



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР ПРИКЛАДНОЙ МЕТРОЛОГИИ – РОСТЕСТ»
(ФБУ «НИЦ ПМ – РОСТЕСТ»)**

СОГЛАСОВАНО

Заместитель генерального директора
ФБУ «НИЦ ПМ – Ростест»


С.А. Денисенко
« 26 » *сентября* 2026 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

КОМПЛЕКСЫ ИЗМЕРИТЕЛЬНО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ

MMS 3500

Методика поверки

РТ-МП-1574-201/2-2025

Москва
2026

Содержание

1 Общие положения	3
2 Операции поверки	4
3 Условия поверки	5
4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку	5
5 Метрологические и технические требования к средствам поверки	5
6 Требования по обеспечению безопасности проведения поверки	8
7 Внешний осмотр	9
8 Подготовка к поверке и опробование	9
9 Проверка программного обеспечения	11
10 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия метрологическим требованиям	11
11 Оформление результатов поверки	16
ПРИЛОЖЕНИЕ А	17

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика устанавливает требования к проведению первичной и периодической поверки комплексов измерительно-вычислительных MMS 3500, изготавливаемых AMVAJE ABI Electronics Industry, Иран.

1.2 Комплексы измерительно-вычислительные MMS 3500 (далее – ИВК, комплексы) переменного состава предназначены для измерений электрических сигналов, поступающих от первичных измерительных преобразователей - напряжения и силы постоянного тока, напряжения и частоты переменного тока, сигналов от термопар и термопреобразователей сопротивления, обработки информации об измеряемых параметрах, а также преобразования вышеуказанных параметров в силу постоянного тока.

Комплексы измерительно-вычислительные MMS 3500 представляют собой специализированные программируемые логические контроллеры (ПЛК) для измерения и обработки сигналов от первичных измерительных преобразователей, состоящие из набора модулей-мониторов и модулей ввода-вывода, образующих измерительные каналы (ИК).

1.3 ИВК MMS 3500 поставляется на поверку полностью сконфигурированным и готовым к эксплуатации. Состав и настройки комплекса должны быть отражены в его паспорте или в заявке на поверку.

1.4 После ремонта ИВК MMS 3500, если это могло повлиять на метрологические характеристики его измерительных каналов, а также после замены измерительных компонентов, входящих в их состав, проводится периодическая поверка в объёме первичной поверки. Допускается проводить поверку только тех ИК, которые подверглись указанным выше воздействиям. При этом срок действия поверки в части данных ИК устанавливается до окончания срока действия поверки комплекса в целом.

1.5 Допускается проведение поверки отдельных ИК из состава комплекса и для измерений меньшего числа величин в соответствии с письменным заявлением владельца, с обязательным указанием в сведениях о поверке информации об объёме проведённой поверки.

1.6 При определении метрологических характеристик комплекса используется метод прямых измерений по ИК напряжения постоянного и переменного тока, сигналов термопар и термопреобразователей сопротивления, частоты переменного тока и метод непосредственного сличения для ИК с выходом постоянного тока.

В результате поверки должны быть подтверждены метрологические характеристики ИВК MMS 3500, приведенные в Приложении А.

1.7 При определении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивается передача

- единицы напряжения постоянного электрического тока в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта № 1520 от 28.07.2023 г. подтверждающей прослеживаемость к государственному первичному эталону единицы электрического напряжения ГЭТ13-2023;

- единицы напряжения переменного электрического тока в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Приказ Росстандарта № 1706 от 18.08.2023 г. к государственному специальному первичному эталону ГЭТ89-2008 единицы электрического напряжения (вольта) в диапазоне частот 10 - $3 \cdot 10^7$ Гц;

- единицы силы постоянного электрического тока в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта № 2091 от 01.10.2018 г., подтверждающей прослеживаемость к государственному первичному эталону единицы силы постоянного электрического тока ГЭТ4-91;

- единицы электрического сопротивления в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта № 3456 от 30.12.2019 подтверждающей прослеживаемость к государственному первичному эталону ГЭТ 14-2014;

- единицы температуры в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта № 2712 от 19.11.2024 г., подтверждающей прослеживаемость к государственным первичным эталонам ГЭТ 34-2020, ГЭТ 35-2021;

– единицы времени, частоты и национальной шкалы времени в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта № 2360 от 26.09.2022 г., подтверждающей прослеживаемость к государственному первичному эталону единиц времени, частоты и национальной шкалы времени ГЭТ1-2022.

2 Операции поверки

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

Таблица 1 – Перечень операций поверки

Наименование операции	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
1	2	3	4
1 Внешний осмотр	да	да	7
2 Подготовка к поверке и опробование	да	да	8
3 Проверка программного обеспечения	да	да	9
4 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия метрологическим требованиям	да	да	10
4.1 Определение, погрешности каналов измерения напряжения и силы постоянного тока	да	да	10.1
4.2 Определение погрешностей каналов измерения сигналов от термопар	да	да	10.2
4.3 Определение погрешностей каналов измерения сигналов от термопреобразователей сопротивления	да	да	10.3
4.4 Определение погрешностей каналов измерения напряжения переменного тока	да	да	10.4

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4
4.5 Определение погрешностей каналов измерения частоты переменного тока	да	да	10.5
4.6 Определение погрешностей ИК с выходом постоянного тока.	да	да	10.6
4.7 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	да	да	10.7
Примечание – перечень операций поверки по п.4 – в соответствии с составом и диапазонами измерения ИК поверяемого комплекса			

2.2 Если при проведении той или иной операции поверки получен отрицательный результат, дальнейшая поверка прекращается.

3 Условия поверки

3.1 Поверка ИВК проводится в следующих условиях:

- температура окружающего воздуха, °C от +15 до +30
- относительная влажность воздуха, % до 95
- атмосферное давление, кПа от 86,7 до 106,7.

3.2 Стабильность окружающих условий на период поверки контролируется.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

К проведению поверки допускаются поверители из числа сотрудников организаций, аккредитованных на право проведения поверки в соответствии с действующим законодательством РФ, изучившие настоящую методику поверки, руководство по эксплуатации на комплексы и имеющие стаж работы по данному виду измерений не менее 1 года.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки должны применяться средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Метрологические и технические требования к средствам поверки

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимым для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
1	2	3
п. 8.1, п. 8.2 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании)	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от плюс 5 до плюс 40 °С с пределами допускаемой абсолютной погрешности не более $\Delta = \pm 1,0$ °С Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 15 до 80 % с пределами допускаемой абсолютной погрешности не более ± 5 % Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 80,0 до 106,7 кПа, с пределами допускаемой абсолютной погрешности не более $\Delta = \pm 0,5$ кПа	Прибор комбинированный TESTO 622, ФИФ № 53505-13
П.10 Определение метрологических характеристик комплексов и подтверждение соответствия метрологическим требованиям п.10.1 Определение погрешности каналов измерений силы постоянного тока п. 10.6 Определение погрешности ИК с выходом сигнала силы постоянного тока	Эталоны единицы силы постоянного электрического тока и средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2 разряда по ГПС для средств измерений силы постоянного электрического тока, утвержденной приказом Росстандарта от 1 октября 2019 г. № 2091 в диапазоне от 0 до 20 мА	Калибратор многофункциональный и коммуникатор МС6 (-R), ФИФ №52489-13

Продолжение таблицы 2

1	2	3
п.10.1 Определение погрешности каналов измерений напряжения постоянного тока п.10.2 Определение погрешностей каналов измерения сигналов от термопар	Эталоны единицы напряжения постоянного электрического тока и средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3-го разряда по ГПС напряжения постоянного электрического тока, утвержденной приказом Росстандарта от 28.07.2023 г. № 1520 в диапазонах от 0 до 1 В, от 0 до 25 В	Калибратор многофункциональный и коммуникатор МС6 (-R), ФИФ №52489-13
п. 10.3 Определение погрешностей каналов измерения сигналов от термопреобразователей сопротивления	Эталоны единицы электрического сопротивления, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 4-го разряда по ГПС для средств измерений электрического сопротивления постоянного и переменного тока, утвержденной приказом Росстандарта от 30.12.2019 г. № 3456 в диапазоне от 10 до 400 Ом	Магазин сопротивлений Р4831, ФИФ № 6332-77; Калибратор многофункциональный и коммуникатор МС6 (-R), ФИФ №52489-13
п.10.4 Определение диапазонов и погрешностей каналов измерения напряжения переменного тока	Эталоны единицы напряжения переменного электрического тока и средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3-го разряда по ГПС напряжения переменного электрического тока, утвержденной приказом Росстандарта № 1706 от 18.08.2023г в диапазоне от 0 до 10 В в диапазоне частот от 5 до 10000 Гц	Калибратор-вольтметр универсальный Н4-12, ФИФ № 37463-08

Продолжение таблицы 2

1	2	3
п.10.5 Определение диапазонов и погрешностей каналов измерения частоты переменного тока	Эталоны единицы времени и частоты и средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 5-го разряда по ГПС для средств измерений времени и частоты, утвержденной приказом Росстандарта от 26.09.2022 г. № 2360	Генератор сигналов произвольной формы AGF3151C, ФИФ № 63658-16
п.10.2 Определение диапазонов и погрешностей каналов измерения сигналов от термомпар	Эталоны единицы температуры и средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3 разряда по ГПС для средств измерений температуры, утвержденной приказом Росстандарта от 19.11.2024 г., № 2712 в диапазоне значений от -50 до +100 °C	Термометр лабораторный электронный ЛТА/Б-Э, ФИФ № 69551-17
Примечания 1 ФИФ.№ - номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений; СВЗ- средневывпрямленное значение. 2 Допускается использовать иные средства поверки, не приведенные в таблице 2, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице, в том числе обеспечивающие прослеживаемость в соответствии с ГПС, действующими на момент проведения поверки. 3 Средства измерений, применяемые при поверке, должны иметь действующие сведения о положительных результатах поверки в ФИФ. Средства измерений, применяемые в качестве эталонов единиц величин, должны быть поверены в качестве эталонов единиц величин, иметь действующие сведения о положительных результатах поверки в ФИФ и удовлетворять требованиям точности ГПС. Эталоны единиц величин, должны иметь действующие сведения о положительных результатах периодической аттестации в ФИФ.		

6 Требования по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности, предусмотренные «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей», «Правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок», ГОСТ 12.2.007.0, ГОСТ 12.1.019, указаниями по технике безопасности, приведенными в эксплуатационной документации на комплексы, а также требования, изложенные в технической документации на применяемые при поверке средства измерений.

6.2 Персонал, проводящий поверку, должен иметь группу по технике безопасности не ниже 2-й.

7 Внешний осмотр

7.1 При внешнем осмотре устанавливают соответствие поверяемого канала требованиям эксплуатационной документации.

7.2 При внешнем осмотре проверяют

- отсутствие на составных частях комплекса механических повреждений, которые могут повлиять на безопасность поверки и его метрологические характеристики;
- заводской номер, позволяющих однозначно идентифицировать испытываемое средство измерений;
- соответствие комплектности комплекса сведениям, указанным в представленной на испытания технической документации (паспорт);
- чистоту и целостность разъемов и соединительных проводов;
- прочность крепления разъемов и надежность фиксации органов управления;
- наличие маркировки и надписей, относящихся к местам присоединения.

7.3 Результаты проверки являются положительными, если на составных частях комплекса отсутствуют механические повреждения, влияющие на его метрологические и технические характеристики,

нанесенные на комплекс надписи - тип, заводской номер, позволяют однозначно его идентифицировать,

комплектность соответствует сведениям, приведенным в представленной на испытания технической документации.

7.4 По результатам осмотра делают отметку о соответствии в протоколе поверки.

7.5 При выявлении дефектов, способных оказать влияние на безопасность проведения поверки или на результаты поверки, устанавливается возможность их устранения до проведения поверки. При отсутствии возможности устранения дефектов, комплекс к поверке не допускают.

8 Подготовка к поверке и опробование

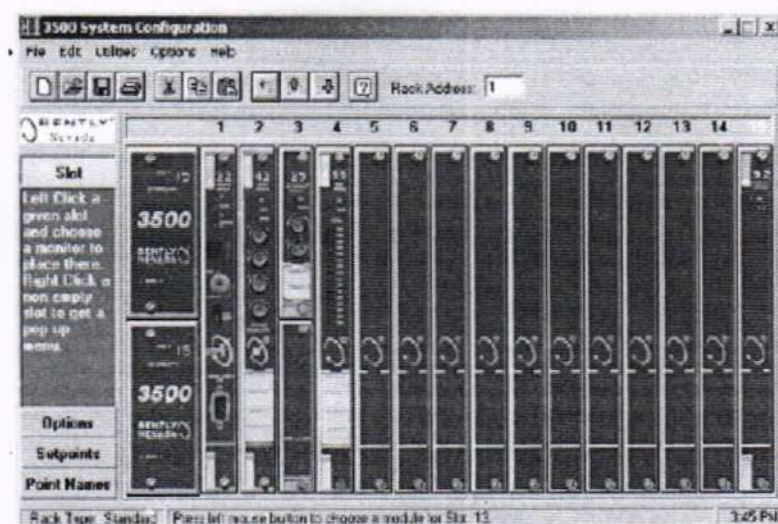
8.1 Комплекс готовят к работе в соответствии с руководством по эксплуатации, средства поверки - в соответствии с их эксплуатационной документацией.

С помощью прибора комбинированного TESTO 622 осуществляют определение температуры окружающего воздуха, давления и влажности, сравнивают со значениями, указанными в п.3.

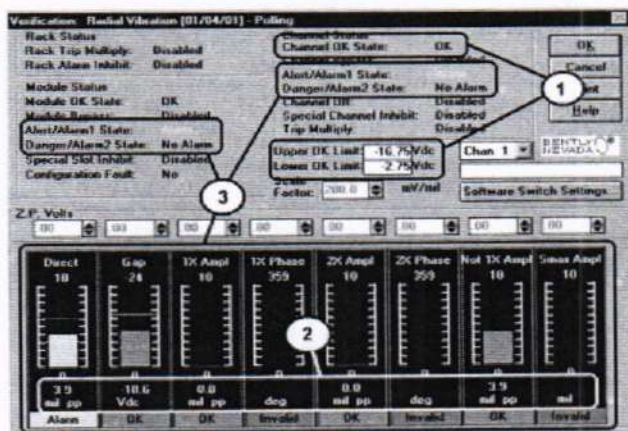
8.2 При опробовании комплекса необходимо:

1) Включить комплекс и вспомогательный компьютер. Запустить на компьютере программу конфигурации. Выполнить подключение комплекса к компьютеру по интерфейсу Ethernet (IP комплекса указан в паспорте на комплекс).

2) После того как соединение установлено, выгрузить конфигурацию комплекса в программу конфигурации (кнопка UpLoad  на панели инструментов или аналогичная команда в меню Utilits). После успешной загрузки конфигурации на экран компьютера будет выведено основное окно конфигурации, внешний вид которого приведен на рисунке ниже.



3) Правой кнопкой манипулятора «мышь» выбрать искомый модуль ИК и в открывшемся меню выбрать команду Verification. В результате на экран будет выведено окно контроля модуля. Внешний вид окна контроля выходного сигнала, на примере монитора 3500/46, приведен на рисунке ниже.



- (1) **OK Limit Verification Fields (Поля проверки ОК-пределов).** Эти поля показывают результаты проверки ОК-пределов.
- (2) **Current Value Verification Fields (Поля проверки текущего значения).** В этом окне отображается текущее пропорциональное значение. В этих полях отображаются результаты проверки выходных значений канала.
- (3) **Alarm Verification Fields (Поля проверки сигнализации).** В этих полях отображаются результаты проверки сигнализации каналов. Сигналы Предупреждение/Сигнализация 1 (Alert/Alarm 1) выделяются желтым цветом на гистограмме и помечаются словом "Alarm" под окном с текущим значением. Сигналы Тревога/Сигнализация 2 (Danger/Alarm 2) выделяются красным цветом на гистограмме и помечаются словом "Alarm" под окном с текущим значением.

При опробовании необходимо проверить корректность отображения значений измеряемых величин ИК комплекса (отображения значений параметров, свечения индикаторов модулей мониторов).

- 4) ИВК считается прошедшим операцию поверки по п. 8, если
 - условия поверки соответствуют приведенным в описании типа;
 - после включения питания происходит загрузка ПО, отсутствуют сообщения об ошибках;
 - отображаются результаты измерений для проверяемых каналов.

9 Проверка программного обеспечения

Проверка программного обеспечения (ПО) заключается в определении соответствия номера версии ПО 3500 Rack Configuration идентификационному номеру, указанному в описании типа комплексов.

Примечание: - цифровым идентификатором ПО является номер версии.

После запуска на компьютере программы 3500 Rack Configuration открывается главное окно программы, при нажатии кнопки «help» и далее «about», в открывшемся окне с наименованием программы в левом нижнем углу можно прочесть номер версии.

10 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия метрологическим требованиям

10.1 Определение погрешности каналов измерения напряжения (для ИК с мониторами 3500/42М, 3500/44, 3500/45, 3500/46М, 3500/40М, 3500/62, 3500/72М, 3500/77М) и силы постоянного тока (для ИК с мониторами 3500/62) выполняют следующим образом.

Подсоединяют соответствующие входы ИК к калибратору напряжения или тока (см. рисунок 1):

Проверку проводят в следующей последовательности.

Подают напряжение отрицательной полярности.

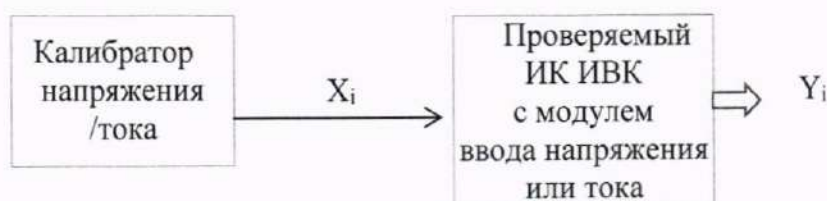


Рисунок 1 - Электрическая схема проверки погрешности ИК напряжения и силы постоянного тока комплекса

Определение погрешности канала проводят не менее чем в 5 точках, равномерно распределенных в пределах диапазона измерений.

Для каждой проверяемой точки выполняют операции, указанные ниже:

а) если показание ИК на мониторе выражено в значениях напряжения или силы постоянного тока

- на вход ИК подают значение X_i сигнала тока или напряжения от калибратора, соответствующее проверяемой точке;

- наблюдают несколько показаний Y_i соответствующего монитора, выбирают из них максимально отличающееся от заданного X_i ;

- рассчитывают абсолютную Δ_i погрешность, мА или В, по формуле

$$\Delta_i = Y_i - X_i \quad (1)$$

и приведенную γ_i погрешность, %, по формуле

$$\gamma_i = \frac{\Delta_i}{X_{max} - X_{min}} \cdot 100, \quad (2)$$

где $X_{max} - X_{min}$ - диапазон входных сигналов напряжения или тока;

б) если показание ИК на мониторе выражено в значениях физического параметра датчика на входе ИК

- рассчитывают номинальные значения выходного сигнала в значениях физического параметра по формуле

$$Z_{\text{вх}i} = Z_{\text{min}} + \frac{X_i - X_{\text{min}}}{X_{\text{max}} - X_{\text{min}}} \cdot (Z_{\text{max}} - Z_{\text{min}}), \quad (3)$$

где Z_{max} и Z_{min} – соответственно верхняя и нижняя граница установленного диапазона данного физического параметра;

- на вход ИК подают значение X_i сигнала тока или напряжения от калибратора, соответствующее проверяемой точке;

- наблюдают несколько показаний $Z_{\text{вых}i}$ на мониторе, выбирают из них максимально отличающееся от заданного на входе $Z_{\text{вх}i}$;

- рассчитывают абсолютную Δz_i погрешность, единицы физического параметра, по формуле

$$\Delta z_i = Z_{\text{вых}i} - Z_{\text{вх}i} \quad (4)$$

и приведенную γ_i погрешность, %, по формуле

$$\gamma_i = \frac{\Delta z_i}{Z_{\text{max}} - Z_{\text{min}}} \cdot 100; \quad (5)$$

в) если для каждой проверяемой точки i выполняется неравенство:

$$|\gamma_i| < \gamma_{\text{ИК доп}} \quad (6)$$

где $\gamma_{\text{ИК доп}}$ - предел допускаемых значений погрешности ИК в соответствии с описанием типа, результаты проверки погрешности ИК по п.10.1 считают положительными, в противном случае – бракуют по п.10.1.

10.2 Определение погрешностей каналов измерения сигналов от термопар (ТП) (для ИК с мониторами 3500/60, 3500/65, 3500/61)

Определение погрешности каналов измерения выходных сигналов от ТП проводят при включенном внутреннем канале компенсации температуры холодного спая.

Выполняют следующие операции:

1) собирают схему подключений, приведенную на рис.1;

2) выбирают в программе конфигурации режим отображения значений для проверяемого канала в °С для ТП с номинальной статической характеристикой (НСХ), соответствующей НСХ подключаемого к поверяемому каналу термоэлектрического преобразователя.

Проверку основной погрешности проводят для каждой из заявленных градуировок.

Настраивают ИК на измерение ТЭДС с учетом внутренней компенсации температуры холодного спая термопар. Измеряют температуру холодного спая $T_{\text{хс}}$ (эталонным термометром в непосредственной близости от входных клемм модуля монитора), устанавливают на калибраторе режим генерации сигналов термопар, вводят значение температуры холодного спая равное $T_{\text{хс}}$;

3) последовательно воспроизводят с помощью калибратора значения напряжения постоянного тока U_i (мВ), эквивалентные значениям температуры для соответствующей НСХ по ГОСТ Р 8.585-2001, не менее, чем в пяти точках Toi , равномерно распределенных по диапазон измерений в °С;

4) фиксируют заданные по НСХ с помощью калибратора значения температуры Toi , и измеренные значения Ti (отображенные мониторе ИК).

- рассчитывают абсолютную погрешность Δti , °С, по формуле

$$\Delta t_i = T_i - T_{oi} \quad (7)$$

5) Если для каждой проверяемой точки i выполняется неравенство:

$$\Delta t_i \leq \Delta t_{\text{доп}} \quad (8)$$

где $\Delta t_{\text{доп}}$ -предел допускаемых значений погрешности ИК в соответствии с описанием типа, результаты проверки погрешности ИК по п.10.2 считают положительными в противном случае –бракуют по п.10.2.

10.3 Определение погрешностей каналов измерения сигналов от термопреобразователей сопротивления (для ИК с мониторами 3500/60, 3500/65, 3500/61) выполняют в следующем порядке:

В программе конфигурации выбирают тип термопреобразователя сопротивления, его диапазон в °С (выбираемый диапазон должен быть не меньше 20 °С).

Присоединяют эталонный калибратор в режиме имитации сигналов термопреобразователей сопротивления к входным для этого режима клеммам ИК комплекса по четырехпроводной схеме (см. рисунок 2).

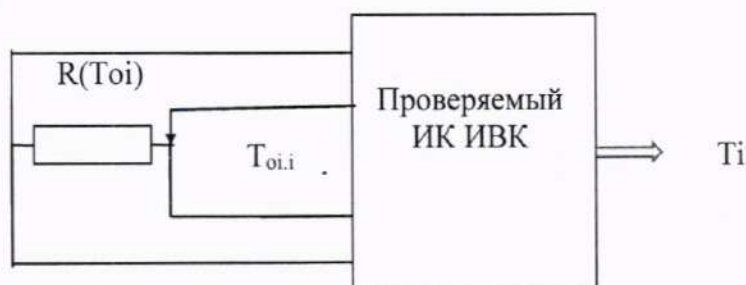


Рисунок 2 - Электрическая схема проверки погрешности ИК сигналов термопреобразователей сопротивления

Проверку погрешности выполняют в пяти или более точках диапазона температур термопреобразователей сопротивления. Следует проверить начальную и конечную точку проверяемого температурного диапазона.

Оценку погрешности выполняют в проверяемых точках T_{oi} для каждой из заявленных градуировок.

- устанавливают с помощью калибратора на входе ИК значение сопротивления $R(T_{oi})$ и считывают показание на ИК T_i ;

- рассчитывают абсолютную Δt_i погрешность по формуле (7).

Если для каждой проверяемой точки i выполняется неравенство (8), результаты проверки погрешности ИК по п.10.3 считают положительными.

Если хотя бы в одной точке диапазона неравенство (8) не выполняется, ИК бракуют по п.10.3.

10.4 Определение погрешностей каналов измерения напряжения переменного тока (для ИК с мониторами 3500/42М, 3500/44, 3500/45, 3500/46М, 3500/40М, 3500/70М, 3500/72М, 3500/77М) выполняют в следующем порядке:

В программе конфигурации выбирают тип входного датчика, его чувствительность и частотный диапазон измеряемых сигналов.

Собирают схему измерений рис.3.

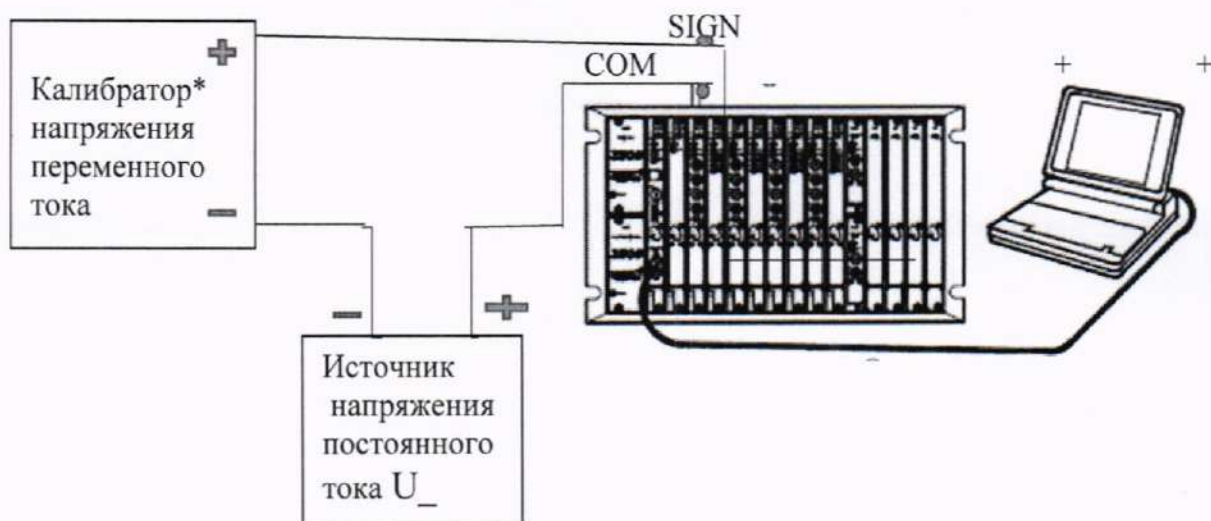


Рисунок 3– Схема определения погрешности ИК с входным сигналом напряжения переменного тока

В качестве источника напряжения смещения на рис.3 рекомендуется использовать калибратор (портативный) в режиме воспроизведения напряжения постоянного тока, например, используемый в п.10.1.

10.4.1 На входе канала устанавливают напряжение смещения U_- , равное $U_- = -10$ В; переменное напряжение с максимальной амплитудой $A_{\max}$, В, равной

$$A_{\max} = (U_{\max} - U_{\min})/2;$$

где $U_{\max}$ и $U_{\min}$ – нижняя и верхняя границы диапазона измерений напряжения соответственно; они определяются диапазоном измерений $D = Z_{\max} - Z_{\min}$ и коэффициентом чувствительности датчика, на который настроен ИК.

Проводят измерения погрешности ИК ИВК при следующих параметрах входных сигналов напряжения: при частотах синусоидального сигнала, равных 10, 50 и 90% установленного диапазона частот и амплитудах сигнала A_{ui} , равных 10, 50 и 90% $A_{\max}$ соответственно.

10.4.2 Для каждой проверяемой точки по амплитуде и частоте делают несколько отсчетов показаний выходного сигнала $Z_{\text{вых } i}$;

- оценивают результаты проверки погрешности.

За оценку приведенной погрешности ИК в i -й проверяемой точке γ_{ui} , %, принимают значение, вычисляемое по формуле

$$\gamma_{ui} = \max |Z_{\text{вых } i} - Z_{\text{вх } i}| / D * 100 \quad (9)$$

где $Z_{\text{вых } i}$; - значение параметра, измеренное ИК ИВК;

$Z_{\text{вх } i}$ –номинальное значение параметра, соответствующее A_{ui} , равное

$$Z_{\text{вх } i} = D * A_{ui} / A_{\max} \quad (10)$$

где D -диапазон измерений параметра.

Примечание – следует учитывать значение напряжения переменного тока, генерируемое калибратором или генератором (амплитудное, среднеквадратическое), при необходимости, пересчитать в амплитудное.

Результаты проверки погрешности ИК размаха параметра по п.10.4 считают положительными, если в каждой из проверяемых точек выполняются неравенство

$$|\gamma_{uil}| < |\gamma_{u \text{ доп}}| \quad (11)$$

где $\gamma_{u \text{ доп}}$ – предел допускаемой приведенной погрешности измерения входного сигнала, приведенный в описании типа; , в противном случае –бракууют по п.10.4.

10.5 Определение погрешностей каналов измерения частоты переменного тока выполняют в следующем порядке.

10.5.1 Собирают схему измерений рис.3. Для генерации частоты в качестве калибратора используют генератор измерительный либо калибратор переменного тока.

Задают от калибратора в режиме генерации частоты импульсный сигнал (меандр) амплитудой 2,5 В. В 3-5 точках каждого из поддиапазонов измерения частоты импульсов (0,017-100 Гц и св. 100 Гц до 19800 Гц) проверяют абсолютную погрешность измерения частоты ИК:

В поддиапазоне 0,017-100 Гц абсолютную погрешность Δf_i , Гц, по формуле

$$\Delta f_i = f_i - f_o \quad (\text{Гц}) \quad (12)$$

где f_i – измеренное ИК ИВК значение частоты импульсов, Гц;

f_o – заданное эталонным калибратором или генератором значение частоты импульсов, Гц; и относительную погрешность δf_i , %, в поддиапазоне свыше 100 до 19800 Гц по формуле

$$\delta f_i = \frac{\Delta f_i}{f_i} \cdot 100 \quad (13)$$

Примечание – Показание ИК f_i – в об/мин, f (об/мин) = f (Гц) * 60.

10.5.2 Если погрешность измерения частоты во всех проверяемых точках поддиапазонов не превышает пределов допускаемых значений, заданных в описании типа, результаты проверки погрешности по п. 10.5 считают положительными, , в противном случае –бракууют по п.10.5.

10.6 Определение погрешностей ИК с выходом постоянного тока.

Часть ИК комплексов имеют выход по постоянному току, пропорциональный входному сигналу.

Для таких каналов в соответствующие схемы измерений рис. 1-3 на выход ИК подключают эталонный калибратор в режиме амперметра.

10.6.1 Для каждого из проверяемых каналов выполняют следующие операции

- подают сигнал от эталонного калибратора (постоянное/переменное напряжение, сигналы ТП и ТС, частоты) в соответствии с предшествующими пунктами 10.1-10.5;

- рассчитывают номинальные значения выходного токового сигнала I_{0i} , мА, при заданных входных $Z_{вхi}$:

$$I_{0i} = I_{\min} + \frac{Z_{вхi} - Z_{вх \min}}{Z_{\max} - Z_{\min}} \cdot (I_{\max} - I_{\min}), \quad (14)$$

где $Z_{\max}$ и $Z_{\min}$ – соответственно верхняя и нижняя граница установленного диапазона данного физического параметра;

$I_{\max}$ и $I_{\min}$ - верхняя и нижняя границы токового диапазона на выходе ИК;

- наблюдают показание ИК на амперметре I_i ;
- рассчитывают абсолютную погрешность $\Delta_{i\text{вых}}$, мА, по формуле

$$\Delta_{i\text{вых}} = I_i - I_{0i} \quad (15)$$

и приведенную погрешность $\gamma_{i\text{вых}}$, %, по формуле

$$\gamma_{i\text{вых}} = \frac{\Delta_{i\text{вых}}}{I_{\text{ном}}} \cdot 100, \quad (16)$$

где $I_{\text{ном}}$, мА, номинальные значения выходного сигнала.

10.6.2 Если для каждой проверяемой точки i выполняется неравенство:

$$|\gamma_{i\text{вых}}| < \gamma_{\text{ИК доп}} \quad (17)$$

где $\gamma_{\text{ИК доп}}$ - предел допускаемых значений погрешности ИК в соответствии с описанием типа, результаты проверки погрешности по п. 10.6 считают положительными, в противном случае – бракуют по п.10.6.

11 Оформление результатов поверки

11.1 Комплексы, удовлетворяющие требованиям настоящей методики поверки, признают годными к применению. Сведения о положительных результатах поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. По заявлению владельца комплекса или лица, представившего его на поверку, выдается свидетельство о поверке средства измерений, и (или) в паспорт средства измерений вносится запись о проведенной поверке, заверяемая подписью поверителя и знаком поверки, с указанием объема проведенной поверки и даты поверки в соответствии с действующим законодательством в области обеспечения единства измерений.

11.2 Комплексы, не удовлетворяющие требованиям настоящей методики поверки, признают непригодными к применению. Сведения об отрицательных результатах поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. По заявлению владельца комплекса или лица, представившего его на поверку, оформляют извещение о непригодности к применению средства измерений в соответствии с действующим законодательством в области обеспечения единства измерений с указанием причин непригодности.

11.3 Протокол поверки комплексов оформляют в произвольной форме.

Разработали:

Начальник центра 201
ФБУ «НИЦ ПМ – Ростест»



Ю.А. Шатохина

Начальник отдела 201/2
ФБУ «НИЦ ПМ – Ростест»



Е.И. Кириллова

Вед. инженер отд.201/2
ФБУ «НИЦ ПМ – Ростест»



И.Г. Средина

ПРИЛОЖЕНИЕ А
обязательное
Метрологические и технические характеристики
комплексов измерительно-вычислительных MMS 3500

Таблица А.1 - Метрологические характеристики комплексов в части измерений/преобразования напряжения постоянного и переменного тока и силы постоянного тока

Наименование характеристики	Значение для ИК с модулями мониторов						
	3500/42M 3500/44 3500/45	3500/46M	3500/40M	3500/62	3500/70M	3500/72M	3500/77M
	1	2	3	4	5	6	7
Диапазон входных сигналов напряжения и силы постоянного тока ¹	от 0 до -22 В			от -10 до +10 В от 4 до 20 мА	-	от 0 до 22 В	
Пределы допускаемой приведенной погрешности измерений напряжения и силы постоянного тока, % диапазона	± 2,0			± 2,0	-	± 2,0	
Диапазон входных сигналов напряжения переменного тока (размах), В ²	от 0 до 9			-	от 0 до 9		
Пределы допускаемой приведенной погрешности измерений сигналов напряжения переменного тока, % диапазона	±3,0	±5,0		-	±5,0		

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	7	8
Диапазон выходных сигналов силы постоянного тока, мА	от 4 до 20		-	-	от 4 до 20	-	-
Пределы допускаемой приведенной погрешности по выходу постоянного тока, % диапазона	±3,0	±5,0	-	-	±5,0	-	-
Примечания 1 Диапазон измерений определяется типом подключаемого измерительного преобразователя и настройками измерительного канала. При подключении измерительного преобразователя может использоваться обратная полярность. Индикация – в значениях измеряемых физических величин или параметров измерительного преобразователя. 2 Диапазон частот напряжения переменного тока зависит от типа подключаемого измерительного преобразователя и настроек измерительного канала и находится в пределах от 5 до 10000 Гц.							

Таблица А.2 - Метрологические характеристики комплексов в части измерений/преобразования сигналов термопар и термопреобразователей сопротивления

Наименование характеристики	Значение для ИК с модулями мониторов	
	3500/61	3500/60, 3500/65
Диапазон измерений сигналов термопреобразователей сопротивления типа Pt100, °С	от -200 до +850	
Диапазон измерений сигналов термопар °С: - тип Е - тип J - тип К - тип Т	от -100 до +990 от 0 до +750 от 0 до +1360 от -160 до +390	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений, °С сигналов термопреобразователей сопротивления сигналов термопар	±4 ¹ ±6 ^{1,2}	
Диапазон выходных сигналов силы постоянного тока, мА	от 4 до 20	-
Пределы допускаемой приведенной погрешности по выходу постоянного тока, % от диапазона выходного сигнала сигналов термопреобразователей сопротивления сигналов термопар	±1,2 ³ ±2,0 ³	-

Продолжение таблицы А.2

Примечания
1 Абсолютная погрешность измерений сигналов термопреобразователей сопротивления и термопар приведена для диапазона рабочих условий эксплуатации от +15 до +30 °С, для температур ниже +15 и выше +30 °С погрешность не нормируется.
2 Погрешность измерения сигналов термопар приведена с учетом погрешности внутреннего неотключаемого канала компенсации температуры их холодного спая.
3 Возможно сужение диапазонов входных сигналов термопреобразователей сопротивления до 100 °С и термопар до 500 °С.

Таблица А.3 - Метрологические характеристики комплексов в части измерений/преобразования частоты переменного тока

Наименование характеристики	Значение для ИК с модулями мониторов	
	3500/50, 3500/53	3500/25
Диапазон измерений частоты, Гц	от 0,017 до 20000	
Минимальной размах входного сигнала для измерений и срабатывания сигнализации, В	0,2	
Пределы допускаемой погрешности измерений частоты: – абсолютной в диапазоне от 0,017* до 100 Гц включительно – относительной в диапазоне свыше 100 до 20000 Гц включительно, % от измеренного значения	± 0,05 Гц ±1	
Диапазон выходных сигналов силы постоянного тока, мА	от 4 до 20	-
Пределы допускаемой приведенной погрешности по выходу постоянного тока, % диапазона выходного сигнала	± 0,7	-
* Нижняя граница диапазона измерения частоты – от 0,017 Гц, с нормируемыми пределами допускаемых значений погрешности – от 0,17 Гц.		