

СОГЛАСОВАНО  
Заместитель директора  
по производственной метрологии  
ФГУП «ВНИИМС»

А.Е. Коломин

2021 г.

«



ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА  
ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

СИСТЕМА СТЕНДОВЫХ ИЗМЕРЕНИЙ «ФАКЕЛ-М»

Методика поверки

223.01.00.03.00 МП

г. Москва  
2021 г.

## Содержание

1	ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.....	4
2	ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ .....	6
3	ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПОВЕРКИ.....	9
4	ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ .....	10
5	МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ .....	11
6	ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ.....	13
7	ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ.....	14
8	ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ .....	15
9	ПРОВЕРКА ПРОГРАМНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ .....	21
10	ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК .....	22
11	ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ.....	52
12	ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ.....	53
	Приложение А. Протокол поверки системы стендовых измерений «Факел-М.....	54

## ПРИНЯТЫЕ СОКРАЩЕНИЯ И УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

ВП	– верхний предел диапазона измерений или нормированного значения измеряемого параметра
ДИ	– диапазон измерений ИК, в пределах которого устанавливаются контрольные точки (меры), для которых определяются значения метрологических характеристик, и в которых выполняется их оценка на соответствие нормированным пределам допустимой погрешности измерений
ИК	– измерительный канал (каналы)
ИФП	– индивидуальная функция преобразования (градуировочная характеристика)
КТ	– контрольная точка диапазона измерений (ДИ), в которой устанавливается (задается) номинальное действительное значение измеряемой величины, принимаемое за истинное, при проведении экспериментальных исследований поверяемого ИК
МП	– методика поверки
МХ	– метрологические характеристики
НП	– нижний предел диапазона измерений
НФП	– номинальная функция преобразования (градуировочная характеристика)
ПК	– персональный компьютер
ПО	– программное обеспечение
ПП	– первичный преобразователь (датчик)
СИ	– средства измерений
ССИ	– система стантовых измерений «Факел-М»
СП	– средства поверки (эталон) СИ или средства проверки технических характеристик СИ
СТО	– стантовое технологическое оборудование
ЭЧ	– электрическая часть

## 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки (МП) разработана в соответствии с Приказом Минпромторга №2907 от 28.08.2020 г. и устанавливает порядок, методы и средства проведения первичной и периодических поверок измерительных каналов (ИК) системы стендовых измерений (далее по тексту – ССИ), предназначенной для измерений параметров технологических процессов стендовых испытаний изделий на стенде №1 производства испытательно-заправочный комплекс Акционерного общества «Красноярский машиностроительный завод» (АО «Красмаш»).

1.2 ССИ включает в себя 15 типов ИК, предназначенных для измерений в различных диапазонах следующих физических величин:

ИК измерений физических величин, состоящих из первичного преобразователя измеряемой величины в электрические параметры и последующих измерений этих электрических параметров. К этой относятся:

- ИК давления избыточного жидких и газообразных сред, измеряемого преобразователями с выходом «токовая петля»;
- ИК давления избыточного жидких и газообразных сред, измеряемого преобразователями с частотным выходом ВТ 1201;
- ИК температуры жидких сред, измеряемой термопреобразователями сопротивления;
- ИК температуры жидких сред, измеряемой термопарами;
- ИК расхода объемного;
- ИК силы от тяги;
- ИК относительного сопротивления;
- ИК заряда первичных преобразователей пьезоэлектрического типа;

ИК измерений физических величин, состоящих только из канала измерений электрических параметров. К этой группе относятся:

- ИК напряжения постоянного тока;
- ИК частоты периодических сигналов;
- ИК интервалов времени.
- ИК частоты периодических сигналов, соответствующей частоте вращения;
- ИК сопротивления постоянному току, соответствующего значениям температуры жидких сред в диапазоне преобразований термопреобразователей сопротивления;
- ИК напряжения постоянного тока, соответствующего значениям температуры жидких сред в диапазоне преобразований термопар;
- ИК силы постоянного тока, соответствующей значениям давления избыточного жидких и газообразных сред.

1.3 Настоящая МП устанавливает два способа определения МХ ИК ССИ – комплектно и поэлементно. При поэлементной поверке МХ ИК определяются и оцениваются по двум измерительным компонентам – ПП и ЭЧ ИК.

1.4 ИК, поверяемый комплектным способом, при замене в его составе по любым основаниям в интервале между поверками измерительного(ых) компонента(ов), включая ПП, подлежит внеочередной поверке в соответствии с данной МП.

Измерительные компоненты в составе ИК, поверяемого комплектным способом, отдельной поверке не подлежат и поверяются только в составе всего ИК.

Для ИК, поверяемых поэлементно, при замене в интервале между периодическими поверками любого из измерительных компонентов, остальные компоненты внеочередной поверке не подлежат. Если под измерительным компонентом подразумевается ЭЧ ИК, то в случае замены в её составе любого метрологически значимого элемента/компонента внеочередной поверке подлежит вся ЭЧ ИК.

При замене многоканального (входящего в состав двух и более ИК) измерительного компонента внеочередной поверке подлежат все ИК (или все ЭЧ ИК), в состав которых входит данный измерительный компонент.

Внеочередная поверка одного или нескольких ИК не отменяет их очередную периодическую поверку.

1.5 Первичная поверка ССИ выполняется в полном объёме ИК. Периодическую поверку допускается выполнять частично, только для ИК, соответствующих текущей или предстоящей программе измерений параметров изделия.

1.6 Поверка ИК по настоящей МП может быть выполнена на договорной основе сторонней организацией, аккредитованной в установленном порядке на право проведения поверки СИ.

1.7 Обеспечена прослеживаемость ИК ССИ к государственному первичному эталону единицы электрического напряжения ГЭТ 13-2001, к государственному первичному эталону единицы силы электрического тока ГЭТ 4-91, к государственному первичному эталону единиц времени, частоты и национальной шкалы времени ГЭТ 1-2018, к государственному первичному эталону единицы электрического сопротивления ГЭТ 14-91, к эталонным установкам ЭУ-10 и ЭУ-100 из состава государственного первичного эталона единицы силы, к государственным первичным эталонам единицы температуры ГПЭ-I и ГПЭ-II, к государственному первичному эталону единицы избыточного давления ГЭТ 23-2010, государственному первичному эталону электрической емкости ГЭТ 107-2019, государственному первичному специальному эталону единицы электрического напряжения в диапазоне частот  $3 \cdot 10^{-1} - 2 \cdot 10^9$  Гц ГЭТ 27-2009.

## 2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ

2.1 Перечень операций, которые должны проводиться при поверке системы, приведен в **Ошибка! Источник ссылки не найден.**

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	Раздел 7	Да	Да
2 Подготовка к поверке и опробование	Раздел 8	Да	Да
3 Проверка программного обеспечения	Раздел 9	Да	Да
4 Определение метрологических характеристик ИК:	10.1	Да	Да
4.1 Определение приведенной (к ВП) погрешности измерений давления избыточного жидких и газообразных сред, измеряемого преобразователями с выходом «токовая петля»	10.1.1	Да	Да
4.2 Определение приведенной (к ВП) погрешности измерений давления избыточного жидких и газообразных сред, измеряемого преобразователями с частотным выходом ВТ 1201	10.1.2	Да	Да
4.3 Определение абсолютной погрешности измерений температуры, измеряемой термометрами сопротивления	10.1.3	Да	Да
4.4 Определение абсолютной погрешности измерений температуры, измеряемой термопарами	10.1.4	Да	Да
4.5 Определение относительной погрешности измерений расхода объемного	10.1.5	Да	Да
4.6 Определение приведенной (к ВП) погрешности измерений силы от тяги	10.1.6	Да	Да
4.7 Определение абсолютной погрешности измерений относительного сопротивления	10.1.7	Да	Да

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4
4.11 Определение приведенной (к ДИ) погрешности измерений ИК сопротивления постоянному току, соответствующего значениям температуры жидких сред в диапазоне преобразований термометров сопротивления	10.1.8	Да	Да
4.12 Определение приведенной (к ВП) погрешности измерений ИК напряжения постоянного тока, соответствующего значениям температуры жидких сред в диапазоне преобразований термопар	10.1.9	Да	Да
4.13 Определение относительной погрешности измерений частоты периодических сигналов, соответствующей частоте вращения	10.1.10	Да	Да
4.8 Определение приведенной (к ВП) погрешности измерений напряжения постоянного тока	10.1.11	Да	Да
4.9 Определение приведенной (к ВП) погрешности измерений силы постоянного тока, соответствующей значениям давления избыточного	10.1.12	Да	Да
4.10 Определение относительной погрешности измерений частоты периодических сигналов	10.1.13	Да	Да
4.14 Определение приведенной (к ВП) погрешности измерений заряда	10.1.14	Да	Да
4.15 Определение абсолютной погрешности измерения временных интервалов	10.1.15	Да	Да
5 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Раздел 11	Да	Да
6 Оформление результатов поверки	Раздел 11	Да	Да
<p>Примечания:</p> <p>1 Допускается сокращенная поверка ССИ, в соответствии с требованиями программ испытаний изделий, для измерительного контроля параметров которых она предназначена;</p> <p>2 Допускается независимая поверка каждого ИК, в том числе после ремонта (в объеме первичной), с обязательным указанием об этом в свидетельстве о поверке ССИ</p>			

2.2 Операции и последовательность выполнения работ для ИК, поверяемых комплектным способом.

2.2.1 Поверку ИК, поверяемого комплектным способом, в целом выполнять в следующей последовательности:

- внешний осмотр ИК;
- подготовка системы и ПО к поверке;
- проверка работоспособности (опробование) ИК;
- экспериментальные исследования (сбор данных) ИК;
- определение МХ ИК.

Для ИК с НФП определяется максимальная погрешность и ее составляющие. Для ИК с ИФП определяется максимальная погрешность и ее составляющие и, при необходимости, новая градуировочная характеристика,

2.3 Операции и последовательность выполнения работ для ИК, поверяемых поэлементным способом.

2.3.1 Поверку ИК, поверяемого поэлементным способом (включая ИК, с преобразователями, имеющими цифровой выход), выполнять в следующей последовательности:

- внешний осмотр ИК;
- проверка наличия актуальных сведений о поверке в Федеральном информационном Фонде по обеспечению единства измерений (ФИФ) или действующего свидетельства о поверке для каждого измерительного компонента. Работы по поверке (подготовка, проверка работоспособности, экспериментальные исследования) электрической части поверяемого ИК выполнять как для электрической части ИК при поверке ИК комплектным способом;
- оценка максимальной погрешности ИК по МХ измерительных компонентов;
- монтаж измерительных компонентов и проверка работоспособности ИК.



### 3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПОВЕРКИ

#### 3.1 Условия окружающей среды:

- температура окружающего воздуха, °С от 10 до 30;
- относительная влажность воздуха, % от 30 до 80;
- атмосферное давление, кПа от 96 до 104.

#### 3.2 Питание системы:

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

Примечание – При выполнении поверки ИК системы условия окружающей среды для СП должны соответствовать требованиям, указанным в руководствах на их эксплуатацию.

#### 4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 К поверке допускаются лица, изучившие руководство по эксплуатации (РЭ) на систему и входящие в её состав аппаратные и программные средства, знающие принцип действия используемых средств измерений и прошедшие инструктаж по технике безопасности (первичный и на рабочем месте) в установленном в организации порядке.

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

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

## 5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

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

Таблица 2 – Перечень средств поверки

Ссылка на номер раздела МП	Наименование и тип (условное обозначение) основных или вспомогательных СП, обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, основные и (или) метрологические и характеристики СП
10.1.1 10.1.3 10.1.4 10.1.8 10.1.9 10.1.11 10.1.12	Калибратор-измеритель унифицированных сигналов прецизионный «ЭЛЕМЕР-ИКСУ-2012»: диапазон воспроизведения силы постоянного тока от 0 до 25 мА; пределы допускаемой погрешности воспроизведения силы постоянного тока $\pm(10^{-4} \cdot I + 1)$ мкА, где I – воспроизводимый ток; диапазон воспроизведения электрических сигналов в температурном эквиваленте для термометров сопротивления от -50 до +200 °С; пределы допускаемой основной абсолютной погрешности воспроизведения электрических сигналов в температурном эквиваленте $\pm 0,08$ °С; диапазон воспроизведения электрических сигналов в температурном эквиваленте для ТХА (К) от -210 до +1300 °С, для ТХК (L) от -200 до +600 °С; пределы допускаемой основной абсолютной погрешности воспроизведения электрических сигналов в температурном эквиваленте $\pm 0,3$ °С; диапазон воспроизведения сопротивления постоянному току от 0 до 180 Ом; пределы допускаемой основной абсолютной погрешности воспроизведения сопротивления постоянному току $\pm 0,015$ Ом; диапазон воспроизведения напряжения постоянного тока от 0 до 12 В; пределы допускаемой основной абсолютной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока $\pm 3$ мВ
10.3.2 10.3.5 10.3.6 10.1.10 10.3.13	Генератор сигналов низкочастотный прецизионный ГЗ-110: диапазон частот от 0,01 Гц до 20 МГц; пределы допускаемой основной погрешности установки частоты $\pm 3 \cdot 10^{-7} \cdot F$ , где F – установленная частота, Гц
10.3.7	Магазин сопротивления измерительный МСР-60М: диапазон воспроизведения сопротивления постоянному току от 0,018 до 11111,1 Ом, класс точности 0,02
10.1.14	Прибор для поверки вольтметров переменного тока В1-9: диапазон выходных напряжений от 100 мкВ до 10 В, диапазон частот от 20 Гц до 100 кГц; пределы допускаемой основной погрешности выходного напряжения $\pm \{0,1 - 0,005[(U_k + \beta)/U_n]\}$ %, где $U_k$ – верхний предел диапазона измерений; $\beta = 0,005$ В; $U_n$ – нижний предел диапазона измерений
10.1.14	Мера емкости Р597/7: номинальная емкость 1000 пФ, рабочий диапазон частот от 40 до 10000 Гц, класс точности 0,05
10.1.5	Трубопоршневая поверочная установка ТПУ 16" 19/150-30 FIX: пределы допускаемой относительной погрешности в рабочем диапазоне измерений объемного расхода 0,05 %
10.1.15	Частотомер-хронометр Ф5041: диапазон измерения временных интервалов от 10 мкс до 10000 с; пределы допускаемой погрешности измерения интервала времени $\pm [\delta_0 + (T_0 + 0,5 \text{ мкс})/t]$ , где $\delta_0$ – относительная погрешность частоты кварцевого генератора; $T_0$ – период заполняющей частоты (метки времени); t – измеряемый интервал времени.

5.2 Используемые при проведении поверки рабочие эталоны должны быть аттестованы, а средства измерений, используемые в качестве эталонов единиц величин, поверены в соответствии с требованиями Приказа Минпромторга №2510 от 31.07.2020 г., сведения об аттестации (поверке) должны быть внесены в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

5.3 Рабочие эталоны (СИ) должны быть внесены в рабочее помещение не менее чем за 12 часов до начала проведения поверки.

5.4 Допускается применение других средств поверки обеспечивающих необходимую точность измерений в соответствии с данной методикой.

5.5 Средства поверки должны быть внесены в рабочее помещение не менее чем за 12 часов до начала поверки.

## 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 «ПОТ Р М-016-2001. РД 153-34.0-03.150-00. Межотраслевыми Правилами по охране труда (Правила безопасности) 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 стенда 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;
- работы по выполнению поверки системы должны проводиться по согласованию с лицами, ответственными за эксплуатацию испытательного стенда.

## 7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

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

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

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

## 8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- проведена подготовка ССИ к работе. Порядок подготовки ИК описан в Руководстве по эксплуатации РЭ.

- поверка производится с применением функции «Проверка» программы «Recorder». Интерфейс программы не требует специальных навыков поверителя (требуется лишь задать количество контрольных точек и значения сигналов в этих точках, а затем следовать указаниям программы). По окончании поверки формируется файл отчета в виде протокола поверки в формате документа .rtf. Форма протокола поверки приведена в Приложении Б.

8.2 Запустить программу управления комплексами МІС «Recorder». Появится основное окно программы, показанное на рисунке 1.

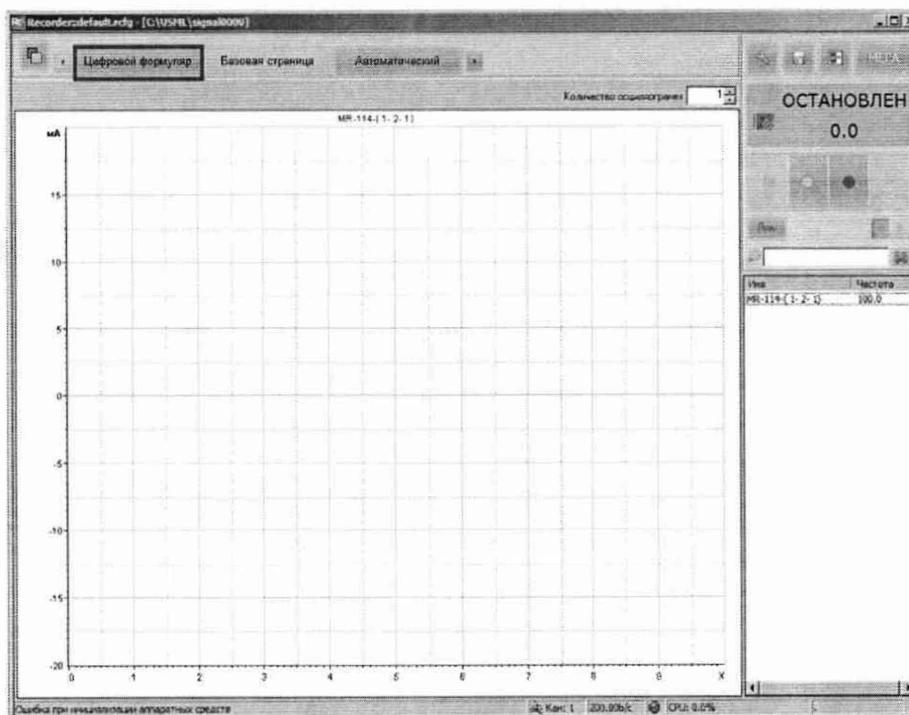


Рисунок 1 – Основное окно программы

8.3 Нажать на кнопку «Цифровой формуляр», выделенную на рисунке 1. Откроется окно цифровых формуляров, показанное на рисунке 2.

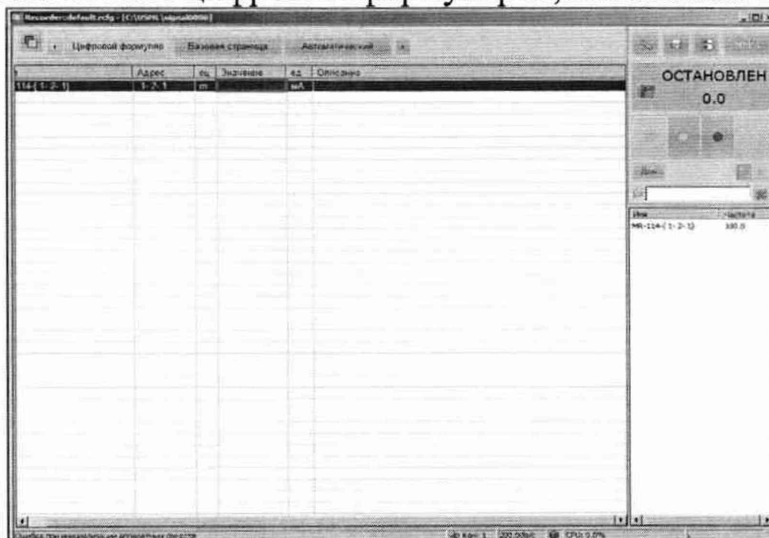



Рисунок 2 – Окно программы «Цифровой формуляр»

8.4 Настроить программу управления комплексами МПС «Recorder», для чего выполнить следующие операции:

- выделить в окне «Цифровой формуляр» ИК, подлежащий поверке;
- открыть диалоговое окно «Свойства»;
- в открывшемся диалоговом окне «Настройка канала...», представленном на рисунке 3, в разделе «Канальная ГХ» нажать кнопку  «Калибровка канала»;
- в открывшемся диалоговом окне «Выбор типа градуировки...», представленном на рисунке 4 Рисунок 4, выбрать в разделе «Произвести..», «поверку», «стандартная», нажать кнопку «Далее»;

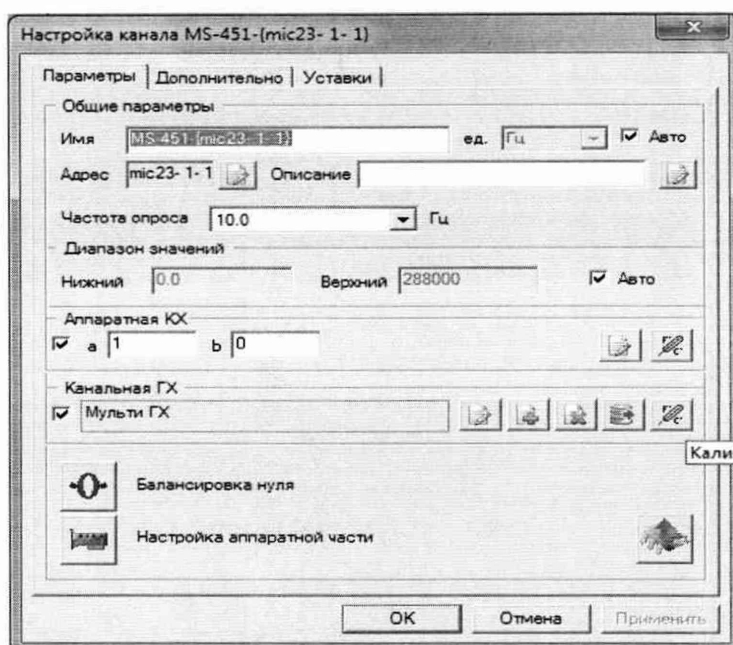


Рисунок 3 – Вид диалогового окна «Настройка канала...»



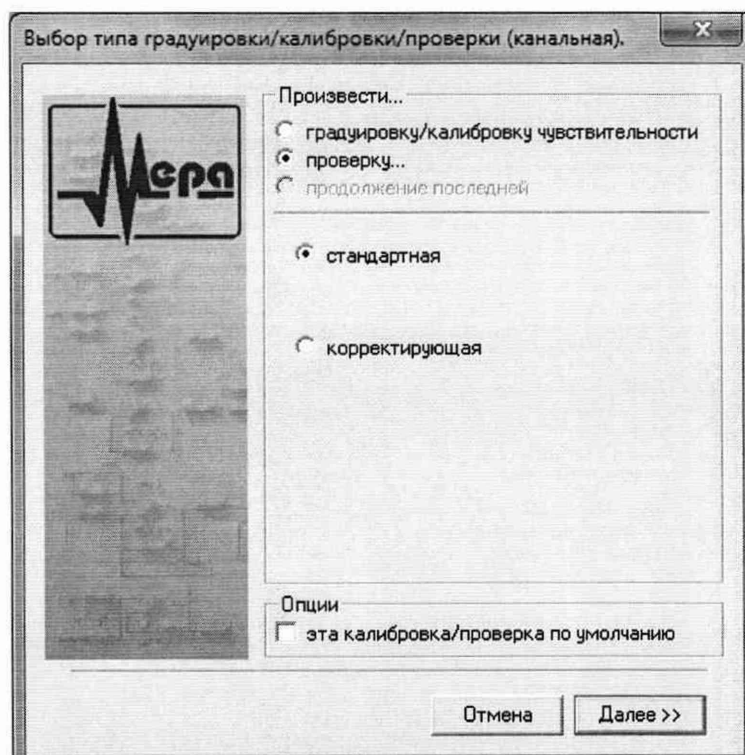


Рисунок 4 – Вид диалогового окна «Выбор типа градуировки/калибровки/поверки (канальная)»  
 – в диалоговом окне «Параметры поверки (канальная)», представленном на рисунке 5 Рисунок 5, установить следующие значения:

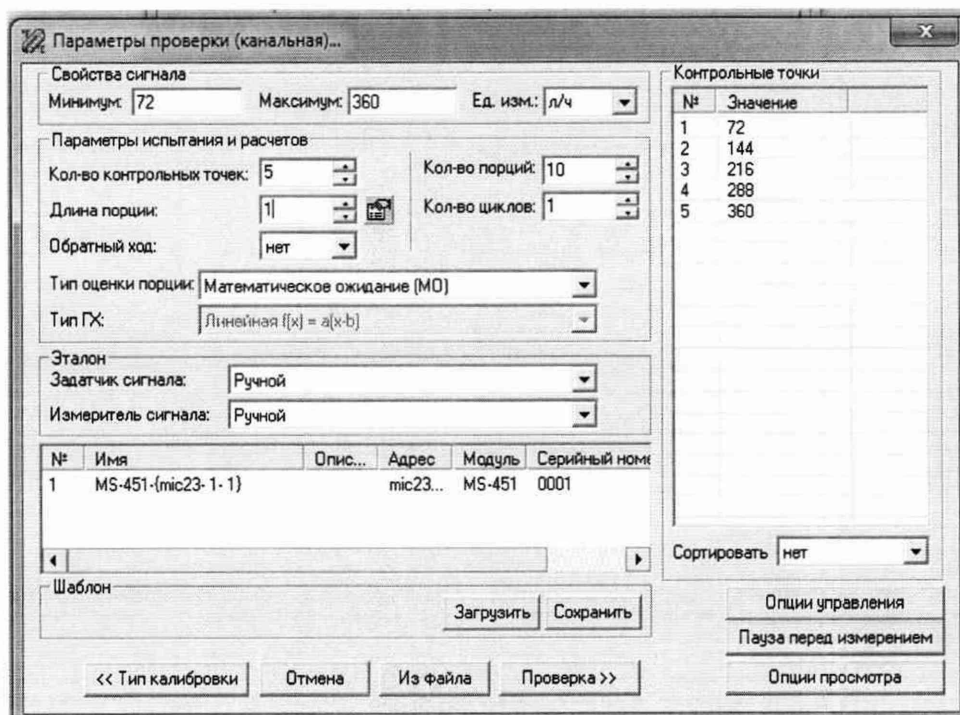


Рисунок 5 – Вид диалогового окна «Параметры поверки (канальная)»

– в разделе «Свойства сигнала» в поле «Минимум» – значение нижнего предела диапазона измерений, в поле «Максимум» – значение

верхнего предела диапазона измерений, в поле «Ед. изм» – единицы измерений поверяемого ИК;

– в разделе «Параметры поверки (канальная)» в поле «Количество контрольных точек» – выбранное количество точек: 5 или 6, в поле «Длина порции» – число, соответствующее «Количеству точек усреднения» (диалоговое окно «Настройка канала...» во вкладке «Дополнительно»), в поле «Количество порций» – заданное количество порций – 5, в поле «Количество циклов» – 1, в поле «Обратный ход» – нет, в поле «Тип оценки порции» – математическое ожидание;

– в разделе «Эталон» в поле «Задатчик сигнала» – ручной, в поле «Измеритель сигнала» – ручной;

– поле «Контрольные точки» заполняется автоматически с равномерным распределением контрольных точек по диапазону измерений, включая начало и конец диапазона, но в случае необходимости значения контрольных точек следует отредактировать. Для запуска процесса поверки необходимо нажать кнопку «Поверка»;

– Из диалогового окна «Настройка завершена», вид которого представлен на рисунке 6, нажав кнопку «Поверка», выйти в диалоговое окно «Измерение», вид которого представлен на рисунке 7

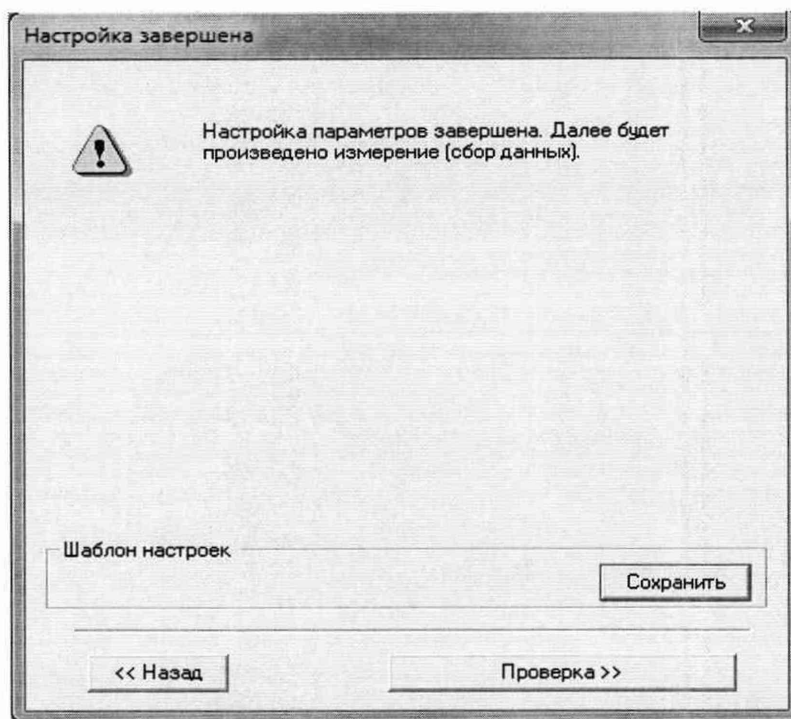


Рисунок 6 – Вид диалогового окна «Настройка завершена»

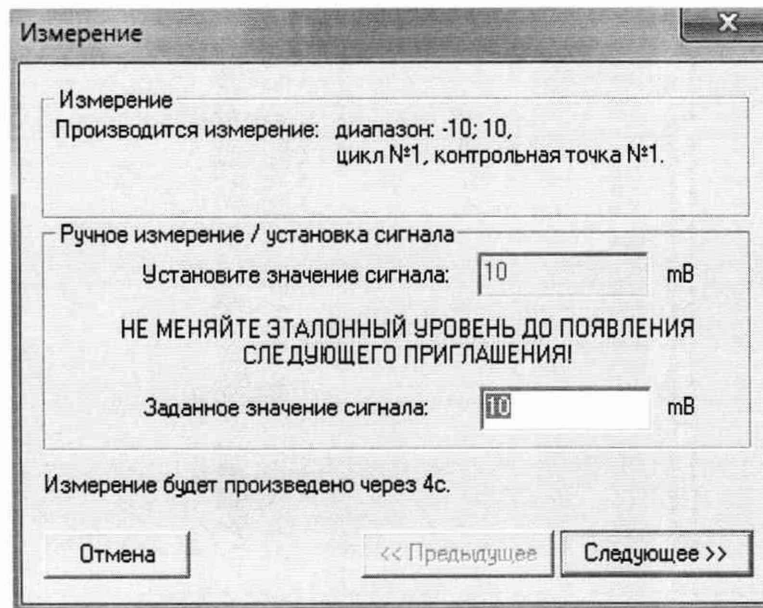


Рисунок 7 – Вид диалогового окна «Измерение»

8.5 Измерение заданного сигнала выполняется при нажатии кнопки «Следующее». После измерений последней контрольной точки в диалоговом окне «Измерение завершено» нажать кнопку «Расчет», выйти в диалоговое окно «Обработка и просмотр измеренных данных» и, работая в диалоговом режиме, сформировать протокол поверки, внося данные в окно «Настройка параметров протокола», показанное на рисунке 8. Для расчета приведенной к верхнему пределу диапазона измерений погрешности, поставить отметку напротив пункта «Приведенная погрешность» и на вкладке «Диапазон» выбрать пункт «Диапазон измерений». После сохранения и просмотра протокола поверки завершить поверку и с помощью кнопки «ОК» выйти из диалогового окна «Настройка канала».



Рисунок 8 – Окно «Настройка параметров протокола»

8.6 Протокол обработки результатов измерений формируется в виде файла и (или) выводится на печать принтером. Форма протокола приведена в Приложении Б.

## 9 ПРОВЕРКА ПРОГРАМНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

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

- запустить программу управления комплексами МПС «Recorder»;
- в открывшемся главном окне программы щелчком правой кнопки «мыши» по пиктограмме в левом верхнем углу открыть контекстное меню «О программе»;
- щелчком левой кнопки «мыши» открыть информационное окно программы.
- убедиться в соответствии характеристик в информационном окне программы Recorder, представленном на Рисунок , характеристикам программного обеспечения, приведенным ниже:
- наименование – «MERA Recorder»;
- идентификационное наименование – scales.dll;
- номер версии – 1.0.0.8;
- цифровой идентификатор – 24СВС163.

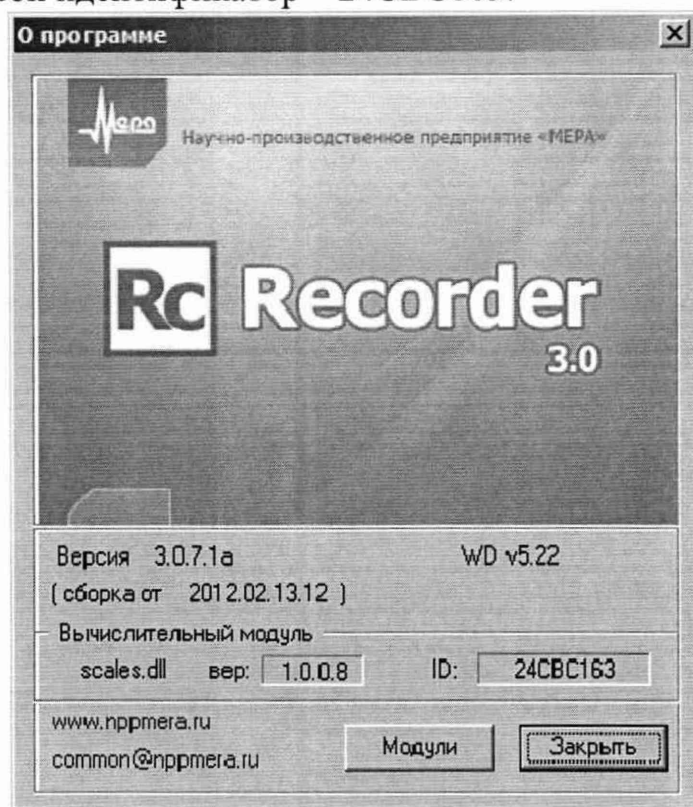


Рисунок 9 – Вид информационного окна программы «Recorder»

## 10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК

10.1 Поверку в зависимости от типа ИК проводить комплектным или поэлементным методом.

10.1.1 Определение приведенной (к ВП) погрешности измерений давления избыточного жидких и газообразных сред, измеряемого преобразователями с выходом «токовая петля»

Поверку каждого ИК выполнить в 3 этапа поэлементным способом:

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

Для контроля (оценки) ПП отсоединить его от электрической части ИК. Проверить внешний вид, наличие пломб и маркировку. ПП не должен иметь видимых внешних повреждений, опломбирование выполнено согласно сборочному чертежу, маркировка типа и номера ПП - согласно паспорту.

10.1.1.1 Проверить наличие актуальных сведений о поверке в ФИФ или действующего свидетельства о поверке (первичной или периодической). Свидетельство о поверке должно быть действующим, значение погрешности ПП, указанное в свидетельстве, должно находиться в допускаемых пределах.

Примечание - В случае, если в свидетельстве о поверке не указано значение экспериментально определенной погрешности, а приведено слово «Соответствует», воспользоваться паспортными данными ПП или данными из «Описания типа» ПП. Данное примечание распространяется на все ПП.

10.1.1.2 Поверку электрической части ИК измерений давления избыточного жидких и газообразных сред, измеряемого преобразователями с выходом «токовая петля», выполнить в следующей последовательности.

10.1.1.3 Собрать схему поверки в соответствии с рисунком 10, для чего на вход электрической части ИК, вместо ПП, подключить калибратор-измеритель ЭЛЕМЕР-ИКСУ-2012. Включить питание ССИ и загрузить операционную систему Windows. Запустить программу «Recorder» и для всех ИК избыточного давления жидких и газообразных сред установить значения в соответствии с Таблицей 3.

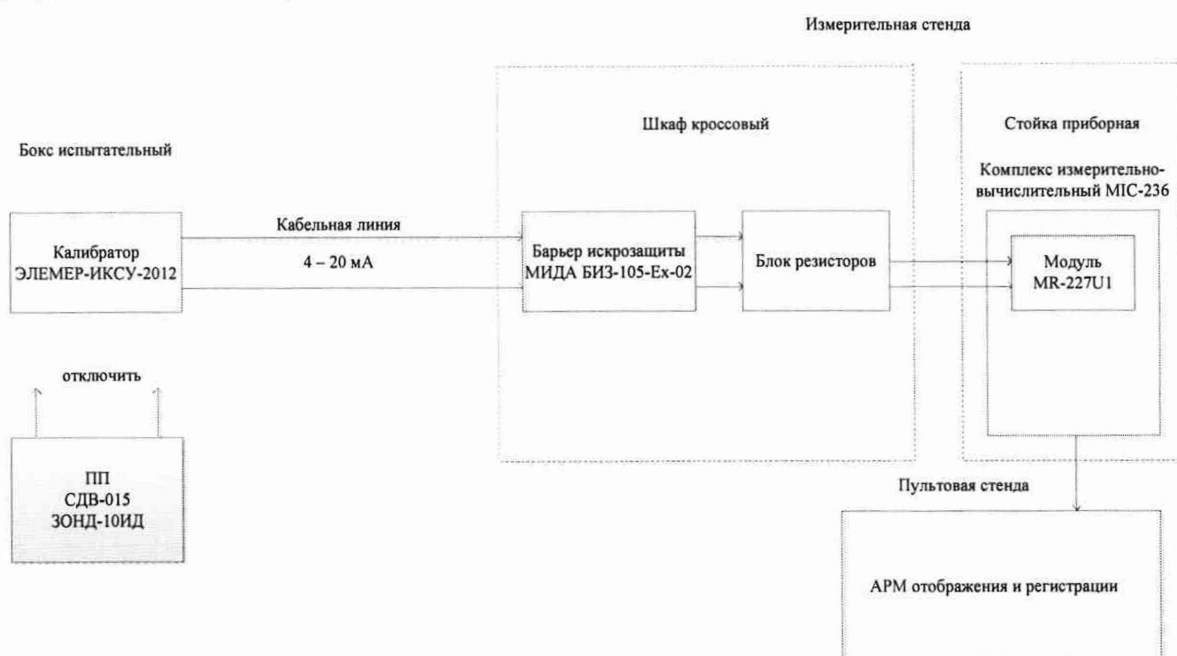


Рисунок 10 - Схема поверки ИК избыточного давления жидких и газообразных сред, измеряемого преобразователями с выходом «токовая петля»

Таблица 3 – Контрольные точки измерений давления

Наименование параметра ИК	Размерность	НП ДИ ИК	ВП ДИ ИК	Количество КТ на ДИ ИК, п	Номинальные значения тока в КТ, мА
1	2	3	4	5	6
Давление избыточное жидких и газообразных сред Параметры P1 <sub>о1</sub> (P1 <sub>д1</sub> ), P1 <sub>о2</sub> (P1 <sub>д2</sub> ), P1 <sub>о3</sub> (P1 <sub>д3</sub> )	МПа	0	1,0	5	4; 8; 12; 16; 20
Давление избыточное жидких и газообразных сред Параметры P1 <sub>о4</sub> (P1 <sub>д4</sub> ), P1 <sub>о5</sub> (P1 <sub>д5</sub> ), P1 <sub>о6</sub> (P1 <sub>д6</sub> )	МПа	0	1,6	5	4; 8; 12; 16; 20
Давление избыточное жидких и газообразных сред Параметры P1 <sub>о7</sub> (P1 <sub>д7</sub> )	МПа	0	2,0	5	4; 8; 12; 16; 20
Давление избыточное жидких и газообразных сред Параметры P1 <sub>о8</sub> (P1 <sub>д8</sub> ), P1 <sub>о9</sub> (P1 <sub>д9</sub> ), P1 <sub>о10</sub> (P1 <sub>д10</sub> ), P1 <sub>о11</sub> (P1 <sub>д11</sub> ), P1 <sub>о12</sub> (P1 <sub>д12</sub> )	МПа	0	2,5	5	4; 8; 12; 16; 20
Давление избыточное жидких и газообразных сред Параметры P1 <sub>о13</sub> (P1 <sub>д13</sub> ), P1 <sub>о14</sub> (P1 <sub>д14</sub> ), P1 <sub>о15</sub> (P1 <sub>д15</sub> ), P1 <sub>о16</sub> (P1 <sub>д16</sub> )	МПа	0	25,0	5	4; 8; 12; 16; 20
Давление избыточное жидких и газообразных сред Параметры P1 <sub>о17</sub> (P1 <sub>д17</sub> ), P1 <sub>о18</sub> (P1 <sub>д18</sub> )	МПа	0	40,0	5	4; 8; 12; 16; 20

10.1.1.4 Используя программу «Recorder», поочередно для всех ИК избыточного давления жидких и газообразных сред, провести работы по сбору данных для определения максимальной погрешности измерений. Номинальные значения тока в КТ исследуемого ДИ ИК устанавливать с помощью калибратора в единицах измерений постоянного тока, мА, в соответствии с Таблицей 3.

10.1.1.5 После завершения сбора данных для каждого ИК с помощью программы «Recorder» в автоматическом или расчетном режиме определить максимальную приведенную (к ВП) погрешность измерений по формулам (1) и (4).

10.1.1.6 Результаты поверки ИК избыточного давления жидких и газообразных сред считать положительными, если суммарное с ПП максимальное значение погрешности находится в допускаемых пределах:  $\pm 0,5 \%$ .

В противном случае система бракуется и направляется в ремонт.



10.1.2 Определение приведенной (к ВП) погрешности измерений давления избыточного жидких и газообразных сред, измеряемого преобразователями с частотным выходом ВТ 1201

Поверку каждого ИК выполнить в 3 этапа поэлементным способом:

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

Для контроля (оценки) ПП отсоединить его от электрической части ИК. Проверить внешний вид, наличие пломб и маркировку. ПП не должен иметь видимых внешних повреждений, опломбирование выполнено согласно сборочному чертежу, маркировка типа и номера ПП - согласно паспорту.

10.1.2.1 Проверить наличие актуальных сведений о поверке в ФИФ или действующего свидетельства о поверке (первичной или периодической). Свидетельство о поверке должно быть действующим, значение погрешности ПП, указанное в свидетельстве, должно находиться в допускаемых пределах.

10.1.2.2 Поверку электрической части ИК измерений давления избыточного жидких и газообразных сред, измеряемого преобразователями с частотным выходом ВТ 1201, выполнить в следующей последовательности.

10.1.2.3 Собрать схему поверки в соответствии с рисунком 11, для чего на вход электрической части ИК, вместо ПП, подключить генератор низкочастотный прецизионный ГЗ-110. Включить питание ССИ и загрузить операционную систему Windows. Запустить программу «Recorder» и для всех ИК избыточного давления жидких и газообразных сред установить значения в соответствии с Таблицей 4

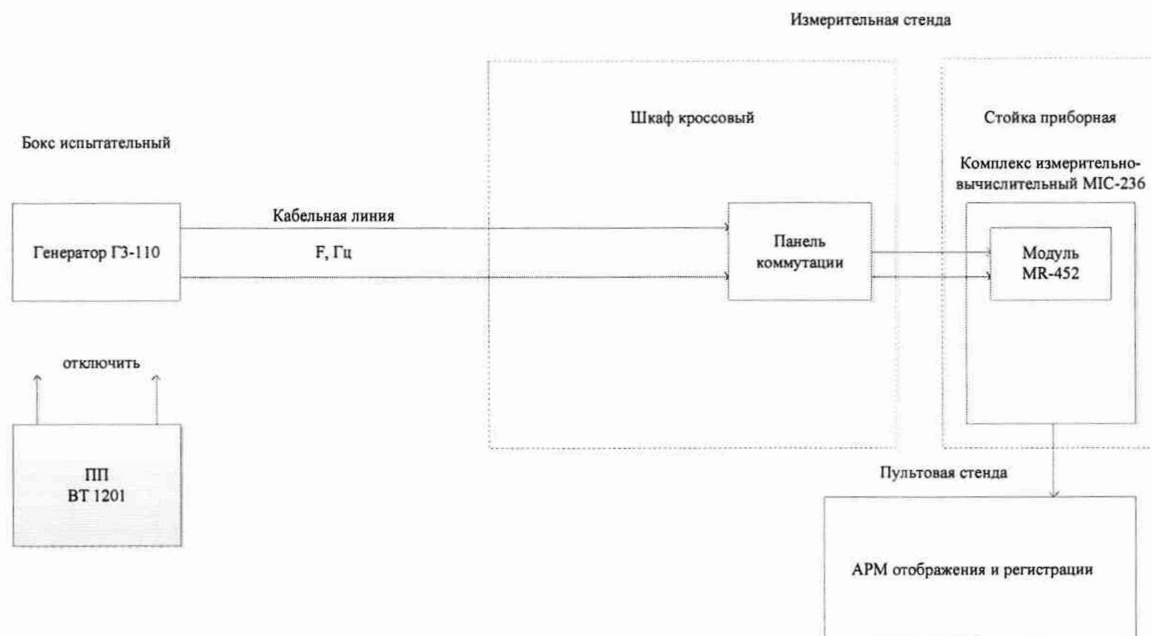


Рисунок 11 - Схема поверки ИК избыточного давления жидких и газообразных сред, измеряемого преобразователями с частотным выходом ВТ-1201

Таблица 4 – Контрольные точки измерений давления

Наименование параметра ИК	Размерность	НП ДИ ИК	ВП ДИ ИК	Количество КТ на ДИ ИК, п	Номинальные значения частоты в КТ, Гц
1	2	3	4	5	6
Давление избыточное жидких и газообразных сред Параметры P2 <sub>о1</sub> (P2 <sub>д1</sub> ), P2 <sub>о2</sub> (P2 <sub>д2</sub> ), P2 <sub>о3</sub> (P2 <sub>д3</sub> ), P2 <sub>о4</sub> (P2 <sub>д4</sub> )	МПа	0	2,0	5	15000; 16500;18000; 19500; 21000
Давление избыточное жидких и газообразных сред Параметры P2 <sub>о5</sub> (P2 <sub>д5</sub> ), P2 <sub>о6</sub> (P2 <sub>д6</sub> )	МПа	0	4,0	5	15000; 16500;18000; 19500; 21000
Давление избыточное жидких и газообразных сред Параметры P2 <sub>о7</sub> (P2 <sub>д7</sub> )	МПа	0	45,0	5	15000; 16500;18000; 19500; 21000
Давление избыточное жидких и газообразных сред Параметры P2 <sub>о8</sub> (P2 <sub>д8</sub> )	МПа	0	60,0	5	15000; 16500;18000; 19500; 21000

10.1.2.4 Используя программу «Recorder», поочередно для всех ИК избыточного давления жидких и газообразных сред, провести работы по сбору данных для определения максимальной погрешности измерений. Номинальные значения частоты в КТ исследуемого ДИ ИК устанавливать с помощью генератора в единицах частоты, Гц, в соответствии с Таблицей 4.

10.1.2.5 После завершения сбора данных для каждого ИК с помощью программы «Recorder» в автоматическом или расчетном режиме определить максимальную приведенную (к ВП) погрешность измерений по формулам (1) и (4)

10.1.2.6 Результаты поверки ИК избыточного давления жидких и газообразных сред считать положительными, если суммарное с ПП максимальное значение погрешности находится в допускаемых пределах:  $\pm 0,5\%$ .

В противном случае система бракуется и направляется в ремонт.

10.1.3 Определение абсолютной погрешности измерений температуры, измеряемой термопреобразователями сопротивления

Поверку каждого ИК выполнить в 3 этапа поэлементным способом:

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

Для контроля (оценки) ПП отсоединить его от электрической части ИК. Проверить внешний вид, наличие пломб и маркировку. ПП не должен иметь видимых внешних повреждений, опломбирование выполнено согласно сборочному чертежу, маркировка типа и номера ПП - согласно паспорту.

10.1.3.1 Проверить наличие актуальных сведений о поверке в ФИФ или действующего свидетельства о поверке (первичной или периодической). Свидетельство о поверке должно быть действующим, значение погрешности ПП, указанное в свидетельстве, должно находиться в допусках.

10.1.3.2 Поверку электрической части ИК измерений температуры жидких сред, измеряемого термопреобразователями сопротивления, выполнить в следующей последовательности.

10.1.3.3 Собрать схему поверки в соответствии с рисунком 12, для чего на вход электрической части ИК, вместо ПП, подключить калибратор-измеритель ЭЛЕМЕР-ИКСУ-2012. Включить питание ССИ и загрузить операционную систему Windows. Запустить программу «Recorder» и для всех ИК температуры жидких и газообразных сред установить значения в соответствии с Таблицей 5.

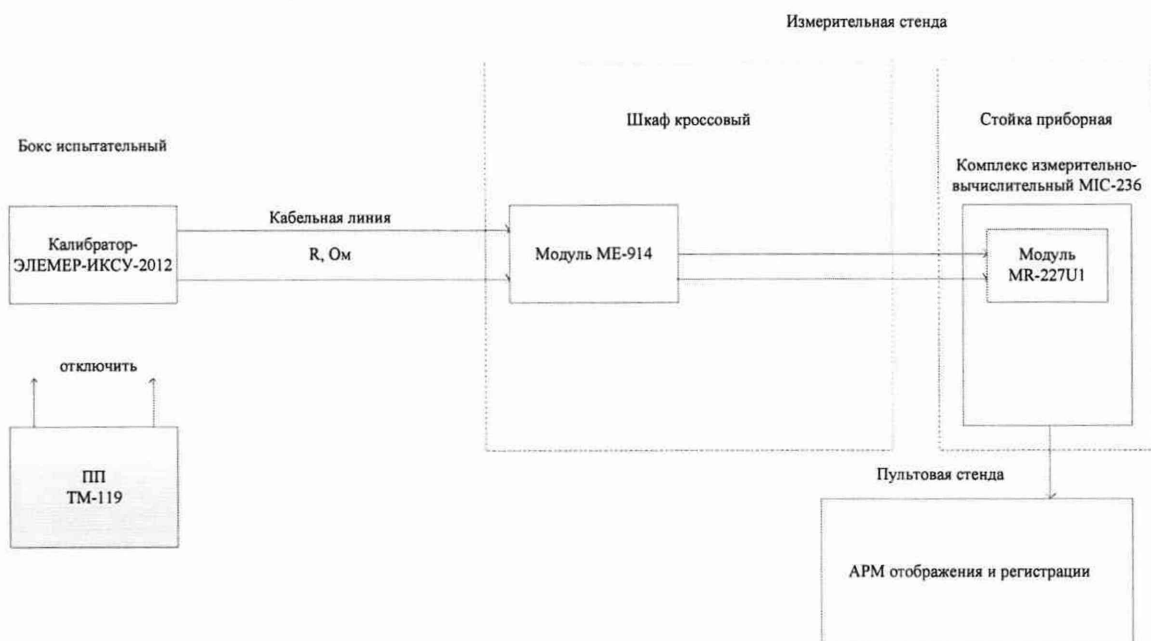


Рисунок 12 - Схема поверки ИК температуры жидких сред, измеряемой термопреобразователями сопротивления

Таблица 5 – Контрольные точки измерений температуры

Наименование ИК (измеряемого параметра)	Размерность	НП ДИ ИК	ВП ДИ ИК	Количество КТ на ДИ ИК, п	Номинальные значения температуры в КТ, °С	Номинальные значения сопротивления в КТ, Ом
1	2	3	4	5	6	7
Температура жидких и газообразных сред Параметры $T_{1o1}(T_{1д1})$ , $T_{1o2}(T_{1д2})$ , $T_{1o3}(T_{1д3})$ , $T_{1o4}(T_{1д4})$ , $T_{1o5}(T_{1д5})$ , $T_{1o6}(T_{1д6})$ , $T_{1o7}(T_{1д7})$ , $T_{1o8}(T_{1д8})$ , $T_{1o9}(T_{1д9})$ , $T_{1o10}(T_{1д10})$ , $T_{1o11}(T_{1д11})$ , $T_{1o12}(T_{1д12})$ , $T_{1o13}(T_{1д13})$ , $T_{1o14}(T_{1д14})$ , $T_{1o15}(T_{1д15})$ , $T_{1o16}(T_{1д16})$ , $T_{1o17}(T_{1д17})$ , $T_{1o18}(T_{1д18})$ , $T_{1o19}(T_{1д19})$ , $T_{1o20}(T_{1д20})$ , $T_{1o21}(T_{1д21})$ , $T_{1o22}(T_{1д22})$ , $T_{1o23}(T_{1д23})$ , $T_{1o24}(T_{1д24})$ , $T_{1o25}(T_{1д25})$ , $T_{1o26}(T_{1д26})$	°С	-10	+100	6	-10, 0, 25, 50, 75, 100	Градуировочная характеристика БЫ.0.282.01 ИЭ в соответствии с таблицей и группой исполнения, указанных в паспорте
Температура «холодного спая» Параметры $T_{хсо}(T_{хсл})$	°С	0	+50	6	0, 10,0; 20,0; 30,0; 40,0; 50,0	

10.1.3.4 Используя программу «Recorder», поочередно для всех ИК температуры жидких и газообразных сред, измеряемой термометрами сопротивления, провести работы по сбору данных для определения максимальной погрешности измерений. Номинальные значения температуры в КТ исследуемого ДИ ИК устанавливать с помощью калибратора в единицах измерений сопротивления постоянному току, Ом, в соответствии с Таблицей 5.

10.1.3.5 После завершения сбора данных для каждого ИК с помощью программы «Recorder» в автоматическом или расчетном режиме определить максимальную абсолютную погрешность измерений по формуле (1).

10.1.3.6 Результаты поверки ИК температуры жидких сред, измеряемой термопреобразователями сопротивления, считать положительными, если суммарное с ПП максимальное значение погрешности находится в допусковых пределах  $\pm 1,0$  °С

В противном случае система бракуется и направляется в ремонт.

10.1.4 Определение абсолютной погрешности измерений температуры жидких сред, измеряемой термопарами

Поверку каждого ИК выполнить в 3 этапа поэлементным способом:

- 1 этап – контроль (оценка) состояния и МХ ПП;

– 2 этап – поверка электрической части ИК с целью определения диапазона измерений и МХ (индивидуальной функции преобразования и погрешности измерений);

– 3 этап – определение и оценка максимальной погрешности ИК.

Для контроля (оценки) ПП отсоединить его от электрической части ИК. Проверить внешний вид, наличие пломб и маркировку. ПП не должен иметь видимых внешних повреждений, опломбирование выполнено согласно сборочному чертежу, маркировка типа и номера ПП - согласно паспорту.

10.1.4.1 Проверить наличие актуальных сведений о поверке в ФИФ или действующего свидетельства о поверке (первичной или периодической). Свидетельство о поверке должно быть действующим, значение погрешности ПП, указанное в свидетельстве, должно находиться в допускаемых пределах.

10.1.4.2 Поверку электрической части ИК измерений температуры жидких сред, измеряемой термопарами, выполнить в следующей последовательности.

10.1.4.3 Собрать схему поверки в соответствии с рисунком 13, для чего на вход электрической части ИК, вместо ПП, подключить калибратор-измеритель ЭЛЕМЕР-ИКСУ-2012. Включить питание ССИ и загрузить операционную систему Windows. Запустить программу «Recorder» и для всех ИК температуры жидких сред установить значения в соответствии с Таблицей 6.

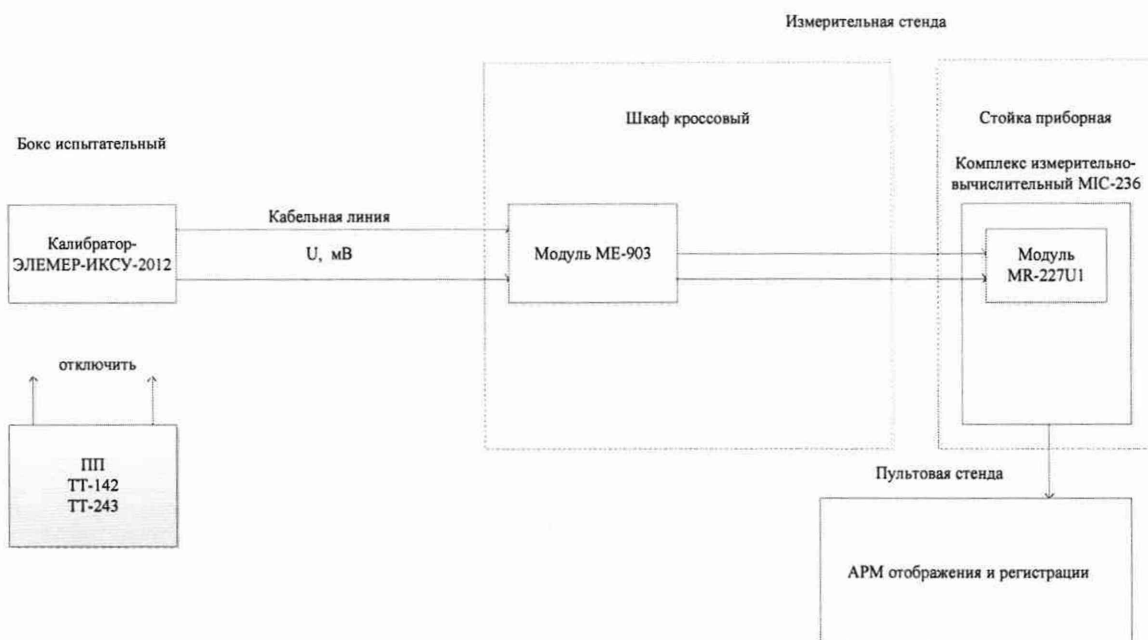


Рисунок 13 - Схема поверки ИК температуры жидких сред, измеряемой термопарами

Таблица 6 – Контрольные точки измерений температуры

Наименование ИК (измеряемого параметра)	Размерность	НП ДИ ИК	ВП ДИ ИК	Количество КТ на ДИ ИК, п	Номинальные значения температуры в КТ, °С
1	2	3	4	5	6
Температура жидких сред (термопара типа ХК (L)) Параметры Т2 <sub>о1</sub> (Т2 <sub>д1</sub> ), Т2 <sub>о2</sub> (Т2 <sub>д2</sub> ), Т2 <sub>о3</sub> (Т2 <sub>д3</sub> ), Т2 <sub>о4</sub> (Т2 <sub>д4</sub> ), Т2 <sub>о5</sub> (Т2 <sub>д5</sub> ), Т2 <sub>о6</sub> (Т2 <sub>д6</sub> ), Т2 <sub>о7</sub> (Т2 <sub>д7</sub> ), Т2 <sub>о8</sub> (Т2 <sub>д8</sub> )	°С	0	+600	5	0, 150, 300, 450, 600
Температура жидких сред (термопара типа ХА (К)) Параметры Т3 <sub>о1</sub> (Т3 <sub>д1</sub> ), Т3 <sub>о2</sub> (Т3 <sub>д2</sub> ), Т3 <sub>о3</sub> (Т3 <sub>д3</sub> ), Т3 <sub>о4</sub> (Т3 <sub>д4</sub> ), Т3 <sub>о5</sub> (Т3 <sub>д5</sub> ), Т3 <sub>о6</sub> (Т3 <sub>д6</sub> ), Т3 <sub>о7</sub> (Т3 <sub>д7</sub> ), Т3 <sub>о8</sub> (Т3 <sub>д8</sub> )	°С	0	+1000	5	0, 250, 500, 750, 1000

10.1.4.4 Используя программу «Recorder», поочередно для всех ИК температуры жидких сред, измеряемой термопарами, провести работы по сбору данных для определения максимальной погрешности измерений. Номинальные значения температуры в КТ исследуемого ДИ ИК устанавливать с помощью калибратора в единицах измерений температуры, °С в соответствии с Таблицей 6.

10.1.4.5 После завершения сбора данных для каждого ИК с помощью программы «Recorder» в автоматическом или расчетном режиме определить максимальную абсолютную погрешность измерений по формуле (1).

10.1.4.6 Результаты поверки ИК температуры жидких сред, измеряемой термопарами, считать положительными, если суммарное с ПП максимальное значение погрешности находится в допускаемых пределах:

- $\pm 7,0$  °С для ИК с термопарами типа ХК (L);
- $\pm 9,0$  °С для ИК с термопарами типа ХА (К).

В противном случае система бракуется и направляется в ремонт.

10.1.5 Определение относительной погрешности измерений расхода объемного жидких сред

Поверку каждого ИК выполнить в 3 этапа поэлементным способом:

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

Для контроля (оценки) ПП отсоединить его от электрической части ИК. Проверить внешний вид, наличие пломб и маркировку. ПП не должен иметь

видимых внешних повреждений, опломбирование выполнено согласно сборочному чертежу, маркировка типа и номера ПП - согласно паспорту.

10.1.5.1 Проверить наличие протоколов определения МХ ПП. Определение МХ ПП проводить по МИ 3287-2010. «ГСИ. Преобразователи объемного расхода. Методика поверки».

10.1.5.2 Поверку электрической части ИК измерений расхода объемного жидких сред, выполнить в следующей последовательности.

10.1.5.3 Собрать схему поверки в соответствии с рисунком 14, для чего на вход электрической части ИК, вместо ПП, подключить генератор низкочастотный прецизионный ГЗ-110. Включить питание ССИ и загрузить операционную систему Windows. Запустить программу «Recorder» и для всех ИК расхода объемного жидких сред установить значения в соответствии с Таблицей 7

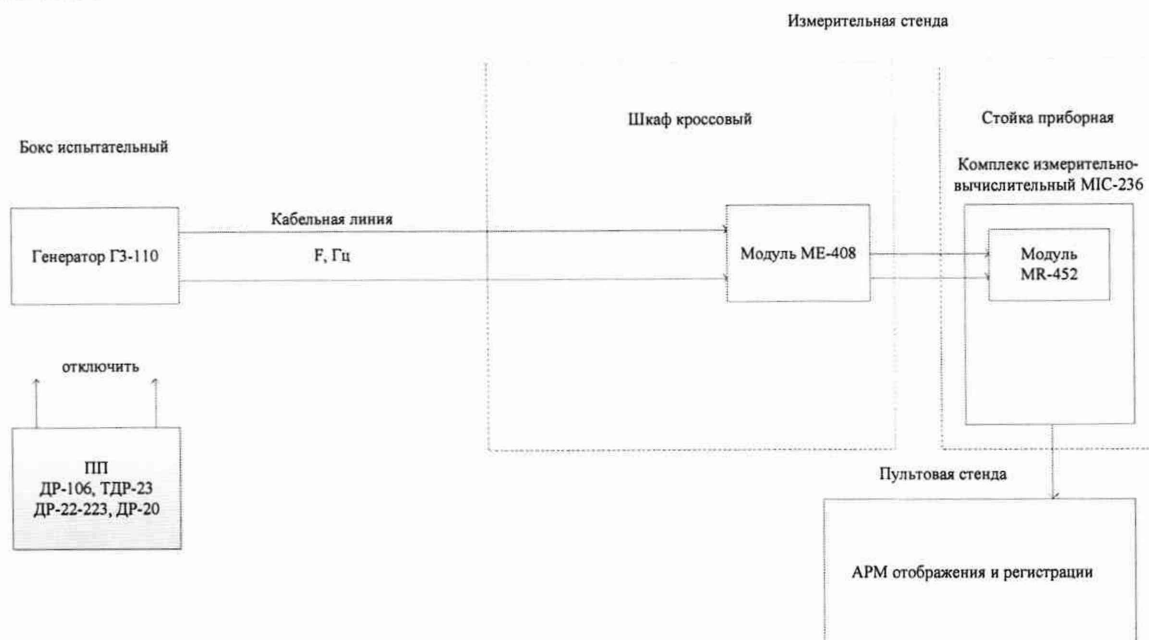


Рисунок 14 - Схема поверки ИК расхода объемного

Таблица 7 – Контрольные точки измерений расхода

Наименование параметра ИК	Размерность	НП ДИ ИК	ВП ДИ ИК	Количество КТ на ДИ ИК, п	Номинальные значения частоты в КТ, Гц
Расход жидких сред Параметры $Q_{01}(Q_{д1}), Q_{02}(Q_{д2})$	л/мин	19,0	39,0	5	из протокола определения МХ
Расход жидких сред Параметры $Q_{03}(Q_{д4}), Q_{04}(Q_{д4})$	л/мин	31,0	78,0	5	из протокола определения МХ
Расход жидких сред Параметры $Q_{05}(Q_{д5}), Q_{06}(Q_{д6})$	л/мин	31,0	152,0	5	из протокола определения МХ

10.1.5.4 Используя программу «Recorder», поочередно для всех ИК расхода объемного жидких сред, провести работы по сбору данных для определения максимальной погрешности измерений. Номинальные значения частоты в КТ исследуемого ДИ ИК устанавливать с помощью генератора в единицах частоты, Гц, в соответствии с Таблицей 7.

10.1.5.5 После завершения сбора данных для каждого ИК с помощью программы «Recorder» в автоматическом или расчетном режиме определить максимальную относительную погрешность измерений по формулам (1) и (2)

10.1.5.6 Результаты поверки ИК расхода объемного жидких сред считать положительными, если суммарное с ПП максимальное значение погрешности находится в допусках:  $\pm 0,5\%$ .

В противном случае система бракуется и направляется в ремонт.

10.1.6 Определение приведенной (к ВП) погрешности измерений силы от тяги

Поверку каждого ИК выполнить в 3 этапа поэлементным способом:

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

Для контроля (оценки) ПП отсоединить его от электрической части ИК. Проверить внешний вид, наличие пломб и маркировку. ПП не должен иметь видимых внешних повреждений, опломбирование выполнено согласно сборочному чертежу, маркировка типа и номера ПП - согласно паспорту.



10.1.6.1 Проверить наличие актуальных сведений о поверке в ФИФ или действующего свидетельства о поверке (первичной или периодической). Свидетельство о поверке должно быть действующим, значение погрешности ПП, указанное в свидетельстве, должно находиться в допускаемых пределах.

10.1.6.2 Поверку электрической части ИК силы от тяги выполнить в следующей последовательности.

10.1.6.3 Собрать схему поверки в соответствии с рисунком 15, для чего на вход электрической части ИК, вместо ПП, подключить генератор низкочастотный прецизионный ГЗ-110. Включить питание ССИ и загрузить операционную систему Windows. Запустить программу «Recorder» и для всех ИК силы от тяги установить значения в соответствии с Таблицей 8.

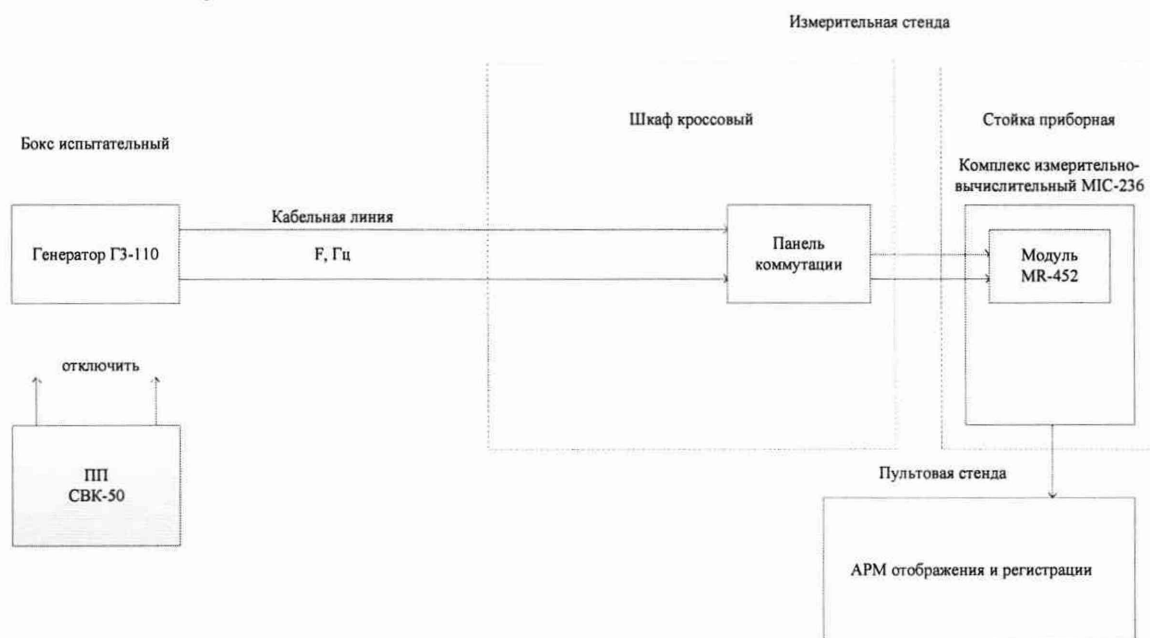


Рисунок 15 - Схема поверки ИК силы от тяги

Таблица 8 – Контрольные точки измерений силы от тяги

Наименование параметра ИК	Размерность	НП ДИ ИК	ВП ДИ ИК	Количество КТ на ДИ ИК, n	Номинальные значения частоты в КТ, Гц
1	2	3	4	5	6
Сила от тяги Параметры $S_{01}(S_{д1})$ , $S_{02}(S_{д2})$ , $S_{03}(S_{д3})$ , $S_{04}(S_{д4})$	кН	0	500	5	6000, 6375, 6750, 7125, 7500

10.1.6.4 Используя программу «Recorder», поочередно для всех ИК силы от тяги, провести работы по сбору данных для определения максимальной погрешности измерений. Номинальные значения частоты в КТ исследуемого ДИ ИК устанавливать с помощью генератора в единицах частоты, Гц, в соответствии с Таблицей 8.

10.1.6.5 После завершения сбора данных для каждого ИК с помощью программы «Recorder» в автоматическом или расчетном режиме определить максимальную приведенную (к ВП) погрешность измерений по формулам (1) и (4)

10.1.6.6 Результаты поверки ИК силы от тяги считать положительными, если суммарное с ПП максимальное значение погрешности находится в допустимых пределах  $\pm 0,5\%$ .

Примечание – Максимальное значение погрешности ПП берется из таблицы сведений об его поверке.

В противном случае система бракуется и направляется в ремонт.

10.1.7 Определение абсолютной погрешности измерений относительного сопротивления

Поверку каждого ИК выполнить в 2 этапа комплектным способом:

- 1 этап – поверка электрической части ИК с целью определения МХ ИК (погрешности измерений);
- 2 этап – определение и оценка максимальной погрешности ИК.

10.1.7.1 Собрать схему поверки в соответствии с рисунком 16, для чего на вход ИК, подключить магазины сопротивления Р 4831.

10.1.7.2 Включить питание ССИ и загрузить операционную систему Windows. Запустить программу «Recorder» и для всех ИК относительного сопротивления установить значения в соответствии с таблицей 9.

10.1.7.3 Используя программу «Recorder» поочередно для всех указанных в таблице 9 ИК провести работы по сбору данных для определения максимальной погрешности измерений. Номинальные значения относительного сопротивления в КТ исследуемого ИК устанавливать с помощью магазинов сопротивления № 1 и № 2 (значения сопротивления R1, R2) в единицах относительного сопротивления, %, в соответствии с таблицей 9.

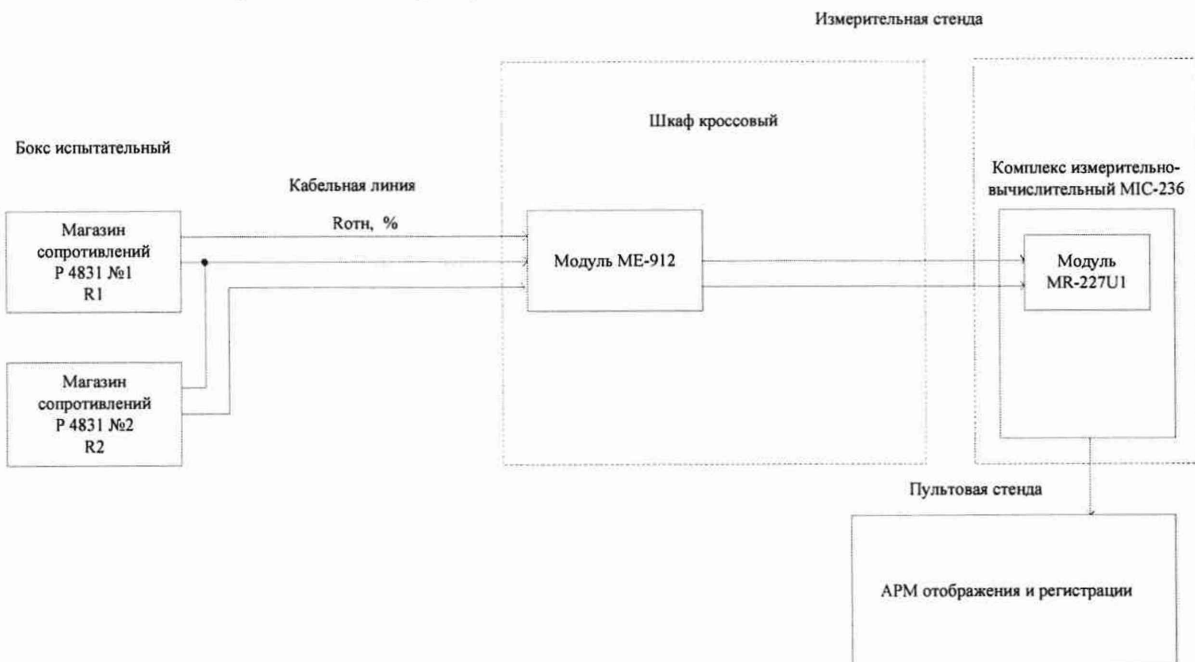


Рисунок 16 – Схема поверки ИК относительного сопротивления

Таблица 9 – Контрольные точки измерений относительного сопротивления

Наименование ИК (измеряемого параметра)	Размерность	НП ДИ ИК	ВП ДИ ИК	Количество КТ на ДИ ИК, п	R1	R2	Номинальные значения относительного сопротивления в КТ, %
Относительное сопротивление (Параметры $R_{отн01}(R_{отнд1})$ , $R_{отн01}(R_{отнд1}), R_{отн02}(R_{отнд2})$ , $R_{отн03}(R_{отнд4})$ , $R_{отн05}(R_{отнд5})$ , $R_{отн06}(R_{отнд6})$ , $R_{отн07}(R_{отнд7})$ , $R_{отн08}(R_{отнд8})$ , $R_{отн09}(R_{отнд9})$ , $R_{отн10}(R_{отнд10})$ , $R_{отн11}(R_{отнд11})$ , $R_{отн12}(R_{отнд12})$ , $R_{отн13}(R_{отнд13})$ , $R_{отн14}(R_{отнд14})$ , $R_{отн15}(R_{отнд15})$ , $R_{отн16}(R_{отнд16})$ , $R_{отн17}(R_{отнд17})$ , $R_{отн18}(R_{отнд18})$ , $R_{отн19}(R_{отнд19})$ , $R_{отн20}(R_{отнд20})$ , $R_{отн21}(R_{отнд21})$ , $R_{отн22}(R_{отнд22})$ , $R_{отн23}(R_{отнд23})$ , $R_{отн24}(R_{отнд24})$ , $R_{отн25}(R_{отнд25})$ , $R_{отн26}(R_{отнд26})$ , $R_{отн27}(R_{отнд27})$ , $R_{отн28}(R_{отнд28})$ , $R_{отн29}(R_{отнд29})$ , $R_{отн30}(R_{отнд30})$ , $R_{отн31}(R_{отнд31})$ , $R_{отн32}(R_{отнд32})$ , $R_{отн33}(R_{отнд33})$ , $R_{отн34}(R_{отнд34})$ , $R_{отн35}(R_{отнд35})$ , $R_{отн36}(R_{отнд36})$ , $R_{отн37}(R_{отнд37})$ , $R_{отн38}(R_{отнд38})$ , $R_{отн39}(R_{отнд39})$ , $R_{отн40}(R_{отнд40})$ , $R_{отн41}(R_{отнд41})$ , $R_{отн42}(R_{отнд42})$ , $R_{отн43}(R_{отнд43})$ , $R_{отн44}(R_{отнд44})$ , $R_{отн45}(R_{отнд45})$ , $R_{отн46}(R_{отнд46})$ , $R_{отн47}(R_{отнд47})$ , $R_{отн48}(R_{отнд48})$ , $R_{отн49}(R_{отнд49})$ , $R_{отн50}(R_{отнд50})$ , $R_{отн51}(R_{отнд51})$ , $R_{отн52}(R_{отнд52})$ , $R_{отн53}(R_{отнд53})$ , $R_{отн54}(R_{отнд54})$ , $R_{отн55}(R_{отнд55})$ , $R_{отн56}(R_{отнд56})$ , $R_{отн57}(R_{отнд57})$ , $R_{отн58}(R_{отнд58})$ , $R_{отн59}(R_{отнд59})$ , $R_{отн60}(R_{отнд60})$ , $R_{отн61}(R_{отнд61})$ , $R_{отн62}(R_{отнд62})$ , $R_{отн63}(R_{отнд63})$ , $R_{отн64}(R_{отнд64})$ )	%	1	99	5	50 1250 2500 3750 4950	4950 3750 2500 1250 50	1,0; 25,0; 50,0; 75,0; 99,0

10.1.7.4 После завершения сбора данных для каждого ИК с помощью программы «Recorder» в автоматическом или расчетном режиме определить максимальную абсолютную погрешность измерений  $\Delta$ , по формуле (1).

10.1.7.5 Результаты поверки ИК относительного сопротивления, считать положительными, если максимальное значение абсолютной погрешности измерений для ИК находится в допустимых пределах  $\pm 1,0$  %.

В противном случае система бракуется и направляется в ремонт.

10.1.8 Определение приведенной (к ВП) погрешности измерений ИК сопротивления постоянному току, соответствующего значениям температуры жидких сред в диапазоне преобразований термопреобразователями сопротивления

Поверку каждого ИК выполнить в 2 этапа комплектным способом:

– 1 этап – поверка электрической части ИК с целью определения МХ ИК (погрешности измерений);

– 2 этап – определение и оценка максимальной погрешности ИК.

10.1.8.1 Собрать схему поверки в соответствии с рисунком 12, для чего на вход ИК, подключить калибратор-измеритель ЭЛЕМЕР-ИКСУ-2012.

10.1.8.2 Включить питание ССИ и загрузить операционную систему Windows. Запустить программу «Recorder» и для всех ИК сопротивления постоянному току, соответствующего значениям температуры жидких сред в диапазоне преобразований термометров сопротивления, установить значения в соответствии с таблицей 10.

10.1.8.3 Используя программу «Recorder» поочередно для всех указанных в таблице 10 ИК провести работы по сбору данных для определения максимальной погрешности измерений. Номинальные значения сопротивления в КТ исследуемого ИК устанавливать с помощью калибратора-измерителя ЭЛЕМЕР-ИКСУ-2012 в единицах сопротивления, Ом, в соответствии с таблицей 10.

Таблица 10 – Контрольные точки измерений сопротивления постоянному току, соответствующего значениям температуры жидких сред в диапазоне преобразований термопреобразователями сопротивления

Наименование ИК (измеряемого параметра)	Размерность	НП ДИ ИК	ВП ДИ ИК	Количество КТ на ДИ ИК, п	Номинальные значения температуры в КТ, °С	Номинальные значения сопротивления в КТ, Ом
Температура жидких сред в диапазоне преобразования медных термометров градуировка 2а Параметры Ттс_резерво1(Ттс_резервд1), Ттс_резерво2(Ттс_резервд2), Ттс_резерво3(Ттс_резервд3), Ттс_резерво4(Ттс_резервд4)	Ом	50,75	75,53	6	-10, 0, 25, 50, 75, 100	50,75; 53,0; 58,63; 64,26; 69,89; 75,53
Температура жидких сред в диапазоне преобразования платиновых термометров 100П Параметры Ттс_резерво5(Ттс_резервд5), Ттс_резерво6(Ттс_резервд6), Ттс_резерво7(Ттс_резервд7)	Ом	96,03	139,11	6	-10, 0, 25, 50, 75, 100	96,03; 100,0; 109,89; 119,70; 139,11

Наименование ИК (измеряемого параметра)	Размерность	НП ДИ ИК	ВП ДИ ИК	Количество КТ на ДИ ИК, п	Номинальные значения температуры в КТ, °С	Номинальные значения сопротивления в КТ, Ом
Температура жидких сред в диапазоне преобразования платиновых термометров 100П Параметры Ттс_резерв <sub>о8</sub> (Ттс_резерв <sub>д8</sub> ), Ттс_резерв <sub>о9</sub> (Ттс_резерв <sub>д9</sub> ), Ттс_резерв <sub>о10</sub> (Ттс_резерв <sub>д10</sub> ), Ттс_резерв <sub>о11</sub> (Ттс_резерв <sub>д11</sub> ), Ттс_резерв <sub>о12</sub> (Ттс_резерв <sub>д12</sub> ), Ттс_резерв <sub>о13</sub> (Ттс_резерв <sub>д13</sub> ), Ттс_резерв <sub>о14</sub> (Ттс_резерв <sub>д14</sub> ), Ттс_резерв <sub>о15</sub> (Ттс_резерв <sub>д15</sub> ), Ттс_резерв <sub>о16</sub> (Ттс_резерв <sub>д16</sub> ), Ттс_резерв <sub>о17</sub> (Ттс_резерв <sub>д17</sub> ), Ттс_резерв <sub>о18</sub> (Ттс_резерв <sub>д18</sub> ), Ттс_резерв <sub>о19</sub> (Ттс_резерв <sub>д19</sub> ), Ттс_резерв <sub>о20</sub> (Ттс_резерв <sub>д20</sub> ), Ттс_резерв <sub>о21</sub> (Ттс_резерв <sub>д21</sub> ), Ттс_резерв <sub>о22</sub> (Ттс_резерв <sub>д22</sub> ), Ттс_резерв <sub>о23</sub> (Ттс_резерв <sub>д23</sub> ), Ттс_резерв <sub>о24</sub> (Ттс_резерв <sub>д24</sub> ), Ттс_резерв <sub>о25</sub> (Ттс_резерв <sub>д25</sub> ), Ттс_резерв <sub>о26</sub> (Ттс_резерв <sub>д26</sub> ), Ттс_резерв <sub>о27</sub> (Ттс_резерв <sub>д27</sub> ), Ттс_резерв <sub>о28</sub> (Ттс_резерв <sub>д28</sub> ), Ттс_резерв <sub>о29</sub> (Ттс_резерв <sub>д29</sub> ), Ттс_резерв <sub>о30</sub> (Ттс_резерв <sub>д30</sub> ), Ттс_резерв <sub>о31</sub> (Ттс_резерв <sub>д31</sub> ), Ттс_резерв <sub>о32</sub> (Ттс_резерв <sub>д32</sub> ), Ттс_резерв <sub>о33</sub> (Ттс_резерв <sub>д33</sub> ), Ттс_резерв <sub>о34</sub> (Ттс_резерв <sub>д34</sub> ), Ттс_резерв <sub>о35</sub> (Ттс_резерв <sub>д35</sub> ))	Ом	96,03	177,04	6	-10, 0, 50, 100, 150, 200	96,03; 100,0; 119,70; 139,11; 158,22; 177,04

10.1.8.4 После завершения сбора данных для каждого ИК с помощью программы «Recorder» в автоматическом или расчетном режиме определить максимальную приведенную (к ДИ) погрешность измерений  $\gamma$ , по формулам (1) и (3).

10.1.8.5 Результаты поверки ИК сопротивления постоянному току, соответствующего значениям температуры жидких сред в диапазоне преобразований термопреобразователями сопротивления, считать положительными, если максимальное значение приведенной (к ВП) погрешности измерений для ИК находится в допустимых пределах  $\pm 0,15\%$ .

В противном случае система бракуется и направляется в ремонт.

10.1.9 Определение приведенной (к ВП) погрешности измерений ИК напряжения постоянного тока, соответствующего значениям температуры жидких сред в диапазоне преобразований термопар

Поверку каждого ИК выполнить в 2 этапа комплектным способом:

– 1 этап – проверка электрической части ИК с целью определения МХ ИК (погрешности измерений);

– 2 этап – определение и оценка максимальной погрешности ИК.

10.1.9.1 Собрать схему поверки в соответствии с рисунком 13, для чего на вход ИК, подключить калибратор-измеритель ЭЛЕМЕР-ИКСУ-2012.

10.1.9.2 Включить питание ССИ и загрузить операционную систему Windows. Запустить программу «Recorder» и для всех ИК напряжения постоянного тока установить значения в соответствии с таблицей 11.

10.1.9.3 Используя программу «Recorder» поочередно для всех указанных в таблице 11 ИК провести работы по сбору данных для определения максимальной погрешности измерений. Номинальные значения сопротивления в КТ исследуемого ИК устанавливать с помощью калибратора-измерителя ЭЛЕМЕР-ИКСУ-2012 в единицах напряжения, мВ, в соответствии с таблицей 11.

Таблица 11 – Контрольные точки измерений напряжения постоянного тока, соответствующего значениям температуры жидких сред в диапазоне преобразований термопар

Наименование ИК (измеряемого параметра)	Размерность	НП ДИ ИК	ВП ДИ ИК	Количество КТ на ДИ ИК. л	Номинальные значения температуры в КТ, °С	Номинальные значения напряжения в КТ, мВ
Температура жидких сред в диапазоне преобразования термопар типа ХК (L) Параметры Ттт_резерв <sub>01</sub> (Ттт_резерв <sub>д1</sub> ), Ттт_резерв <sub>02</sub> (Ттт_резерв <sub>д5</sub> ), Ттт_резерв <sub>03</sub> (Ттт_резерв <sub>д3</sub> ), Ттт_резерв <sub>04</sub> (Ттт_резерв <sub>д4</sub> ), Ттт_резерв <sub>05</sub> (Ттт_резерв <sub>д5</sub> ), Ттт_резерв <sub>06</sub> (Ттт_резерв <sub>д6</sub> ), Ттт_резерв <sub>07</sub> (Ттт_резерв <sub>д7</sub> ), Ттт_резерв <sub>08</sub> (Ттт_резерв <sub>д8</sub> ), Ттт_резерв <sub>09</sub> (Ттт_резерв <sub>д9</sub> ), Ттт_резерв <sub>010</sub> (Ттт_резерв <sub>д10</sub> ), Ттт_резерв <sub>011</sub> (Ттт_резерв <sub>д11</sub> ), Ттт_резерв <sub>012</sub> (Ттт_резерв <sub>д12</sub> ), Ттт_резерв <sub>013</sub> (Ттт_резерв <sub>д13</sub> ), Ттт_резерв <sub>014</sub> (Ттт_резерв <sub>д14</sub> ), Ттт_резерв <sub>015</sub> (Ттт_резерв <sub>д15</sub> ), Ттт_резерв <sub>016</sub> (Ттт_резерв <sub>д16</sub> ),	мВ	0	49,108	5	0, 150, 300, 450, 600	0; 10,624; 22,843; 35,888; 49,108

Наименование ИК (измеряемого параметра)	Размерность	НП ДИ ИК	ВП ДИ ИК	Количество КТ на ДИ ИК, n	Номинальные значения температуры в КТ, °С	Номинальные значения напряжения в КТ, мВ
Ттт_резерв <sub>017</sub> (Ттт_резерв <sub>д17</sub> ), Ттт_резерв <sub>018</sub> (Ттт_резерв <sub>д18</sub> ), Ттт_резерв <sub>019</sub> (Ттт_резерв <sub>д19</sub> ), Ттт_резерв <sub>020</sub> (Ттт_резерв <sub>д20</sub> ))						
Температура жидких сред в диапазоне преобразования термопар типа ХА (К)						
Параметры						
Ттт_резерв <sub>021</sub> (Ттт_резерв <sub>д21</sub> ), Ттт_резерв <sub>022</sub> (Ттт_резерв <sub>д22</sub> ), Ттт_резерв <sub>023</sub> (Ттт_резерв <sub>д23</sub> ), Ттт_резерв <sub>024</sub> (Ттт_резерв <sub>д24</sub> ), Ттт_резерв <sub>025</sub> (Ттт_резерв <sub>д25</sub> ), Ттт_резерв <sub>026</sub> (Ттт_резерв <sub>д26</sub> ), Ттт_резерв <sub>027</sub> (Ттт_резерв <sub>д27</sub> ), Ттт_резерв <sub>028</sub> (Ттт_резерв <sub>д28</sub> ), Ттт_резерв <sub>029</sub> (Ттт_резерв <sub>д29</sub> ), Ттт_резерв <sub>030</sub> (Ттт_резерв <sub>д30</sub> ), Ттт_резерв <sub>031</sub> (Ттт_резерв <sub>д31</sub> ), Ттт_резерв <sub>032</sub> (Ттт_резерв <sub>д32</sub> ), Ттт_резерв <sub>033</sub> (Ттт_резерв <sub>д33</sub> ), Ттт_резерв <sub>034</sub> (Ттт_резерв <sub>д34</sub> ), Ттт_резерв <sub>035</sub> (Ттт_резерв <sub>д35</sub> ), Ттт_резерв <sub>036</sub> (Ттт_резерв <sub>д36</sub> ), Ттт_резерв <sub>037</sub> (Ттт_резерв <sub>д37</sub> ), Ттт_резерв <sub>038</sub> (Ттт_резерв <sub>д38</sub> ), Ттт_резерв <sub>039</sub> (Ттт_резерв <sub>д39</sub> ), Ттт_резерв <sub>040</sub> (Ттт_резерв <sub>д40</sub> ), Ттт_резерв <sub>041</sub> (Ттт_резерв <sub>д41</sub> ), Ттт_резерв <sub>042</sub> (Ттт_резерв <sub>д42</sub> ), Ттт_резерв <sub>043</sub> (Ттт_резерв <sub>д43</sub> ), Ттт_резерв <sub>044</sub> (Ттт_резерв <sub>д44</sub> ), Ттт_резерв <sub>045</sub> (Ттт_резерв <sub>д45</sub> ), Ттт_резерв <sub>046</sub> (Ттт_резерв <sub>д46</sub> ), Ттт_резерв <sub>047</sub> (Ттт_резерв <sub>д47</sub> ), Ттт_резерв <sub>048</sub> (Ттт_резерв <sub>д48</sub> ))	мВ	0	41,276	5	0, 250, 500, 750, 1000	0; 10,153; 20,644; 31,213; 41,276



10.1.9.4 После завершения сбора данных для каждого ИК с помощью программы «Recorder» в автоматическом или расчетном режиме определить максимальную приведенную (к ВП) погрешность измерений  $\gamma$ , по формулам (1) и (4).

10.1.9.5 Результаты поверки ИК напряжения постоянного тока, соответствующего значениям температуры жидких сред в диапазоне преобразований термопар, считать положительными, если максимальное значение приведенной (к ВП) погрешности измерений для ИК находится в допустимых пределах  $\pm 0,3 \%$ .

В противном случае система бракуется и направляется в ремонт.

10.1.10 Определение относительной погрешности измерений частоты периодических сигналов, соответствующей частоте вращения

Поверку каждого ИК выполнить в 2 этапа комплектным способом:

- 1 этап – поверка электрической части ИК с целью определения МХ ИК (погрешности измерений);
- 2 этап – определение и оценка максимальной погрешности ИК.

10.1.10.1 Собрать схему поверки в соответствии с рисунком 17, для чего на вход ИК, подключить генератор ГЗ-110.

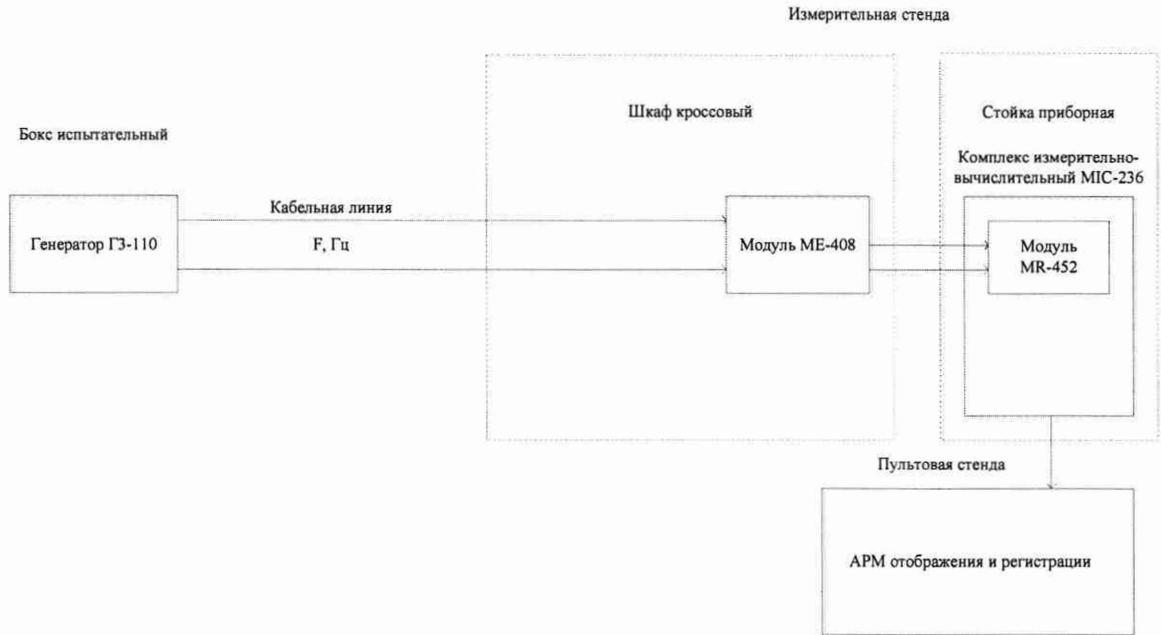


Рисунок 17 – Схема поверки ИК частоты периодических сигналов, соответствующей частоте вращения

10.1.10.2 Включить питание ССИ и загрузить операционную систему Windows. Запустить программу «Recorder» и для всех ИК частоты периодических сигналов установить значения в соответствии с таблицей 12.

Таблица 12 – Контрольные точки измерений частоты периодических сигналов, соответствующей частоте вращения

Наименование параметра ИК	Размерность	НП ДИ ИК	ВП ДИ ИК	Количество КТ на ДИ ИК, п	Номинальные значения частоты в КТ, Гц
Частота периодического сигнала (соответствующая частоте вращения от 60 до 60000 об/мин) Параметры $F_{n01}(F_{нд1})$ , $F_{n02}(F_{нд2})$ , $F_{n03}(F_{нд3})$ , $F_{n04}(F_{нд4})$	Гц	1	4000	5	1, 1000, 2000, 3000, 4000

10.1.10.3 Используя программу «Recorder» поочередно для всех указанных в таблице 12 ИК провести работы по сбору данных для определения максимальной погрешности измерений. Номинальные значения частоты в КТ исследуемого ИК устанавливать с помощью генератора ГЗ-110 в единицах частоты, Гц, в соответствии с таблицей 12.

10.1.10.4 После завершения сбора данных для каждого ИК с помощью программы «Recorder» в автоматическом или расчетном режиме определить максимальную относительную погрешность измерений  $\delta$ , по формулам (1) и (2).

10.1.10.5 Результаты поверки ИК частоты периодических сигналов, соответствующей частоте вращения, считать положительными, если максимальное значение относительной погрешности измерений для ИК находится в допустимых пределах  $\pm 0,5\%$ .

В противном случае система бракуется и направляется в ремонт.

10.1.11 Определение приведенной (к ВП) погрешности измерений напряжения постоянного тока

Поверку каждого ИК выполнить в 2 этапа комплектным способом:

- 1 этап – поверка электрической части ИК с целью определения МХ ИК (погрешности измерений);
- 2 этап – определение и оценка максимальной погрешности ИК.

10.1.11.1 Собрать схему поверки в соответствии с рисунком 18, для чего на вход ИК, подключить калибратор-измеритель ЭЛЕМЕР-ИКСУ-2012.

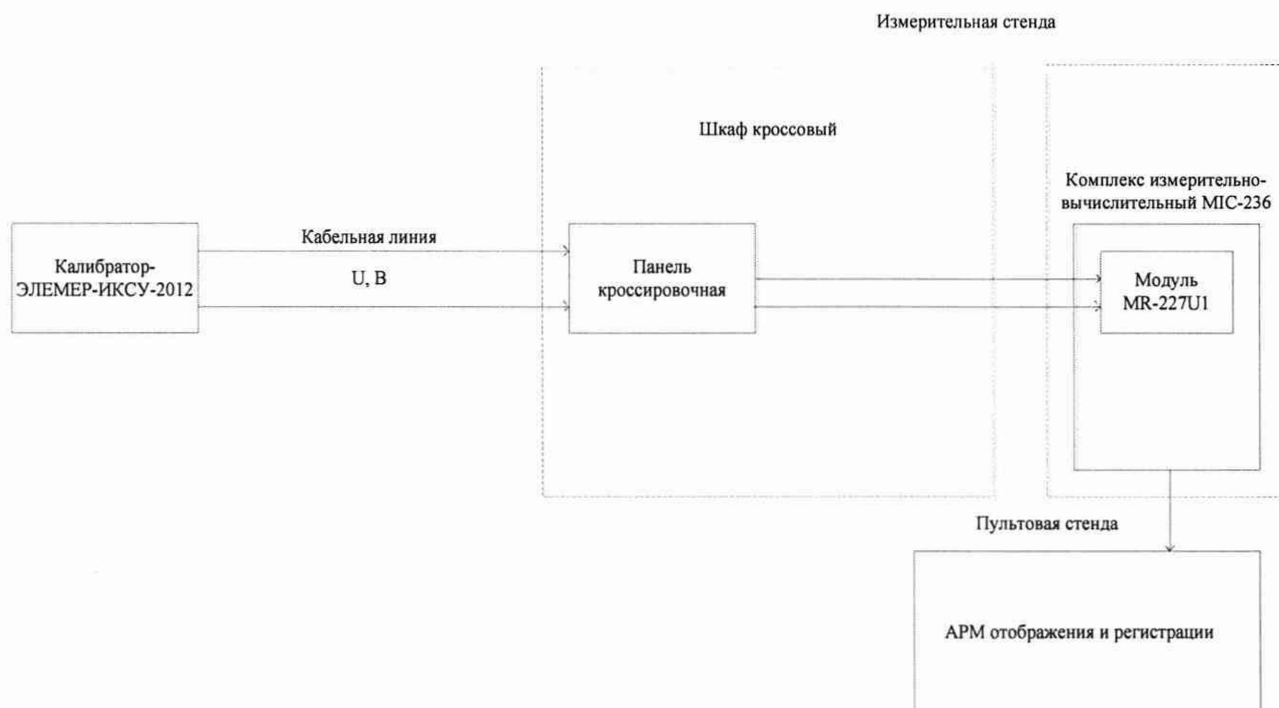


Рисунок 18 – Схема поверки ИК напряжения постоянного тока

10.1.11.2 Включить питание ССИ и загрузить операционную систему Windows. Запустить программу «Recorder» и для всех ИК напряжения постоянного тока установить значения в соответствии с таблицей 13.

Таблица 13 – Контрольные точки измерений напряжения постоянного тока

Наименование параметра ИК	Размерность	НП ДИ ИК	ВП ДИ ИК	Количество КТ на ДИ ИК, п	Номинальные значения напряжения в КТ, В
Напряжение постоянного тока Параметры $U_{01}(U_{л1})$ , $U_{02}(U_{л2})$ , $U_{03}(U_{л3})$ , $U_{04}(U_{л4})$ , $U_{05}(U_{л5})$ , $U_{06}(U_{л6})$ , $U_{07}(U_{л7})$ , $U_{08}(U_{л8})$ , $U_{09}(U_{л9})$ , $U_{010}(U_{л10})$ , $U_{011}(U_{л11})$ , $U_{012}(U_{л12})$ , $U_{013}(U_{л13})$ , $U_{014}(U_{л14})$ , $U_{015}(U_{л15})$ , $U_{016}(U_{л16})$	В	0	10	5	0; 2,5; 5,0; 7,5; 10,0

10.1.11.3 Используя программу «Recorder» поочередно для всех указанных в таблице 13 ИК провести работы по сбору данных для определения максимальной погрешности измерений. Номинальные значения напряжения в КТ исследуемого ИК устанавливать с помощью калибратора-измерителя ЭЛЕМЕР-ИКСУ-2012 в единицах напряжения, мВ, в соответствии с таблицей 13.

10.1.11.4 После завершения сбора данных для каждого ИК с помощью программы «Recorder» в автоматическом или расчетном режиме определить максимальную приведенную (к ВП) погрешность измерений  $\gamma$ , по формулам (1) и (4).

10.1.11.5 Результаты поверки ИК напряжения постоянного тока, считать положительными, если максимальное значение приведенной (к ВП) погрешности измерений для ИК находится в допусках  $\pm 0,3\%$ .

В противном случае система бракуется и направляется в ремонт.

10.1.12 Определение приведенной (к ВП) погрешности измерений силы постоянного тока, соответствующего значениям давления избыточного

Поверку каждого ИК выполнить в 2 этапа комплектным способом:

- 1 этап – поверка электрической части ИК с целью определения МХ ИК (погрешности измерений);

- 2 этап – определение и оценка максимальной погрешности ИК.

10.1.12.1 Собрать схему поверки в соответствии с рисунком 19, для чего на вход ИК, подключить калибратор-измеритель ЭЛЕМЕР-ИКСУ-2012.

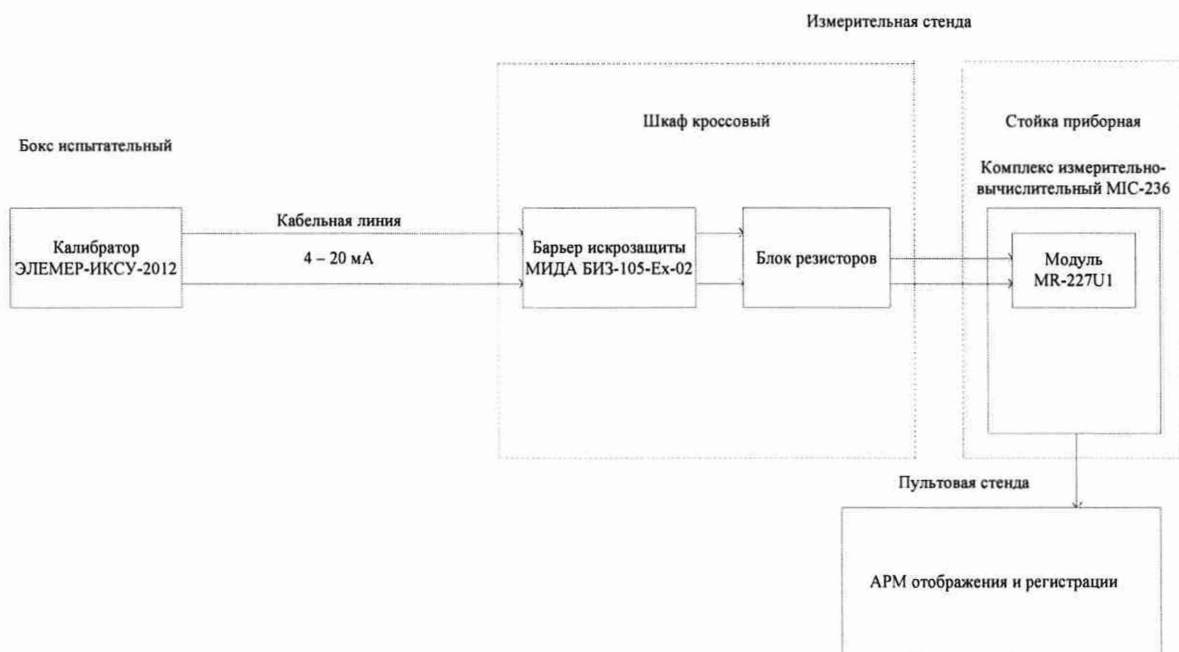


Рисунок 19 – Схема поверки ИК силы постоянного тока, соответствующего значениям давления

10.1.12.2 Включить питание ССИ и загрузить операционную систему Windows. Запустить программу «Recorder» и для всех ИК силы постоянного тока установить значения в соответствии с таблицей 14.

Таблица 14– Контрольные точки измерений силы постоянного тока

Наименование параметра ИК	Размерность	НП ДИ ИК	ВП ДИ ИК	Количество КТ на ДИ ИК, п	Номинальные значения напряжения в КТ, В
Напряжение постоянного тока Параметры Р_резерв <sub>01</sub> (Р_резерв <sub>д1</sub> ), Р_резерв <sub>02</sub> (Р_резерв <sub>д2</sub> ), Р_резерв <sub>03</sub> (Р_резерв <sub>д3</sub> ), Р_резерв <sub>04</sub> (Р_резерв <sub>д4</sub> ), Ррезерв <sub>05</sub> (Р_резерв <sub>д5</sub> ), Р_резерв <sub>06</sub> (Р_резерв <sub>д6</sub> ), Р_резерв <sub>07</sub> (Р_резерв <sub>д7</sub> ), Р_резерв <sub>08</sub> (Р_резерв <sub>д8</sub> ), Р_резерв <sub>09</sub> (Р_резерв <sub>д9</sub> ), Р_резерв <sub>010</sub> (Р_резерв <sub>д10</sub> ), Р_резерв <sub>011</sub> (Р_резерв <sub>д11</sub> ), Р_резерв <sub>012</sub> (Р_резерв <sub>д12</sub> ), Р_резерв <sub>013</sub> (Р_резерв <sub>д13</sub> ), Р_резерв <sub>014</sub> (Р_резерв <sub>д14</sub> )	мА	4	20	5	4; 8; 12; 16; 20

10.1.12.3 Используя программу «Recorder» поочередно для всех указанных в таблице 14 ИК провести работы по сбору данных для определения максимальной погрешности измерений. Номинальные значения силы постоянного тока в КТ исследуемого ИК устанавливать с помощью калибратора-измерителя ЭЛЕМЕР-ИКСУ-2012 в единицах силы тока, мА, в соответствии с таблицей 14.

10.1.12.4 После завершения сбора данных для каждого ИК с помощью программы «Recorder» в автоматическом или расчетном режиме определить максимальную приведенную (к ВП) погрешность измерений  $\gamma$ , по формулам (1) и (4).

10.1.12.5 Результаты поверки ИК силы постоянного тока, считать положительными, если максимальное значение приведенной (к ВП) погрешности измерений для ИК находится в допускаемых пределах  $\pm 0,1\%$ .

В противном случае система бракуется и направляется в ремонт.

10.1.13 Определение относительной погрешности измерений частоты периодических сигналов

Поверку каждого ИК выполнить в 2 этапа комплектным способом:

– 1 этап – поверка электрической части ИК с целью определения МХ ИК (погрешности измерений);

– 2 этап – определение и оценка максимальной погрешности ИК.

10.1.13.1 Собрать схему поверки в соответствии с рисунком 17, для чего на вход ИК, подключить генератор ГЗ-110.

10.1.13.2 Включить питание ССИ и загрузить операционную систему Windows. Запустить программу «Recorder» и для всех ИК частоты периодических сигналов установить значения в соответствии с таблицей 15.

Таблица 15 – Контрольные точки измерений частоты периодических сигналов

Наименование параметра ИК	Размерность	НП ДИ ИК	ВП ДИ ИК	Количество КТ на ДИ ИК, п	Номинальные значения частоты в КТ, Гц
Частота периодического сигнала Параметры $F_{01}(F_{д1})$ , $F_{02}(F_{д2})$ , $F_{03}(F_{д3})$ , $F_{04}(F_{д4})$ , $F_{05}(F_{д5})$ , $F_{06}(F_{д6})$ , $F_{07}(F_{д7})$ , $F_{08}(F_{д8})$ , $F_{09}(F_{д9})$ , $F_{010}(F_{д10})$ , $F_{011}(F_{д11})$ , $F_{012}(F_{д12})$ , $F_{013}(F_{д13})$ , $F_{14}(F_{д14})$ , $F_{015}(F_{д15})$ , $F_{016}(F_{д16})$ , $F_{017}(F_{д17})$ , $F_{018}(F_{д18})$ , $F_{019}(F_{д19})$ , $F_{020}(F_{д20})$ , $F_{021}(F_{д21})$ , $F_{022}(F_{д22})$ , $F_{023}(F_{д23})$ , $F_{024}(F_{д24})$	Гц	1000 0	25000	5	10000; 13750; 17500; 21250; 25000
Частота периодического сигнала Параметры $F_{025}(F_{д25})$ , $F_{026}(F_{д26})$ , $F_{027}(F_{д27})$ , $F_{028}(F_{д28})$ , $F_{029}(F_{д29})$ , $F_{030}(F_{д30})$ , $F_{031}(F_{д31})$ , $F_{032}(F_{д32})$ , $F_{033}(F_{д33})$ , $F_{034}(F_{д34})$ , $F_{035}(F_{д35})$ , $F_{036}(F_{д36})$ , $F_{037}(F_{д37})$ , $F_{37}(F_{д38})$ , $F_{039}(F_{д39})$ , $F_{040}(F_{д40})$	Гц	1	5000	6	1; 1000; 2000; 30000; 4000; 5000

10.1.13.3 Используя программу «Recorder» поочередно для всех указанных в таблице 15ИК провести работы по сбору данных для определения максимальной погрешности измерений. Номинальные значения частоты в КТ исследуемого ИК устанавливать с помощью генератора ГЗ-110 в единицах частоты, Гц, в соответствии с таблицей 15.

10.1.13.4 После завершения сбора данных для каждого ИК с помощью программы «Recorder» в автоматическом или расчетном режиме определить максимальную относительную погрешность измерений  $\delta$ , по формулам (1) и (2).

10.1.13.5 Результаты поверки ИК частоты периодических сигналов считать положительными, если максимальное значение относительной погрешности измерений для ИК находится в допусках  $\pm 0,1\%$ .

В противном случае система бракуется и направляется в ремонт.

10.1.14 Определение приведенной (к ДИ) погрешности измерений заряда первичных преобразователей пьезоэлектрического типа

Поверку каждого ИК выполнить в 2 этапа комплектным способом:

– 1 этап – поверка электрической части ИК с целью определения МХ ИК (погрешности измерений);

– 2 этап – определение и оценка максимальной погрешности ИК.



10.1.14.1 Собрать схему поверки в соответствии с рисунком 20, для чего на вход ИК, подключить прибор для поверки вольтметров переменного тока В1-9.

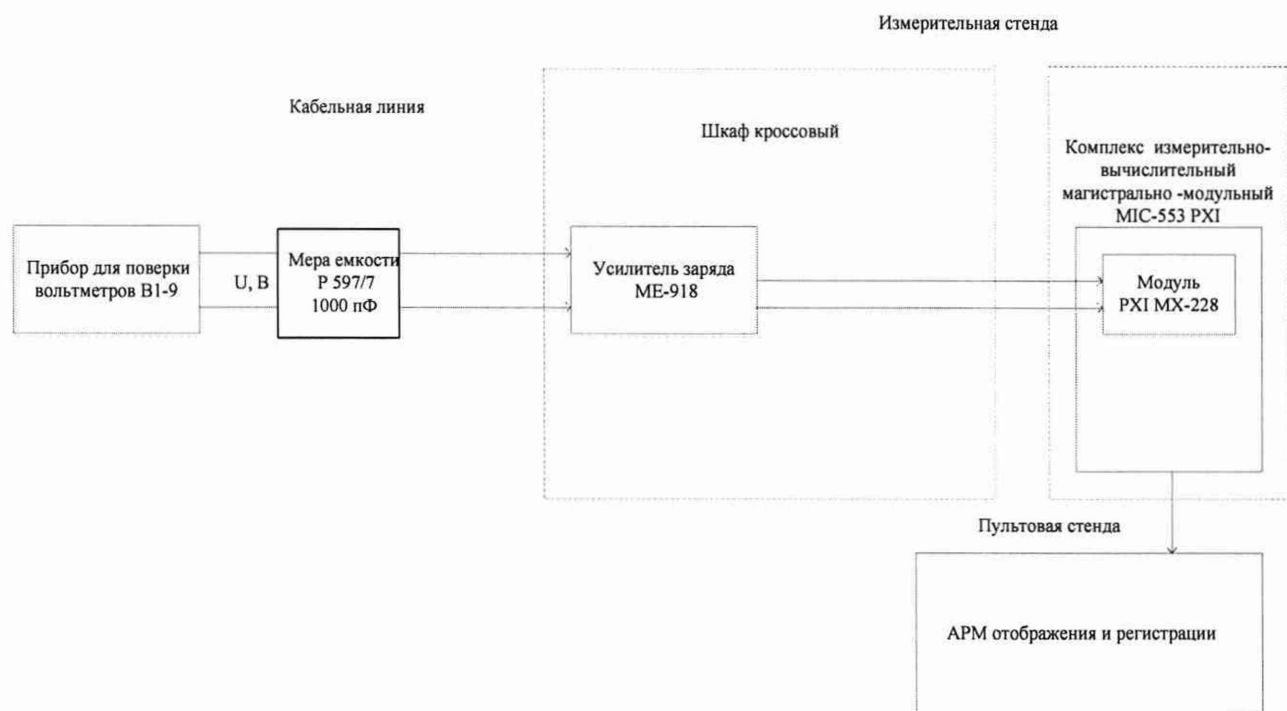


Рисунок 20 – Схема поверки ИК заряда первичных преобразователей пьезоэлектрического типа

10.1.14.2 Включить питание ССИ и загрузить операционную систему Windows. Запустить программу «Recorder» и для всех ИК напряжения постоянного тока установить значения в соответствии с таблицей 16.

Таблица 16 – Контрольные точки измерений заряда

Наименование параметра ИК	Размерность	НП ДИ ИК	ВП ДИ ИК	Количество КТ на ДИ ИК, п	Номинальные значения заряда в КТ (амплитудное значение), нКл	Номинальные значения напряжения в КТ (действующее значение), В
1	2	3	4	5	6	7
Заряд первичных преобразователей пьезоэлектрического типа	нКл	0	2,3	5	0; 0,5; 1,0; 1,7; 2,3	0; 0,35; 0,7; 1,2; 1,62
Параметры $q_{01}(Q_{д1})$ , $q_{02}(Q_{д2})$ , $q_{03}(Q_{д3})$ , $q_{04}(Q_{д4})$ , $q_{05}(Q_{д5})$ , $q_{06}(Q_{д6})$ , $q_{07}(Q_{д7})$ , $q_{08}(Q_{д8})$ , $q_{09}(Q_{д9})$ , $q_{010}(Q_{д10})$ , $q_{011}(Q_{д11})$ ,	нКл	0	7,1	5	0; 1,7; 3,5; 5,2; 7,1	0; 1,2; 2,47; 3,68; 5,02
	нКл	0	17,0	5	0; 4,25; 8,5; 12,75; 17,0	0; 3,0; 6,01; 9,01; 12,02

1	2	3	4	5	6	7
Q <sub>o12</sub> (Q <sub>д12</sub> ), Q <sub>o13</sub> (Q <sub>д13</sub> ), Q <sub>o14</sub> (Q <sub>д14</sub> ), Q <sub>o15</sub> (Q <sub>д15</sub> ), Q <sub>o16</sub> (Q <sub>д16</sub> ), Q <sub>o17</sub> (Q <sub>д17</sub> ), Q <sub>o18</sub> (Q <sub>д18</sub> ), Q <sub>o19</sub> (Q <sub>д19</sub> ), Q <sub>o20</sub> (Q <sub>д20</sub> ), Q <sub>o21</sub> (Q <sub>д21</sub> ), Q <sub>o22</sub> (Q <sub>д22</sub> ), Q <sub>o23</sub> (Q <sub>д23</sub> ), Q <sub>o24</sub> (Q <sub>д24</sub> )	нКл	0	52,0	5	0; 13,0; 26,0; 39,0; 52,0	0; 9,19; 18,38; 25,57; 36,76

10.1.14.3 Используя программу «Recorder» поочередно для всех указанных в таблице 16 ИК провести работы по сбору данных для определения максимальной погрешности измерений. Номинальные значения напряжения в КТ исследуемого ИК устанавливать с помощью прибора для поверки вольтметров В1-9 в единицах напряжения, В, в соответствии с таблицей 16.

10.1.14.4 Используя программу «Recorder» поочередно для всех ИК провести работы по сбору данных для определения наравномерности АЧХ. Номинальные значения частоты в КТ исследуемого ИК устанавливать с помощью прибора для поверки вольтметров В1-9 в единицах частоты, Гц, в следующих КТ: 20; 100; 500; 1000; 5000; 10000; 20000 Гц. Действующее значение напряжения устанавливать 0,71 от КТ, соответствующей ВП ДИ ИК для каждого диапазона измерений в соответствии с таблицей 16.

10.1.14.5 После завершения сбора данных для каждого ИК с помощью программы «Recorder» в автоматическом или расчетном режиме определить максимальную приведенную (к ДИ) погрешность измерений  $\gamma$ , по формулам (1) и (3). Определить неравномерность АЧХ ИК относительно опорной частоты 1000 Гц по формуле (6).

10.1.14.6 Результаты поверки ИК заряда, считать положительными, если максимальное значение приведенной (к ДИ) погрешности измерений для ИК находится в допускаемых пределах  $\pm 7,0 \%$ , неравномерность АЧХ в диапазоне частот от 20 до 20000 Гц не превышает 2,5 дБ.

В противном случае система бракуется и направляется в ремонт.

10.1.15 Определение абсолютной погрешности измерения временных интервалов

Поверку каждого ИК выполнить в 2 этапа комплектным способом:

– 1 этап – поверка электрической части ИК с целью определения МХ ИК (погрешности измерений);

– 2 этап – определение и оценка максимальной погрешности ИК.

10.1.15.1 Собрать схему поверки в соответствии с рисунком 21, для чего на вход ИК, подключить частотомер-хронометр Ф5041.

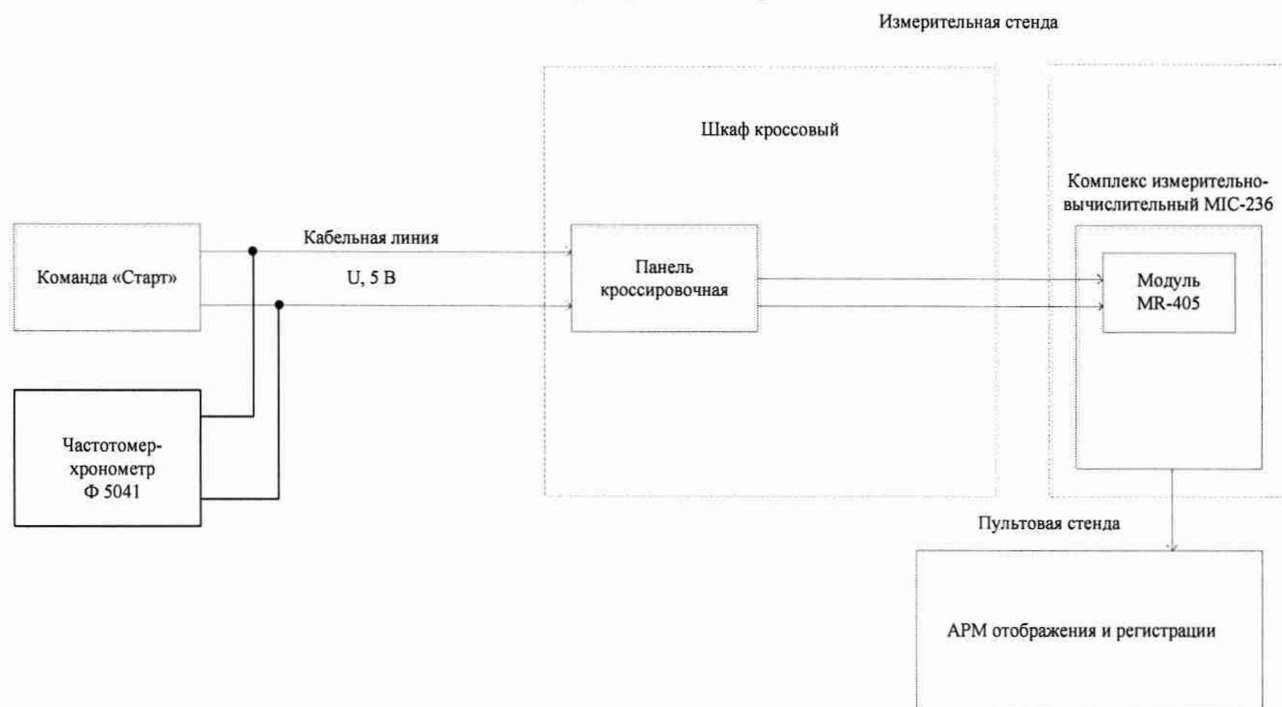


Рисунок 21 – Схема поверки ИК интервалов времени

10.1.15.2 Включить питание ССИ и загрузить операционную систему Windows. Запустить программу «Recorder» и на вход ИК подать команду «Старт». По истечении 5000 с снять команду «Старт».

10.1.15.3 Зарегистрировать время выполнения снятия команды «Старт» с привязкой к команде на обнуление времени.

10.1.15.4 Обработать зарегистрированную информацию штатной программой обработки в формируемой шкале времени.

10.1.15.5 Определить значения абсолютной погрешности измерений интервалов времени и формирования шкалы времени на заданном интервале по результатам измерений интервала времени частотомером-хронометром и результатом измерений ИК интервалов времени ССИ.

10.1.15.6 Результат поверки считать положительным, если абсолютная погрешность измерения ИК интервалов времени находится в допустимых пределах  $\pm 0,005$  с.

В противном случае система бракуется и направляется в ремонт.

## 11 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

### 11.1 Расчет характеристик погрешности

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

$$\Delta A_j = A_j - A_{\text{э}}, \quad (1)$$

где  $A_{\text{э}}$  - значение физической величины, установленное рабочим эталоном.

### 11.2 Определение относительной погрешности

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

$$\delta_j = \pm \frac{\Delta A_j}{|A_j|} \cdot 100 \% \quad (2)$$

### 11.3 Расчет значения приведенной (к ДИ) погрешности

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

$$\gamma_{\text{дд}} = \pm \frac{\Delta A_j}{|P_j - P_i|} \cdot 100 \% \quad (3)$$

где:  $P_j$  - значение верхнего предела измерений;

$P_i$  - значение нижнего предела измерений.

### 11.4 Расчет значений приведенной (к ВП) погрешности

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

$$\gamma_{\text{вв}} = \pm \frac{\Delta A_j}{|P_j|} \cdot 100 \% \quad (4)$$

### 11.5 Расчет среднего значений физической величины

Среднее значение определяются по формуле:

$$A_c = \frac{\sum_{i=1}^n A_i}{n} \quad (5)$$

11.6 Расчет неравномерности АЧХ ИК заряда пьезоэлектрических датчиков проводить по формуле:

$$A_{\text{ЧХ}} = 20 \lg \frac{A_i}{A_{1000}} \quad (6)$$

## 12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

Результаты поверки оформляют протоколом. Рекомендуемая форма протокола приведена в приложении А.

При положительных результатах поверки вносятся сведения о поверке в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений и выдается свидетельство о поверке в соответствии с положениями Приказа Минпромторга РФ № 2510 от 31.08.2020 г.

Знак поверки наносится на боковую панель стойки приборной № 1 рядом с маркировкой ССИ.

При несоответствии результатов поверки требованиям любого из пунктов настоящей методики система к дальнейшей эксплуатации не допускается и выдается извещение о непригодности в соответствии с положениями Приказа Минпромторга РФ № 2510 от 31.08.2020 г. В извещении указывается причина непригодности и приводится указание о направлении в ремонт или невозможности дальнейшего использования системы.

Примечание – В свидетельстве о поверке указывать, что оно действительно при наличии действующих свидетельств о поверке на ПП, входящих в ИК, поверяемых поэлементным способом.

Начальник 201 отд.  
ФГУП ВНИИМС

 И.М. Каширкина

Ведущий инженер 201 отд.  
ФГУП ВНИИМС



С.Н. Чурилов

Приложение А  
(Рекомендуемое)

Протокол поверки системы стандовых измерений «Факел-М».зав. №

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Нормативный документ: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Рабочие эталоны, СИ и вспомогательные технические средства: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Условия поверки:

температура окружающей среды \_\_\_\_\_

относительная влажность воздуха \_\_\_\_\_

атмосферное давление \_\_\_\_\_

1 Внешний осмотр \_\_\_\_\_

2 Опробование \_\_\_\_\_

3 Проверка программного обеспечения \_\_\_\_\_

#### 4 Определение метрологических характеристик.

4.1 Определение приведенной (к ВП) погрешности измерений ИК давления избыточного жидких и газообразных сред, измеряемого ПП с выходом «токовая петля»

Таблица А.1 – Результаты поверки электрической части ИК

Номинальное значение силы тока в КТ, мА	Измеренное значение силы тока в КТ, мА	Абсолютная погрешность измерений электрической части ИК, мА	Приведенная погрешность измерений электрической части ИК, $\gamma$ , %

Таблица А.2 – Результаты поверки ИК

Наименование ИК	Приведенная погрешность измерений электрической части ИК, $\gamma$ , %	Приведенная погрешность измерений ПП, $\gamma$ , %	Суммарная погрешность ИК	Пределы допускаемых погрешностей

Вывод: \_\_\_\_\_

4.2 Определение приведенной (к ВП) погрешности измерений давления избыточного жидких и газообразных сред, измеряемого преобразователями с частотным выходом ВТ 1201

Таблица А.3 – Результаты поверки электрической части ИК

Номинальное значение частоты в КТ, Гц	Измеренное значение частоты в КТ, Гц	Абсолютная погрешность измерений электрической части ИК, $\Delta$ , Гц	Приведенная погрешность измерений электрической части ИК, $\gamma$ , %

Таблица А.4 – Результаты поверки ИК

Наименование ИК	Приведенная погрешность измерений электрической части ИК, $\gamma$ , %	Приведенная погрешность измерений ПП, $\gamma$ , %	Суммарная погрешность ИК	Пределы допускаемых погрешностей

Вывод: \_\_\_\_\_

#### 4.3 Определение абсолютной погрешности измерений температуры, измеряемой термопреобразователями сопротивления

Таблица А.5 – Результаты поверки электрической части ИК

Номинальное значение температуры в КТ, °С	Измеренное значение температуры в КТ, °С	Абсолютная погрешность измерений электрической части ИК, °С

Таблица А.6 – Результаты поверки ИК

Наименование ИК	Абсолютная погрешность измерений электрической части ИК, Δ, °С	Абсолютная погрешность измерений ПП, Δ, °С	Суммарная погрешность ИК, Δ, °С	Пределы допускаемых погрешностей

Вывод: \_\_\_\_\_

#### 4.4 Определение абсолютной погрешности измерений температуры, измеряемой термопарами

Таблица А.7 – Результаты поверки электрической части ИК

Номинальное значение температуры в КТ, °С	Измеренное значение температуры в КТ, °С	Абсолютная погрешность измерений электрической части ИК, °С

Таблица А.8 – Результаты поверки ИК

Наименование ИК	Абсолютная погрешность измерений электрической части ИК, Δ, °С	Абсолютная погрешность измерений ПП, Δ, °С	Суммарная погрешность ИК, Δ, °С	Пределы допускаемых погрешностей

Вывод: \_\_\_\_\_

#### 4.5 Определение относительной погрешности измерений расхода объемного

Таблица А.9 – Результаты поверки электрической части ИК

Номинальное значение частоты в КТ, Гц	Измеренное значение частоты в КТ, Гц	Абсолютная погрешность измерений электрической части ИК, Δ, Гц	Относительная погрешность измерений электрической части ИК, δ, %



Таблица А.10 – Результаты поверки ИК

Наименование ИК	Относительная погрешность измерений электрической части ИК, $\delta$ , %	Относительная погрешность измерений ПП, $\delta$ , %	Суммарная погрешность ИК	Пределы допускаемых погрешностей

Вывод: \_\_\_\_\_

4.6 Определение приведенной (к ВП) погрешности измерений силы от тяги

Таблица А.11 –Результаты поверки электрической части ИК

Номинальное значение частоты в КТ, Гц	Измеренное значение частоты в КТ, Гц	Абсолютная погрешность измерений электрической части ИК, Гц	Приведенная погрешность измерений электрической части ИК, $\gamma$ , %

Таблица А.12 – Результаты поверки ИК

Наименование ИК	Приведенная погрешность измерений электрической части ИК, $\gamma$ , %	Приведенная погрешность измерений ПП, $\gamma$ , %	Суммарная погрешность ИК	Пределы допускаемых погрешностей

Вывод: \_\_\_\_\_

4.7 Определение абсолютной погрешности измерений относительного сопротивления

Таблица А.13 –Результаты поверки ИК

Номинальное значение относительного сопротивления в КТ, %	Измеренное значение относительного сопротивления в КТ, %	Абсолютная погрешность измерений ИК, %

Вывод: \_\_\_\_\_

4.11 Определение приведенной (к ДИ) погрешности измерений ИК сопротивления постоянному току, соответствующего значениям температуры жидких сред в диапазоне преобразований термопреобразователями сопротивления

Таблица А.14 –Результаты поверки ИК

Номинальное значение сопротивления постоянному току в КТ, Ом	Измеренное значение сопротивления постоянному току в КТ, Ом	Абсолютная погрешность измерений ИК, Ом	Приведенная погрешность измерений ИК, $\gamma$ , %

Вывод: \_\_\_\_\_

4.12 Определение приведенной (к ВП) погрешности измерений ИК напряжения постоянного тока, соответствующего значениям температуры жидких сред в диапазоне преобразований термопар

Таблица А.15 –Результаты поверки ИК

Номинальное значение напряжения постоянному току в КТ, мВ	Измеренное значение напряжения постоянному току в КТ, мВ	Абсолютная погрешность измерений ИК, мВ	Приведенная погрешность измерений ИК, $\gamma$ , %

Вывод: \_\_\_\_\_

4.13 Определение относительной погрешности измерений частоты периодических сигналов, соответствующей частоте вращения

Таблица А.16 –Результаты поверки ИК

Номинальное значение частоты в КТ, Гц	Измеренное значение частоты в КТ, Гц	Абсолютная погрешность измерений ИК, Гц	Относительная погрешность измерений ИК, $\gamma$ , %

Вывод: \_\_\_\_\_

4.14 Определение приведенной (к ВП) погрешности измерений напряжения постоянного тока

Таблица А.17 –Результаты поверки ИК

Номинальное значение напряжения постоянному току в КТ, В	Измеренное значение напряжения постоянному току в КТ, В	Абсолютная погрешность измерений ИК, В	Приведенная погрешность измерений ИК, $\gamma$ , %

Вывод: \_\_\_\_\_

4.15 Определение приведенной (к ВП) погрешности измерений силы постоянного тока, соответствующей значениям давления избыточного

Таблица А.18 –Результаты поверки ИК

Номинальное значение силы постоянного тока в КТ, мА	Измеренное значение силы постоянного тока в КТ, мА	Абсолютная погрешность измерений ИК, мА	Приведенная погрешность измерений ИК, $\gamma$ , %

Вывод: \_\_\_\_\_

4.16 Определение относительной погрешности измерений частоты периодических сигналов

Таблица А.19 –Результаты поверки ИК

Номинальное значение частоты в КТ, Гц	Измеренное значение частоты в КТ, Гц	Абсолютная погрешность измерений ИК, Гц	Относительная погрешность измерений ИК, $\gamma$ , %

Вывод: \_\_\_\_\_

4.17 Определение приведенной (к ДИ) погрешности измерений ИК заряда

Таблица А.18 –Результаты поверки ИК

Номинальное значение заряда в КТ, нКл	Измеренное значение заряда в КТ, нКл	Абсолютная погрешность измерений ИК, нКл	Приведенная погрешность измерений ИК, $\gamma$ , %

Вывод: \_\_\_\_\_

4.18 Определение неравномерности АЧХ ИК заряда

Таблица А.19 –Результаты поверки ИК

Номинальное значение напряжения переменного тока в КТ частотного диапазона, В	Измеренное значение напряжения переменного тока в КТ частотного диапазона, В	Измеренное значение напряжения переменного тока на частоте 1000 Гц, В	Неравномерность АЧХ, дБ

Вывод: \_\_\_\_\_

#### 4.19 Определение абсолютной погрешности измерения временных интервалов

Таблица А.20 –Результаты поверки ИК

Номинальное значение интервала времени, с	Измеренное значение интервала времени, с	Абсолютная погрешность измерений ИК, с