сопротивления одиночного тензометра

$$\gamma_{tm} = \pm \frac{\Delta R_{tm}}{P_v - P_n} \cdot 100\% \quad (10.5)$$

При $P_v = 0,67$ Ом, $P_n = -0,67$ Ом:

$$\gamma_{tm} = \pm 0,746 \cdot \Delta R_{tm} \cdot 100\% \quad (10.6)$$

Так как сопротивление тензометра определяется выражением:

$$R_{tm} = \pm \frac{U_{tm}}{I_{пит}}, \quad (10.7)$$

где $I_{пит}$ – ток, подаваемый модулем МХ-340 для питания тензометра с абсолютной погрешностью $\Delta I_{пит}$;

U_{tm} – напряжение, измеренное модулем на тензомере с абсолютной погрешностью ΔU_{tm} .

Погрешность измерений сопротивления тензометра должна определяться следующим выражением:

$$\Delta R_{tm} = \sqrt{\left(\frac{\partial R_{tm}}{\partial U_{tm}}\right)^2 \cdot \Delta U_{tm}^2 + \left(\frac{\partial R_{tm}}{\partial I_{пит}}\right)^2 \cdot \Delta I_{пит}^2} \quad (10.8)$$

После простых математических операций выражение абсолютной погрешности измерений сопротивления тензометра приводится к виду:

$$\Delta R_{\text{ТМ}} = I_{\text{пит}}^{-2} \cdot \sqrt{I_{\text{пит}}^2 \cdot \Delta U_{\text{ТМ}}^2 + U_{\text{ТМ}}^2 \cdot \Delta I_{\text{пит}}^2} \quad (10.9)$$

и

$$\gamma_{\text{ТМ}} = \pm 0,746 \cdot I_{\text{пит}}^{-2} \cdot \sqrt{I_{\text{пит}}^2 \cdot \Delta U_{\text{ТМ}}^2 + U_{\text{ТМ}}^2 \cdot \Delta I_{\text{пит}}^2} \cdot 100\% \quad (10.10)$$

10.1.6 Расчет значения приведенной погрешности измерений амплитуды напряжения переменного тока

Значение приведенной к ВП погрешности измерений амплитуды напряжения переменного тока для каждой точки поверки определять по формуле:

$$\gamma = \sqrt{2} \cdot 100 \cdot \frac{U_{\text{изм}} - U_{\text{э}}}{U_{\text{макс}}}, \% \quad (10.11)$$

где $U_{\text{изм}}$ – измеренное действующее значение напряжения, В;

$U_{\text{э}}$ – действующее значение напряжения, выдаваемого эталонным прибором, В;

$U_{\text{макс}}$ – значение верхнего предела амплитуды напряжения переменного тока, В.

10.2 Критерии принятия решения по подтверждению соответствия системы метрологическим требованиям

10.2.1 Результаты поверки ИК DDS считать положительными, если границы погрешности измерений ИК по результатам поверки находятся в допустимых 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 поверке канала тока питания тензометра; Приложении Д при поверке электрической части ИК величины отклонения сопротивления одиночного тензометра; Приложении Е при автоматическом способе поверки.

11.3 По заявлению владельца DDS или лица, представившего её 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.

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 DDS от несанкционированного вмешательства, которое может повлечь изменение метрологических характеристик, обеспечиваются ограничением доступа к месту установки системы и запиранием ключом замка на двери стойки.

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

Заместитель начальника отдела

Начальник сектора

Инженер 2 к.



Б.И. Минеев

Р.Г. Павлов

М.В. Корнеев

Д.Д. Рудницких

Приложение А
(обязательное)
Метрологические характеристики DDS

Таблица А1 – Метрологические характеристики DDS

Наименование характеристики	Значение
ИК величины отклонения сопротивления одиночного тензометра	
Диапазон измерений величины отклонения сопротивления одиночного тензометра, Ом	от минус 0,67 до 0,67
Пределы допускаемой приведенной к ДИ погрешности измерений величины отклонения сопротивления одиночного тензометра, %	±0,40
Количество ИК (Параметры: DT01,, DT60)	60
ИК напряжения на измерительной диагонали тензометрического датчика	
Диапазон измерений напряжения на измерительной диагонали тензометрического датчика, мВ	от минус 10 до 10
Пределы допускаемой приведенной к ДИ погрешности измерений напряжения на измерительной диагонали тензометрического датчика, %	±0,50
Количество ИК (Параметры: ST01,, ST12)	12
ИК величины заряда	
Диапазон показаний величины заряда, пКл	±100000 пКл
Пределы допускаемой приведенной погрешности измерений величины заряда, %	_*
Количество ИК (Параметры: Q01,, Q12)	12
ИК амплитуды напряжения переменного тока	
Диапазон измерений амплитуды напряжения переменного тока, В	от 0 до 10
Пределы допускаемой приведенной погрешности измерений амплитуды напряжения переменного тока, %	±0,15 (от ВП)
Количество ИК (Параметры: U01,, U40)	40

Примечания:

1 ИК – измерительный канал;

2 ДИ – диапазон измерений;

3 ВП – верхний предел измерений;

4 * – ИК величины заряда реализованы с помощью модулей МХ-240 комплекса измерительного магистрально-модульного МІС-553 РХІ, выходной сигнал которых передаётся в систему по цифровому интерфейсу без влияния на его метрологические характеристики, нормированные в описании типа (рег. № 46517-11).

Приложение Б
(обязательное)
Выполнения поверки ИК и формирование протокола поверки ИК
в ПО «Recorder»

1. После выполнения настроек ПО «Recorder» на поверку выбранного ИК АИС «ПАРУС-МС», описанных в разделе 8.3 настоящего документа, нажатием кнопки «Проверка» в окне «Параметры проверки (канальная)» (рисунок 15) открывается диалоговое окно «Настройка завершена», вид которого представлен на рисунке Б1.

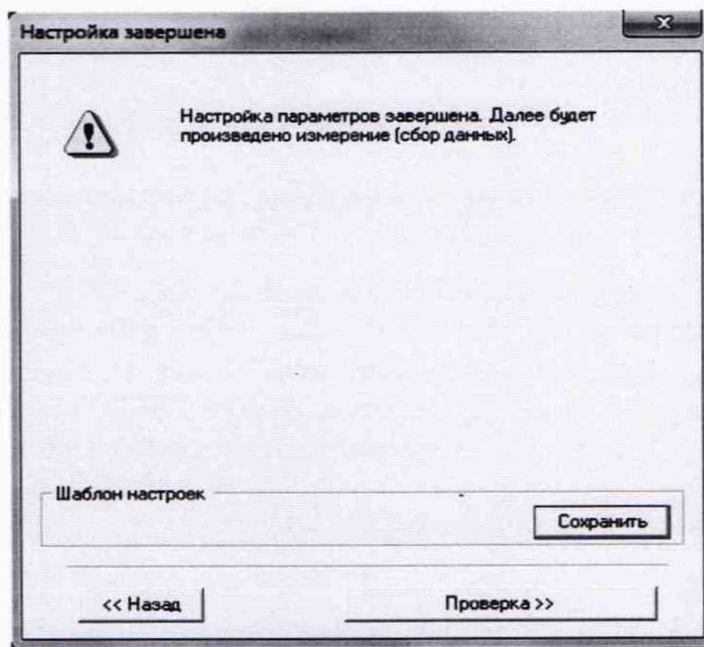


Рисунок Б1 – Вид диалогового окна «Настройка завершена»

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

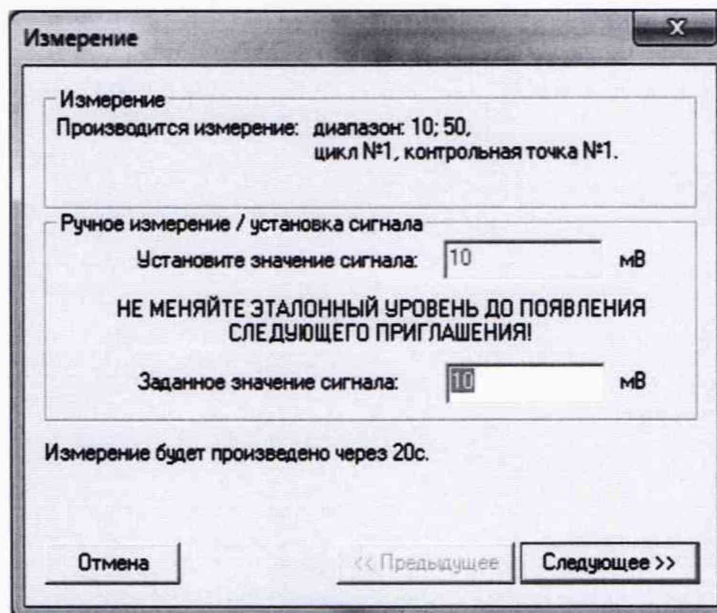


Рисунок Б2 – Вид диалогового окна «Измерение»

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 каждым измерением 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.

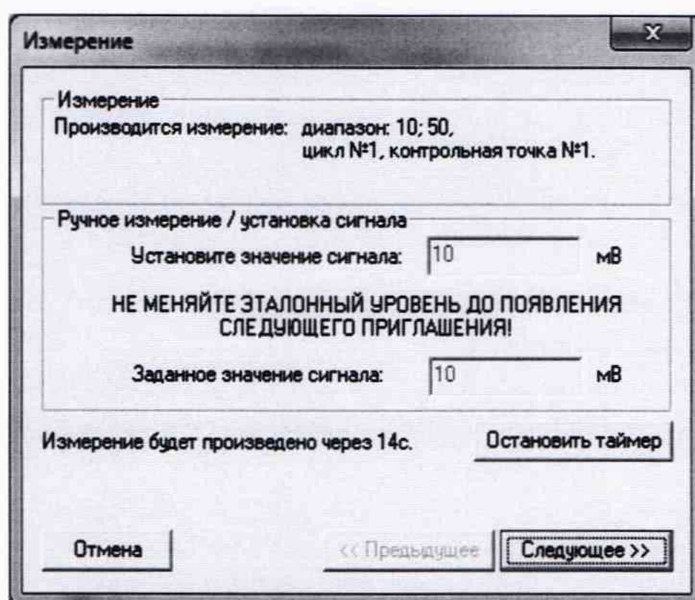


Рисунок Б3 – Начало измерений в контрольной точке

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.

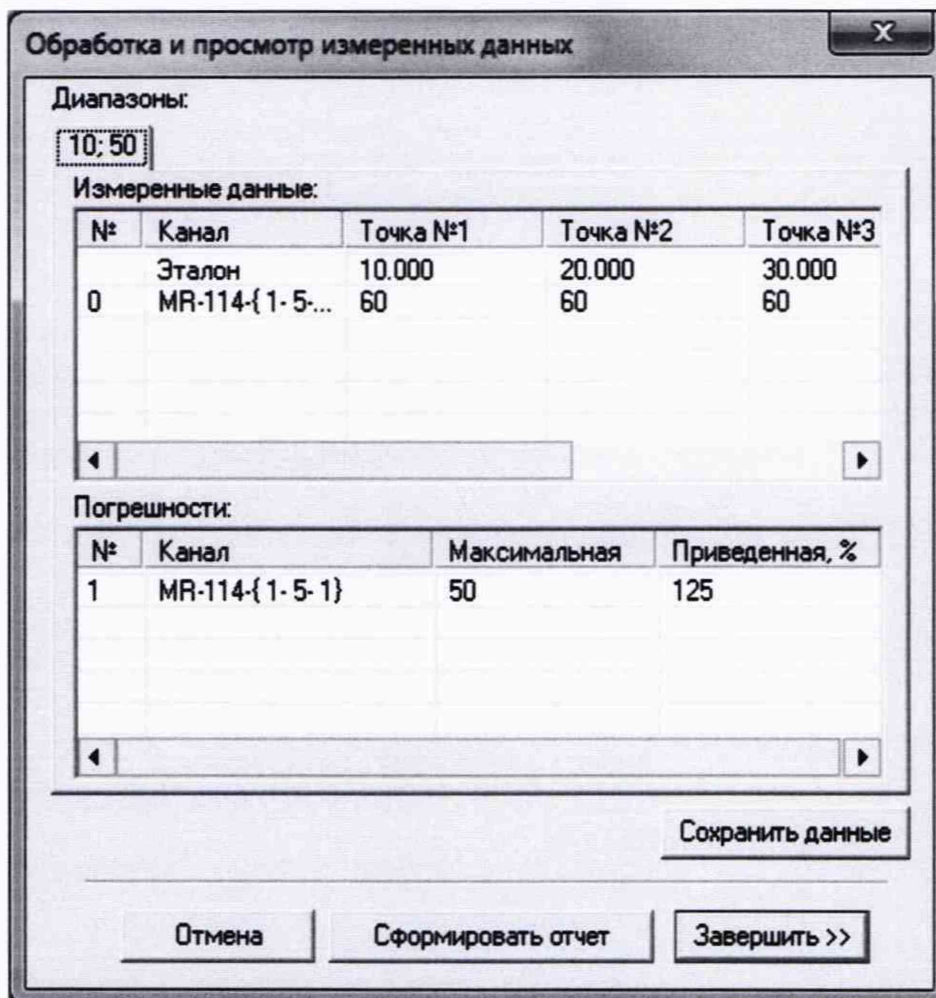


Рисунок Б5 – Пример окна «Обработка и просмотр измеренных данных»

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 рисунке 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 рисунке Б7.

11. По нажатию кнопки «ОК» 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 «ОК» в диалоговом окне «Настройка канала» (рисунок 8 в разделе 8 настоящего документа).

The image shows a dialog box titled "Настройка параметров протокола" (Protocol Parameters Settings) with a sub-tab "Дополнительно" (Additional). The dialog is organized into several sections:

- Шапка отчета (Report Header):** Includes checkboxes for "Дата, время" (checked), "Информация о диапазоне" (checked), "Наименование эталона" (unchecked), "Информация о модуле" (checked), "Информация о канале" (checked), and "Список контрольных точек" (checked). There is a text field for "Наименование эталона:".
- Шапка страницы (Page Header):** Includes a checked checkbox for "Дата, время".
- Подвал страницы (Page Footer):** Includes checked checkboxes for "Номер страницы" and "ФИО оператора:", with a text field containing "Иванов И.И."
- Параметры формирования таблиц (Table Formation Parameters):** Includes checkboxes for "Оценка нелинейности каналов" (unchecked), "Таблицы ГХ/ЮХ" (checked), "Отдельная таблица по каждому каналу" (unchecked), "Автоматический формат чисел" (checked), "Относительная погрешность" (unchecked), "Отдельная колонка для прямого и обратного ходов" (unchecked), and "Скачки измерительной величины" (checked). It also features a spin box for "Количество знаков:" set to 5.
- Accuracy and Standards:** Includes a checked checkbox for "Приведенная погрешность" (Reduced error), a "Диапазон" (Range) section with radio buttons for "Диапазон измерения" (selected), "По крайним точкам проверки" (unchecked), and "ОСТ 1 01021-93 ВП=" (unchecked). There are also input fields for range values and a "ВП=" field.
- Acceptance Control:** Includes a checked checkbox for "Допусковый контроль" (Acceptance control), a dropdown for "Погрешность:" set to "приведенная" (reduced), and a "Допустимое значение:" (Acceptable value) field set to "0,001 %".
- Report Template:** A text field for "Шаблон настроек отчета" (Report settings template) with "Загрузить" (Load) and "Сохранить" (Save) buttons.

At the bottom of the dialog are three buttons: "ОК", "Отмена" (Cancel), and "Применить" (Apply).

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

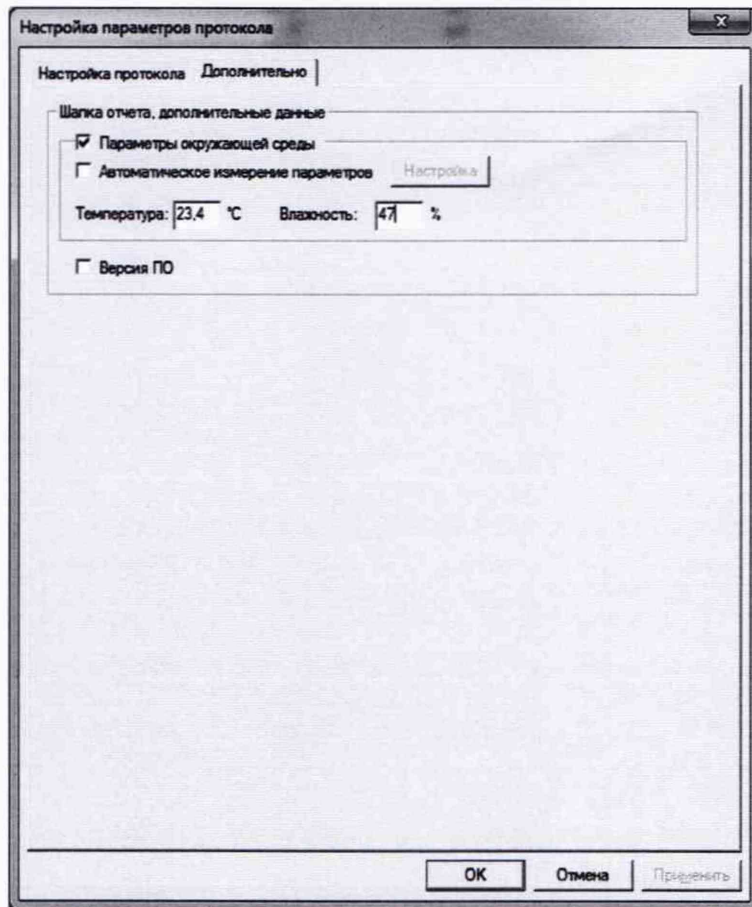


Рисунок Б7 – Окно «Настройка параметров протокола». Вкладка «Дополнительно»

Приложение В
(рекомендуемое)
Форма протокола поверки при расчетном способе поверки

ПРОТОКОЛ

поверки канала _____ системы DDS-M 13
(обозначение параметра, название параметра)

Наименование эталона: _____

Дата: _____, время _____

Вид рассчитываемой погрешности: _____

Формула расчёта погрешности: _____

Таблица 1 – Результаты измерений и расчётов погрешности измерений

	Значения параметра					
Номинальные значения параметра						
Измеренные значения параметра						
Значение погрешности измерения						

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

Испытание провел(а) Ф.И.О. _____

Приложение Г
(рекомендуемое)
Форма протокола поверки канала тока питания тензометра

ПРОТОКОЛ

**поверки электрической части, обеспечивающей питание током
тензометра канала _____ системы DDS-M 13**
(наименование канала)

Использовавшиеся средства поверки: _____

Дата: _____, время _____

Таблица 1 – Результаты измерений токов питания и расчётов погрешностей измерений

Параметр	Значения параметра				
	3	5	10	13	17
Номинальные значения $I_{\text{НОМ}}$ силы тока питания, мА	3	5	10	13	17
Измеренные значения $I_{\text{ИЗМ}}$ силы тока питания ($1000 \cdot U/R$), мА					
Модуль значения абсолютной погрешности установки силы тока питания $ (I_{\text{НОМ}} - I_{\text{ИЗМ}}) \cdot 1000 $, мкА					
Модуль допустимого значения абсолютной погрешности установки силы тока питания $ \pm(2 \cdot I_{\text{НОМ}} \cdot 10^{-6} + 8) $ мкА	14	18	28	34	42
Превышение значения абсолютной погрешности над допустимым значением, мкА					

Превышение найденного значения абсолютной погрешности над допустимым значением абсолютной погрешности:

_____ (если имеются – указать наибольшую величину, иначе указать отсутствие)

Испытание провел(а) Ф.И.О. _____

Приложение Д
(рекомендуемое)
**Форма протокола поверки электрической части ИК величины отклонения
сопротивления одиночного тензометра**

ПРОТОКОЛ

**поверки электрической части ИК величины отклонения
сопротивления одиночного тензометра _____
(наименование канала)
системы DDS-M 13**

Использовавшиеся средства поверки: _____

Дата: _____, время _____

Вид рассчитываемой погрешности:

основная приведенная к ДИ (от минус 0,67 до 0,67 Ом)

Формула расчёта погрешности:

$$\gamma_{\text{ТМ}} = \pm 0,746 \cdot 100\% \cdot I^{-2}_{\text{пит}} \cdot \sqrt{(I^2_{\text{пит}} \cdot \Delta U^2_{\text{ТМ}} + U^2_{\text{ТМ}} \cdot \Delta I^2_{\text{пит}})},$$

где

$\Delta I_{\text{пит}}$ - наибольшее значение абсолютной погрешности формирования тока питания тензометра из таблицы 1 протокола по Приложению Г для данного ИК;

$I_{\text{пит}}$ - ток питания тензометра, для которого в таблице 1 протокола по Приложению Г для данного ИК выявлено наибольшее значение абсолютной погрешности формирования $\Delta I_{\text{пит}}$;

$U_{\text{ТМ}} = I_{\text{пит}} \cdot (R_{\text{ТМ}})_{\text{макс}} = I_{\text{пит}} \cdot 0,67$ - максимальное значение отклонения напряжения, снимаемого с тензометра, соответствующее максимальной величине отклонения его сопротивления от номинала;

$\Delta U_{\text{ТМ}} = U_{\text{ТМ}} \cdot (D_{\text{м}})_{\text{макс}}$ – максимальное значение абсолютной погрешности измерения напряжения, снимаемого с тензометра. Здесь $(D_{\text{м}})_{\text{макс}}$ – наибольшее значение погрешности измерения напряжения в протоколе, сформированном при выполнении п. 9.2.7 настоящей МП для данного ИК.

Результат расчета: $\gamma_{\text{ТМ}} =$

Превышение найденного значения основной приведенной к ДИ погрешности над допустимым значением $\pm 0,40\%$:

(если имеются – указать наибольшую величину, иначе указать отсутствие)

Испытание провел(а) Ф.И.О. _____

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

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: _____

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

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 %

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	S	A	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, NI - оценка нелинейности.

	Канал	De, %	Dr, %	NI, dB
	Максимум			

Допусковый контроль

Допустимое значение приведенной погрешности: _____ %.

Канал	SN	Результат

Поверку провел (а) _____