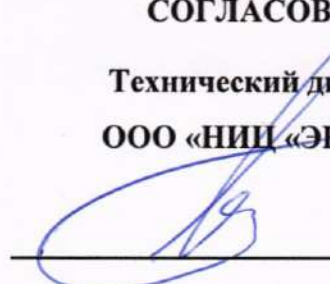


СОГЛАСОВАНО

Технический директор
ООО «НИЦ «ЭНЕРГО»

 П. С. Казаков



10 2024 г.

Государственная система обеспечения единства измерений
Комплексы мониторинговые измерительные A-Line MON
Методика поверки
ТНВЦ.411732.001МП

г. Москва
2024 г.

Содержание

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	3
2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	3
3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ.....	5
4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ	5
5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ.....	5
6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ	8
7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ.....	8
8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	8
9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	9
10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ.....	9
11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ	17

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на комплексы мониторинговые измерительные A-Line MON (далее – комплексы), изготавливаемые Обществом с ограниченной ответственностью «ИНТЕРЮНИС-ИТ» (ООО «ИНТЕРЮНИС-ИТ»), и устанавливает методику их первичной и периодической поверок.

1.2 При проведении поверки должна обеспечиваться прослеживаемость комплекса к ГЭТ 4-91 согласно государственной поверочной схеме, утвержденной Приказом Росстандарта от 01.10.2018 г. № 2091, к ГЭТ 13-2023 согласно государственной поверочной схеме, утвержденной Приказом Росстандарта от 28.07.2023 г. № 1520, к ГЭТ 1-2022 согласно государственной поверочной схеме, утвержденной Приказом Росстандарта от 26.09.2022 г. № 2360.

1.3 Допускается проведение первичной (периодической) поверки отдельных измерительных каналов и (или) отдельных автономных блоков из состава средства измерений и проведение периодической поверки для меньшего числа измеряемых величин в соответствии с заявлением владельца средства измерений, с обязательным указанием в сведениях о поверке информации об объеме проведенной поверки.

1.4 Поверка комплекса должна проводиться в соответствии с требованиями настоящей методики поверки.

1.5 Метод, обеспечивающий реализацию методики поверки, – прямой метод измерений, косвенный метод измерений, метод непосредственного сличения.

1.6 В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в Приложении А.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	7
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	8
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8.1
Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8.2
Проверка программного обеспечения средства измерений (только при наличии ПО)	Да	Да	9
Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства изме-	Да	Да	10

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
требований метрологическим требованиям			
Определение отклонения граничных частот диапазона рабочих частот от номинальных, неравномерности амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) (измерительные каналы АЕ)	Да	Да	10.1
Определение динамического диапазона измерений амплитуды импульса (измерительные каналы АЕ)	Да	Да	10.2
Определение абсолютной погрешности измерений амплитуды импульса (на среднегеометрической частоте) (измерительные каналы АЕ)	Да	Да	10.3
Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений длительности импульса (измерительные каналы АЕ)	Да	Да	10.4
Определение относительной погрешности измерения силы постоянного тока (измерительные каналы узлов универсального измерителя UM)	Да	Да	10.5
Определение абсолютной погрешности измерения напряжения постоянного тока (измерительные каналы узлов универсального измерителя UM)	Да	Да	10.6
Определение приведенной (к диапазону измерений) погрешности измерений коэффициента передачи моста (измерительные каналы узлов мостового измерителя TZ)	Да	Да	10.7
Определение абсолютной погрешности коэффициента усиления (предусилители MNP)	Да	Да	10.8
Определение отклонения граничных частот диапазона рабочих частот от номиналь-	Да	Да	10.9

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
ных (предусилители MNP)			

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающей среды плюс $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$;
- относительная влажность от 30 % до 80 %.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 К проведению поверки допускаются лица, изучившие настоящую методику поверки, эксплуатационную документацию на поверяемые комплексы и средства поверки.

4.2 К проведению поверки допускаются лица, соответствующие требованиям, изложенным в статье 41 Приказа Минэкономразвития России от 26.10.2020 года № 707 (ред. от 30.12.2020 года) «Об утверждении критериев аккредитации и перечня документов, подтверждающих соответствие заявителя, аккредитованного лица критериям аккредитации».

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

Таблица 2 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
Основные средства поверки		
р. 10 Определение метрологических характеристик средства измерений	<p>Эталоны единицы частоты соответствующие требованиям к эталонам не ниже 5-го разряда по Приказу Росстандарта от 26.09.2022 г. № 2360.</p> <p>Средства измерений частоты в диапазоне воспроизведений от 0,0005 до 500,0000 кГц</p>	Генератор сигналов произвольной формы RIGOL DG1022Z (далее – генератор), рег. № 56011-20
р. 10 Определение метрологических характеристик средства измерений	<p>Эталоны единицы напряжения постоянного тока соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3-го разряда по Приказу Росстандарта от 28.07.2023 г. № 1520.</p> <p>Средства измерений напряжения постоянного тока в диапазоне воспроизведений от 0 до 10 В</p>	Калибратор-измеритель унифицированных сигналов прецизионный «ЭЛЕМЕР-ИКСУ-2012», рег. № 56318-14

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
р. 10 Определение метрологических характеристик средства измерений	<p>Эталоны единицы силы постоянного тока соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2-го разряда по Приказу Росстандарта от 01.10.2018 г. № 2091.</p> <p>Средства измерений силы постоянного тока в диапазоне воспроизведений от 4 до 20 мА</p>	Калибратор-измеритель унифицированных сигналов прецизионный «ЭЛЕМЕР-ИКСУ-2012» (далее – калибратор), рег. № 56318-14
р. 10 Определение метрологических характеристик средства измерений	<p>Эталоны единицы электрического сопротивления постоянному току соответствующие требованиям к эталонам не ниже 4-го разряда по Приказу Росстандарта от 30.12.2019 г. № 3456 .</p> <p>Средства воспроизведений электрического сопротивления постоянному току в диапазоне воспроизведений от 120 до 20000 Ом</p>	Магазины сопротивления Р33 (далее – магазины сопротивления), рег. № 1321-60
р. 10 Определение метрологических характеристик средства измерений	<p>Эталоны единицы напряжения переменного тока соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3-го разряда по Приказу Росстандарта от 18.08.2023 г. № 1706 .</p> <p>Средства измерений среднеквадратических значений напряжения переменного тока в диапазоне измерений от 14,14 до 353,5 мВ, при частоте от 1 до 650 кГц.</p>	Мультиметр 3458А (далее – мультиметр), рег. № 77012-19
Вспомогательные средства поверки		
р. 10 Определение метрологических характеристик средства измерений	Средства воспроизведений среднеквадратических значений напряжения переменного тока в диапазоне воспроизведений от 14,14 до 353,5 мВ, при частоте от 1 до 650 кГц.	Генератор сигналов произвольной формы RIGOL DG1022Z, рег. № 56011-20
п. 8.1 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	<p>Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне от +15 °С до +25 °С, с пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений не более ± 1 °С;</p> <p>Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 30 % до 80 %, с пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений не более ± 3 %;</p>	Измеритель параметров микроклимата «МЕТЕОСКОП-М», рег. № 32014-11

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
р. 10 Определение метрологических характеристик средства измерений	Мера электрического сопротивления с номинальным значением 75 Ом	Нагрузочный резистор
р. 10 Определение метрологических характеристик средства измерений	Мера электрического сопротивления с номинальным значением 300 Ом	Нагрузочный резистор
р. 10 Определение метрологических характеристик средства измерений	Мера электрической емкости с номинальным значением 0,1 мкФ	Разделительный конденсатор
р. 10 Определение метрологических характеристик средства измерений	Мера электрической емкости с номинальным значением 10 мкФ	Разделительный конденсатор
р. 8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений р. 9 Проверка программного обеспечения средства измерений р. 10 Определение метрологических характеристик средства измерений	Источники с диапазоном воспроизведений напряжения постоянного тока от 0 до 54 В	Источники питания постоянного тока GPR, рег. № 55898-13 (далее – источники питания)
Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице, а также другое вспомогательное оборудование, удовлетворяющее техническим требованиям, указанным в таблице.		

6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки необходимо соблюдать требования безопасности, установленные ГОСТ 12.3.019-80, «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей». Также должны быть соблюдены требования безопасности, изложенные в эксплуатационных документах наверяемые комплексы и применяемые средства поверки.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Комплекс допускается к дальнейшей поверке, если:

- внешний вид комплекса соответствует описанию и изображению, приведенному в описании типа;
- отсутствуют видимые дефекты, способные оказать влияние на безопасность проведения поверки или результаты поверки.

Примечание – При выявлении дефектов, способных оказать влияние на безопасность проведения поверки или результаты поверки, устанавливается возможность их устранения до проведения поверки. При наличии возможности устранения дефектов, выявленные дефекты устраняются, и комплекс допускается к дальнейшей поверке. При отсутствии возможности устранения дефектов, комплекс к дальнейшей поверке не допускается.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Перед проведением поверки необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

- изучить эксплуатационную документацию наверяемый комплекс и на применяемые средства поверки;
- выдержать комплекс в условиях окружающей среды, указанных в п. 3.1, не менее 2 ч, если он находился в климатических условиях, отличающихся от указанных в п. 3.1, и подготовить его к работе в соответствии с его эксплуатационной документацией;
- подготовить к работе средства поверки в соответствии с указаниями их эксплуатационной документации;
- провести контроль условий поверки на соответствие требованиям, указанным в разделе 3, с помощью оборудования, указанного в таблице 2.

8.2 Опробование

Опробование комплекса проводится с открытыми входами измерительных каналов:

8.2.1 Подготавливают к работе и включают комплекс. Запускают программное обеспечение (далее – ПО) A-Line MON.

8.2.2 Выполняют общие настройки ПО A-Line MON. Устанавливают флаги «Инициализировать новый состав аппаратной части» и «Установить в синхронном текстовом просмотре статический режим». При работе с комплексами на базе блоков сбора и обработки данных моделей «MNU-*A» выполняют настройки сетевого подключения: указывают IP адреса всех подключенных концентраторов MNC и номера линий по порядку. Сохраняют настройки. Перезапускают ПО A-Line MON.

8.2.3 Ожидают готовности ПО к работе, подготавливают и начинают новое измерение. После начала нового измерения происходит инициализация измерительных каналов комплекса. Доступные для пользователя измерительные каналы отображаются на панели просмотра ПО A-Line MON. Количество доступных измерительных каналов должно соответствовать указанному в Формуляре.

8.2.4 Выполняют старт измерения. Выполняют настройку ПО следующим образом:

- включают все измерительные каналы и отображение данных с этих каналов;

– устанавливают минимальные пороги регистрации импульсов (далее – пороги), порог осциллограммы равный порогу канала, выбирают с помощью переключаемых фильтров диапазон рабочих частот, указанный в паспорте;

– устанавливают коэффициент усиления $K_y=0$ дБ при отсутствии предусилителей или равным коэффициенту усиления предусилителей при их наличии;

– настраивают временные параметры: интервал контроля импульса – 500 мкс, мертвое время – 1500 мкс, максимальная длительность – максимальное значение;

– для измерительных каналов узлов UM и TZ устанавливают коэффициенты $K1$ и $K2$ приведения значений к измеряемым величинам, указанные в паспорте;

– для измерительных каналов узлов TZ устанавливают частоту обновления данных 0,1 Гц.

8.2.5 Запускают сбор данных и проверяют отображение параметров шумовых импульсов, отображение осциллограммы и спектра шумового сигнала для каждого измерительного канала узлов АЕ. Проверяют отображение данных измерительных узлов UM, TZ, DM.

8.2.6 Постепенно увеличивают пороги всех измерительных каналов узлов «АЕ» до значения, при котором перестает отображаться сигнал. Значение порогов не должно превышать 80 дБ.

Комплекс допускается к дальнейшей поверке, если при опробовании устройства комплекса корректно функционируют во всех заданных режимах.

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Проверку программного обеспечения (далее – ПО) комплекса проводить в следующей последовательности:

1) включают комплекс. Запускают программное обеспечение (далее – ПО) A-Line MON;

2) после загрузки основного интерфейса считать идентификационное наименование и номер версии ПО;

3) сравнить идентификационное наименование и номер версии ПО, считанные из меню ПО, с идентификационным наименованием и номером версии ПО, указанными в описании типа;

Комплекс допускается к дальнейшей поверке, если программное обеспечение соответствует требованиям, указанным в описании типа.

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

10.1 Определение отклонения граничных частот диапазона рабочих частот от номинальных, неравномерности амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) (измерительные каналы АЕ)

10.1.1 Подключают модуль MNM к комплексу согласно ТНВЦ.411732.001РЭ. К контактам «+» и «-» измерительных каналов АЕ подключают нагрузочный резистор 300 Ом и генератор, установив в разрыв цепи «+» разделительный конденсатор 10 мкФ.

10.1.2 Выполняют старт измерений и настройку комплекса в соответствии с пп. 8.2.4.

10.1.3 Выполняют настройку генератора:

– Выходное сопротивление $R_{ГЕН}$, 50 Ом.

– Устанавливают генератор в режим подачи синусоидального сигнала на среднегеометрической частоте диапазона рабочих частот с амплитудой $A_{Г}$, мВ, рассчитываемой по формуле:

$$A_{Г} = \frac{U}{K_C}, \quad (1)$$

где U – половина максимальной измеряемой амплитуды импульса, указанной в паспорте, В.

K_C – коэффициент согласования нагрузки генератора, рассчитывается по формуле:

$$K_C = (R_{ГЕН} + R_{ЭКВ}) / (2 \cdot R_{ГЕН}) = (50 + 57,8) / (2 \cdot 50) = 1,078, \quad (2)$$

где $R_{ЭКВ}$ – эквивалентная нагрузка, вычисляемая как параллельное соединение входного сопротивления измерительного канала узла АЕ модуля MNM (сумма сопротивлений барьерных резистора $R_{БР}$ и предохранителя $R_{ПР}$) и внешнего сопротивления нагрузки R_H , Ом:

$$R_{ЭКВ} = R_H \cdot (R_{БР} + R_{ПР}) / (R_H + R_{БР} + R_{ПР}) = 300 \cdot (68 + 3,6) / (300 + 68 + 3,6) = 57,8. \quad (3)$$

Частоту синусоидального сигнала, равную среднегеометрической частоте установленного частотного диапазона, здесь и далее рассчитываемую по формуле:

$$f_G = f_{CP} = \sqrt{f_H \cdot f_B}, \quad (4)$$

где f_H – нижняя номинальная граничная частота, f_B – верхняя номинальная граничная частота.

10.1.4 Открывают окно синхронного просмотра. В колонке «Амплитуда (дБ)» выбирают для проверяемого измерительного канала и заносят в таблицу 4 измеренное значение амплитуды импульса A_{CP} , выраженное в дБ.

10.1.5 Устанавливают на генераторе частоту синусоидального сигнала $f_{ГН}$ вблизи частоты f_H так, чтобы измеренное значение амплитуды импульса составляло $A_{ИЗМ} = A_{CP} - 3 \text{ дБ}$. Аналогично устанавливают на генераторе частоту синусоидального сигнала $f_{ГВ}$ вблизи частоты f_B так, чтобы измеренное значение амплитуды импульса составляло $A_{ИЗМ} = A_{CP} - 3 \text{ дБ}$. Заносят значение частоты $f_{ГН}$ в первую строку таблицы 3, $f_{ГВ}$ – во вторую.

Здесь и далее рекомендуется устанавливать нечетные значения частоты в кГц на генераторе для исключения биения измеренного значения амплитуды импульса.

10.1.6 Вычисляют отклонение нижней граничной частоты относительно номинального значения δ_H , % по формуле:

$$\delta_H = \frac{f_{ГН} - f_H}{f_H} \cdot 100, \quad (5)$$

и заносят его в первую строку таблицы 3.

Вычисляют отклонение верхней граничной частоты относительно номинального значения δ_B , % по формуле:

$$\delta_B = \frac{f_{ГВ} - f_B}{f_B} \cdot 100, \quad (6)$$

и заносят его во вторую строку таблицы 3.

Таблица 3

№ канала	Частоты f_H и f_B , кГц	Частоты $f_{ГН}$ и $f_{ГВ}$, кГц	Отклонение граничной частоты δ_H и δ_B , %	
			Вычисленное	Допускаемое отклонение
				± 10
				± 10

10.1.7 На генераторе устанавливают частоты f , распределенные внутри выбранного частотного диапазона, в количестве не менее 5 значений.

Для каждой установленной частоты заносят в таблицу 4 измеренное значение амплитуды импульса $A_{ИЗМ}$, выраженное в дБ.

10.1.8 Вычисляют разность амплитуд импульсов на установленной и среднегеометрической частоте ($A_{ИЗМ} - A_{СР}$) и заносят ее в таблицу 4.

10.1.9 Повторяют проверку для каждого измерительного канала.

Таблица 4

№ канала	Амплитуда импульса на среднегеометрической частоте $A_{СР}$, дБ	Частота f , кГц	Измеренная амплитуда импульса $A_{ИЗМ}$, дБ	Разность амплитуд импульсов на установленной и среднегеометрической частоте ($A_{ИЗМ} - A_{СР}$), дБ	
				Вычисленная	Допускаемая
					от -3 до +1
					от -3 до +1
					от -3 до +1
					от -3 до +1
					от -3 до +1

Результат поверки является положительным, если вычисленные значения отклонений граничных частот диапазона рабочих частот от номинальных не превышают пределов $\pm 10\%$, а вычисленные значения разности амплитуд импульсов на установленной и среднегеометрической частоте находятся в пределах от -3 до +1 дБ.

10.2 Определение динамического диапазона измерений амплитуды импульса (измерительные каналы АЕ)

10.2.1 Выполняют подключение и настройку генератора в соответствии с пп. 10.1.3.

10.2.2 Наблюдая отображение осциллограммы сигнала и его спектра, увеличивают амплитуду синусоидального сигнала на генераторе до достижения максимального неискаженного сигнала.

10.2.3 Открывают окно синхронного просмотра. В колонке «Амплитуда (дБ)» выбирают для проверяемого измерительного канала наименьшее значение амплитуды и заносят его в столбец «Максимальное измеренное значение амплитуды импульса $A_{МАКС}$, дБ», таблицы 5.

10.2.4 Отключают и отсоединяют генератор с разделительным конденсатором. К контактам «+» и «-» измерительных каналов АЕ параллельно нагрузочному резистору 300 Ом подключают конденсатор 0,1 мкФ.

10.2.5 Открывают окно синхронного просмотра. В колонке «Амплитуда (дБ)» выбирают для проверяемого измерительного канала наибольшее значение амплитуды и заносят его в столбец «Минимальное измеренное значение амплитуды импульса $A_{МИН}$, дБ», таблицы 5.

Таблица 5

№ канала	Максимальное измеренное значение амплитуды импульса $A_{\text{МАКС}}$, дБ	Минимальное измеренное значение амплитуды импульса $A_{\text{МИН}}$, дБ	Динамический диапазон измерения амплитуды импульса ($A_{\text{МАКС}} - A_{\text{МИН}}$), дБ	
			Вычисленный	Минимально допустимое значение
				66

10.2.6 Вычисляют динамический диапазон измерений амплитуды импульса как разность измеренных максимальной и минимальной амплитуд импульса ($A_{\text{МАКС}} - A_{\text{МИН}}$) и заносят его в таблицу 5.

10.2.7 Повторяют проверку для каждого измерительного канала.

Результат поверки является положительным, если вычисленные значения динамического диапазона измерений амплитуды импульса составляют не менее 66 дБ.

10.3 Определение абсолютной погрешности измерений амплитуды импульса (на среднегеометрической частоте) (измерительные каналы АЕ)

10.3.1 Выполняют подключение и настройку генератора в соответствии с пп. 10.1.1 и 10.1.3.

10.3.2 Открывают окно синхронного просмотра и поочередно устанавливают на генераторе значение амплитуды синусоидального сигнала согласно таблице 6. В колонке «Амплитуда (дБ)» выбирают для проверяемого измерительного канала и заносят в таблицу 8 измеренные значения амплитуды импульса $A_{\text{ИЗМ}}$, выраженные в дБ.

Таблица 6

№ канала	Амплитуда синусоидального сигнала на генераторе $A_{\text{Г}}$, мВ	Амплитуда синусоидального сигнала после делителя $A_{\text{Д}} = A_{\text{Г}} \cdot K_{\text{С}}$, дБ	Измеренная амплитуда импульса $A_{\text{ИЗМ}}$, дБ	Абсолютная погрешность измерений амплитуды импульса ($A_{\text{ИЗМ}} - A_{\text{Д}}$), дБ	
				Вычисленная	Пределы допускаемой погрешности
	1,851	66			± 1
	9,276	80			± 1
	46,492	94			± 1

10.3.3 Вычисляют абсолютную погрешность измерений амплитуды импульса как разность между измеренным значением амплитуды импульса и значением амплитуды синусоидального сигнала после делителя ($A_{\text{ИЗМ}} - A_{\text{Д}}$) и заносят в таблицу 6.

10.3.4 Повторяют проверку для каждого измерительного канала.

Результат поверки является положительным, если вычисленные значения абсолютной погрешности измерений амплитуды импульса на среднегеометрической частоте номинального диапазона рабочих частот не превышают значения ± 1 дБ.

10.4 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений длительности импульса (измерительные каналы АЕ)

10.4.1 Устанавливают на всех измерительных каналах пороги ($U_{\text{дБ}} - 2$) дБ, где $U_{\text{дБ}}$ – половина максимальной измеряемой амплитуды импульса, указанной в паспорте, выраженная в дБ.

10.4.2 Открывают окно синхронного просмотра и при необходимости корректируют порог регистрации таким образом, чтобы в колонке «Выбросы» отображалось число, равное установленному на генераторе количеству периодов в пачке. При этом должно происходить регулярное обновление осциллограммы, а переходные процессы (сильно искаженные полупериоды синусоиды с заниженной амплитудой) должны быть ниже уровня порога.

10.4.3 В окне синхронного просмотра в колонке «Длительность (мкс)» выбирают для проверяемого измерительного канала и заносят в соответствующую строку таблицы 7 измеренное значение длительности импульса.

Заносят в таблицу 7 расчетное значение длительности импульса D , мкс, вычисляемое по формуле:

$$D = \left(N - \frac{1}{2} - \frac{1}{\pi} \cdot \arcsin \frac{10^{\frac{p}{20}}}{A_{ГЕН}} \right) \cdot \frac{1}{f}, \quad (7)$$

где N – количество периодов синусоидального сигнала в пачке;

f – частота сигнала, установленная на генераторе, МГц;

p – порог, дБ;

$A_{ГЕН}$ – амплитуда сигнала, установленная на генераторе, мкВ.

Для проверки нижней границы диапазона измерений длительности устанавливают на генераторе количество периодов равным 1. Изменяют на генераторе частоту синусоидального сигнала таким образом, чтобы расчетное значение длительности импульса, вычисляемое по формуле из п. 10.4.3, не превышало и при этом максимально приближалось к минимальному измеряемому значению длительности импульса, указанному в паспорте.

Заносят измеренные и расчетные значения в соответствующие строки таблицы 7.

Таблица 7

№ канала	Количество периодов в пачке на генераторе N	Расчетное значение длительности импульса D , мкс	Измеренное значение длительности импульса $D_{изм}$, мкс	Абсолютная погрешность измерений длительности импульса ($D_{изм} - D$), мкс	
				Вычисленная	Пределы допускаемой погрешности
	2				± 1
	11				± 1
	101				± 1
	1001				± 1
	14561				± 1

10.4.4 Повторяют проверку для каждого измерительного канала.

Результат поверки является положительным, если вычисленные значения абсолютной погрешности измерений длительности импульса не превышают пределов ± 1 мкс, а максимальное измеренное значение длительности импульса не менее указанного в паспорте.

10.5 Определение относительной погрешности измерения силы постоянного тока (измерительные каналы узлов универсального измерителя UM)

10.5.1 Подсоединяют калибратор в режиме воспроизведения силы постоянного тока к соответствующим контактам измерительного канала UM модификаций UM10(i) и UM11(i) без выдачи напряжения питания, UM20(i) и UM22(i) с выдачей напряжения питания: плюсовой зажим калибратора – к конт. «S1+» или «S2+/V+» в зависимости от номера проверяемого измерительного канала, минусовой зажим – к конт. «S-/V-».

10.5.2 Последовательно с калибратора воспроизводят значения силы постоянного тока I_C , приведенные в таблице 8.

10.5.3 В соответствующем окне ПО A-Line MON считывают и заносят в таблицу 8 измеренное значение силы постоянного тока I .

10.5.4 Вычисляют значение относительной погрешности измерений силы постоянного тока δ_I , %, по формуле:

$$\delta_I = \frac{I - I_C}{I_C} \cdot 100, \quad (8)$$

и заносят его в таблицу 8.

Таблица 8

№ канала	Значение силы постоянного тока, воспроизведенное с калибратора I_C , мА	Значение силы постоянного тока, измеренное комплексоном I , мА	Относительная погрешность измерений силы постоянного тока, %	
			Вычисленная	Пределы допускаемой погрешности
	4			$\pm 0,2$
	12			$\pm 0,2$
	20			$\pm 0,2$

10.5.5 Повторяют проверку для каждого измерительного канала.

Результат поверки является положительным, если вычисленные значения относительной погрешности измерений силы постоянного тока не превышают пределов $\pm 0,2$ %.

10.6 Определение абсолютной погрешности измерения напряжения постоянного тока (измерительные каналы узлов универсального измерителя UM)

10.6.1 Подсоединяют калибратор в режиме воспроизведения напряжения постоянного тока к соответствующим контактам измерительного канала UM: плюсовой зажим калибратора – к конт. «S1+», минусовой зажим – к конт. «S-/V-».

10.6.2 Последовательно с калибратора воспроизводят значения напряжения постоянного тока U_C , приведенные в таблице 9 для взрывозащищенного исполнения, приведенные в таблице 10 для невзрывозащищенного исполнения.

10.6.3 В соответствующем окне ПО A-Line MON считывают и заносят в таблицу 9 или 10 измеренное значение напряжения постоянного тока U .

10.6.4 Вычисляют значение абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока Δ_I , мВ по формуле:

$$\Delta_I = U - U_C, \quad (9)$$

и заносят его в таблицу 9 или 10.

Таблица 9

№ канала	Значение напряжения постоянного тока, воспроизведенное с калибратора U_C , В	Значение напряжения постоянного тока, измеренное комплексоном U , В	Абсолютная погрешность измерений напряжения постоянного тока, мВ	
			Вычисленная	Пределы допускаемой погрешности
	0,5			$\pm(30 + 0,003 \cdot U)$
	5			$\pm(30 + 0,003 \cdot U)$
	10			$\pm(30 + 0,003 \cdot U)$

Таблица 10

№ канала	Значение напряжения постоянного тока, воспроизведенное с калибратора U_C , В	Значение напряжения постоянного тока, измеренное комплексоном U , В	Абсолютная погрешность измерений напряжения постоянного тока, мВ	
			Вычисленная	Пределы допускаемой погрешности
	-10			$\pm(30 + 0,003 \cdot U)$
	0,5			$\pm(30 + 0,003 \cdot U)$
	10			$\pm(30 + 0,003 \cdot U)$

10.6.5 Повторяют проверку для каждого измерительного канала.

Результат поверки является положительным, если вычисленные значения абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока не превышают пределов $\pm(30 + 0,003 \cdot U)$ мВ.

10.7 Определение приведенной (к диапазону измерений) погрешности измерений коэффициента передачи моста (измерительные каналы узлов мостового измерителя TZ)

10.7.1 К измерительному каналу узла TZ подключают магазины сопротивлений, на которых устанавливают значение сопротивления плеч моста R , равное 120 Ом:

- для модификации TZ1(i) – мост, составленный из четырех магазинов сопротивлений;

- для модификации TZ2(i) – полумост, составленный из двух магазинов сопротивлений;

- для модификации TZ3(i) – один магазин сопротивлений.

На одном из магазинов сопротивлений изменяют значение сопротивления ΔR таким образом, чтобы коэффициент передачи моста, рассчитанный по формуле (11) соответствовал значениям приведенным в таблице 11.

$$K_{PACЧ} = \frac{1}{4} \cdot \left(\frac{\Delta R}{R + \frac{\Delta R}{2}} \right), \quad (10)$$

где R – электрическое сопротивление плечей моста, Ом;

ΔR – отклонение изменяемого сопротивления от сопротивления плечей моста, Ом.

10.7.2 Считывают в соответствующем окне ПО A-Line MON измеренное значение коэффициент передачи моста $K_{ИЗМ}$.

10.7.3 Вычисляют значение приведенной (к диапазону измерений) погрешности измерений коэффициента передачи моста γ_K , %, по формуле:

$$\gamma_K = \frac{K_{ИЗМ} - K_{PACЧ}}{K_D} \cdot 100, \quad (11)$$

где K_D – диапазон измерений коэффициента передачи моста;

и заносят его в таблицу 11.

Таблица 11

№ канала	Рассчитанное значение коэффициента передачи моста $K_{PACЧ}$	Значение коэффициент передачи моста, измеренное комплексом $K_{ИЗМ}$	Приведенная (к диапазону измерений) погрешность измерений коэффициента передачи моста	
			Вычисленная	Пределы допускаемой погрешности
	-0,016			$\pm 0,1$
	0,005			$\pm 0,1$
	0,016			$\pm 0,1$

10.7.4 Повторяют проверку для каждого измерительного канала.

Результат поверки является положительным, если вычисленные значения приведенной (к диапазону измерений) погрешности измерений коэффициента передачи моста не превышают пределов $\pm 0,1$ %.

10.8 Определение абсолютной погрешности коэффициента усиления (предусилители MNP)

10.8.1 Предусилитель MNP подключают к источнику питания, генератору и мультиметру при помощи кабелей длиной не более 5 м: генератор ко входу предусилителя, источник питания последовательно с нагрузочным резистором 75 Ом – к выходу предусилителя, мультиметр последовательно с разделительным конденсатором 10 мкФ – к выходу предусилителя.

10.8.2 На источнике питания устанавливают соответствующее напряжение питания, указанное в паспорте и ограничение по току 100 мА.

10.8.3 На генераторе устанавливают режим подачи синусоидального сигнала, нулевое смещение постоянной составляющей, сопротивление нагрузки «высокое» («High-Z»).

10.8.4 Устанавливают на генераторе частоту сигнала, равную среднегеометрической частоте диапазона номинальных рабочих частот, указанного в паспорте.

10.8.5 Поочередно устанавливают на генераторе значение амплитуды синусоидального сигнала согласно таблице 12. Заносят в таблицу 12 значения амплитуды синусоидального сигнала на выходе предусилителя A_2 , измеренные мультиметром. Рассчитывают и заносят в таблицу 12 значение коэффициента усиления по формуле:

$$G_{ИЗМ} = 20 \cdot \lg \frac{A_2}{A_1}. \quad (12)$$

Таблица 12

№ предусилителя	Амплитуда синусоидального сигнала на генераторе A_1 , мВ	Измеренное значения амплитуды синусоидального сигнала на выходе предусилителя A_2 , мВ	Расчетное значение коэффициента усиления G_D , дБ	Измеренное значение коэффициента усиления $G_{ИЗМ}$, дБ	Абсолютная погрешность коэффициента усиления, дБ	
					Вычисленная	Пределы допускаемой погрешности
	5		20			± 1
	20		20			± 1
	50		20			± 1

10.8.6 Вычисляют значение абсолютной погрешности коэффициента усиления Δ_G , дБ, по формуле:

$$\Delta_G = G_{ИЗМ} - G_D. \quad (13)$$

Результат поверки является положительным, если вычисленные значения абсолютной погрешности коэффициента усиления не превышают пределов ± 1 дБ.

10.9 Определение отклонения граничных частот диапазона рабочих частот от номинальных (предусилители MNP)

10.9.1 На генераторе устанавливают значение амплитуды синусоидального сигнала равное половине максимального входного сигнала, указанного в паспорте.

10.9.2 Измеряют мультиметром значение амплитуды сигнала на среднегеометрической частоте и выражают данное значение в дБ по формуле:

$$A_{CP} = 20 \cdot \lg(A_2), \quad (14)$$

где A_2 – амплитуда сигнала, измеряемая мультиметром, мкВ.

10.9.3 Устанавливают на генераторе частоту синусоидального сигнала $f_{ГН}$ вблизи частоты f_H так, чтобы измеренное значение амплитуды импульса составляло $A_{ИЗМ} = A_{СР} - 3\text{дБ}$. Аналогично устанавливают на генераторе частоту синусоидального сигнала $f_{ГВ}$ вблизи частоты f_B так, чтобы измеренное значение амплитуды импульса составляло $A_{ИЗМ} = A_{СР} - 3\text{дБ}$. Заносят значение частоты $f_{ГН}$ в первую строку таблицы 13, $f_{ГВ}$ – во вторую.

10.9.4 Вычисляют отклонение нижней граничной частоты относительно номинального значения δ_H , % по формуле (5) и заносят его в первую строку таблицы 13. Вычисляют отклонение верхней граничной частоты относительно номинального значения δ_B , % по формуле (6) и заносят его во вторую строку таблицы 13.

Таблица 13

№ канала	Частоты f_H и f_B , кГц	Частоты $f_{ГН}$ и $f_{ГВ}$, кГц	Отклонение граничной частоты δ_H и δ_B , %	
			Вычисленное	Допускаемое отклонение
				± 10
				± 10

Результат поверки является положительным, если вычисленные значения отклонений граничных частот диапазона рабочих частот от номинальных не превышают пределов ± 10 %.

11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

11.1 Результаты поверки комплекса подтверждаются сведениями, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с порядком, установленным действующим законодательством.

11.2 При проведении поверки в сокращенном объеме (в соответствии с заявлением владельца средства измерений) в сведениях о поверке указывается информация, для каких измерительных каналов, автономных блоков из состава средства измерений, измеряемых величин выполнена поверка.

11.3 По заявлению владельца комплекса или лица, представившего его на поверку, положительные результаты поверки (когда комплекс подтверждает соответствие метрологическим требованиям) оформляют свидетельством о поверке по форме, установленной в соответствии с действующим законодательством, и (или) внесением в формуляр комплекса записи о проведенной поверке, заверяемой подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки.

11.4 По заявлению владельца комплекса или лица, представившего его на поверку, отрицательные результаты поверки (когда комплекс не подтверждает соответствие метрологическим требованиям) оформляют извещением о непригодности к применению средства измерений по форме, установленной в соответствии с действующим законодательством.

11.5 Протоколы поверки комплекса оформляются по произвольной форме.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Основные метрологические характеристики комплексов

Таблица А.1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Модули MNM	
Измерительные каналы АЕ	
Диапазон номинальных рабочих частот ¹ , кГц	от 0,0005 до 500,0000
Допускаемое отклонение граничных частот диапазона рабочих частот от номинальных, %	±10
Неравномерность амплитудно-частотной характеристики в номинальном диапазоне рабочих частот, дБ	от -3 до +1
Динамический диапазон измерений амплитуды импульса ² , дБ, не менее	66
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений амплитуды импульса (на среднегеометрической частоте), дБ	±1
Диапазон измерений длительность импульса, мкс	от 1 до 65000
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений длительности импульса, мкс	±1
Измерительные каналы узлов универсального измерителя UM	
Диапазон измерений силы постоянного тока, мА	от 4 до 20
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений силы постоянного тока, %	±0,2
Диапазон измерений напряжения постоянного тока, В: - во взрывозащищенном исполнении - в невзрывозащищенном исполнении	от 0 до 10 от -10 до +10
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока, мВ	±(30 + 0,003·U)
Измерительные каналы узлов мостового измерителя TZ	
Эквивалентное электрическое сопротивление постоянному току измерительной части моста, Ом	от 120 до 20000
Диапазон измерений коэффициента передачи моста	от -0,016 до +0,016
Пределы допускаемой приведенной (к диапазону измерений) погрешности измерений коэффициента передачи моста, %	±0,1
Предусилители MNP	
Диапазон входного сигнала, В	от -0,05 до +0,05
Коэффициент усиления, дБ	20
Пределы допускаемой абсолютной погрешности коэффициента усиления, дБ	±1
Диапазон номинальных рабочих частот, кГц	от 1 до 650
Допускаемое отклонение граничных частот диапазона рабочих частот от номинальных, %	±10
Примечания: U – измеренное значение напряжения постоянного тока, мВ; 1 – номинальный диапазон рабочих частот выбирается (программируется) в пределах указанного диапазона рабочих частот и приводится в паспорте на модуль; 2 – конкретное значение приводится в паспорте на модуль.	