



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР СТАНДАРТИЗАЦИИ,  
МЕТРОЛОГИИ И ИСПЫТАНИЙ В Г. МОСКВЕ И МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ»  
(ФБУ «РОСТЕСТ-МОСКВА»)**

СОГЛАСОВАНО

Заместитель генерального директора  
ФБУ «Ростест-Москва»

А.Д. Меньшиков



"30" июля 2021 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

**КОМПЛЕКСЫ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ  
МАГИСТРАЛЬНО-МОДУЛЬНЫЕ МС-М**

Методика поверки  
РТ-МП-808-442-2021

г. Москва  
2021 г.

## 1 Общие положения

1.1 Настоящая Методика распространяется на комплексы измерительные магистрально-модульные МІС-М (далее – комплексы) следующих исполнений:

- МІС-140/16, МІС-140/24, МІС-140/48, МІС-140/96;
- МІС-183, МІС-184;
- МІС-251 М, МІС-252 М, МІС-253 М, МІС-254 М, МІС-255 М, МІС-256 М;
- МІС-221, МІС-222, МІС-223, МІС-224, МІС-225, МІС-226, МІС-228;
- МІС-236, МІС-246;
- МІС-320, МІС-325, МІС-350 М, МІС-355 М;
- МІС-521 РХІ, МІС-522 РХІ, МІС-523 РХІ;
- МІС 551 РХІ, МІС 552 РХІ, МІС 553 РХІ;
- МІС-710;
- МІС-1100.

1.2 Комплексы следующих исполнений являются изделиями с постоянным числом измерительных каналов (ИК), неизменным в процессе эксплуатации:

- МІС-140/16, МІС-140/24, МІС-140/48, МІС-140/96;
- МІС-183, МІС-184.

1.3 Комплексы следующих исполнений являются изделиями с постоянным составом измерительных модулей, неизменным в процессе эксплуатации:

- МІС-251 М, МІС-252 М, МІС-253 М, МІС-254 М, МІС-255 М, МІС-256 М;
- МІС-350 М, МІС-355 М;
- МІС-551 РХІ, МІС-552 РХІ, МІС-553 РХІ.

1.4 Комплексы следующих исполнений являются изделиями с переменным составом измерительных модулей:

- МІС-221, МІС-222, МІС-223, МІС-224, МІС-225, МІС-226, МІС-228;
- МІС-320, МІС-325;
- МІС-521 РХІ, МІС-522 РХІ, МІС-523 РХІ;
- МІС-710;
- МІС-1100.

1.5 Методика устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок комплексов в зависимости от комплектации измерительными модулями.

1.6 Выполнение всех требований настоящей методики обеспечивает прослеживаемость поверяемых комплексов к следующим государственным первичным эталонам:

- ГЭТ 1-2018 Государственный первичный эталон единиц времени, частоты и национальной шкалы времени;
- ГЭТ 4-91 Государственный первичный эталон единицы силы постоянного электрического тока;
- ГЭТ 13-01 Государственный первичный эталон единицы электрического напряжения.
- ГЭТ 14-2014 Государственный первичный эталон единицы электрического сопротивления;
- ГЭТ 25-79 Государственный первичный эталон единицы электрической емкости
- ГЭТ 34-2020 Государственный первичный эталон единицы температуры в диапазоне от 0 до 3200 °С;
- ГЭТ 35-2021 Государственный первичный эталон единицы температуры - кельвина в диапазоне от 0,3 до 273,16 К.

1.7 В целях обеспечения прослеживаемости поверяемых комплексов к государственным первичным эталонам единиц величин средства измерений, используемые при поверке, должны быть утвержденного типа и иметь действующую поверку, используемые эталоны единиц величин должны иметь свидетельство об аттестации эталона единицы величины, действующее на момент поверки.

1.8 В настоящей методике поверки используются методы прямых и косвенных измерений.

## 2 Перечень операций поверки

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

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта документа по поверке	Проведение операции при	
		первичной поверке (после ремонта)	периодической поверке
1 Внешний осмотр	7	да	да
2 Подготовка к поверке и опробование	8	да	да
3 Проверка сопротивления изоляции	8.1.2	да	нет
4 Проверка программного обеспечения	9	да	да
5 Определение метрологических характеристик:			
5.1 Определение основной погрешности канала измерений ТЭДС термомпар, соответствующей температуре комплекса МІС-140	10.1	да	да
5.2 Определение основной погрешности канала измерений напряжения постоянного тока комплексов МІС-183	10.2	да	да
5.3 Определение основной погрешности канала измерений относительного напряжения постоянного тока комплексов МІС-184	10.3	да	да
5.4 Определение основной погрешности канала измерений напряжения постоянного тока модулей MR-114, MB-132, MB-232, РХІ МХ-132	10.4	да	да
5.5 Определение основной погрешности канала измерений силы постоянного тока модулей MR-114C1, MR-114C2	10.5	да	да
5.6 Определение основной погрешности канала измерений силы постоянного тока: модуль MR-114 - модуль коммутации ME-003C1, модуль MR-114 – модуль коммутации ME-003C2	10.6	да	да
5.7 Определение основной погрешности канала измерений напряжения постоянного тока модулей MR-227K1, MR-227K2, MR-227K3	10.7	да	да
5.8 Определение основной погрешности канала измерений ТЭДС термомпар с компенсацией температуры «холодного спая»: модуль MR-227K11/ MR-227K21/ MR-227K31 - модуль коммутации ME-005	10.8	да	да

5.9 Определение основной погрешности канала измерений напряжения постоянного тока модулей MR-227U1, MR-227U2, MR227U3, MR-237U	10.9	да	да
5.10 Определение основной погрешности канала измерений силы постоянного тока модулей MR-227C1, MR-227C2, MR-237C	10.10	да	да
5.11 Определение основной погрешности канала измерений сопротивления постоянного тока модулей MR-227R1, MR-227R2, MR-227R3, MR-227R4, MR227R5, MR-227R6, MR-227S1, MR-237R, MB-232	10.11	да	да
5.12 Определение основной погрешности канала измерений относительного сопротивления потенциометрических датчиков модулей MR-227Up	10.12	да	да
5.13 Определение основной погрешности канала измерений относительного напряжения тензодатчиков модулей MR-212, MH-302	10.13	да	да
5.14 Определение основной погрешности канала измерений напряжения постоянного и переменного тока модулей PXI MX-224, PXI MX-225, PXI MX-228, PXI MX-240, MR-202	10.14	да	да
5.15 Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики канала измерений напряжения переменного тока модулей PXI MX-224, PXI MX-225, PXI MX-228, PXI MX-240, MR-202	10.15	да	да
5.16 Определение основной погрешности канала измерений электрического заряда модуля PXI MX-240	10.16	да	да
5.17 Определение основной погрешности канала измерений напряжения постоянного и переменного тока модуля PXI MX-340	10.17	да	да
5.18 Определение основной погрешности канала измерений напряжения тензодатчиков модуля PXI MX-340	10.18	да	да

5.19 Определение основной погрешности воспроизведения напряжения и силы постоянного тока для питания тензодатчиков модуля PXI MX-340	10.19	да	да
5.20 Определение основной погрешности канала измерений частоты периодического сигнала модулей MR-452, PXI MX-416	10.20	да	да
5.21 Определение основной погрешности канала измерений частоты периодического сигнала: модуль MR-452 с нормализатором сигналов ME-401/ME-402, модуль PXI MX-416 с нормализатором сигналов ME-401/ME-402	10.21	да	да
6 Оформление результатов поверки	11	да	да

2.2 Допускается (на основании письменного заявления владельца СИ) проведение поверки отдельных измерительных каналов и (или) отдельных блоков (модулей) из состава СИ, для меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений с обязательным указанием в свидетельстве о поверке информации об объеме проведенной поверки.

### 3 Требования к условиям поверки

При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С 20±5;
- относительная влажность воздуха, % от 30 до 80;
- атмосферное давление, кПа от 84 до 106,7;  
мм рт. ст. от 720 до 780;
- частота питающей сети, Гц 50±1;
- напряжение питающей сети переменного тока, В 220±22;
- напряжение питающей сети постоянного тока, В 24±6;

### 4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 Поверка ИК должна осуществляться поверителем, имеющим необходимую квалификацию и опыт.

4.2 К проведению поверки допускаются лица прошедшие инструктаж по технике безопасности.

4.3 Требования к количеству специалистов в целях обеспечения безопасности работ и возможности выполнения процедур поверки отсутствуют.

## 5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 Перечень основных и вспомогательных средств поверки приведен в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки, обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
8.1.2	<p>Мегомметр типа ЭСО202/2-Г, выходное напряжение 500 В, диапазон измерения от 0 до 10000 МОм, пределы допускаемых значений относительной погрешности <math>\pm 15\%</math></p> <p>Тераомметр Е6-13, выходное напряжение 10 В, пределы основной допускаемой погрешности измерения не более <math>\pm 2,5\%</math> от конечного значения установленного поддиапазона</p>
10.1, 10.8, 10.16, 10.17, 10.18	<p>Калибратор универсальный Н4-7, рабочий эталон 2-го разряда в режиме воспроизведения напряжения постоянного тока (ДИ 0,2; 2; 20; 200В) по приказу Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30 декабря 2019 № 3457;</p> <p>-рабочий эталон 1-го и 2-го разряда в режиме воспроизведения напряжения переменного тока (ДИ 0,2; 2; 20; 200В) в частотном диапазоне (0,1Гц...100 кГц) по приказу Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 мая 2018 № 1053;</p> <p>- рабочий эталон 1-го разряда в режиме воспроизведения силы постоянного тока (10 нА...20А) по приказу Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 01 октября 2018 № 2091</p>
10.1, 10.8, 10.16, 10.19	<p>Мультиметр НР 34401А, рабочий эталон 2-го разряда в режиме измерения напряжения переменного тока (100мВ...750В) (<math>F=3\text{Гц}...300\text{кГц}</math>) по приказу Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 мая 2018 № 1053</p> <p>рабочий эталон 3-го разряда в режиме измерения напряжения постоянного тока по приказу Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30 декабря 2019 № 3457,</p> <p>рабочий эталон 4-го разряда в режиме измерения сопротивления постоянного тока по Приказу Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30 декабря 2019 № 3456</p>
10.1, 10.8	<p>Термометр сопротивления платиновый вибропрочный эталонный ПТСВ, рабочий эталон 3-го разряда по ГОСТ 8.558-2009 в диапазоне температуры от минус 50 до плюс 100 °С</p>
10.4, 10.6, 10.7, 10.15	<p>Компаратор напряжений Р 3003 № 00293 (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 7476-91), рабочий эталон 3-го разряда в режиме калибратора напряжения по приказу Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30 декабря 2019 № 3457</p>
10.5, 10.6, 10.10	<p>Калибратор тока программируемый П321, рабочий эталон 1-го разряда в режиме калиброванных токов по Приказу Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 1 октября 2018 г. № 2091</p>
10.9, 10.14, 10.15	<p>Универсальный калибратор-вольтметр В1-28, рабочий эталон 3-го разряда в режиме воспроизведения напряжения постоянного тока по приказу Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30 декабря 2019 № 3457; рабочий эталон 3-го разряда в режиме воспроизведения напряжения переменного тока по Приказу Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии №1053 от 29 мая 2018 г, диапазоны воспроизведения напряжения переменного тока 0,2; 2,0; 20 В</p>

10.2, 10.3, 10.11,10.12, 10.13	Мера электрического сопротивления постоянного тока многозначная Р 3026/2, рабочий эталон 4-го разряда по Приказу Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30 декабря 2019 №3456
10.16	Мера электрической емкости Р597/7, 1000 пФ, рабочий эталон 3-го разряда по ГОСТ 8.371-80. Мера электрической емкости Р597/11 10000 пФ, рабочий эталон 3-го разряда по ГОСТ 8.371-80.
10.13	Катушка электрического сопротивления постоянного тока Р 331 1000 Ом (3 шт.), КТ 0,01
10.19	Мера электрического сопротивления постоянного тока многозначная МС-3055 №0003, рабочий эталон 4-го разряда по Приказу Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30 декабря 2019 № 3456
10.16	Генератор сигналов специальной и произвольной формы до 30 МГц Agilent 33521A № МУ50004317, U <sub>вых</sub> (1 мВ...20) В, F (1 мкГц...30 МГц) ПГ $f \pm 2 \cdot 10^{-6}$ , выходы изолированные от корпуса
10.20,10.21	Генератор низкочастотный прецизионный ГЗ-110, рабочий эталон 4-го разряда по Приказу Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 31 июля 2018 г. № 1621
<i>Вспомогательные средства</i>	
	Барометр БАММ-1: диапазон измерений избыточного давления от 600 до 800 мм рт. ст.; пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений избыточного давления $\pm 1,5$ мм рт. ст.
	Измеритель температуры и влажности Center 310, диапазон измерений температуры от -20 до +60 °С, ПГ $\pm 0,7$ °С; диапазон измерений относительной влажности от 10 до 100 %, ПГ $\pm 2,5$ %
10.8	Термокамера, диапазон воспроизведения температуры от -30 до +60 °С, точность поддержания температуры в полезном объеме $\pm 2,0$ °С, неравномерность распределения температуры (градиент температуры) 2,0 °С
10.16	Подставка Р597/20 для подключение мер Р597/1-Р597/19 в измерительную схему

5.2 Допускается применение других средств поверки с метрологическими и техническими характеристиками, обеспечивающими передачу единицы величины поверяемому комплексу с точностью, удовлетворяющей требованиям следующих поверочных схем:

- ГОСТ 8.558-2009 ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений температуры

- Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30 декабря 2019 № 3457 об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы

- Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30 декабря 2019 № 3456 об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений электрического сопротивления постоянного и переменного тока

- Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 1 октября 2018 г. N 2091 об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений силы постоянного электрического тока в диапазоне от  $1 \cdot 10^{-16}$  до 100 А

- Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 мая 2018 № 1053 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

- Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 31 июля 2018 г. №1621 об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений времени и частоты

- ГОСТ 8.371-80 ГСИ. Государственный первичный эталон и общесоюзная поверочная схема для средств измерений электрической емкости

## **6 Требования по обеспечению безопасности проведения поверки**

**6.1** При проведении поверки необходимо соблюдать:

- общие правила техники безопасности в соответствии с требованиями ГОСТ 12.2.003 «Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие требования безопасности»;

- действующие «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей», «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок» (ПОТЭУ) [1], указания по безопасности, изложенными в Руководствах по эксплуатации применяемых средств поверки.

**6.2** Персонал, проводящий поверку должен проходить инструктаж по технике безопасности на рабочем месте и иметь группу электробезопасности по эксплуатации электроустановок до 1000 В не ниже третьей.

## **7 Внешний осмотр средства измерений**

**7.1** При внешнем осмотре проверяется:

- соответствие комплекта технических средств разделу «Комплектность» формуляра;
- отсутствие механических повреждений корпусов, токоведущих частей, лицевых панелей, устройств и элементов, влияющих на работу ИК;
- отсутствие нарушений экранировки линий связи, повреждений изоляции, внешних токоведущих частей;
- отсутствие внешних повреждений корпусов устройств;
- отсутствие повреждений разъемов модулей комплексов.

**7.2** При наличии дефектов поверку не проводят до их устранения. Если дефекты устранить невозможно, комплекс бракуют. При отсутствии или нарушении целостности пломбы-этикетки, предотвращавшей несанкционированный доступ к элементам регулировки, комплекс подлежит поверке в объеме первичной поверки.

## **8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений**

### **8.1 Подготовка к поверке**

**8.1.1** При подготовке к поверке должны быть соблюдены следующие условия:

- технические средства если они находились в условиях отрицательных температур, либо повышенной влажности, выдержать не менее 12 часов в условиях, указанных в разделе 6;
- подготовить средства поверки в соответствии с их эксплуатационной документацией;
- подготовить комплекс или ИК к работе. Порядок подготовки ИК описан в Руководстве по эксплуатации [2].

### **8.1.2 Проверка сопротивления изоляции**

Проверку сопротивления изоляции необходимо проводить между контактами «L» и «N» кабеля питания комплекса и клеммой заземления. Проверку сопротивления изоляции проводят мегомметром. Измерение сопротивления изоляции проводят при напряжении 500 В. Для исполнения МІС-710 сопротивление изоляции измеряют при выходном напряжении 10 В. Сопротивление изоляции должно быть не менее 40 МОм.

### **8.2 Опробование**

#### **8.2.1 Проверка работоспособности**

**8.2.1.1** При опробовании ИК проверить правильность его функционирования. Для этого необходимо снять показания комплекса в режиме «ПРОСМОТР» при подаче на вход ИК с



помощью рабочих эталонов значений физических величин равных 0,5 верхнего предела измерения (ВП) и 0,5 нижнего предела измерений (НП).

8.2.1.2 Оценить разности значений физических величин, задаваемых рабочим эталоном и измеренных комплексом.

8.2.1.3 Убедиться в правильности функционирования ИК.

8.2.1.4 Результаты опробования считать удовлетворительными, если показания комплекса совпадают с заданными эталонными значениями в пределах допускаемой погрешности измерения параметра ИК.

8.2.2 Настройка программы управления комплексами МИС «Recorder»

8.2.2.1 Настроить программу управления комплексами МИС «Recorder» в соответствии с указаниями [3], для чего выполнить следующие операции:

- выделить ИК, подлежащие поверке;
- открыть диалоговое окно "Свойства" и выбрать "Градуировочная характеристика" подраздела "Канала";
- в открывшемся диалоговом окне "Выбор типа градуировки..." выбрать в разделе "Произвести": "поверку", "стандартная", "Далее";
- в диалоговом окне "Параметры поверки..." установить следующие значения:

а) в разделе «Свойства сигнала» в поле "Минимум" – значение нижнего предела диапазона измерения, в поле "Максимум" – значение верхнего предела диапазона измерения, в поле "Ед. изм." – единицы измерения поверяемого канала;

б) в разделе "Параметры испытания и расчетов" в поле "Количество контрольных точек" – выбранное количество точек, в поле "Длина порции" – число, соответствующее "Кол-ву точек усреднения" (диалоговое окно "Настройка канала..." во вкладке "Дополнительно"), в поле "Количество порций" – заданное количество порций, в поле "Количество циклов" – 1, в поле "Обратный ход" – есть или нет, в поле "Тип оценки порции" – математическое ожидание (МО) или среднее квадратическое отклонение (СКО);

в) в разделе "Эталон" в поле "Задатчик сигнала" – ручной, в поле "Измеритель сигнала" – ручной;

г) поле "Контрольные точки" заполняется автоматически с равномерным распределением контрольных точек по диапазону измерения, включая начало и конец диапазона, но в случае необходимости значения контрольных точек следует отредактировать;

- для запуска процесса поверки необходимо нажать кнопку "Поверка";

8.2.2.2 Из диалогового окна "Настройка завершена", нажав кнопку "Поверка", выйти в диалоговое окно "Измерение".

8.2.2.3 Измерение заданного сигнала выполняется при нажатии кнопки "Следующее".

8.2.2.4 После измерения 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.

8.2.2.5 После сохранения и просмотра протокола поверки завершить поверку и по кнопке "ОК" выйти из диалогового окна "Настройка канала".

8.2.2.6 Протокол обработки результатов измерений формируется в виде файла и (или) выводится на печать.

## 9 Проверка программного обеспечения средства измерений

### 9.1 Идентификация программного обеспечения.

Для проверки наименования и версии метрологически значимого программного обеспечения необходимо выполнить следующие операции:

- запустить программу управления комплексами, двойным щелчком «мышь» на Рабочем столе операционной системы;
- в открывшемся главном окне программы щелчком правой кнопки «мышь» по пиктограмме в левом верхнем углу открыть контекстное меню «о программе»;
- щелчком левой кнопки «мышь» открыть информационное окно программы;

- убедиться в соответствии характеристик в информационном окне характеристикам программного обеспечения, приведенным ниже:
- наименование – «MERA Recorder»;
- идентификационное наименование – scales.dll;
- номер версии – 1.0.0.8;
- цифровой идентификатор – 24СВС163.

## 10 Определение метрологических характеристик средства измерений

### 10.1 Определение основной погрешности каналов измерений ТЭДС, соответствующей температуре комплексов МІС-140

#### 10.1.1 Определение погрешности измерений температуры свободных концов.

10.1.1.1 Открутить заглушку на задней панели комплекса.

10.1.1.2 Установить в отверстие эталонный термометр ПТСВ.

10.1.1.3 После выдержки не менее 3 часов измерить сопротивление эталонного термометра мультиметром НР 34401А. Определить температуру свободных концов по индивидуальной градуировочной характеристике эталонного термометра.

10.1.1.4 Снять показания каждого из каналов измерения температуры свободных концов с монитора отображения МІС-140.

10.1.1.5 Вычислить величину погрешности измерения температуры свободных концов каждого из каналов  $\Delta_{ТХС_i}$ , °С по формуле (1):

$$\Delta_{ТХС_i} = t_{эм} - t_{изм_i}, \quad (1)$$

где  $t_{эм}$  – температура, измеренная при помощи эталонного термометра, °С;

$t_{изм_i}$  – показания температуры свободных концов каналов комплекса, °С.

10.1.1.6 Результат поверки считать положительным, если величина абсолютной погрешности измерения температуры свободных концов каждого из каналов не превышает  $\pm 0,2$  °С.

10.1.2 Определение основной погрешности канала измерений ТЭДС, соответствующих температуре.

10.1.2.1 Для определения погрешностей ИК необходимо снять крышку и собрать схему поверки в соответствии с рисунком 1, подключив кабель к клеммам, соответствующим первому каналу.

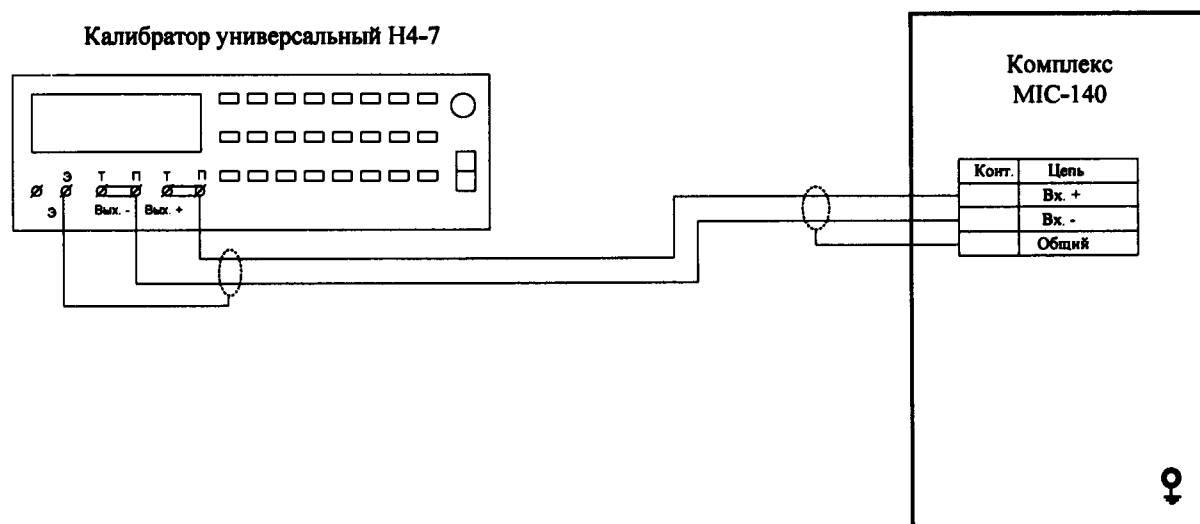


Рисунок 1 – Схема определения основной погрешности канала измерений ТЭДС, соответствующей температуре комплексов МІС-140

10.1.2.2 Провести настройку программы в соответствии с п.8.2.2.1 настоящей МП.

10.1.2.3 С калибратора Н4-7 подать эталонные значения напряжения постоянного тока равные ТЭДС термопар при соответствующих температурах.

10.1.2.4 Эталонные значения температуры и соответствующие им значения ТЭДС термопар различных типов по ГОСТ Р 8.585-2001 [4] и в зависимости от диапазонов измерения приведены в таблицах 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 и 15 данного раздела.

Таблица 3

Тип термопары	Диапазон измерения, °С	Температура рабочего конца, °С	ТЭДС, мВ
R (ТПП)	от 600 до 1760	600	5,583
		900	9,205
		1200	13,228
		1500	17,451
		1760	21,003

Таблица 4

Тип термопары	Диапазон измерения, °С	Температура рабочего конца, °С	ТЭДС, мВ
S (ТПП)	от 600 до 1760	600	5,239
		900	8,449
		1200	11,951
		1500	15,582
		1760	18,609

Таблица 5

Тип термопары	Диапазон измерения, °С	Температура рабочего конца, °С	ТЭДС, мВ
B (ТПР)	от 600 до 1800	600	1,792
		900	3,957
		1200	6,786
		1500	10,099
		1800	13,591

Таблица 6

Тип термопары	Диапазон измерения, °С	Температура рабочего конца, °С	ТЭДС, мВ
J (ТЖК)	от минус 200 до 1200	минус 200	минус 7,890
		минус 160	минус 6,821
		минус 120	минус 5,426
		минус 80	минус 3,786
		минус 40	минус 1,961
		0	0
		240	13,0
		480	26,726
		720	40,382
		960	55,561
1200	69,533		

Таблица 7

Тип термопары	Диапазон измерения, °С	Температура рабочего конца, °С	ТЭДС, мВ
T (ТМК)	от минус 160 до 380	минус 160	минус 4,865
		минус 120	минус 3,923
		минус 90	минус 3,089

		минус 60	минус 2,153
		минус 30	минус 1,121
		0	0
		80	3,358
		160	7,209
		240	11,458
		300	14,862
		380	19,641

Таблица 8

Тип термопары	Диапазон измерения, °С	Температура рабочего конца, °С	ТЭДС, мВ
Е (ТХКн)	от минус 200 до 1000	минус 200	минус 8,825
		минус 160	минус 7,632
		минус 120	минус 6,107
		минус 80	минус 4,302
		минус 40	минус 2,255
		0	0
		200	13,421
		400	28,946
		600	45,093
		800	61,017
1000	76,373		

Таблица 9

Тип термопары	Диапазон измерения, °С	Температура рабочего конца, °С	ТЭДС, мВ
К (ТХА)	от минус 200 до 1370	минус 200	минус 5,891
		минус 160	минус 5,141
		минус 120	минус 4,138
		минус 80	минус 2,920
		минус 40	минус 1,527
		0	0
		275	11,176
		550	22,776
		825	34,297
		1100	45,119
1370	54,819		

Таблица 10

Тип термопары	Диапазон измерения, °С	Температура рабочего конца, °С	ТЭДС, мВ
L (ТХК)	от минус 200 до 800	минус 200	минус 9,488
		минус 160	минус 8,207
		минус 120	минус 6,575
		минус 80	минус 4,636
		минус 40	минус 2,431
		0	0
		160	11,398
		320	24,550
		480	38,534
		560	45,590
800	66,466		

Таблица 11

Тип термопары	Диапазон измерения, °С	Температура рабочего конца, °С	ТЭДС, мВ
N (ТНН)	от минус 200 до 1300	минус 200	минус 3,990
		минус 160	минус 3,491
		минус 120	минус 2,808
		минус 80	минус 1,972
		минус 40	минус 1,023
		0	0
		250	7,597
		500	16,748
		750	26,491
		1000	36,256
1300	47,513		

Таблица 12

Тип термопары	Диапазон измерения, °С	Температура рабочего конца, °С	ТЭДС, мВ
A1 (ТВР)	от 0 до 2200	0	0
		500	7,908
		1000	16,128
		1500	23,311
		2000	29,186
		2500	33,640

Таблица 13

Тип термопары	Диапазон измерения, °С	Температура рабочего конца, °С	ТЭДС, мВ
A2 (ТВР)	от 0 до 1800	0	0
		360	5,594
		720	11,733
		1080	17,530
		1440	22,713
		1800	27,232

Таблица 14

Тип термопары	Диапазон измерения, °С	Температура рабочего конца, °С	ТЭДС, мВ
A3 (ТВР)	от 0 до 1800	0	0
		360	5,471
		720	11,498
		1080	17,203
		1440	22,317
		1800	26,773

Таблица 15

Тип термопары	Диапазон измерения, °С	Температура рабочего конца, °С	ТЭДС, мВ
M (ТМК)	от минус 200 до 100	минус 200	минус 6,154
		минус 160	минус 5,349
		минус 120	минус 4,314
		минус 80	минус 3,066
		минус 40	минус 1,622

		0	0
		20	0,873
		40	1,783
		60	2,730
		80	3,710
		100	4,722

10.1.2.5 Запустить процесс проверки, следуя указаниям диалоговых окон программы и операциями пп.8.2.2.2-8.2.2.6 настоящей методики.

10.1.2.6 Сохранить файл протокола проверки ИК (в случае необходимости распечатать на принтере).

10.1.2.7 Повторить операции пп.10.1.2.1-10.1.2.6 для остальных ИК.

10.1.2.8 Вычислить величину погрешности измерений ТЭДС, соответствующих температуре каждого из каналов  $\Delta_{ТЭДС}$ , °С по формуле (2) или получить значение погрешности из файла отчета.

$$\Delta_{ТЭДС} = t_{изм.i} - t_{эм}, \quad (2)$$

где  $t_{эм}$  – температура, соответствующая заданному значению ТЭДС, °С;

$t_{изм.i}$  – значение температуры измеренной комплексом, °С.

10.1.2.9 Результат поверки считать положительным, если величина погрешности измерений ТЭДС, соответствующих температуре не превышает нормированных значений для каждого типа термопар.

10.1.2.10 Определить суммарную погрешность каждого из ИК температур. Величина суммарной абсолютной погрешности ИК температуры  $\Delta_{\pi}$ , °С определяется по формуле (3):

$$\Delta_{\pi} = K \cdot \sqrt{(\Delta_{ТХС})^2 + (\Delta_{ТЭДС})^2}, \quad (3)$$

где  $K$  – коэффициент, учитывающий неисключенную систематическую погрешность по МИ 2083-90 [5] ( $K=1,1$  при доверительной вероятности  $P=0,95$ );

$\Delta_{ТХС}$  – максимальная абсолютная погрешность измерений температуры свободных концов, °С;

$\Delta_{ТЭДС}$  – максимальная абсолютная погрешность измерения напряжения постоянного тока, соответствующего температуре, °С.

## 10.2 Определение основной погрешности каналов измерений напряжения постоянного тока комплексов МІС-183

10.2.1 Для определения погрешности измерений напряжения постоянного тока комплекса МІС-183 выполнить следующие операции:

10.2.1.1 Собрать схему, изображенную на рисунке 2.

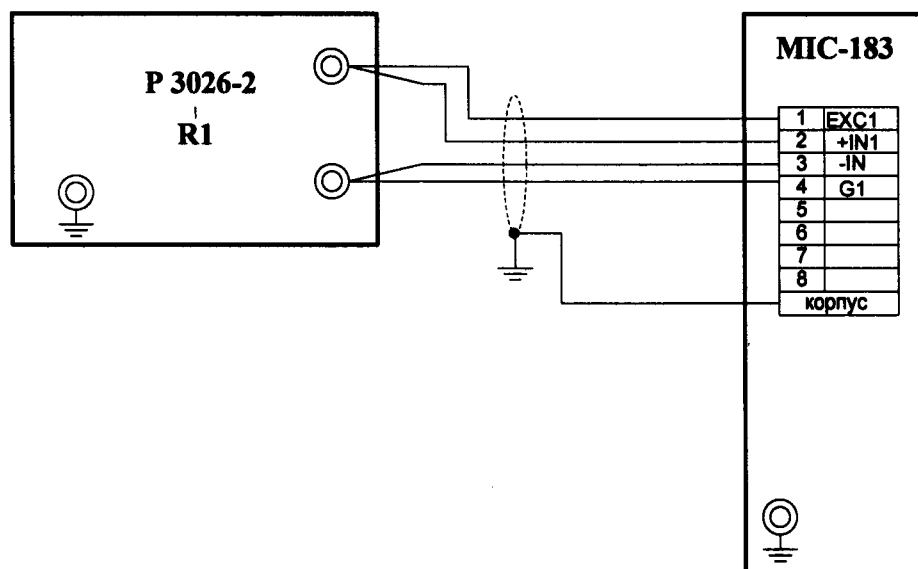


Рисунок 2 – Схема определения основной погрешности каналов измерений напряжения постоянного тока комплексов МИС-183

10.2.1.2 Произвести настройку ИК комплекса в соответствии с п.8.2.2.1 Установить частоту опроса 10 Гц. Установить ток питания 1 мА.

10.2.1.3 В меню настроек ИК комплекса выбрать поверяемый канал и номер канала термокомпенсации, к которому будет подключен термокомпенсирующий резистор (на рисунке 2 не показан). Подключить к выбранному каналу термокомпенсации резистор сопротивлением  $200 \text{ Ом} \pm 5 \%$ . (Можно использовать вторую ММЭС).

10.2.1.4 Установить значение сопротивления меры P3026-2 - 200 Ом.

10.2.1.5 Провести балансировку поверяемого канала.

10.2.1.6 Установить значения сопротивлений меры P3026-2, соответствующие значениям эталонных уровней постоянного напряжения. Значения сопротивлений для различных диапазонов измерения приведены в таблице 16.

Таблица 16

$\pm 100 \text{ мВ}$		$\pm 50 \text{ мВ}$		$\pm 25 \text{ мВ}$		$\pm 12,5 \text{ мВ}$		$\pm 6,25 \text{ мВ}$	
Значения эталонных уровней, мВ	Величина сопротивления, R1, Ом	Значения эталонных уровней, мВ	Величина сопротивления, R1, Ом	Значения эталонных уровней, мВ	Величина сопротивления, R1, Ом	Значения эталонных уровней, мВ	Величина сопротивления, R1, Ом	Значения эталонных уровней, мВ	Величина сопротивления, R1, Ом
минус100	175	минус50	187,5	минус25	193,75	минус12,48	196,88	минус6,24	198,44
минус80	180	минус40	190	минус20	195	минус10	197,5	минус4,8	198,8
минус60	185	минус30	192,5	минус15	196,25	минус7,6	198,1	минус3,6	199,1
минус40	190	минус20	195	минус10	197,5	минус5	198,75	минус2,4	199,4
минус20	195	минус10	197,5	минус5	198,75	минус2,4	199,4	минус1,2	199,7
0	200	0	200	0	200	0	200	0	200
20	205	10	202,5	5	201,25	2,4	200,6	1,2	200,3
40	210	20	205	10	202,5	5	201,25	2,4	200,6
60	215	30	207,5	15	203,75	7,65	201,9	3,6	200,9
80	220	40	210	20	205	10	202,5	4,8	201,2
100	225	50	212,5	25	206,25	12,48	203,12	6,24	201,56

10.2.1.7 Провести настройку программы в соответствии с п.8.2.2.1 настоящей МП.

10.2.1.8 Запустить процесс проверки, следуя указаниям диалоговых окон программы и операциями пп 8.2.2.2 - 8.2.2.6 настоящей методики или снять показания с монитора отображения комплекса.

10.2.1.9 Сохранить файл протокола проверки ИК (в случае необходимости распечатать на принтере).

10.2.1.10 Вычислить значения основной приведенной погрешности измерений напряжения постоянного тока  $\gamma$ , % по формуле (4) или получить значение погрешности из файла отчета.

$$\gamma = \frac{U_e - U_s}{U_s - U_n} \cdot 100, \quad (4)$$

где  $U_e$  – измеренное значение напряжения, В;

$U_s$  и  $U_n$  – верхний и нижний пределы диапазона измерения, В.

10.2.1.11 Повторить операции пп.10.2.1.3-10.2.1.10 для остальных ИК комплекса с выбранным каналом термокомпенсации.

10.2.1.12 Повторить операции пп.10.2.1.2-10.2.1.11 для всех ИК комплекса с каждым каналом термокомпенсации.

10.2.1.13 Результат поверки считать положительным, если величина приведенной погрешности измерения напряжения постоянного тока каждого из каналов комплекса МІС-183 с каждым каналом термокомпенсации на каждом диапазоне не превышает  $\pm 0,3\%$ .

### 10.3 Определение основной погрешности каналов измерений относительного напряжения постоянного тока комплексов МІС-184

10.3.1 Для определения погрешности измерений относительного напряжения постоянного тока комплекса МІС-184 выполнить следующие операции:

10.3.1.1 Собрать схему, изображенную на рисунке 3.

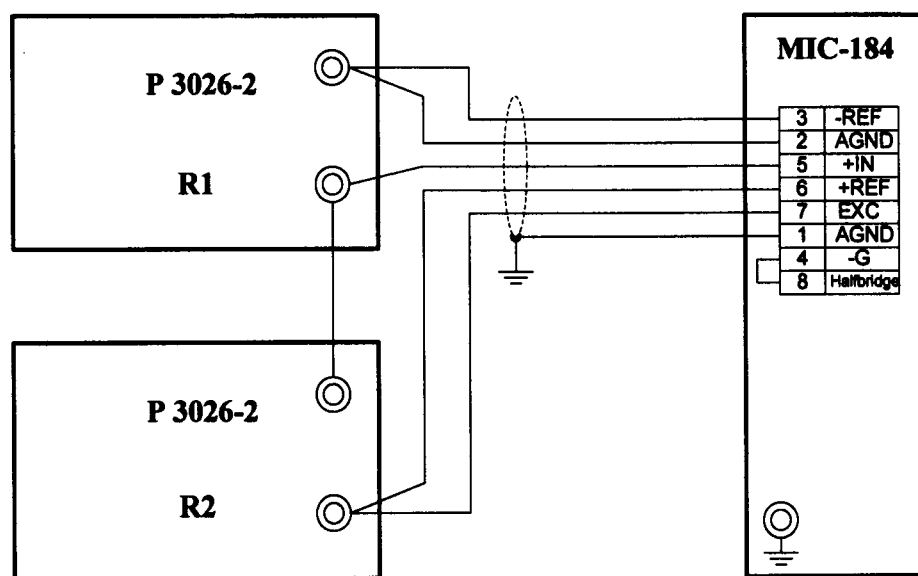


Рисунок 3 – Схема определения погрешности измерений относительного напряжения постоянного тока комплексов МІС-184

10.3.1.2 Установить частоту опроса 10 Гц. Установить напряжение питания 1 В.

10.3.1.3 Установить значения сопротивлений мер P3026-2 –200 Ом.

10.3.1.4 Провести балансировку поверяемого канала.



10.3.1.5 Установить значения сопротивлений мер Р3026-2, соответствующие значениям эталонных уровней относительных напряжений. Значения сопротивлений для различных диапазонов измерения приведены в таблице 17.

Таблица 17

±100мВ/В			±50мВ/В			±25мВ/В			±12,5мВ/В			±6,25мВ/В		
Значения эталонных уровней, мВ/В	Величина сопротивления, R1, Ом	Величина сопротивления, R2, Ом	Значения эталонных уровней, мВ/В	Величина сопротивления, R1, Ом	Величина сопротивления, R2, Ом	Значения эталонных уровней, мВ/В	Величина сопротивления, R1, Ом	Величина сопротивления, R2, Ом	Значения эталонных уровней, мВ/В	Величина сопротивления, R1, Ом	Величина сопротивления, R2, Ом	Значения эталонных уровней, мВ/В	Величина сопротивления, R1, Ом	Величина сопротивления, R2, Ом
-100	160	240	-50	180	220	-25	190	210	-12,5	195	205	-6,25	197,5	202,5
-80	168	232	-40	184	216	-20	192	208	-10	196	204	-5	198	202
-60	176	224	-30	188	212	-15	194	206	-7,5	197	203	-3,75	198,5	201,5
-40	184	216	-20	192	208	-10	196	204	-5	198	202	-2,5	199	201
-20	192	208	-10	196	204	-5	198	202	-2,5	199	201	-1,25	199,5	200,5
0	200	200	0	200	200	0	200	200	0	200	200	0	200	200
20	208	192	10	204	196	5	202	198	2,5	201	199	1,25	200,5	199,5
40	216	184	20	208	192	10	204	196	5	202	198	2,5	201	199
60	224	176	30	212	188	15	206	194	7,5	203	197	3,75	201,5	198,5
80	232	168	40	216	184	20	208	192	10	204	196	5	202	198
100	240	160	50	220	180	25	210	190	12,5	205	195	6,25	202,5	197,5
±200мВ/В			±3,12мВ/В			±1,56 мВ/В			±0,78 мВ/В					
Значения эталонных уровней, мВ/В	Величина сопротивления, R1, Ом	Величина сопротивления, R2, Ом	Значения эталонных уровней, мВ/В	Величина сопротивления, R1, Ом	Величина сопротивления, R2, Ом	Значения эталонных уровней, мВ/В	Величина сопротивления, R1, Ом	Величина сопротивления, R2, Ом	Значения эталонных уровней, мВ/В	Величина сопротивления, R1, Ом	Величина сопротивления, R2, Ом			
-200	120	280	-3,0	198,80	201,20	-1,50	199,40	200,60	-0,75	199,70	200,30			
-160	136	264	-2,4	199,04	200,96	-1,20	199,52	200,48	-0,60	199,76	200,24			
-120	152	248	-1,8	199,28	200,72	-0,90	199,64	200,36	-0,45	199,82	200,18			
-80	168	232	-1,2	199,52	200,48	-0,60	199,76	200,24	-0,30	199,88	200,12			
-40	186	216	-0,6	199,76	200,24	-0,30	199,88	200,12	-0,15	199,94	200,06			
0	200	200	0	200,00	200,00	0	200,00	200,00	0	200,00	200,00			
40	216	186	0,6	200,24	199,76	0,30	200,12	199,88	0,15	200,06	199,94			
80	232	168	1,2	200,48	199,52	0,60	200,24	199,76	0,30	200,12	199,88			
120	248	152	1,8	200,72	199,28	0,90	200,36	199,64	0,45	200,18	199,82			
160	264	136	2,4	200,96	199,04	1,20	200,48	199,52	0,60	200,24	199,76			
200	280	120	3,0	201,20	198,80	1,50	200,60	199,40	0,75	200,30	199,70			

10.3.1.6 Провести настройку программы в соответствии с п.8.2.2.1 настоящей МП.

10.3.1.7 Запустить процесс проверки, следуя указаниям диалоговых окон программы и операциями пп.8.2.2.2 - 8.2.2.6 настоящей методики или снять показания с монитора отображения комплекса.

10.3.1.8 Сохранить файл протокола проверки ИК (в случае необходимости распечатать на принтере).

10.3.1.9 Вычислить значения основной приведенной погрешности  $\gamma$ , % по формуле (5) или получить значение погрешности из файла отчета.

$$\gamma = \frac{U_e - U_z}{U_e - U_n} \cdot 100, \quad (5)$$

где  $U_e$  – измеренное значение относительного напряжения, мВ/В;  
 $U_e$  и  $U_n$  – верхний и нижний пределы диапазона измерения, мВ/В.

10.3.1.10 Повторить операции пп.10.3.1.1-10.3.1.9 для остальных ИК комплекса.

10.3.1.11 Величина погрешности каждого из каналов на каждом диапазоне не должна превышать  $\pm 0,3\%$ .

#### 10.4 Определение основной погрешности каналов измерений напряжения постоянного тока модулей MR-114, MB-132, MB-232, PXI MX-132

10.4.1 Для определения значений погрешности при измерении напряжения постоянного тока модулей MR-114, MB-132, MB-232, PXI MX-132 выполнить следующие операции:

10.4.1.1 Собрать схему, изображенную на рисунке 4.<sup>1</sup>

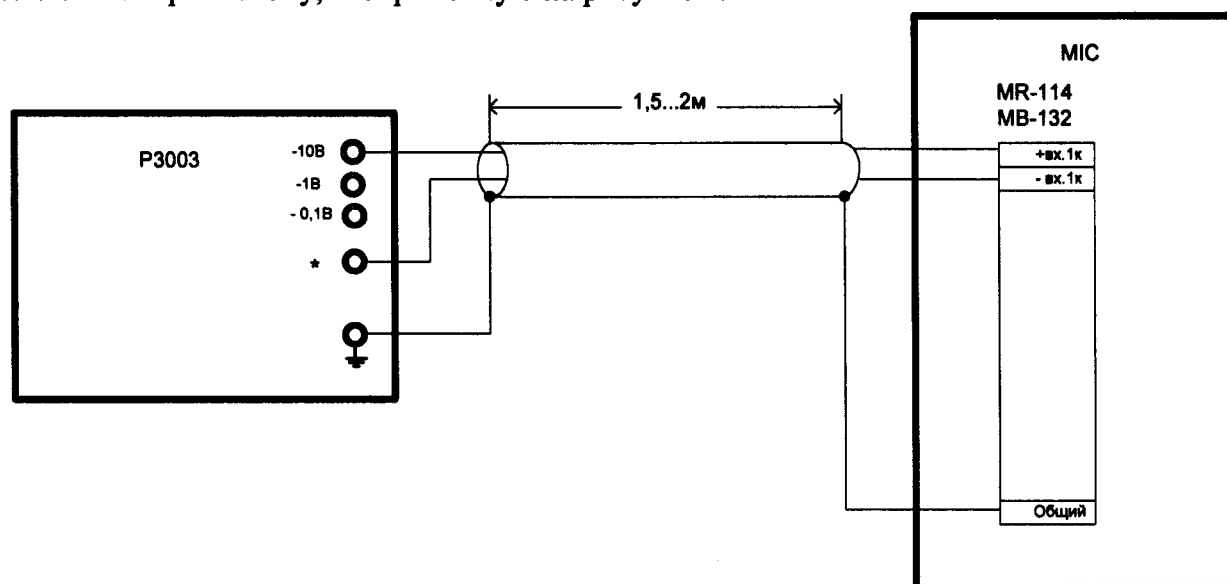


Рисунок 4 – Схема определения значений погрешности при измерении напряжения постоянного тока модулей MR-114, MB-132, MB-232, PXI MX-132

10.4.1.2 Установить частоту опроса каналов модуля 100 Гц. Выбрать поверяемый диапазон измерения, провести балансировку каналов модуля при «0»-ых значениях входного сигнала от P3003.

10.4.1.3 С компаратора напряжений P3003 подать на вход ИК эталонные значения постоянного напряжения  $U_e$  в 11 контрольных точках диапазона измерения (при проверке положительной части диапазона измерений необходимо поменять полярность сигнала, поменяв местами провода на клеммах "-10 В" и "\*" компаратора (или "-0,1 В" и "\*") в зависимости от поверяемого диапазона модуля). Значения эталонных сигналов в зависимости от диапазонов измерения модулей MR-114, MB-132, PXI MX-132 приведены в таблице 18, для модулей MB-232 в таблице 19.

<sup>1</sup> На рисунках в качестве примеров приведены схемы подключений к первым каналам модулей. При подключении эталонных источников сигналов следует руководствоваться указаниями Руководства по эксплуатации.

Таблица 18

Поверяемый диапазон, В	от -10 до +10	от -5 до +5	от -2,5 до +2,5	от -1,25 до +1,25	от -0,625 до +0,625	от -0,1 до +0,1	от -0,05 до +0,05	от -0,025 до +0,025	от -0,02 до +0,02
Напряжение эталонного сигнала $U_s$ , В	-10,0	-5,0	-2,5	-1,25	-0,625	-0,10	-0,05	-0,025	-0,020
	-8,0	-4,0	-2,0	-1,00	-0,500	-0,08	-0,04	-0,020	-0,016
	-6,0	-3,0	-1,5	-0,75	-0,375	-0,06	-0,03	-0,015	-0,012
	-4,0	-2,0	-1,0	-0,50	-0,250	-0,04	-0,02	-0,010	-0,008
	-2,0	-1,0	-0,5	-0,25	-0,125	-0,02	-0,01	-0,005	-0,004
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2,0	1,0	0,5	0,25	0,125	0,02	0,01	0,005	0,004
	4,0	2,0	1,0	0,50	0,250	0,04	0,02	0,010	0,008
	6,0	3,0	1,5	0,75	0,375	0,06	0,03	0,015	0,012
	8,0	4,0	2,0	1,00	0,500	0,08	0,04	0,020	0,016
10,0	5,0	2,5	1,25	0,625	0,10	0,05	0,025	0,020	

Таблица 19

Поверяемый диапазон, мВ	от -50 до +50	от -100 до +100	от -250 до +250	от -500 до +500
Напряжение эталонного сигнала $U_s$ , мВ	-50	-100	-250	-500
	-40	-80	-200	-400
	-30	-60	-150	-300
	-20	-40	-100	-200
	-10	-20	-50	-100
	0	0	0	0
	10	20	50	100
	20	40	100	200
	30	60	150	300
	40	80	200	400
	50	100	250	500

10.4.1.4 Провести настройку программы в соответствии с п.8.2.2.1 настоящей МП.

10.4.1.5 Запустить процесс проверки, следуя указаниям диалоговых окон программы и операциями пп.8.2.2.2 - 8.2.2.6 настоящей методики или снять показания с монитора отображения комплекса.

10.4.1.6 Сохранить файл протокола проверки ИК (в случае необходимости распечатать на принтере).

10.4.1.7 Рассчитать значения основной приведенной погрешности  $\gamma$ , % по формуле (6) или получить значение погрешности из файла отчета.

$$\gamma = \frac{U_e - U_s}{U_e - U_n} \cdot 100, \quad (6)$$

где  $U_e$  – измеренное значение напряжения, В;

$U_e$  и  $U_n$  – верхний и нижний пределы диапазона измерения, В.

10.4.1.8 Повторить операции пп. 10.4.1.1-10.4.1.7 для остальных диапазонов измерения.

10.4.1.9 Повторить операции пп. 10.4.1.1-10.4.1.8 для остальных каналов модуля.

10.4.1.10 Величина погрешности каждого из каналов не должна превышать:

-  $\pm 0,025$  % для диапазонов  $\pm 10$ ;  $\pm 5$ ;  $\pm 2,5$ ;  $\pm 1,25$ ;  $\pm 0,625$ ;  $\pm 0,1$ ;  $\pm 0,05$  В модулей MR-114 и PXI MX-132;

- $\pm 0,05$  % для диапазонов  $\pm 0,025$ ;  $\pm 0,02$  В модулей MR-114 и PXI MX-132;
- $\pm 0,05$  % для диапазона  $\pm 10$  В модулей MB-132;
- $\pm 0,2$  % для диапазонов  $\pm 50$  мВ;  $\pm 100$  мВ;  $\pm 250$  мВ;  $\pm 500$  мВ модулей MB-232.

## 10.5 Определение основной погрешности каналов измерений силы постоянного тока модулей MR-114C1, MR-114C2

10.5.1 Для определения погрешности измерений силы постоянного тока модулями MR-114C1, MR-114C2 выполнить следующие операции:

10.5.1.1 Собрать схему, изображенную на рисунке 5 (длина соединительного кабеля до 2м).

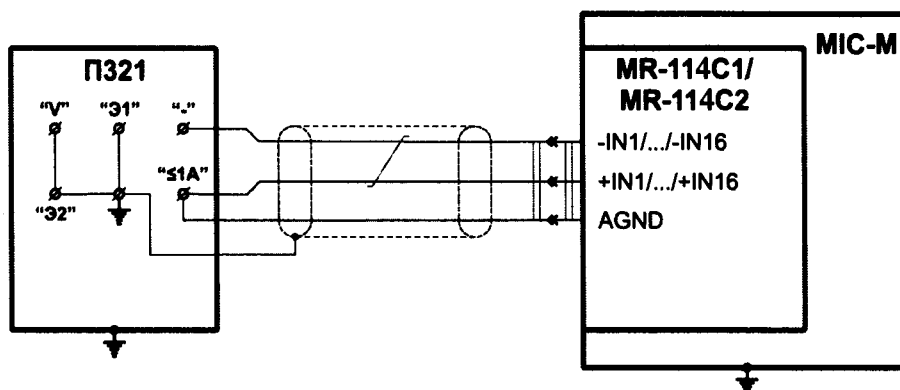


Рисунок 5 – Схема определения погрешности каналов измерений силы постоянного тока модулей MR-114C1, MR-114C2

10.5.1.2 Установить частоту опроса каналов модуля 100 Гц.

10.5.1.3 С калибратора П321 подать на вход ИК эталонные значения постоянного тока в 5 контрольных точках диапазона измерения. Значения эталонных сигналов в зависимости от диапазонов измерения приведены в таблице 20.

Таблица 20

Поверяемый диапазон, мА	0 – 20	0 – 5
Величина эталонного тока, мА	0	0
	5	1,25
	10	2,5
	15	3,75
	20	5

10.5.1.4 Провести настройку программы в соответствии с п.8.2.2.1 настоящей МП.

10.5.1.5 Запустить процесс проверки, следуя указаниям диалоговых окон программы и операциями пп.8.2.2.2-8.2.2.6 настоящей методики или снять показания с монитора отображения комплекса.

10.5.1.6 Сохранить файл протокола проверки ИК (в случае необходимости распечатать на принтере).

10.5.1.7 Вычислить значения основной приведенной погрешности  $\gamma$ , % по формуле (7) или получить значение погрешности из файла отчета.

$$\gamma = \frac{I_e - I_s}{I_s - I_n} \cdot 100, \quad (7)$$

где  $I_e$  – измеренное значение тока, мА;

$I_s$  и  $I_n$  – верхний и нижний пределы диапазона измерения, мА.

10.5.1.8 Повторить операции пп.10.5.1.1-10.5.1.7 для остальных каналов модуля.

10.5.1.9 Величина погрешности каждого из каналов не должна превышать  $\pm 0,05\%$  на каждом диапазоне.

## 10.6 Определение основной погрешности каналов измерений силы постоянного тока: модуль MR-114 - модуль коммутации ME-003C1, модуль MR-114 – модуль коммутации ME-003C2

10.6.1 Выполнить операции раздела 10.4 для модуля MR-114.

10.6.2 Добавить в ПО Recorder градуировочные характеристики (ГХ) канала модуль MR-114+ ME-003C1/ME-003C2 в окне «Настройка каналов MR-114...».

10.6.3 Установить диапазон измерения напряжения каналов модуля MR-114 в зависимости от поверяемого диапазона измерения силы постоянного тока и типа модуля ME-003C в соответствии с таблицей 21.

Таблица 21

Тип модуля	Поверяемый диапазон, мА	
	0-20	0-5
ME-003C1	$\pm 0,1B$	$\pm 0,025B$
ME-003C2	$\pm 10B$	$\pm 2,5B$

10.6.4 Установить частоту опроса каналов модуля MR-114 100 Гц.

10.6.5 Собрать схему, приведенную на рисунке 6 (длина соединительных кабелей до 2м).

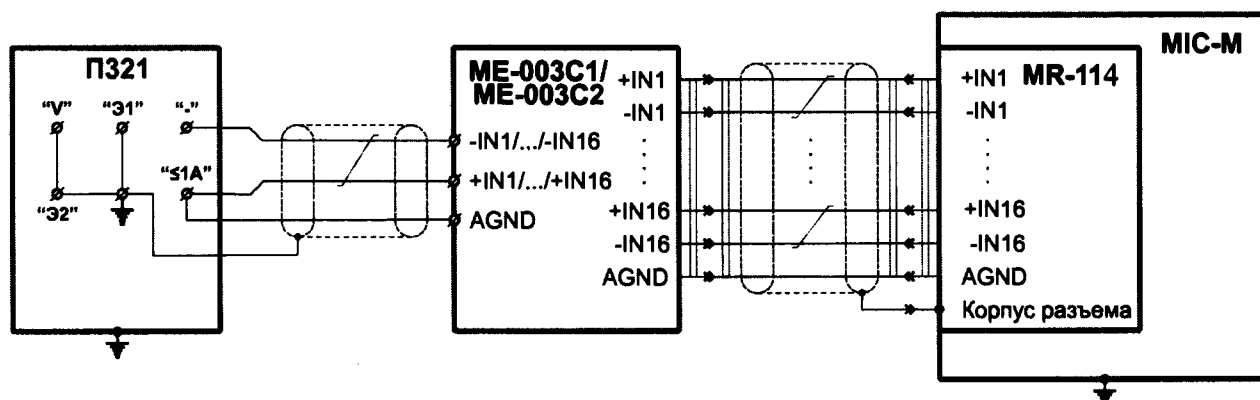


Рисунок 6 – Схема определения погрешности каналов измерений силы постоянного тока модуль MR-114+модуль коммутации ME-003C1/ME-003C2

10.6.6 Определить погрешность канала измерений силы постоянного тока модуль MR-114+модуль коммутации ME-003C1/ME-003C2 аналогично определению погрешности измерения силы постоянного тока модуля MR-114C1, MR-114C2, выполнив операции пп. 10.5.1.3-10.5.1.7.

10.6.7 Повторить операции пп. 10.6.5-10.6.6 для остальных измерительных каналов.

10.6.8 Повторить операции пп 10.6.3-10.6.7 для остальных диапазонов измерения.

10.6.9 Величина погрешности каждого из каналов не должна превышать  $\pm 0,05\%$  на каждом диапазоне измерения.

## 10.7 Определение основной погрешности каналов измерений напряжения постоянного тока модулей MR-227K1, MR-227K2, MR-227K3

10.7.1 Для определения погрешности измерений напряжения постоянного тока модулей MR-227K1/ MR-227K2/ MR-227K3 выполнить следующие операции.

10.7.1.1 Собрать схему, изображенную на рисунке 7.

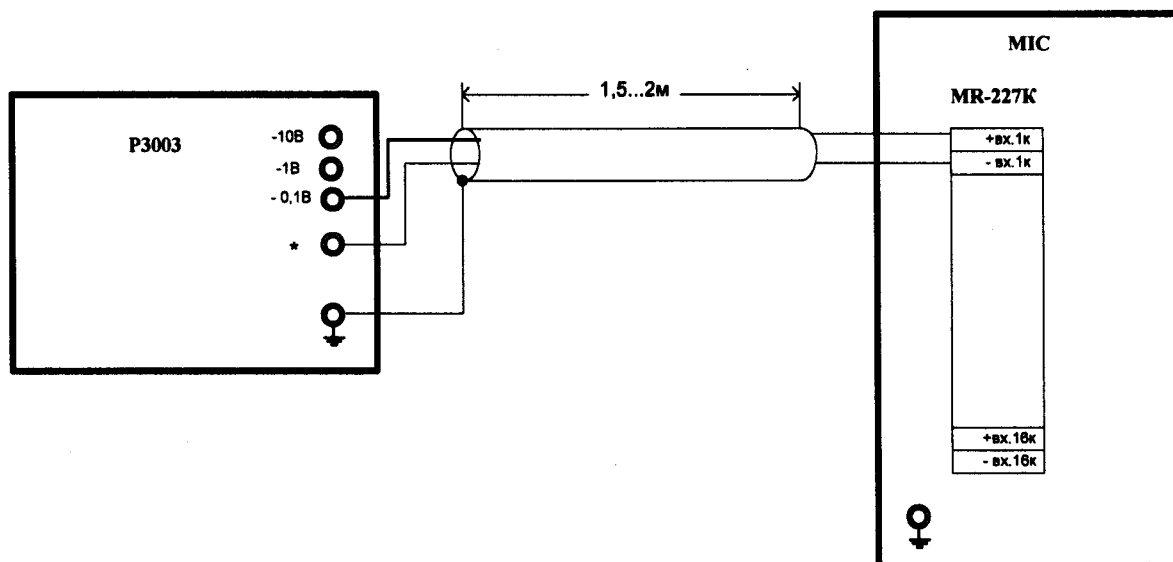


Рисунок 7 – Схема определения погрешности каналов измерений напряжения постоянного тока модулей MR-227K1/ MR-227K2/ MR-227K3

10.7.1.2 Установить частоту опроса каналов модуля 10 Гц.

10.7.1.3 С компаратора напряжений P3003 подать на вход ИК эталонные значения постоянного напряжения  $U_s$  в 11-контрольных точках. Значения эталонных сигналов в зависимости от диапазонов измерения приведены в таблице 22.

Таблица 22

Поверяемый диапазон, мВ	от -5 до +15	от -4 до +30	от -10 до +75
Напряжение эталонного сигнала $U_s$ , мВ	-5	-4	-10
	-4	-3,2	-8
	-3	-2,4	-6
	-2	-1,6	-4
	-1	-0,8	-2
	0	0	0
	3	6	15
	6	12	30
	9	18	45
	12	24	60
	15	30	75

10.7.1.4 Провести настройку программы в соответствии с п.8.2.2.1 настоящей МП.

10.7.1.5 Запустить процесс проверки, следуя указаниям диалоговых окон программы и операциями пп.8.2.2.2-8.2.2.6 настоящей методики или снять показания с монитора отображения комплекса.

10.7.1.6 Сохранить файл протокола проверки ИК (в случае необходимости распечатать на принтере).

10.7.1.7 Вычислить значения основной приведенной погрешности  $\gamma$ , % по формуле (8) или получить значение погрешности из файла отчета.

$$\gamma = \frac{U_e - U_s}{U_e - U_n} \cdot 100, \% \quad (8)$$

где  $U_e$  –измеренное значение напряжения, В;

$U_e$  и  $U_n$  –верхний и нижний пределы диапазона измерения, В.

10.7.1.8 Повторить операции пп.10.7.1.1-10.7.1.7 для остальных ИК комплекса.

10.7.1.9 Величина погрешности каждого из каналов не должна превышать  $\pm 0,08\%$ .

## 10.8 Определение основной погрешности каналов измерений ТЭДС термопар с компенсацией температуры «холодного спая»: модуль MR-227K11/ MR-227K21/ MR-227K31 - модуль коммутации ME-005

### 10.8.1 Определение погрешности измерений ТЭДС термопар: модуль MR-227K11/ MR-227K21/ MR-227K31+ модуль коммутации ME-005

10.8.1.1 Установить частоту опроса каналов модуля MR-227K11/ MR-227K21/ MR-227K31 равную 10Гц.

10.8.1.2 Собрать схему, приведенную на рисунке 8 (соединительный кабель модуль коммутации ME-005+модуль MR-227K11/ MR-227K21/ MR-227K31 - из комплекта поставки). Подключить источник эталонного напряжения к входам одного из каналов (с 2-го по 16-й) модуля ME-005.

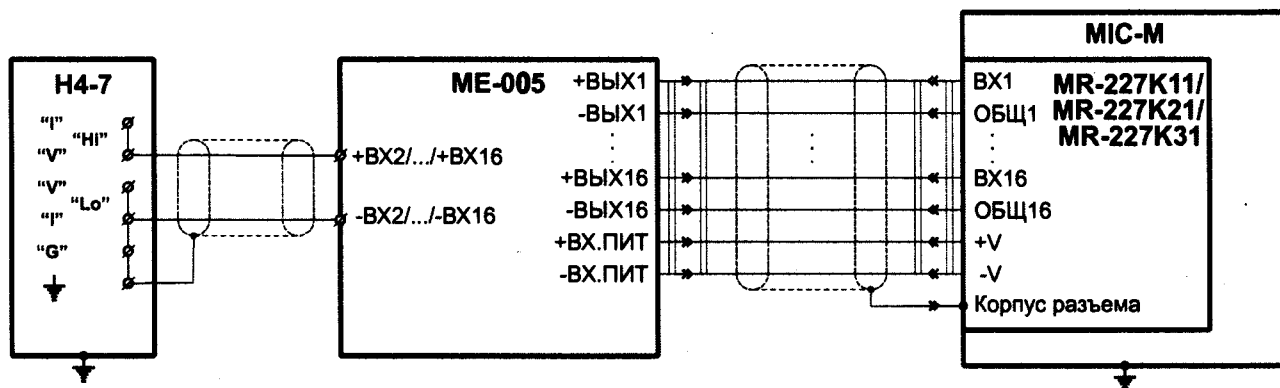


Рисунок 8 – Схема определения погрешности измерений ТЭДС термопар: модуль MR-227K11/ MR-227K21/ MR-227K31+модуль коммутации ME-005

10.8.1.3 Последовательно подать эталонные уровни напряжения постоянного тока (значения эталонных уровней в зависимости от диапазонов измерения модулей MR-227K11/ MR-227K21/ MR-227K31 приведены в таблице 22). Провести измерение значения напряжения постоянного тока (оценка «среднее значение») каналом модуля MR-227K11/ MR-227K21/ MR-227K31 для каждого значения эталонного уровня.

10.8.1.4 Рассчитать значения приведенной погрешности измерения ТЭДС для каждого значения эталонного уровня  $\gamma_{\text{ТЭДС}}$ , % по формуле (9).

$$\gamma_{\text{ТЭДС}} = \frac{U_{\text{изм.}} - U_{\text{эт.}}}{U_{\text{ВП}} - U_{\text{НП}}} \cdot 100, \% \quad (9)$$

где  $U_{\text{изм.}}$  – значение измеренного напряжения для заданного эталонного уровня, мВ;

$U_{\text{эт.}}$  – значение напряжения эталонного уровня, мВ;

$U_{\text{ВП}}$  – значение напряжения верхнего предела диапазона измерения модуля MR-227K11/ MR-227K21/ MR-227K31, мВ;

$U_{\text{НП}}$  – значение напряжения нижнего предела диапазона измерения модуля MR-227K11/ MR-227K21/ MR-227K31, мВ.

10.8.1.5 Повторить действия пп.10.8.1.2-10.8.1.4 для остальных каналов.

### 10.8.2 Определение погрешности компенсации температуры «холодного спая» термопар: модуль MR-227K11/ MR-227K21/ MR-227K31+модуль коммутации ME-005

10.8.2.1 Снять крышку модуля коммутации ME-005, установить переключки из медного провода на входах каналов с 2-го по 16-й, установить эталонный термометр сопротивления

ПТСВ-2-3, установить крышку на место и закрепить ее винтами. Собрать схему, приведенную на рисунке 9.

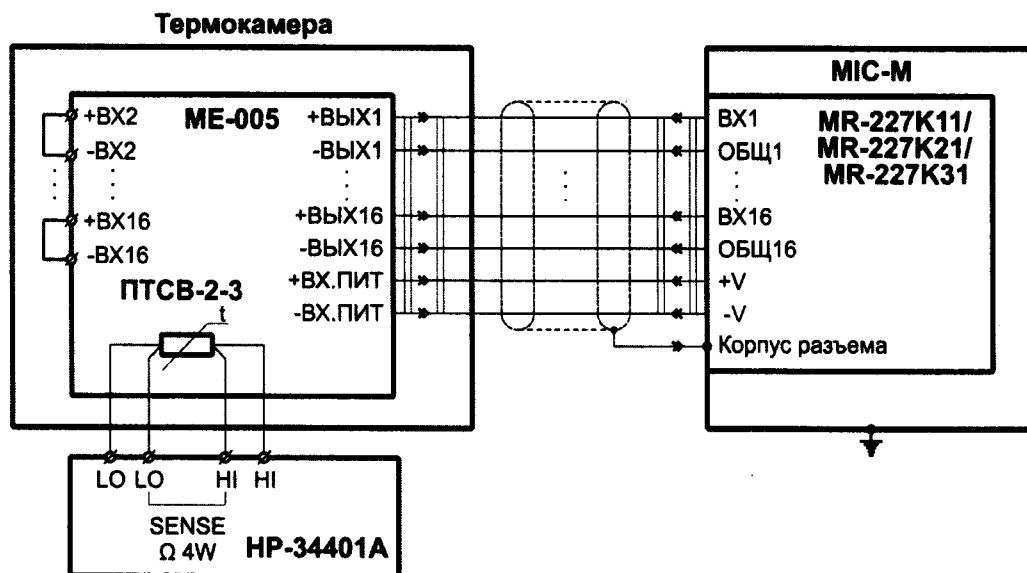


Рисунок 9 – Схема определения погрешности компенсации температуры «холодного спая»: модуль MR-227K11/ MR-227K21/ MR-227K31+модуль коммутации ME-005

10.8.2.2 Загрузить из БГДХ (см. Руководство пользователя ПО Recoder [3]) для канала 1 модуля MR-227K11/ MR-227K21/ MR-227K31 градуировочную характеристику (зависимость «Ом·°C») термометра сопротивления Pt100 по ГОСТ 6651-2009 [6] для  $R_0=100$  Ом,  $\alpha=0,00385^\circ\text{C}^{-1}$ ).

10.8.2.3 Запустить на выполнение плагин «КТХС» (см. Руководство пользователя ПО Recoder [3]). В окне «Настройка коррекции температуры холодного спая» плагина добавить каналы с 2-го по 16-й модуля MR-227K11/ MR-227K21/ MR-227K31 в список «Компенсированные каналы», добавить канал 1 модуля MR-227K11/ MR-227K21/ MR-227K31 в список «Каналы аддитивной компенсации», установить метку «Добавить каналы в мВ», установить тип термопары в поле «Градуировочная характеристика термопары» в соответствии с таблицей 23.

Таблица 23

Тип модуля	Тип термопары
MR-227K11	R (ТПП); S (ТПП); B (ТПР); J (ТЖК); T (ТМК); E (ТХКН); K (ТХА); N (ТНН); A-1 (ТВР); A-2 (ТВР); A-3 (ТВР); L (ТХК); M (ТМК)
MR-227K21	R (ТПП); S (ТПП); B (ТПР); T (ТМК)
MR-227K31	B (ТПР); N (ТНН)

10.8.2.4 Задать температуру в термокамере, равную одному из значений диапазона компенсации температуры «холодного спая» в зависимости от типа термопары, в соответствии с таблицей 24. После выхода термокамеры на режим выдержать при заданной температуре модуль коммутации ME-005 в течение времени, необходимого для достижения стабильной температуры внутри модуля (сопротивление ПТСВ-2-3 не должно изменяться больше чем на  $\pm 0,01$  Ом за 5 минут). Измерить сопротивление ПТСВ-2-3 и определить действительное значение температуры «холодного спая», согласно ГОСТ Р 8.571-98 (Приложения А и Б) [7] с использованием градуировочной таблицы  $T=f(W)$ , прилагаемой к РЭ на термометр, или градуировочных характеристик из свидетельства о поверке).



Таблица 24

Тип термопары	Контрольные значения температуры «холодного спая», °С
R (ТПП); S (ТПП); J (ТЖК); Т (ТМК); Е (ТХКн); К (ТХА); N (ТНН); L (ТХК); М (ТМК)	-30; -15; 0; 20; 50
А-1 (ТВР); А-2 (ТВР); А-3 (ТВР); В (ТПР)	0; 20; 50

10.8.2.5 Определить по ГОСТ 8.585-2001 [4] для выбранного типа термопары значение эталонного напряжения (ТЭДС) «холодного спая»  $U_{ХСЭ}$  (мВ), соответствующее действительному значению температуры «холодного спая», определенному в п. 10.8.2.4.

10.8.2.6 Снять по показаниям комплекса (оценки среднего соответствующих виртуальных каналов с обозначением «сог\_шV») значения напряжения компенсации «холодного спая»  $U_{ХС}$  (мВ) каналов.

10.8.2.7 Рассчитать абсолютную погрешность напряжения компенсации температуры «холодного спая» термопары  $\Delta_{ХС}$ , мВ по формуле (10) для каждого канала.

$$\Delta_{ХС} = U_{ХС} - U_{ХСЭ}, \quad (10)$$

10.8.2.8 Рассчитать приведенную погрешность напряжения компенсации температуры «холодного спая» термопары  $\gamma_{\text{комп}}$ , % по формуле (11) для каждого канала.

$$\gamma_{\text{комп}} = \frac{\Delta_{ХС}}{U_{\text{ВП}} - U_{\text{НП}}} \cdot 100, \% \quad (11)$$

где  $U_{\text{ВП}}$  - значение верхнего предела диапазона измерения модуль MR-227K11/ MR-227K21/ MR-227K31+модуль коммутации ME-005, мВ;

$U_{\text{НП}}$  - значение нижнего предела диапазона измерения модуль MR-227K11/ MR-227K21/ MR-227K31+модуль коммутации ME-005, мВ.

10.8.2.9 Повторить операции пп.10.8.2.5-10.8.2.8 для остальных типов термопар, установив тип термопары в поле «Тарировочная характеристика термопары» плагина «КТХС», в соответствии с таблицей 23.

10.8.2.10 Рассчитать основную приведенную погрешность измерения ТЭДС термопар с компенсацией температуры «холодного спая»  $\gamma$ , % по формуле (12) для каждого канала.

$$\gamma = \gamma_{\text{комп}} + \gamma_{\text{ТЭДСmax}}, \quad (12)$$

где  $\gamma_{\text{комп}}$  - значение приведенной погрешности напряжения компенсации температуры «холодного спая» канала, полученное в п.10.8.2.8, %;

$\gamma_{\text{ТЭДСmax}}$  - максимальное значение приведенной погрешности измерения ТЭДС канала, полученное в п.10.8.1, %.

10.8.2.11 Повторить операции пп. 10.8.2.4-10.8.2.10 для остальных значений температуры «холодного спая».

10.8.2.12 Основная приведенная погрешность канала измерений ТЭДС термопар с компенсацией температуры «холодного спая»: модуль MR-227K11/ MR-227K21/ MR-227K31+модуль коммутации ME-005 не должна превышать  $\pm 0,08$  %.

## 10.9 Определение основной погрешности каналов измерений напряжения постоянного тока модулей MR-227U1, MR-227U2, MR-227U3, MR-237U

10.9.1 Для определения погрешности измерений напряжения постоянного тока модулей MR-227U1, MR-227U2, MR-227U3 и MR-237U выполнить следующие операции:

10.9.1.1 Собрать схему, изображенную на рисунке 10.

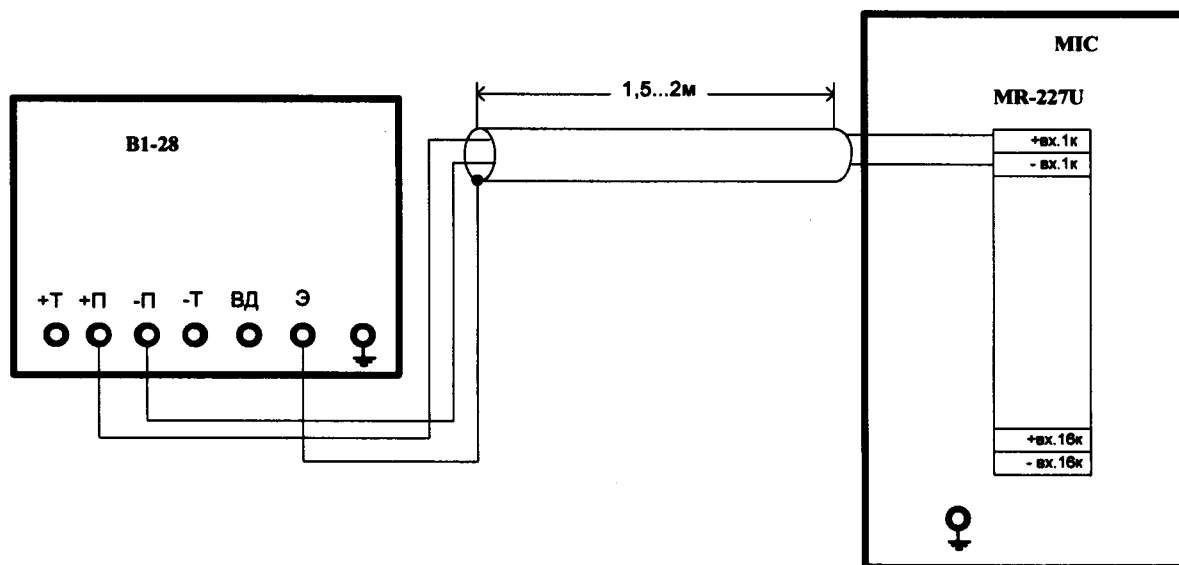


Рисунок 10 – Схема определения погрешности измерений напряжения постоянного тока модулей MR-227U1, MR-227U2, MR-227U3 и MR-237U

10.9.1.2 Установить частоту опроса каналов модуля 10 Гц.

10.9.1.3 С калибратора В1-28 подать на вход ИК эталонные значения постоянного напряжения  $U_s$  в 5 или 11 контрольных точках в зависимости от диапазона измерения. Значения эталонных сигналов приведены в таблице 25.

10.9.1.4 Провести настройку программы в соответствии с п.8.2.2.1 настоящей МП.

10.9.1.5 Запустить процесс проверки, следуя указаниям диалоговых окон программы и операциями пп.8.2.2.2-8.2.2.6 настоящей методики или снять показания с монитора отображения комплекса.

Таблица 25

Проверяемый диапазон	от -10 до +100 мВ	от -2 до +8 В	от 0 до +10 В	от -20 до +80 В	от 0 до +100 В	от 0 до +300 В	от -60 до +240 В
Напряжение эталонного сигнала $U_s$	-10	-2,0	0	-20	0	0	-60
	-8	-1,6	2,5	-16	25	75	-48
	-6	-1,2	5,0	-12	50	150	-36
	-4	-0,8	7,5	-8	75	225	-24
	-2	-0,4	10,0	-4	100	300	-12
	0	0		0			0
	20	1,6		16			48
	40	3,2		32			96
	60	4,8		48			144
	80	6,4		64			192
	100	8,0		80			240

10.9.1.6 Сохранить файл протокола проверки ИК (в случае необходимости распечатать на принтере).

10.9.1.7 Вычислить значения основной приведенной погрешности  $\gamma$ , % по формуле (13) или получить значение погрешности из файла отчета.

$$\gamma = \frac{U_e - U_s}{U_e - U_n} \cdot 100, \% \quad (13)$$

где  $U_e$  – измеренное значение напряжения, В;

$U_s$  и  $U_n$  – верхний и нижний пределы диапазона измерения, В.

10.9.1.8 Повторить операции пп.10.9.1.1-10.9.1.7 для остальных каналов модуля.

10.9.1.9 Величина погрешности каждого из каналов не должна превышать  $\pm 0,08\%$ .

### 10.10 Определение основной погрешности каналов измерений силы постоянного тока модулей MR-227C1, MR-227C2, MR-237C

10.10.1 Для определения погрешности измерений силы постоянного тока модулей MR-227C1, MR-227C2 и MR-237C выполнить следующие операции:

10.10.1.1 Собрать схему, изображенную на рисунке 11.

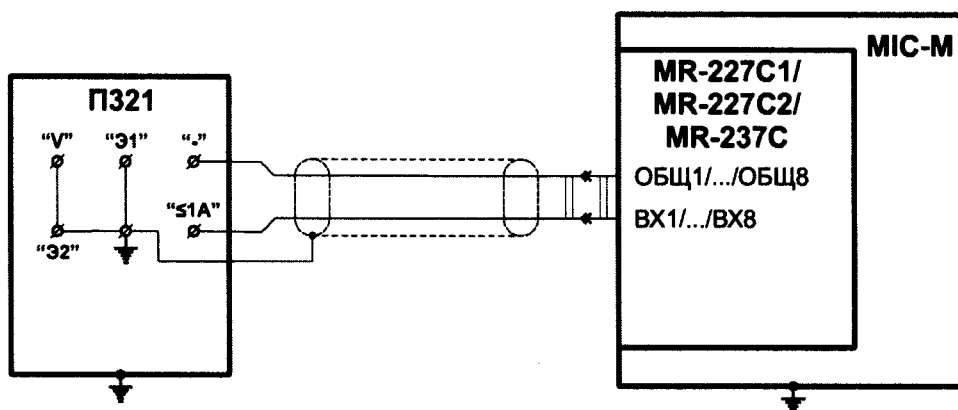


Рисунок 11- Схема определения погрешности канала измерений силы постоянного тока модулей MR-227C1, MR-227C2, MR-237C

10.10.1.2 Установить частоту опроса каналов модуля 10 Гц.

10.10.1.3 С калибратора ПЗ21 подать на вход ИК эталонные значения постоянного тока в 5 контрольных точках диапазона измерения. Значения эталонных сигналов в зависимости от диапазонов измерения приведены в таблице 26.

Таблица 26

Поверяемый диапазон, мА	0 – 20	0 – 5
Величина эталонного тока, мА	0	0
	5	1,25
	10	2,5
	15	3,75
	20	5

10.10.1.4 Провести настройку программы в соответствии с п.8.2.2.1 настоящей МП.

10.10.1.5 Запустить процесс проверки, следуя указаниям диалоговых окон программы и операциями пп.8.2.2.2-8.2.2.6 настоящей методики или снять показания с монитора отображения комплекса.

10.10.1.6 Сохранить файл протокола проверки ИК (в случае необходимости распечатать на принтере).

10.10.1.7 Рассчитать значения основной приведенной погрешности  $\gamma$ , % по формуле (14) или получить значение погрешности из файла отчета.

$$\gamma = \frac{I_e - I_z}{I_e - I_n} \cdot 100, \quad (14)$$

где  $I_e$  – измеренное значение тока, мА;

$I_o$  и  $I_n$  – верхний и нижний пределы диапазона измерения, мА.

10.10.1.8 Повторить операции пп.10.10.1.1-10.10.1.7 для остальных каналов модуля.

10.10.1.9 Величина погрешности каждого из каналов не должна превышать  $\pm 0,08\%$ .

### 10.11 Определение основной погрешности каналов измерений сопротивления постоянного тока модулей MR-227R1, MR-227R2, MR-227R3, MR-227R4, MR-227R5, MR-227R6, MR-227S1, MR-237R, MB-232

10.11.1 Для определения погрешности измерений сопротивления постоянного тока модулей MR-227R1, MR-227R2, MR-227R3, MR-227R4, MR-227R5, MR-227R6, MR-227S1, MR-237R, MB-232 выполнить следующие операции:

10.11.1.1 Собрать схему, изображенную на рисунке 12.

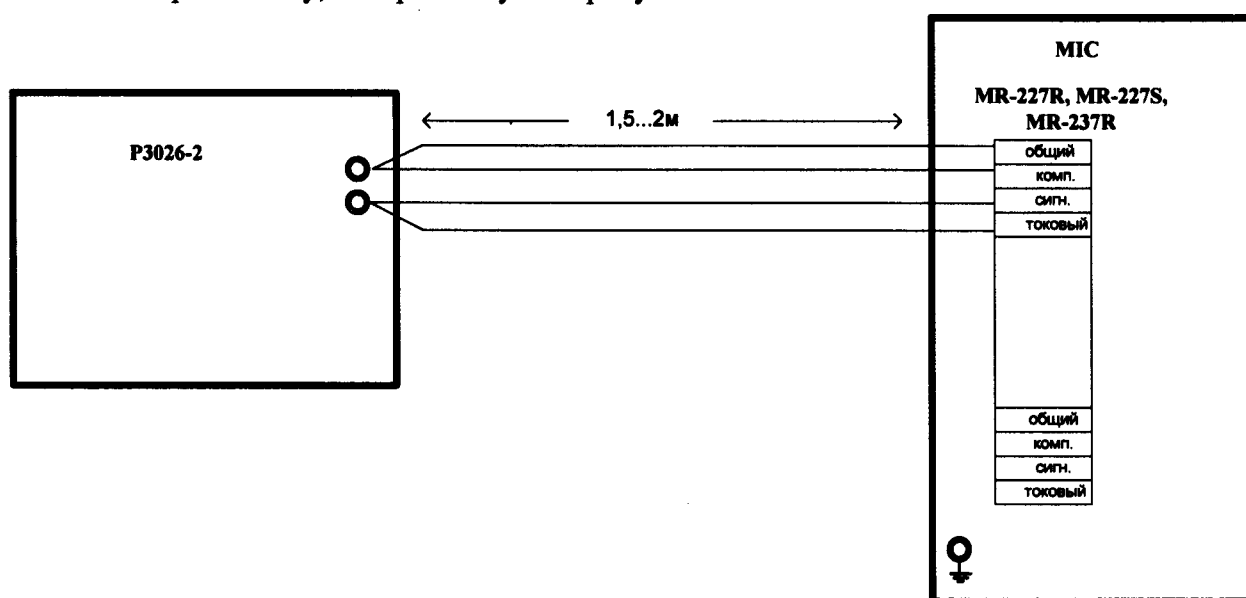


Рисунок 12 – Схема поверки модулей MR-227R1, MR-227R2, MR-227R3, MR-227R4, MR-227R5, MR-227R6, MR-227S1, MR-237R, MB-232

10.11.1.2 Установить частоту опроса каналов модуля 10 Гц

10.11.1.3 С меры сопротивлений P3026-2 подать на вход ИК эталонные значения сопротивления в 5 контрольных точках диапазона измерения. Значения эталонных сигналов в зависимости от диапазонов измерения приведены в таблице 27.

Таблица 27

Поверяемый диапазон, Ом	от 0,1 до 20	от 0,1 до 41	от 0,1 до 50	от 75 до 125	от 0,1 до 100	от 0,1 до 102	от 75 до 200	от 0,1 до 200	от 0,1 до 204	от 0,1 до 10000
	Эталонное сопротивление, Ом	0,1	0,1	0,1	75	0,1	0,1	75	0,1	0,1
	5	10	12,5	82,5	25	25	105	50	50	2500
	10	20	25	100	50	50	135	100	100	5000
	15	30	37,5	112,5	75	75	165	150	150	7500
	20	41	50	125	100	102	200	200	204	10000

10.11.1.4 Провести настройку программы в соответствии с п.8.2.2.1 настоящей МП.

10.11.1.5 Запустить процесс проверки, следуя указаниям диалоговых окон программы и операциями пп.8.2.2.2-8.2.2.6 настоящей методики или снять показания с монитора отображения комплекса.

10.11.1.6 Сохранить файл протокола проверки ИК (в случае необходимости распечатать на принтере).

10.11.1.7 Рассчитать значения основной приведенной погрешности  $\gamma$ , % по формуле (15) или получить значение погрешности из файла отчета.

$$\gamma = \frac{R_e - R_s}{R_g - R_n} \cdot 100, \quad (15)$$

где  $R_e$  – измеренное значение сопротивления, Ом;

$R_g$  и  $R_n$  – верхний и нижний пределы диапазона измерения, Ом.

10.11.1.8 Повторить операции пп.10.11.1.1-10.11.1.7 для остальных каналов модуля.

10.11.1.9 Величина погрешности каждого из каналов не должна превышать  $\pm 0,08\%$  для модулей MR-227R1, MR-227R2, MR-227R3, MR-227R4, MR-227R5, MR-227R6, MR-227S1, MR-237R и  $\pm 0,2\%$  для модулей MB-232.

## 10.12 Определение основной погрешности каналов измерений относительного сопротивления потенциометрических датчиков модулей MR-227Up

10.12.1 Для определения погрешности измерений относительного сопротивления потенциометрических датчиков с модулем MR-227Up выполнить следующие операции.

10.12.1.1 Собрать схему, изображенную на рисунке 13

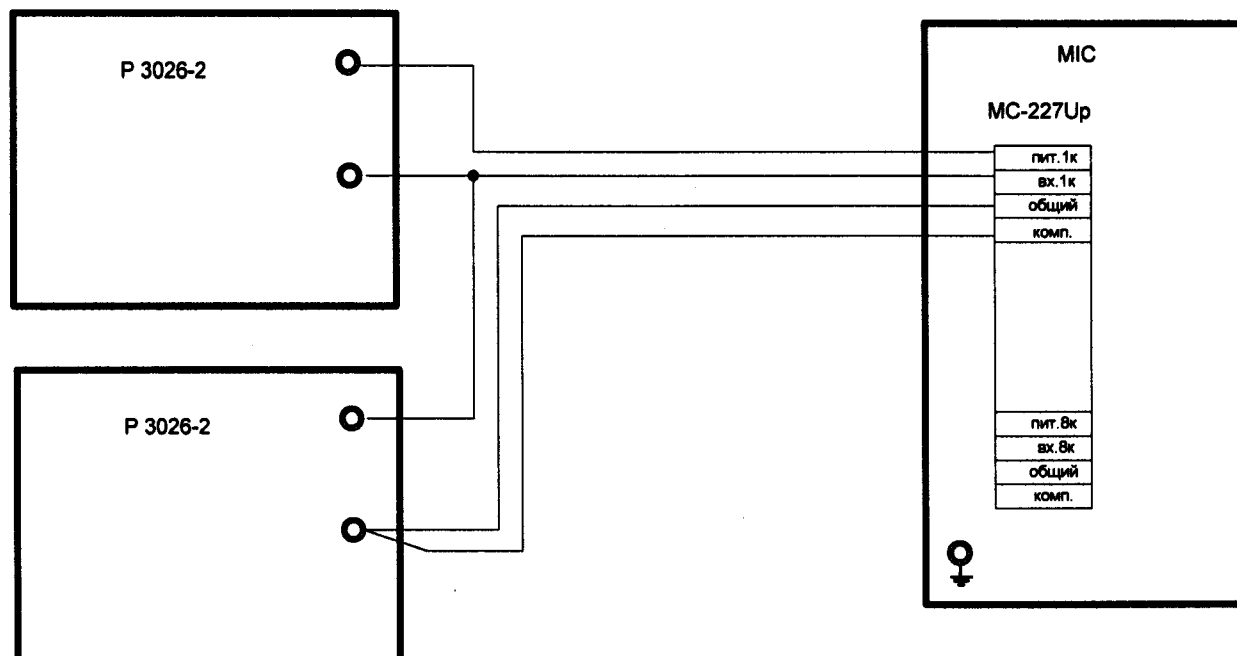


Рисунок 13 – Схема определения погрешности измерений относительного сопротивления потенциометрических датчиков модулей MR-227Up

10.12.1.2 Установить частоту опроса каналов модуля 10 Гц.

10.12.1.3 Двумя мерами сопротивлений Р3026-2 подать на вход ИК эталонные значения относительного сопротивления в 5 контрольных точках диапазона измерения. Величины сопротивлений, устанавливаемые на каждом из магазинов, приведены в таблице 28.

Таблица 28

Значения эталонных уровней Rотн., %	Величина сопротивления P3026-2, Ом	
	R1	R2
5	50	950
25	250	750
50	500	500
75	750	250
95	950	50

10.12.1.4 Провести настройку программы в соответствии с п.8.2.2.1 настоящей МП.

10.12.1.5 Запустить процесс проверки, следуя указаниям диалоговых окон программы и операциями пп.8.2.2.2-8.2.2.6 настоящей методики или снять показания с монитора отображения комплекса.

10.12.1.6 Сохранить файл протокола проверки ИК (в случае необходимости распечатать на принтере).

10.12.1.7 Рассчитать значения основной приведенной погрешности  $\gamma$ , % по формуле (16) или получить значение погрешности из файла отчета.

$$\gamma = R_{отн.е} - R_{отн.э}, \quad (16)$$

где  $R_{отн.е}$  – измеренное значение относительного сопротивления, %;

$R_{отн.э}$  – эталонное значение относительного сопротивления, %.

10.12.1.8 Повторить операции пп.10.12.1.1-10.12.1.7 для остальных каналов модуля.

10.12.1.9 Величина погрешности каждого из каналов не должна превышать  $\pm 0,08$  %.

### 10.13 Определение основной погрешности каналов измерений относительного напряжения тензодатчиков модулей MR-212, МН-302

10.13.1 Для определения погрешности измерений относительного напряжения тензодатчиков модуля MR-212 выполнить следующие операции.

10.13.1.1 Собрать схему, изображенную на рисунке 14.

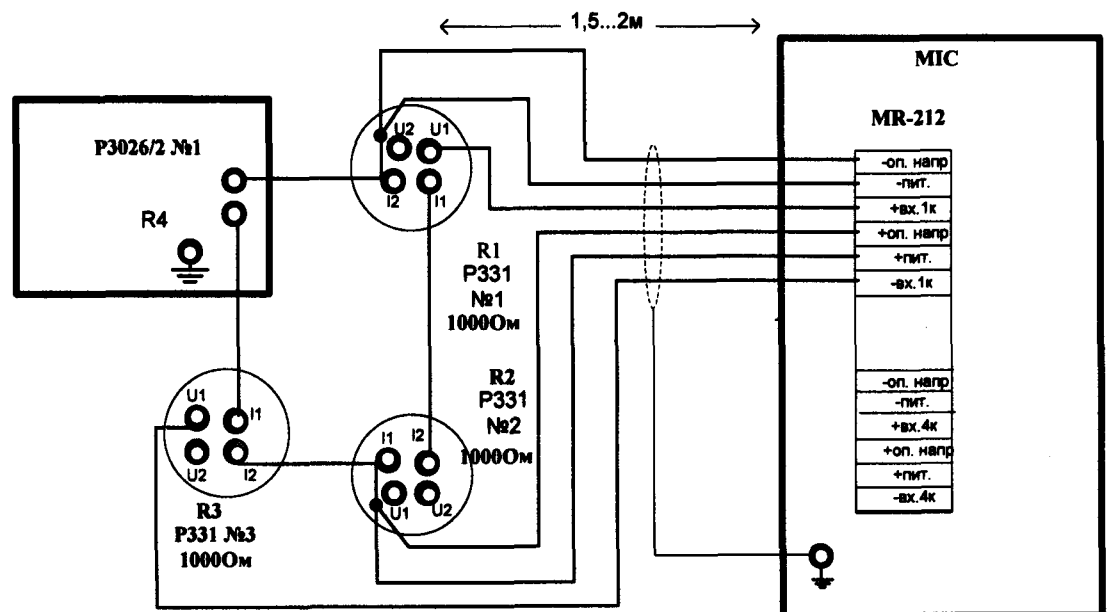


Рисунок 14 – Схема определения погрешности измерений относительного напряжения тензодатчиков модулей MR-212

10.13.1.2 Установить частоту опроса каналов модуля 80 Гц, выбрать поверяемый диапазон измерения, выбрать режим питания "Переменный ток".

10.13.1.3 Провести балансировку нуля поверяемого канала, установив значение сопротивления R4 – 1000 Ом.

10.13.1.4 Установить значения сопротивлений R4, соответствующие разбалансу мостовой схемы в эталонных уровнях относительного напряжения. Значения сопротивления R4 для различных диапазонов измерения приведены в таблице 29.

Таблица 29

Диапазоны измерения, мВ/В									
от -2 до +2 (±10 мВ) от 0 до 2 (от 0 до 10 мВ)		от -4 до +4 (±20 мВ) от 0 до 4 (от 0 до 20 мВ)		от -8 до +8 (±40 мВ) от 0 до 8 (от 0 до 40 мВ)		от -16 до +16 (±80 мВ) от 0 до 16 (от 0 до 80 мВ)		от -32 до +32 (±80 мВ) от 0 до 32 (от 0 до 80 мВ)	
Напряжение питания, В									
5								2,5	
Эталон- ные уровни, мВ/В	Величи- на сопр. эталон- ного источни- ка R4, Ом	Эталон лон- ные уров- ни, мВ/В	Величи- на сопр. эталон- ного источни- ка R4, Ом	Эталон лон- ные уров- ни, мВ/В	Величина сопр. эта- лонного источника R4, Ом	Эталон лон- ные уров- ни, мВ/В	Величина сопр. эта- лонного источника R4, Ом	Эталон лон- ные уров- ни, мВ/В	Величина сопр. эта- лонного источника R4, Ом
-1,9300	1007,75	-3,9683	1016	-7,9951	1032,5	-15,9729	1066	-31,9448	1136,5
-1,4955	1006	-2,9821	1012	-5,9289	1024	-11,7188	1048	-22,9008	1096
-1,1225	1004,5	-2,2399	1009	-4,4599	1018	-8,8409	1036	-17,3745	1072
-0,7489	1003	-1,4955	1006	-2,9821	1012	-5,9289	1024	-11,7188	1048
-0,3747	1001,5	-0,7489	1003	-1,4955	1006	-2,9821	1012	-5,9289	1024
0	1000	0	1000	0	1000	0	1000	0	1000
0,3753	998,5	0,7511	997	1,5045	994	3,0181	988	6,0729	976
0,7511	997	1,5045	994	3,0181	988	6,0729	976	12,2951	952
1,1275	995,5	2,2602	991	4,5409	982	9,1650	964	18,6722	928
1,5045	994	3,0181	988	6,0729	976	12,2951	952	25,2101	904
1,9450	992,25	3,9053	984,5	7,8720	969	15,7298	939	31,6321	881

10.13.1.5 Провести настройку программы в соответствии с п.8.2.2.1 настоящей МП.

10.13.1.6 Запустить процесс проверки, следуя указаниям диалоговых окон программы и операциями пп.8.2.2.2-8.2.2.6 настоящей методики или снять показания с монитора отображения комплекса.

10.13.1.7 Сохранить файл протокола проверки ИК (в случае необходимости распечатать на принтере).

10.13.1.8 Вычислить значения основной приведенной погрешности  $\gamma$ , % по формуле (17) или получить значение погрешности из файла отчета.

$$\gamma = \frac{U_e - U_n}{U_e + U_n} \cdot 100, \quad (17)$$

где  $U_e$  – измеренное значение относительного напряжения, мВ/В;

$U_e$  и  $U_n$  – верхний и нижний пределы диапазона измерения, мВ/В.

10.13.1.9 Повторить операции пп.10.13.1.2-10.13.1.8 для остальных диапазонов модуля.

10.13.1.10 Повторить операции пп.10.13.1.1-10.13.1.9 для остальных каналов модуля.

10.13.1.11 Величина погрешности каждого из каналов на каждом диапазоне не должна превышать  $\pm 0,05\%$ .

10.13.2 Для определения погрешности измерений относительного напряжения тензодатчиков модуля МН-302 выполнить следующие операции.

10.13.2.1 Установить частоту опроса каналов модуля равную 50 Гц, выбрать диапазон измерения, выбрать режим питания "Переменный ток".

10.13.2.2 Собрать схему, изображенную на рисунке 15 (длина соединительного кабеля до 2м).

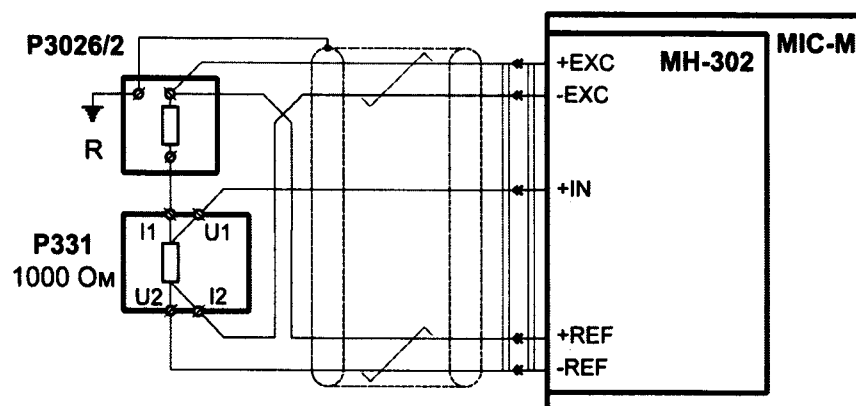


Рисунок 15 – Схема определения погрешности измерений относительного напряжения тензодатчиков модуля МН-302

10.13.2.3 Провести балансировку нуля поверяемого канала, установив значение сопротивления R равным 1000 Ом.

10.13.2.4 Установить значения сопротивлений R, соответствующие разбалансу мостовой схемы в эталонных уровнях относительного напряжения. Значения сопротивления R для различных диапазонов измерения приведены в таблице 30.

Таблица 30

Диапазоны измерений, мВ/В									
от -2 до +2; от 0 до 2		от -4 до +4; от 0 до 4		от -8 до 8; от 0 до 8		от -16 до +16; от 0 до 16		от -32 до +32; от 0 до 32	
Эталон. уровень, мВ/В	R, Ом	Эталон. уровень, мВ/В	R, Ом	Эталон. уровень, мВ/В	R, Ом	Эталон. уровень, мВ/В	R, Ом	Эталон. уровень, мВ/В	R, Ом
-1,9300	1007,75	-3,9683	1016	-7,9951	1032,5	-15,9729	1066	-31,9448	1136,5
-1,4955	1006	-2,9821	1012	-5,9289	1024	-11,7188	1048	-22,9008	1096
-1,1225	1004,5	-2,2399	1009	-4,4599	1018	-8,8409	1036	-17,3745	1072
-0,7489	1003	-1,4955	1006	-2,9821	1012	-5,9289	1024	-11,7188	1048
-0,3747	1001,5	-0,7489	1003	-1,4955	1006	-2,9821	1012	-5,9289	1024
0	1000	0	1000	0	1000	0	1000	0	1000
0,3753	998,5	0,7511	997	1,5045	994	3,0181	988	6,0729	976
0,7511	997	1,5045	994	3,0181	988	6,0729	976	12,2951	952
1,1275	995,5	2,2602	991	4,5409	982	9,1650	964	18,6722	928
1,5045	994	3,0181	988	6,0729	976	12,2951	952	25,2101	904
1,9450	992,25	3,9053	984,5	7,8720	969	15,7298	939	31,6321	881

10.13.2.5 Провести настройку программы в соответствии с п.8.2.2.1 настоящей МП и запустить процесс проверки, следуя указаниям диалоговых окон программы и операциями пп.8.2.2.2-8.2.2.6 настоящей методики или снять показания с монитора отображения комплекса для каждого значения эталонного уровня.

10.13.2.6 Вычислить значения основной приведенной погрешности  $\gamma$  по формуле (17) или получить значение погрешности из файла отчета.

10.13.2.7 Повторить операции пп.10.13.2.3-10.13.2.6 для остальных диапазонов модуля.

10.13.2.8 Повторить операции пп.10.13.2.2-10.13.2.8 для остальных каналов модуля.

10.13.2.9 Величина погрешности каждого из каналов не должна превышать  $\pm 0,05$  %.



### 10.14 Определение основной погрешности каналов измерений напряжения постоянно-го и переменного тока модулей PXI MX-224, PXI MX-225, PXI MX-228, PXI MX-240, MR-202

10.14.1 Определение погрешности измерений напряжения постоянного тока модулей PXI MX-224, PXI MX-225, PXI MX-228, PXI MX-240, MR-202

10.14.1.1 Собрать схему, приведенную на рисунке 16. Выбрать диапазон измерения  $\pm 10\text{В}$ .

10.14.1.2 Установить напряжение эталонного сигнала равное  $0,0\text{ В}$  и выполнить балансировку канала, используя меню настройки канала.

10.14.1.3 Последовательно установить величину напряжения эталонного сигнала равной значениям:  $10\text{ В}$ ;  $8,0\text{ В}$ ;  $6,0\text{ В}$ ;  $4,0\text{ В}$ ;  $2,0\text{ В}$ ;  $0,0\text{ В}$ ; минус  $2,0\text{ В}$ ; минус  $4,0\text{ В}$ ; минус  $6,0\text{ В}$ ; минус  $8,0\text{ В}$ ; минус  $10,0\text{ В}$  и снять значения оценки среднего ( $m$ ) по показаниям комплекса в режиме «ПРОСМОТР» для каждого значения эталонного напряжения.

10.14.1.4 Вычислить значения основной приведенной погрешности измерения напряжения постоянного тока по формуле (4) для каждого значения эталонного напряжения.

10.14.1.5 Повторить операции пп.10.14.1.1-10.14.1.4 для остальных каналов модуля.

10.14.1.6 Основная приведенная погрешность измерения напряжения постоянного тока каждого из каналов модуля не должна превышать:

$\pm 0,10\%$  для модулей PXI MX-224, PXI MX-225, PXI MX-240, MR-202

$\pm 0,30\%$  для модулей PXI MX-228.

10.14.2 Определение погрешности измерений напряжения переменного тока модулей PXI MX-224, PXI MX-225, PXI MX-228, PXI MX-240, MR-202

Для определения значений погрешности измерения напряжения переменного тока выполнить следующие операции:

10.14.2.1 Собрать схему, приведенную на рисунке 16. Выбрать амплитудный диапазон измерения  $10\text{ В}$ .

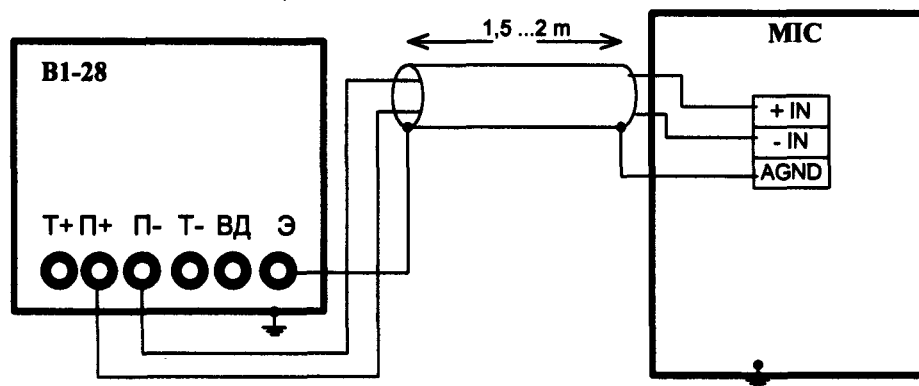


Рисунок 16 – Схема определения погрешности измерений напряжения постоянного и переменного тока модулей PXI MX-224, PXI MX-225, PXI MX-240, MR-202

10.14.2.2 Последовательно установить величину напряжения эталонного синусоидального сигнала частотой  $1\text{ кГц}$  равной действующим значениям:  $1,4$ ;  $2,8$ ;  $4,2$ ;  $5,6$ ;  $7,0\text{ (В)}$  и снять значения  $U_e$  (действующее значение) по показаниям комплекса.

10.14.2.3 Основную приведенную погрешность  $\gamma$ , % определить по формуле (18) для каждого эталонного напряжения.

$$\gamma = \frac{U_e - U_3}{U_{\max}} \cdot \sqrt{2} \cdot 100, \quad (18)$$

где  $U_e$  – измеренное значение напряжения, В;

$U_3$  – значение напряжения, выдаваемого эталонным прибором, В;

$U_{\max}$  – предел амплитудного диапазона измерения (10В), В

10.14.2.4 Повторить действия пп. 10.14.2.1-10.14.2.3 для остальных каналов.

10.14.2.5 Величина погрешности каждого из каналов не должна превышать:

$\pm 0,10\%$  для модулей PXI MX-224, PXI MX-225, PXI MX-240, MR-202

$\pm 0,30\%$  для модулей PXI MX-228.

### 10.15 Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики каналов измерений напряжения переменного тока модулей PXI MX-224, PXI MX-225, PXI MX-228, PXI MX-240, MR-202

10.15.1 Для определения неравномерности АЧХ на переменном напряжении (частотах кроме 0 Гц) выполнить следующие операции:

10.15.1.1 Собрать схему, приведенную на рисунке 16.

10.15.1.2 Выбрать амплитудный диапазон измерения 10 В.

10.15.1.3 Установить величину переменного напряжения эталонного сигнала в соответствии с таблицей 31.

Таблица 31

Поверяемый амплитудный диапазон, В	10
Напряжение эталонного сигнала $U_3$ (действующее значения), В	7,071

10.15.1.4 Последовательно изменяя частоту эталонного сигнала снять значения  $U_e$  (действующие значения напряжения) по показаниям комплекса. Частоты эталонного сигнала в зависимости от типа модуля приведены в таблице 32.

Таблица 32

Тип модуля	Частотный диапазон, Гц	Частота эталонного сигнала, Гц
MR-202	от 0 до 20000 включ.	10; 100; 1000; 10000; 15000; 20000
	св. 20000 до 25000 включ.	21000; 23000; 25000
	св. 20000 до 48000	25000; 35000; 48000
PXI MX-224; PXI MX-225;	от 0 до 40000 включ.	10; 100; 1000; 40000
PXI MX-240	св. 40000 до 100000	60000; 100000
PXI MX-228	от 0 до 20000 включ.	20; 100; 1000; 10000; 15000; 20000
	св. 20000 до 100000	25000; 40000; 80000; 100000
Примечание - частотный диапазон модуля MR-202: - до 48000 Гц при условии одного модуля в составе комплекса - до 25000 Гц при количестве модулей в составе комплекса от 2 до 16 шт.		

10.15.1.5 Вычислить значения неравномерности амплитудно-частотной характеристики относительно опорной частоты 1 кГц  $\gamma$ , дБ по формуле (19).

$$\gamma = 20 \cdot \lg \left| \frac{U_e}{U_{1000}} \right|, \quad (19)$$

где  $U_e$ —действующее значение напряжения, полученное по показанию прибора, В;  
 $U_{1000}$ —действующее значение напряжения, полученное по показанию прибора на частоте 1 кГц, В.

10.15.1.6 Повторить действия пп. 10.15.1.1-10.15.1.5 для остальных каналов

10.15.1.7 Для определения неравномерности АЧХ на частоте 0 Гц (относительно опорной частоты 1 кГц) выполнить следующие операции:

10.15.1.8 Собрать схему, приведенную на рисунке 17.

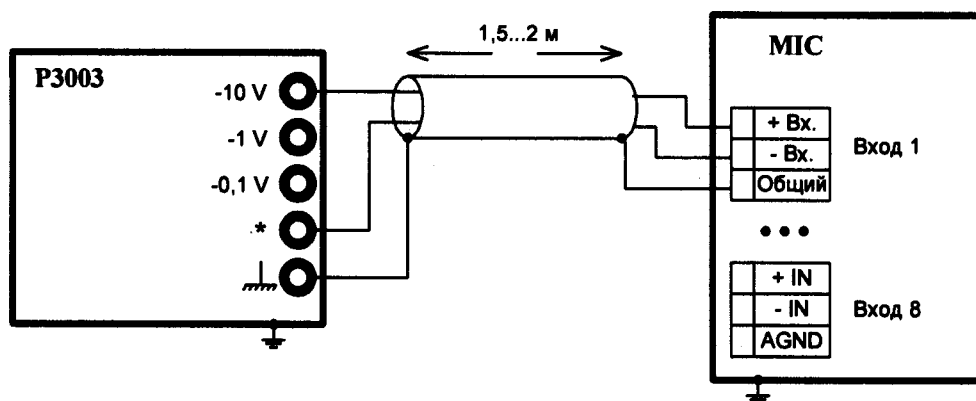


Рисунок 17 – Схема определения неравномерности АЧХ на частоте 0 Гц

10.15.1.9 Установить величину напряжения образцового сигнала, выдаваемого средством поверки, в соответствии с таблицей 33.

Таблица 33

Поверяемый амплитудный диапазон, В	10
Напряжение образцового сигнала $U_3$ , В	-7,071

10.15.1.10 Снять значение напряжения  $U_a$  по показанию комплекса (по параметру «Мат. ожидание»). Для каждого показания  $U_a$  снять величину смещения нуля  $U_0$ , устанавливая нулевой уровень эталонного источника. Показания  $U_0$  снимать сразу после получения соответствующего  $U_a$ .

10.15.1.11 Значение неравномерности амплитудно-частотной характеристики на частоте 0 Гц  $\gamma$ , дБ определить по формуле (20).

$$\gamma = 20 \cdot \lg \frac{U_a - U_0}{U_{1000}}, \quad (20)$$

где  $U_{1000}$ —действующее значение напряжения, полученное по показанию комплекса на частоте 1 кГц, В;

$U_a$ —значение постоянного напряжения, полученное по показанию комплекса, В;

$U_0$ —значение постоянного напряжения, полученное по показанию комплекса при установке переключателей компаратора в нулевое положение, В.

10.15.1.12 Повторить действия пп. 10.15.1.7 - 10.15.1.11 для остальных каналов

10.15.1.13 Полученные значения  $\gamma$  не должны превышать значений, приведенных в таблице 34.

Таблица 34

Тип модуля	Диапазон частот, Гц	Неравномерность АЧХ, дБ
PXI MX-224; PXI MX-225; PXI MX-240	от 0 до 40000	±0,015
	св. 40000 до 100000	±0,15
MR-202	от 0 до 20000	±0,015
	от 20000 до 48000	±0,15
PXI MX-228	от 0 до 20000	±0,030
	св.20000 до 100000	±0,100

### 10.16 Определение основной погрешности каналов измерений электрического заряда модуля PXI MX-240

10.16.1 Для определения значений погрешности измерений электрического заряда, в качестве источника заряда используется эталонный источник переменного напряжения и мера емкости. Величина заряда на входе усилителя заряда  $Q$ , пКл определяется по формуле:

$$Q = C \cdot U, \text{ пКл} \quad (21)$$

где  $U$  – напряжение эталонного источника, В;  
 $C$  – значение калибровочной емкости, пФ.

### ВНИМАНИЕ! ФИЛЬТРЫ ВЫСОКИХ ЧАСТОТ ПРИ ПОВЕРКЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО КАНАЛА НЕ ОТКЛЮЧАЮТСЯ.

10.16.2 Для определения погрешности измерений электрического заряда на диапазонах 10, 100 пКл выполнить следующие операции:

10.16.2.1 Собрать схему, приведенную на рисунке 18 (длина соединительных кабелей до 2м).

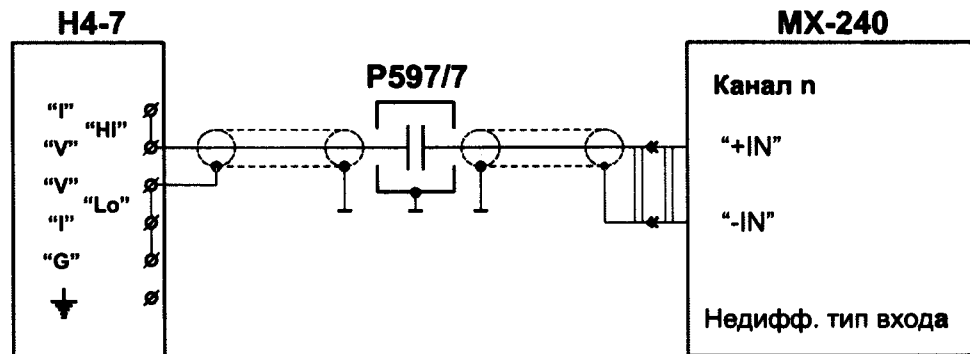


Рисунок 18 – Схема определения погрешности измерений электрического заряда модулей PXI MX-240 на диапазонах 10, 100 пКл

10.16.2.2 Установить величину напряжения эталонного сигнала, выдаваемого средством поверки, соответствующую амплитудному диапазону измерений.

10.16.2.3 Зависимость величины напряжения эталонного сигнала от предела амплитудного диапазона заряда, приведена в таблице 35.

10.16.2.4 Снять значение электрического заряда  $Q_{изм.}$  (действующее значения) по показаниям комплекса для каждого значения напряжения эталонного сигнала.

Таблица 35

Поверяемый амплитудный диапазон заряда, пКл	10	100	1000	10000	100000 (емкость 10000 пф)
Напряжение эталонного сигнала $U_s$ (действующие значения), В	0,001	0,01	0,1	1	1
	0,002	0,02	0,2	2	2
	0,003	0,03	0,3	3	3
	0,005	0,05	0,5	5	5
	0,007	0,07	0,7	7	7

10.16.2.5 Основную приведенную погрешность измерений электрического заряда  $\gamma$ , % определять по формуле (22) для каждого значения напряжения эталонного сигнала.

$$\gamma = \frac{\sqrt{2}(Q_{\text{изм.}} - C U_s)}{Q_{\text{max}}} \cdot 100, \quad (22)$$

где  $Q_{\text{изм.}}$  - действующее значение заряда, полученное по показанию комплекса пКл;  
 $C$  - действительное значение меры ёмкости, пФ;  
 $U_s$  - действующее значение напряжения эталонного сигнала, В;  
 $Q_{\text{max}}$  - значение предела амплитудного диапазона измерения заряда, пКл

10.16.2.6 Для определения погрешности измерений электрического заряда на диапазонах 1000, 10000, 100000 пКл собрать схему, приведенную на рисунке 19 (длина соединительных кабелей до 2м).

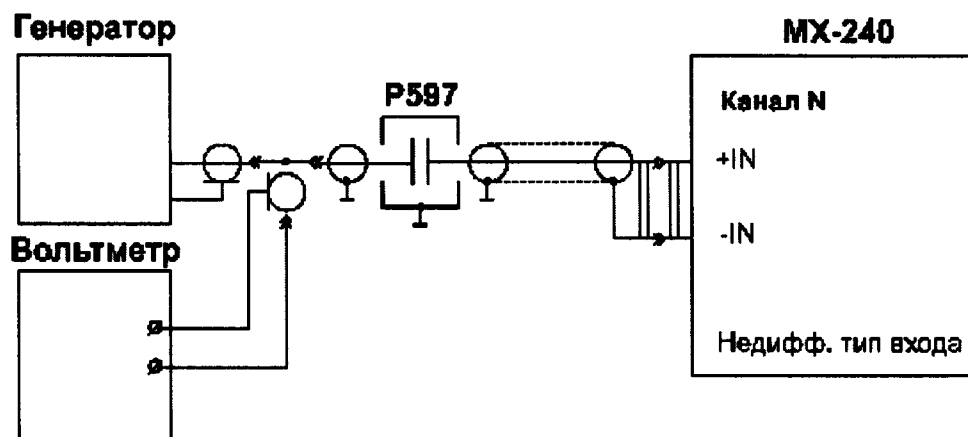


Рисунок 19 – Схема определения погрешности измерений электрического заряда модулей РХІ МХ-240 на диапазонах 1000, 10000.100000 пКл

При определении погрешности на диапазоне  $\pm 100000$  пКл использовать меру емкости 10000 пф (P597/11).

Примечания:

- 1 Подключение мер емкости P597/7 и P597/11 в схему измерения (рис.18, рис.19) производить с помощью подставки P596/20 (на схемах не показана).
- 2 Схема рис.19 может быть применена для определения погрешности измерения электрического заряда на всех диапазонах измерения модуля РХІ МХ-240 при использовании прецизионного мультиметра, аттестованного в качестве РЭ 2-го разряда в режиме измерения напряжения переменного тока в диапазоне от 1 мВ до 10 В.
- 3 Соединение модуля РХІ МХ-240 с мерой емкости проводить кабелем типа (марки) АВКТ.

10.16.2.7 Повторить операции 10.16.2.1-10.16.2.6 для остальных каналов.

10.16.2.8 Полученные значения  $\gamma$  не должны превышать  $\pm 1$  %.

### 10.16.3 Определение неравномерности АЧХ каналов измерений электрического заряда модуля РХІ МХ 240

10.16.3.1 Для определения неравномерности АЧХ модуля РХІ МХ-240 на диапазонах 10, 100 пКл собрать схему, приведенную на рисунке 18. Для определения неравномерности АЧХ на диапазонах 1000, 10000, 100000 пКл собрать схему, приведенную на рисунке 19.

10.16.3.2 Установить величину напряжения эталонного сигнала в соответствии с таблицей 36, в зависимости от амплитудного диапазона измерений.

Таблица 36

Поверяемый амплитудный диапазон заряда, пКл	10	100	1000	10000	100000 (емкость 10000 пФ)
Напряжения эталонного сигнала $U_s$ (действующие значения), В	0,005	0,050	0,500	5,000	5,000

10.16.3.3 Последовательно изменяя частоту эталонного сигнала в соответствии с таблицей 37, снять значения заряда  $Q_{изм.}$  (действующие значения) по показаниям комплекса для каждого значения частоты эталонного сигнала.

Таблица 37

Поверяемый амплитудный диапазон заряда, пКл	Значения частот эталонного сигнала (f), Гц
10	10; 100; 1000; 5000; 10000
100; 1000; 10000; 100000	10; 100; 1000; 10000; 30000; 70000

10.16.3.4 Рассчитать неравномерность АЧХ относительно опорной частоты 1 кГц каналов измерения заряда  $\gamma$ , дБ по формуле (23) для каждого значения частоты эталонного сигнала.

$$\gamma = 20 \cdot \lg \frac{Q_f}{Q_{1000}}, \quad (23)$$

где  $Q_f$  - измеренное действующее значение заряда на частоте эталонного сигнала f, пКл;

$Q_{1000}$  - измеренное действующее значение заряда на частоте эталонного сигнала 1000 Гц, пКл.

10.16.3.5 Повторить операции 10.16.3.1-10.16.3.4 для остальных каналов.

10.16.3.6 Неравномерность АЧХ канала измерений заряда относительно опорной частоты 1 кГц не должна превышать  $\pm 0,15$  дБ.

### 10.17 Определение основной погрешности каналов измерений напряжения постоянного и переменного тока модуля РХІ МХ-340

10.17.1 Определение погрешности измерений напряжения постоянного тока модуля РХІ МХ-340 в режиме работы недифференциальный вход

10.17.1.1 Установить время расчета (периодичность) оценки среднего ( $m$ ) равным 0,5 с в меню настройки.

10.17.1.2 Собрать схему, приведенную на рисунке 20.

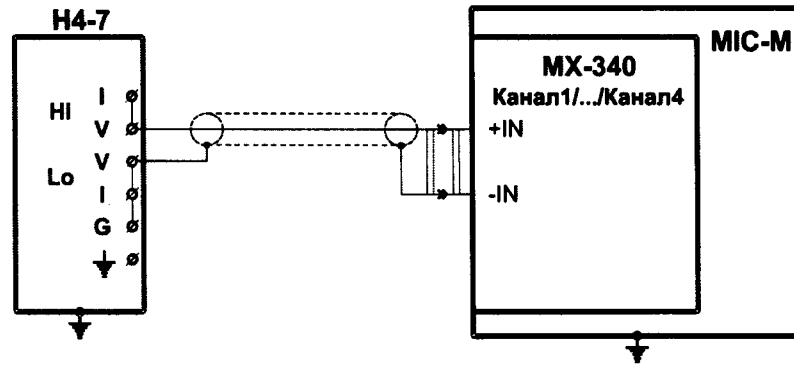


Рисунок 20- Схема определения погрешности измерений напряжения постоянного тока модуля PXI MX-340 в режиме недифференциальный вход

10.17.1.3 Выключить тензоусилитель, в меню настройки канала выбрать диапазон измерения  $\pm 10$  В, тип входа – недифференциальный и установить частоту опроса 216 кГц.

10.17.1.4 Установить напряжение эталонного сигнала равное 0,0 В и выполнить балансировку канала, используя меню настройки канала.

10.17.1.5 Установить величину напряжения эталонного сигнала равной значениям: 10 В; 8,0 В; 6,0 В; 4,0 В; 2,0 В; 0,0 В; минус 2,0 В; минус 4,0 В; минус 6,0 В; минус 8,0 В; минус 10,0 В и снять значения оценки среднего ( $\bar{x}$ ) по показаниям комплекса в режиме «ПРОСМОТР» для каждого значения эталонного напряжения.

10.17.1.6 Вычислить значения основной приведенной погрешности измерения напряжения постоянного тока по формуле (4) для каждого значения эталонного напряжения.

10.17.1.7 Повторить операции пп. 10.17.1.2-10.17.1.6 для остальных каналов модуля.

10.17.1.8 Основная приведенная погрешность измерения напряжения постоянного тока каждого из каналов модуля не должна превышать  $\pm 0,10\%$ .

10.17.2 Определение погрешности измерений напряжения переменного тока на частоте 1 кГц модуля PXI MX-340 в режиме работы недифференциальный вход

10.17.2.1 Установить время расчета (периодичность) оценки СКЗ равным 0,5 с в меню настройки.

10.17.2.2 Собрать схему, приведенную на рисунке 20.

10.17.2.3 Выключить тензоусилитель, в меню настройки канала выбрать амплитудный диапазон измерения 10 В, тип входа – недифференциальный и установить частоту опроса 216 кГц.

10.17.2.4 Установить напряжение эталонного сигнала равное 0,0 В и выполнить балансировку канала, используя меню настройки канала.

10.17.2.5 Установить величину напряжения эталонного синусоидального сигнала (действующее значение) частотой 1 кГц равной: 7,0 В; 5,6 В; 4,2 В; 2,8 В; 1,4 В и снять значения  $U_e$  (действующее значение) по показаниям комплекса (значение оценки СКЗ) в режиме «ПРОСМОТР» для каждого значения эталонного напряжения.

10.17.2.6 Вычислить основную приведенную погрешность измерения напряжения переменного тока на частоте 1 кГц по формуле (18) для каждого значения эталонного напряжения.

10.17.2.7 Повторить операции пп. 10.17.2.1-10.17.2.6 для остальных каналов модуля.

10.17.2.8 Основная приведенная погрешность измерения напряжения переменного тока на частоте 1 кГц каждого из каналов модуля не должна превышать  $\pm 0,10\%$ .

10.17.3 Определение неравномерности АЧХ канала измерения напряжений переменного тока модуля PXI MX-340 относительно опорной частоты 1 кГц в режиме работы недифференциальный вход

10.17.3.1 Собрать схему, приведенную на рисунке 20.

10.17.3.2 Выключить тензоусилитель, в меню настройки канала выбрать амплитудный диапазон измерения 10 В, тип входа - недифференциальный и частоту опроса 216 кГц.

10.17.3.3 Установить напряжение эталонного сигнала равное 0,0 В и выполнить балансировку канала, используя меню настройки канала.

10.17.3.4 Установить величину напряжения эталонного синусоидального сигнала 7,0 В (действующее значение) и снять значение  $U_e$  (действующее значение) по показаниям комплекса (значение оценки СКЗ) в режиме «ПРОСМОТР» для следующих значений частоты эталонного сигнала: 10 Гц; 100 Гц; 1 кГц; 40 кГц и 100 кГц. Перед снятием показаний необходимо в меню настройки установить время расчета (периодичность) оценки СКЗ, которое должно быть не меньше значений, указанных в таблице 38.

Таблица 38

Частота эталонного сигнала	Время расчета оценки СКЗ, с
10 Гц	50
100 Гц	5
от 1 кГц до 100 кГц	0,5

10.17.3.5 Вычислить значения неравномерности АЧХ относительно опорной частоты 1 кГц по формуле (19).

10.17.3.6 Повторить операции пп. 10.17.3.1 - 10.17.3.5 для остальных каналов модуля.

10.17.3.7 Неравномерность АЧХ относительно опорной частоты 1 кГц каждого из каналов модуля не должна превышать значений, приведенных в таблице 39.

Таблица 39

Диапазон частот, кГц	Неравномерность АЧХ, дБ
от 0,01 до 40 вкл.	$\pm 0,015$
свыше 40 до 100 вкл.	$\pm 0,150$

## 10.18 Определение основной погрешности каналов измерений напряжения тензодатчиков модуля РХІ МХ-340

10.18.1 Определение погрешности измерений напряжения постоянного тока сигналов тензодатчиков модуля РХІ МХ-340 в режиме работы с включенным тензоусилителем ( $K_u=1; 100; 200; 500; 1000; 2000$ )

10.18.1.1 Установить время расчета (периодичность) оценки среднего ( $\bar{m}$ ) равным 0,5 с в меню настройки.

10.18.1.2 Собрать схему, приведенную на рисунке 21.

10.18.1.3 Включить тензоусилитель, в меню настройки канала выбрать тип датчика «Мост», установить любое значение напряжения или силы тока питания тензодатчика и выбрать частоту опроса (дискретизации) 216 кГц в меню настройки канала.

10.18.1.4 Установить диапазон измерения ( $K_u$ ) в меню настройки канала.

10.18.1.5 Установить напряжение эталонного сигнала равное 0,0 В и выполнить балансировку канала, используя меню настройки канала.

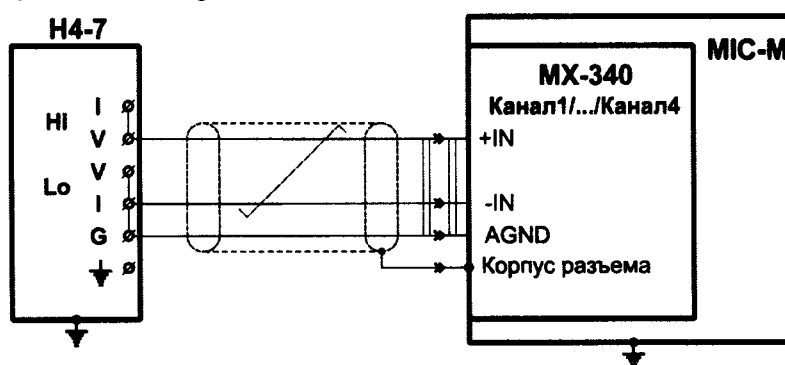


Рисунок 21 - Схема определения погрешности измерений напряжения постоянного тока сигналов тензодатчиков модуля РХІ МХ-340 в режиме с включенным тензоусилителем



10.18.1.6 Установить величину напряжения эталонного сигнала равной значениям:  $U_v$ ;  $0,8 \times U_v$ ;  $0,6 \times U_v$ ;  $0,4 \times U_v$ ;  $0,2 \times U_v$ ;  $0,0 \text{ В}$ ;  $0,2 \times U_n$ ;  $0,4 \times U_n$ ;  $0,6 \times U_n$ ;  $0,8 \times U_n$ ;  $U_n$ , где  $U_v$  и  $U_n$  - значения напряжения (В) верхнего и нижнего предела диапазона измерения соответственно, и снять значения оценки среднего ( $m$ ) по показаниям комплекса в режиме «ПРОСМОТР» для каждого значения эталонного напряжения.

10.18.1.7 Вычислить значения основной приведенной погрешности измерения напряжения постоянного тока по формуле (4) для каждого значения эталонного напряжения.

10.18.1.8 Повторить операции пп. 10.18.1.1-10.18.1.7 для остальных диапазонов измерения ( $K_y$ ).

10.18.1.9 Повторить операции пп. 10.18.1.2-10.18.1.8 для остальных каналов модуля.

10.18.1.10 Основная приведенная погрешность измерения напряжения постоянного тока каждого из каналов модуля на каждом диапазоне измерения ( $K_y$ ) не должна превышать значений, приведенных в таблице 40.

Таблица 40

Диапазон измерения, В	Предел погрешности, %
$\pm 10,00$ ( $K_y=1$ )	$\pm 0,10$
$\pm 0,100$ ( $K_y=100$ )	$\pm 0,15$
$\pm 0,050$ ( $K_y=200$ )	
$\pm 0,020$ ( $K_y=500$ )	
$\pm 0,010$ ( $K_y=1000$ )	
$\pm 0,005$ ( $K_y=2000$ )	

10.18.2 Определение погрешности измерений напряжения переменного тока на частоте 1 кГц модуля РХІ МХ-340 в режиме работы с включенным тензоусилителем ( $K_y=1$ ; 100; 200; 500; 1000; 2000)

10.18.2.1 Установить время расчета (периодичность) оценки СКЗ равным 0,5 с в меню настройки.

10.18.2.2 Собрать схему, приведенную на рисунке 21.

10.18.2.3 Включить тензоусилитель, в меню настройки канала выбрать тип датчика «Мост», установить любое значение напряжения или силы тока питания тензодатчика и выбрать частоту опроса 216 кГц.

10.18.2.4 Установить диапазон измерения канала модуля ( $K_y$ ) в меню настройки канала.

10.18.2.5 Установить напряжение эталонного сигнала равное 0,0 В и выполнить балансировку канала, используя меню настройки канала.

10.18.2.6 Установить величину напряжения эталонного синусоидального сигнала частотой 1 кГц (действующее значение (СКЗ)) равным:  $U_v/\sqrt{2}$ ;  $0,8 \times U_v/\sqrt{2}$ ;  $0,6 \times U_v/\sqrt{2}$ ;  $0,4 \times U_v/\sqrt{2}$ ;  $0,2 \times U_v/\sqrt{2}$ , где  $U_v$ -амплитудное значение установленного диапазона измерения, В и снять значения  $U_e$  (действующее значение) по показаниям комплекса (оценка СКЗ) в режиме «ПРОСМОТР».

10.18.2.7 Вычислить значение основной приведенной погрешности измерения напряжения переменного тока на частоте 1 кГц по формуле (18) для каждого значения эталонного напряжения.

10.18.2.8 Повторить операции пп. 10.18.2.4-10.18.2.7 для остальных диапазонов измерения ( $K_y$ ).

10.18.2.9 Повторить операции пп. 10.18.2.2-10.18.2.8 для остальных каналов модуля.

10.18.2.10 Основная приведенная погрешность измерения напряжения переменного тока на частоте 1 кГц каждого из каналов модуля на каждом диапазоне измерения ( $K_y$ ) не должна превышать значений, приведенных в таблице 41.

Таблица 41

Амплитудный диапазон измерения, В	Предел погрешности, %
10,00 ( $K_y=1$ )	$\pm 0,10$
0,100 ( $K_y=100$ )	$\pm 0,15$
0,050 ( $K_y=200$ )	
0,020 ( $K_y=500$ )	$\pm 0,40$
0,010 ( $K_y=1000$ )	$\pm 0,50$
0,005 ( $K_y=2000$ )	$\pm 1,00$

10.18.3 Определение неравномерности АЧХ канала измерений напряжения тензодатчиков модуля РХІ МХ-340 относительно опорной частоты 1 кГц при измерении напряжения переменного тока в режиме работы с включенным тензоусилителем ( $K_y=1; 100; 200; 500; 1000; 2000$ )

10.18.3.1 Собрать схему, приведенную на рисунке 21.

10.18.3.2 Включить тензоусилитель, в меню настройки канала выбрать тип датчика «Мост», установить любое значение напряжения или силы тока питания тензодатчика и выбрать частоту опроса 216 кГц.

10.18.3.3 Установить диапазон измерения канала ( $K_y$ ) в меню настройки канала.

10.18.3.4 Установить напряжение эталонного сигнала равное 0,0 В и выполнить балансировку канала, используя меню настройки канала.

10.18.3.5 Установить величину напряжения эталонного синусоидального сигнала равную  $U_v/\sqrt{2}$  (действующее значение), где  $U_v$ -амплитудное значение установленного диапазона измерения, В и снять значение  $U_e$  (действующее значение) по показаниям комплекса (значение оценки СКЗ) в режиме «ПРОСМОТР» для следующих значений частоты эталонного сигнала: 10 Гц, 100 Гц, 1 кГц, 30 кГц, 40 кГц, 50 кГц и 100 кГц. Перед снятием показаний необходимо в меню настройки установить время расчета (периодичность) оценки СКЗ, которое должно быть не меньше значений указанных в таблице 38.

10.18.3.6 Вычислить значения неравномерности АЧХ относительно опорной частоты 1 кГц по формуле (19).

10.18.3.7 Повторить операции пп. 10.18.3.3-10.18.3.6 для остальных диапазонов измерения ( $K_y$ ).

10.18.3.8 Повторить операции пп. 10.18.3.1-10.18.3.7 для остальных каналов модуля.

10.18.3.9 Неравномерность АЧХ относительно опорной частоты 1 кГц каждого из каналов модуля на каждом диапазоне измерения ( $K_y$ ) не должна превышать значений, приведенных в таблице 42.

Таблица 42

Диапазон измерения, В	Диапазон частот, кГц	Неравномерность АЧХ, дБ
$\pm 10$ ( $K_y=1$ )	от 0,01 до 40 вкл.	$\pm 0,015$
	свыше 40 до 100 вкл.	$\pm 0,150$
$\pm 0,1$ ( $K_y=100$ ); $\pm 0,05$ ( $K_y=200$ ); $\pm 0,02$ ( $K_y=500$ ); $\pm 0,01$ ( $K_y=1000$ ); $\pm 0,005$ ( $K_y=2000$ )	от 0,01 до 30 вкл.	$\pm 0,15$
	свыше 30 до 50 вкл.	$\pm 0,50$
	свыше 50 до 100 вкл.	$\pm 3,00$

**10.19 Определение основной погрешности воспроизведения напряжения и силы постоянного тока для питания тензодатчиков модуля РХІ МХ-340**

10.19.1 Определение погрешности воспроизведения (установки) силы тока питания тензодатчиков модуля РХІ МХ-340

10.19.1.1 Собрать схему, приведенную на рисунке 22,

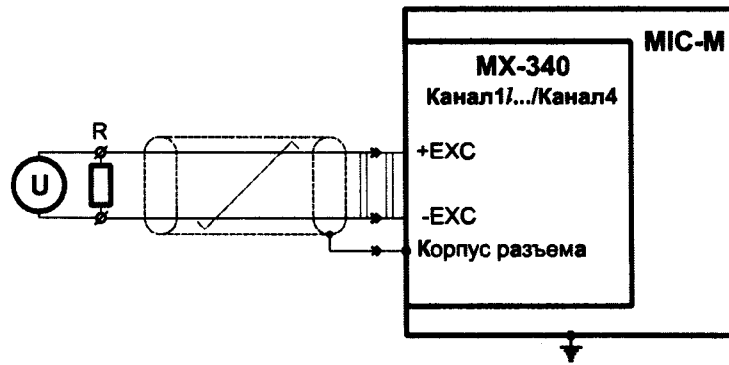


Рисунок 22- Схема определения погрешности воспроизведения силы тока питания тензодатчиков модулем РХІ МХ-340

где  $R$ -мера электрического сопротивления многозначная (ММЭС),  
 $U$ -вольтметр постоянного тока.

10.19.1.2 Установить на ММЭС сопротивление 99 Ом.

10.19.1.3 Включить встроенный тензоусилитель, в меню настройки канала выбрать тип датчика «Мост», выбрать режим питания тензодатчика током, включить коррекцию тока и установить значение сопротивления датчика равным 99 Ом.

10.19.1.4 Установить последовательно значения силы тока питания тензодатчика равными: 1,0 мА; 5,0 мА; 9,0 мА; 13,0 мА и 17,0 мА. Измерить напряжение на сопротивлении нагрузки  $R$  для каждого воспроизводимого (установленного) значения ( $I_{воспр.i}$ ) и рассчитать действительное значение силы постоянного тока  $I$ , мА по формуле (24)

$$I_{д.і} = \frac{U_i}{R} \cdot 10^3, \quad (24)$$

где  $U_i$ —значение напряжения, измеренного на сопротивлении нагрузки для воспроизводимого (установленного) значения силы тока, В;  
 $R$ —значение электрического сопротивления нагрузки, Ом.

10.19.1.5 Рассчитать значения основной абсолютной погрешности воспроизведения силы тока  $\Delta I_i$ , мА по формуле (25) для каждого установленного значения силы тока.

$$\Delta I_i = I_{д.і} - I_{воспр.i}, \quad (25)$$

где  $I_{д.і}$ —действительное значение силы постоянного тока, воспроизводимой (установленной) на  $i$ -ой контрольной точке, мА.  
 $I_{воспр.i}$  — воспроизводимое (установленное) значение силы тока на  $i$ -ой контрольной точке, мА.

10.19.1.6 Установить на ММЭС сопротивление 100 Ом и повторить операции пп. 10.19.1.4-10.19.1.5.

10.19.1.7 Установить на ММЭС сопротивление 98 Ом и повторить операции пп. 10.19.1.4-10.19.1.5.

10.19.1.8 Повторить операции пп. 10.19.1.1-10.19.1.7 для остальных каналов модуля.

10.19.1.9 Основная абсолютная погрешность воспроизведения (установки) силы тока питания тензодатчиков каждого из каналов модуля на каждой контрольной точке и для каждого значения сопротивления нагрузки не должна превышать значений, заданных формулой  $\pm(I_{воспр} \cdot 0,002 + 8 \text{ мкА})$ .

10.19.2 Определение погрешности воспроизведения (установки) напряжения питания тензодатчиков модуля РХІ МХ-340

10.19.2.1 Собрать схему, приведенную на рисунке 23.

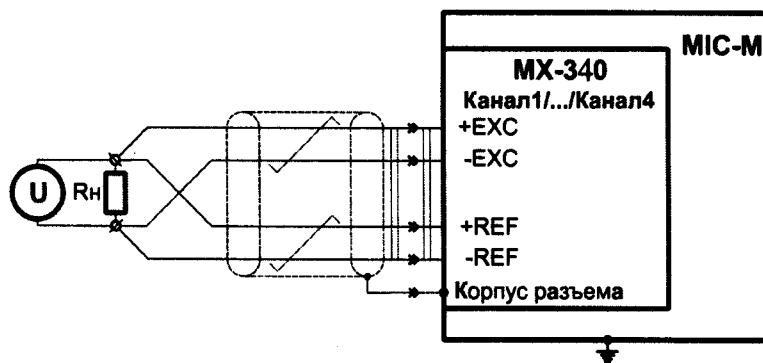


Рисунок 23 – Схема определения погрешности воспроизведения напряжения питания тензодатчиков модулем PXI MX-340

где  $R_n$  – мера электрического сопротивления многозначная (ММЭС);

$U$  – вольтметр постоянного тока.

10.19.2.2 Включить тензоусилитель, в меню настройки канала выбрать тип датчика «Мост», выбрать режим питания тензодатчика напряжением.

10.19.2.3 Установить последовательно значения напряжения питания тензодатчика равными: 1,0 В; 5,3 В; 9,5 В; 13,8 В и 18,0 В. Измерить напряжение постоянного тока для каждого воспроизводимого (установленного) значения напряжения при двух значениях нагрузки  $R_{n1}$  и  $R_{n2}$ . Значения  $R_{n1}$  и  $R_{n2}$  в зависимости от воспроизводимого напряжения приведены в таблице 43.

Таблица 43

Значения воспроизводимого напряжения, В	Значения сопротивления нагрузки, Ом	
	$R_{n1}$	$R_{n2}$
1,0	50,0	1000,0
5,3	265,0	5300,0
9,5	475,0	9500,0
13,8	690,0	13800,0
18,0	900,0	18000,0

10.19.2.4 Рассчитать значения основной абсолютной погрешности воспроизведения (установки) напряжения  $\Delta U_i$ , В по формуле (26) для каждого значения напряжения ( $U_{воспр.i}$ ) при двух значениях нагрузки  $R_{n1}$  и  $R_{n2}$ .

$$\Delta U_i = U_{д.г} - U_{воспр.i}, \text{ В} \quad (26)$$

где  $U_{д.г}$  – действительное значение воспроизводимого (установленного) напряжения на  $i$ -ой контрольной точке, В;

$U_{воспр.i}$  – воспроизводимое (установленное) значение напряжения на  $i$ -ой контрольной точке, В.

10.19.2.5 Повторить операции пп. 10.19.2.1-10.19.2.4 для остальных каналов модуля.

10.19.2.6 Основная абсолютная погрешность воспроизведения (установки) напряжения питания тензодатчиков каждого из каналов модуля на каждой контрольной точке и для каждого значения сопротивления нагрузки не должна превышать значений, заданных формулой  $\pm(U_{уст} \cdot 0,001 + 1 \text{ мВ})$ .

## 10.20 Определение основной погрешности каналов измерений частоты периодического сигнала модулей MR-452, PXI MX-416

10.20.1 Для определения погрешности измерения частоты периодического сигнала собрать схему, изображенную на рисунке 24. Установить частоту опроса каналов модулей MR-452, PXI MX-416 10 Гц.

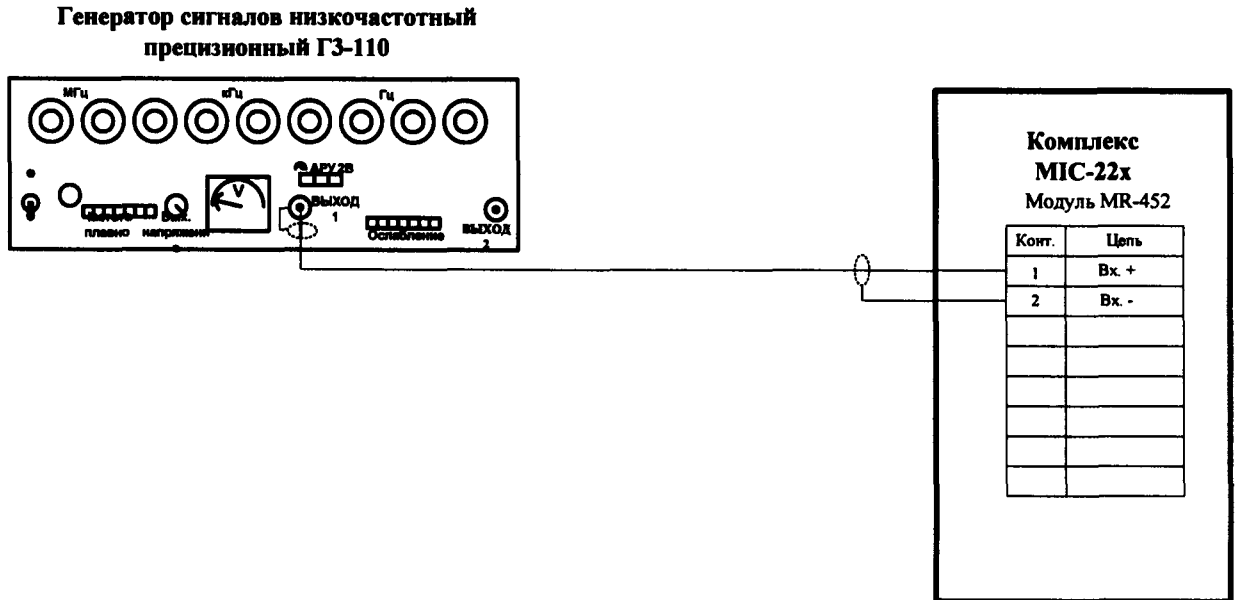


Рисунок 24 – Схема определения погрешности канала измерений частоты периодического сигнала модулей MR-452, PXI MX-416

- 10.20.2 Переключатель «ЧАСТОТА ПЛАВНО» генератора ГЗ-110 установить в положение «0».
- 10.20.3 Нажать кнопки «АРУ», «2 В» генератора ГЗ-110.
- 10.20.4 Включить индикатор выходного напряжения генератора ГЗ-110.
- 10.20.5 Установить амплитуду сигнала 0,5 В.
- 10.20.6 С генератора ГЗ-110 подать на вход ИК эталонные значения синусоидального сигнала  $F_s$  амплитудой 2 В в 5 контрольных точках диапазона измерения: 50, 100 Гц; 1, 25, 50 кГц.
- 10.20.7 Провести настройку программы в соответствии с п.8.2.2.1 настоящей МП.
- 10.20.8 Запустить процесс проверки, следуя указаниям диалоговых окон программы и операциями пп.8.2.2.2-8.2.2.6 настоящей методики или снять показания с монитора отображения комплекса.
- 10.20.9 Сохранить файл протокола проверки ИК (в случае необходимости распечатать на принтере).
- 10.20.10 Рассчитать значения основной относительной погрешности  $\delta$ , % по формуле (27) или получить значение погрешности из файла отчета.

$$\delta = \frac{F_s - F_z}{F_s} \cdot 100, \% \quad (27)$$

где  $F_s$  – измеренное значение частоты сигнала, Гц, кГц.

- 10.20.11 Повторить операции пп.10.20.1-10.20.10 для остальных каналов модуля.
- 10.20.12 Величина относительной погрешности не должна превышать  $\pm 0,01\%$ .

**10.21 Определение основной погрешности каналов измерений частоты периодического сигнала: модуль MR-452 с нормализатором сигналов ME-401/ME-402, модуль PXI MX-416 с нормализатором сигналов ME-401/ME-402**

10.21.1 Собрать схему, изображенную на рисунке 25 (длина соединительных кабелей до 2м). Установить частоту опроса каналов модулей MR-452, PXI MX-416 10 Гц.

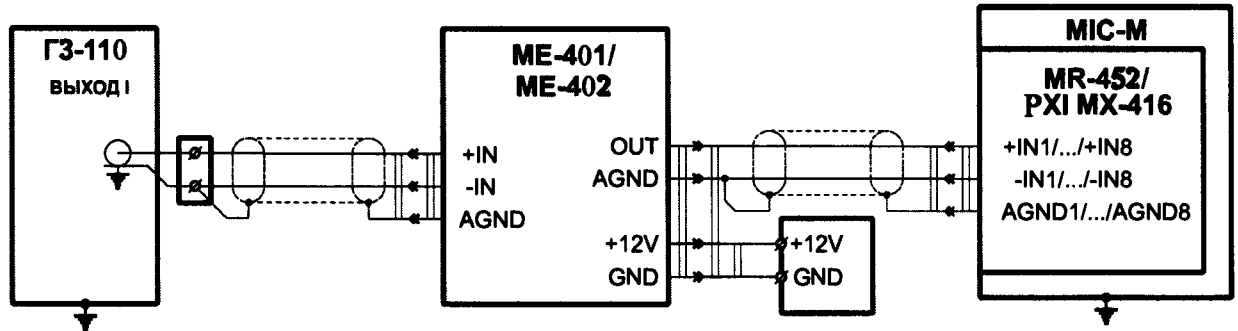


Рисунок 25 – Схема определения погрешности канала измерений частоты периодического сигнала: модуль MR-452 с нормализатором сигналов ME-401/ME-402, модуль PXI MX-416 с нормализатором сигналов ME-401/ME-402

10.21.2 С выхода генератора подать синусоидальный сигнал действующим значением 1,5 В на вход нормализатора сигналов ME-401 и 600 мВ на вход ME-402. Значения эталонной частоты сигнала в зависимости от типа нормализатора приведено в таблице 44.

Таблица 44

Тип нормализатора	Значения эталонной частоты				
	ME-401	50Гц	1500Гц	2500Гц	4000Гц
ME-402	50Гц	25000Гц	50000Гц	75000Гц	100000Гц

10.21.3 Провести настройку программы в соответствии с п.8.2.2.1 настоящей МП.

10.21.4 Запустить процесс проверки, следуя указаниям диалоговых окон программы и операциями пп.8.2.2.2-8.2.2.6 настоящей методики или снять по показаниям комплекса (значения оценки среднего) значения измеренной частоты для каждого значения эталонной частоты.

10.21.5 Сохранить файл протокола проверки каналов (в случае необходимости распечатать на принтере).

10.21.6 Рассчитать значения основной относительной погрешности  $\delta$  по формуле (27) для всех значений эталонной частоты или получить значение погрешности из файла отчета.

10.21.7 Повторить операции пп. 10.21.1-10.21.6 для остальных каналов.

10.21.8 Величина относительной погрешности каждого из каналов не должна превышать  $\pm 0,01\%$ .

## **11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям**

11.1 Подтверждение соответствия проводится в процессе проведения измерений и обработки их результатов в соответствующих пунктах раздела 10 настоящей методики поверки.

11.2 Критерием принятия решения по подтверждению соответствия метрологическим требованиям считается сравнение полученных по формулам (1) – (27) значений погрешностей измерений с предельно допускаемыми значениями, установленными при утверждении типа и отраженными в описании типа средства измерений.

## **12 Оформление результатов поверки**

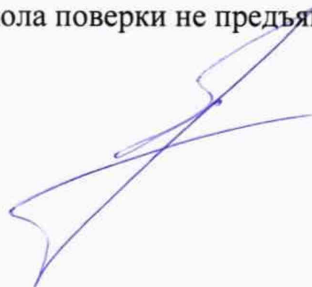
12.1 Сведения о результатах поверки средств измерений передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

12.2 При положительных результатах поверки по заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается свидетельство о поверке средства измерений, оформленное в соответствии с действующими нормативно-правовыми документами. В свидетельстве о поверке указывается состав комплекса с указанием заводских номеров установленных в комплексе модулей и входящих в состав комплекса внешних блоков, а также объем проведенной поверки (смотри примечание таблицы 1).

12.3 При отрицательных результатах поверки по заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается извещение о непригодности к применению средства измерений, оформленное в соответствии с действующими нормативно-правовыми документами.

12.4 Требования к оформлению протокола поверки не предъявляются.

Начальник лаборатории № 442



Д.А. Подобрянский

**Ссылочные документы**

- 1 Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок (ПОТЭУ).
- 2 БЛИЖ. 422212.001.001 РЭ. Комплексы измерительные магистрально-модульные МИС-М. Руководство по эксплуатации
- 3 БЛИЖ.409801.005-01 Программа управления комплексами МИС «Recorder». Руководство пользователя.
- 4 ГОСТ Р 8.585-2001 ГСИ. Термопары. Номинальные статические характеристики преобразования.
- 5 МИ 2083-90 Рекомендация. ГСИ. Измерения косвенные. Определение результатов измерений и оценивание их погрешностей.
- 6 ГОСТ 6651-2009 ГСИ. Термопреобразователи сопротивления из платины, меди и никеля. Общие технические требования и методы испытаний.
- 7 ГОСТ Р 8.571-98 Государственная система обеспечения единства измерений. Термометры сопротивления платиновые эталонные 1-го и 2-го разрядов. Методика поверки.