

УТВЕРЖДАЮ

**Первый заместитель генерального
директора - заместитель по научной
работе ФГУП «ВНИИФТРИ»**



[Signature] А.Н. Щипунов

08 2020 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

**Анализаторы работы электроприводов четырехканальные
Fluke MDA-550 и Fluke MDA-510**

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

MDA-550/MDA-510 МП

р.п. Менделеево
2020 г.

Содержание

1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ	3
2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ.....	3
3 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ	4
4 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ	4
5 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ	4
6 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ	5
7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ.....	5
8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ.....	11

ВВЕДЕНИЕ

Настоящая методика распространяется на анализаторы работы электроприводов четырехканальные Fluke MDA-550 и Fluke MDA-510 (далее - анализаторы), изготавливаемые фирмой «Fluke Corporation», США, и устанавливает объём, методы и средства первичной и периодической поверок.

Интервал между поверками – один год.

При проведении поверки необходимо руководствоваться документом «Анализаторы работы электроприводов четырехканальные Fluke MDA-550 и Fluke MDA-510. Руководство по эксплуатации» (далее - MDA-550/MDA-510 РЭ).

1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

1.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Операции поверки

Наименование операций	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр	7.1	+	+
2 Опробование	7.2	+	+
3 Идентификация программного обеспечения (далее - ПО)	7.3	+	+
4 Определение абсолютной погрешности коэффициента отклонения	7.4	+	+
5 Определение абсолютной погрешности измерений временных интервалов	7.5	+	+
6 Определение полосы пропускания	7.6	+	+
7 Определение абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока	7.7	+	+
8 Определение абсолютной погрешности измерений напряжения переменного тока	7.8	+	+
9 Определение абсолютной погрешности измерений силы переменного тока	7.9	+	+
10 Определение относительной погрешности измерений коэффициента гармонических составляющих напряжения переменного тока (только для анализатора Fluke MDA-550)	7.10	+	+

1.2 Допускается проведение поверки отдельных измерительных каналов, которые используются при эксплуатации по соответствующим пунктам настоящей методики поверки. Соответствующая запись должна быть сделана в эксплуатационных документах и свидетельстве о поверке на основании решения эксплуатирующей организации.

1.3 При получении отрицательных результатов по любому пункту таблицы 1 поверяемый анализатор бракуется и направляется в ремонт.

2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки применять средства поверки, указанные в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Средства поверки

Номер пункта методики поверки	Наименование рабочего эталона или вспомогательного средства поверки; номер документа, регламентирующего технические требования к средству; разряд по государственной поверочной схеме и (или) метрологические и основные технические характеристики
7.3, 7.4, 7.5, 7.7	Калибратор осциллографов 9500В с формирователем 9530, диапазон воспроизведения напряжения постоянного тока обоих полярностей на нагрузке 1 МОм от 1 мВ до 200 В, пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока $\pm(0,00025 \cdot U_{\text{вых}} + 25 \cdot 10^{-6})$, где $U_{\text{вых}}$ - установленное напряжение в вольтах, диапазон формирования временных маркеров от 9,0091 нс до 55 с, пределы допускаемой относительной погрешности формирования временных маркеров $\pm 2,5 \cdot 10^{-7}$, диапазон воспроизведения синусоидального напряжения от 5 мВ до 5 В на частотах от 0,1 Гц до 550 МГц, неравномерность АЧХ относительно опорного диапазона частот на нагрузке с КСВН = 1,6 (1,2) на частотах от 300 МГц до 550 МГц: $\pm 3 \%$ ($\pm 2,5 \%$), пределы допускаемой относительной погрешности установки амплитуды в диапазоне частот от 50 кГц до 10 МГц: $\pm 1,5 \%$.
7.6, 7.7, 7.8	Калибратор универсальный 9100, диапазон воспроизведения напряжения постоянного тока от 0 до 1050 В, пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока 0,004 %, диапазон воспроизведения переменного напряжения от 0 до 1050 В в диапазоне частот от 10 Гц до 100 кГц, пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения напряжения переменного тока 0,025 %, диапазон воспроизведения переменного тока от 0 до 20 А в диапазоне частот от 10 Гц до 30 кГц (1000 А с помощью многовитковой катушки), пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения переменного тока 0,045 %
7.9	Генератор сигналов произвольной формы 33510В, диапазон частот выходного сигнала от 1 мкГц до 20 МГц, пределы допускаемой абсолютной погрешности установки частоты выходного сигнала, $\pm(2 \cdot 10^{-6} \cdot F + 15 \cdot 10^{-12})$ Гц, диапазон размаха выходного напряжения в режиме холостого хода от 0,002 до 20 В, пределы допускаемой абсолютной погрешности установки размаха выходного напряжения синусоидальной формы на частоте 1 кГц $\pm(0,01 \cdot U + 0,001)$ В, где U – установленное значение выходного напряжения, В

2.2 Применяемые при поверке средства измерений (СИ) должны быть поверены.

2.3 Допускается применение других средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик анализаторов с требуемой точностью.

3 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

3.1 К проведению поверки могут быть допущены лица, имеющие высшее или среднее техническое образование и практический опыт в области радиотехнических измерений, аттестованные на право проведения поверки.

4 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

4.1 При проведении поверки следует соблюдать требования ГОСТ 12.3.019-80 и требования безопасности, устанавливаемые эксплуатационной документацией на поверяемые анализаторы и используемое при поверке оборудование.

5 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

5.1 Поверку проводить при следующих условиях:

- температура окружающего воздуха от 15 до 25 °С;
- атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа;

- относительная влажность окружающего воздуха от 30 до 80 %;
- напряжение сети питания от 198 до 242 В;
- частота сети питания от 49,5 до 50,5 Гц.

6 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

6.1 Поверитель должен изучить эксплуатационные документы на поверяемые анализаторы и используемые средства поверки.

6.2 Перед проведением поверки используемое при поверке оборудование должно быть подготовлено к работе в соответствии с эксплуатационной документацией на него.

7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

7.1 Внешний осмотр

7.1.1 Перед распаковыванием анализатор необходимо выдержать в течение 4 ч в теплом сухом помещении при температуре окружающего воздуха от плюс 15 до плюс 25 °С.

7.1.2 Распаковать анализатор, произвести внешний осмотр и установить выполнение следующих требований:

- соответствие комплектности и маркировки анализатора MDA-550/MDA-510 РЭ;
- отсутствие видимых механических повреждений (в том числе дефектов покрытий), при которых эксплуатация недопустима;
- отсутствие ослабления крепления элементов конструкции;
- отсутствие изломов и повреждений кабелей.

7.1.3 Результаты поверки считать положительными, если указанные в п. 7.1.2 требования выполнены, надписи и обозначения маркировки анализатор имеют четкое видимое изображение. В противном случае дальнейшие операции не выполняют, а анализатор признают непригодным к применению.

7.2 Опробование

7.2.1 Запустить анализатор с использованием настроек по умолчанию. Для этого зажать клавишу USER, нажать и отпустить клавишу запуска, отпустить клавишу USER.

7.2.2 Результаты опробования считать положительными, если на дисплее анализатора появится коэффициент отклонения анализатора 100 мВ/дел, коэффициент развертки 10 мс/дел.

7.3 Идентификация ПО

7.3.1 После опробования снова нажать клавишу USER, затем F3 (VERSION & CAL...), на экране появиться номер версии ПО.

Таблица 7.1 - Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование встроенного ПО	-
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже V 12.00
Цифровой идентификатор (контрольная сумма) встроенного ПО	-

7.3.2 Результаты поверки считать положительными, если номер версии ПО соответствуют данным, приведенным в таблице 7.1. В противном случае дальнейшие операции не выполняют, а анализатор признают непригодным к применению.

7.4 Определение абсолютной погрешности коэффициента отклонения

7.4.1 Запустить анализатор с использованием настроек по умолчанию. Для этого зажать клавишу USER, нажать и отпустить клавишу ВКЛ, отпустить клавишу USER.

7.4.2 Установить нажимая на клавиши каналов А, В, С, D: - через меню «PROBE A (B/C/D) 10:1...» режимы: «Probe Type: Voltage», «Attenuation: 1:1»;

- через меню «INPUT A (B/C/D) OPTIONS...» режимы: «Attenuator: Normal», «Bandwidth: 10 kHz».

- через меню «INPUT A (B/C/D) OPTIONS...» режимы: «Attenuator: Normal», «Bandwidth: 10 kHz».

7.4.3 Нажать клавишу SCOPE. Выбрать режим «READINGS: ON». Через меню «READING ...» с помощью клавиш-стрелок установить следующие режимы: - «READING: 1», «on A», «V dc»;

- «READING: 2», «on B», «V dc»;

- «READING: 3», «on C», «V dc»;

- «READING: 4», «on D», «V dc».

7.4.4 Войти в меню «WAVEFORM OPTIONS...». Выбрать следующие режимы: «Glitch: Off», «Acquisition: Normal», «Average: Off», «Waveform: Normal».

7.4.5 Установить коэффициент развертки 1 мс/дел.

7.4.6 На калибраторе осциллографов 9500В с формирователем 9530 (далее - калибратор) установить режим воспроизведения напряжения постоянного тока на нагрузке 1 МОм.

7.4.7 Дальнейшие измерения на всех каналах производить в соответствии с ГОСТ Р 8.964-2019 по пункту 8.4.1, используя значения согласно таблице 7.2 и формулу (1)

$$\Delta K_0 = (U_+ - U_-) - (V_+ - V_-), \quad (1)$$

где U_+ – измеренное анализатором напряжение положительной полярности

U_- – измеренное анализатором напряжение отрицательной полярности

7.4.8 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности коэффициента отклонения ΔK_0 находятся в пределах, приведенных в графе 5 таблицы 7.2.

Таблица 7.2

Коэффициент отклонения анализатора	Установленное напряжение на калибраторе		Абсолютная погрешность коэффициента отклонения, ΔK_0	
	положительное, V_+	отрицательное, V_-	рассчитанное значение	допускаемое значение
1	2	3	4	5
2 мВ/дел	+6 мВ	-6 мВ		$\pm 0,67$ мВ
50 мВ/дел	+150 мВ	-150 мВ		$\pm 10,3$ мВ
1 В/дел	+3 В	-3 В		$\pm 0,206$ В
20 В/дел	+60 В	-60 В		$\pm 4,12$ В
100 В/дел	+200 В	-200 В		$\pm 16,4$ В

7.5 Определение абсолютной погрешности измерений временных интервалов

7.5.1 На калибраторе установить режим формирования временных маркеров на нагрузке 1 МОм, с напряжением 1 В и периодом 8 мс.

7.5.2 Соединить калибратор с любым каналом анализатора.

7.5.3 Включить сигнал калибратора.

7.5.4 На анализаторе установить коэффициент развертки 100 мс/дел, коэффициент отклонения 200 мВ/дел, задать задержку 8 мс.

7.5.5 Установить коэффициент развертки 10 мкс/дел, задать задержку 7,94 мс.

7.5.6 Установить два вертикальных маркера, один передвинуть на левую границу экрана, второй установить на середину перепада.

7.5.7 Зафиксировать значение разности маркеров T_m .

7.5.8 Рассчитать абсолютную погрешность измерений временных интервалов ΔT_n по формуле (2):

$$\Delta T_n = T_m - 60[\text{мкс}] \quad (2)$$

7.5.9 Результаты поверки считать положительными, если значение абсолютной погрешности измерений временных интервалов ΔT_n находится в пределах $\pm 1,2$ мкс.

7.6 Определение полосы пропускания

7.6.1 На калибраторе установить режим генератора синусоидального напряжения на нагрузке 1 МОм, с напряжением 2,545 В и частотой 1 МГц.

7.6.2 Соединить калибратор с любым каналом анализатора.

7.6.3 Включить сигнал калибратора.

7.6.4 На анализаторе установить коэффициент отклонения 500 мВ/дел, коэффициент развертки 1 мкс/дел.

7.6.5 Установить режим измерений «V ac+dc».

7.6.6 Выполнить измерения для всех каналов, включая требуемый канал и отключая остальные. Зафиксировать значения напряжения U_0 .

7.6.7 Повторить пункты 7.6.1-7.6.3 используя на калибраторе частоту синусоидального сигнала 500 МГц и на анализаторе коэффициент развертки 1 нс/дел. Зафиксировать значения напряжения U_n .

7.6.8 Результаты поверки считать положительными, если отношение показаний осциллографа на верхней граничной частоте U_n к показаниям на опорной частоте U_0 не менее 0,708 (что соответствует полосе пропускания не менее 500 МГц).

7.7 Определение абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока

7.7.1 Установить анализатор в режим «Motor Drive Analyzer».

7.7.2 В главном меню «Probes» выбрать «Voltage probe – 100:1», «Current probe – 10mV/A» (для диапазона до 40 А) или 1mV/A (для диапазона до 400 А), «Shaft probe – 10:1».

7.7.3 Выбрать режим «Шина постоянного тока привода», далее «Напряжение постоянного тока».

7.7.4 Соединить калибратор с каналом А анализатора с подключенным высоковольтным пробником VPS.

7.7.5 Установить в соответствии с таблицей 7.3 выходное напряжение постоянного тока калибратора.

Таблица 7.3

Напряжение постоянного тока, В		Абсолютная погрешность измерений напряжения постоянного тока, ΔU , В	
установленное на калибраторе $U_{уст}$	измеренное анализатором, $U_{изм}$	рассчитанное значение	допускаемое значение
1	2	3	4
0,02			$\pm 0,012$
1			$\pm 0,09$
20			$\pm 1,2$
200			± 12
1000			± 36

7.7.6 Записать показания анализатора и рассчитать абсолютную погрешность измерений по формуле (3) и данные занести в таблицу 7.3:

$$\Delta U = U_{изм} - U_{уст} \quad (3)$$

7.7.7 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока находятся в пределах, указанных в графе 4 таблицы 7.3.

7.8 Определение абсолютной погрешности измерений напряжения переменного тока

7.8.1 Подсоединить к каналу А анализатора пробник VPS 410.

7.8.2 Установить анализатор в режим «Вал электродвигателя», далее «Напряжение вал электродвигателя».

7.8.3 Подключить пробник VPS 410 к калибратору в соответствии с таблицей 7.4.

7.8.4 Установить в соответствии с таблицей 7.4 выходное напряжение и частоту переменного тока калибратора.

Таблица 7.4

Тип калибратора	Частота	Напряжение переменного тока, В		Абсолютная погрешность измерений напряжения переменного тока, ΔU , В	
		установленное на калибраторе $U_{уст}$	измеренное анализатором, $U_{изм}$	рассчитанное значение	допускаемое значение
1	2	3	4	5	6
9100	50 Гц	0,02			$\pm 0,016$
9100	50 Гц	1			$\pm 0,13$
9100	50 Гц	20			$\pm 1,6$
9100	50 Гц	200			± 16
9100	50 Гц	1000			± 40
9500B	10 Гц	5			$\pm 0,25$
9500B	60 Гц	5			$\pm 0,35$
9500B	100 Гц	5			$\pm 0,35$
9500B	20 кГц	5			$\pm 0,5$
9500B	30 кГц	5			$\pm 0,5$
9500B	500 кГц	5			$\pm 0,5$
9500B	1 МГц	5			$\pm 0,7$
9500B	2 МГц	5			$\pm 0,7$
9500B	5 МГц	5			$\pm 0,7$
9500B	25 МГц	5			$\pm 0,7$

7.8.5 Записать показания анализатора и рассчитать абсолютную погрешность измерений по формуле (3) и данные занести в таблицу 7.4:

7.8.6 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности измерений напряжения переменного тока находятся в пределах, указанных в графе 6 таблицы 7.4.

П р и м е ч а н и е – Операции пунктов 7.7.1...7.7.6 выполнять только для анализатора Fluke MDA-550.

7.8.7 Подсоединить к каналам А, В и С анализатора пробники VPS.

7.8.8 Установить анализатор в режим «Вход привода», далее «Асимметрия напряжения», далее «Unbalance».

7.8.9 Подключить канал А с пробником VPS к калибратору 9100,

7.8.10 Установить в соответствии с таблицей 7.5 выходное напряжение и частоту переменного тока калибратора.

Таблица 7.5

Частота	Напряжение переменного тока, В				Абсолютная погрешность измерений напряжения переменного тока, ΔU , В			
	установленное на калибраторе $U_{уст}$	измеренное анализатором, $U_{изм}$			рассчитанное значение			допускаемое значение
		А	В	С	А	В	С	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
50 Гц	0,02							$\pm 0,016$
50 Гц	1							$\pm 0,13$
50 Гц	20							$\pm 1,6$
50 Гц	200							± 16
50 Гц	1000							± 40
10 Гц	20							$\pm 0,7$
60 Гц	20							$\pm 0,95$
100 Гц	20							$\pm 0,95$
3 кГц	20							$\pm 0,95$
10 кГц	20							$\pm 0,95$

7.8.11 Записать показания анализатора и рассчитать погрешность измерений по формуле (3) и данные занести в таблицу 7.5.

7.8.12 Повторить операции пунктов 7.7.9 – 7.7.11 для каналов В и С.

7.8.13 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности измерений напряжения переменного тока находятся в пределах, указанных в графе 9 таблицы 7.5.

7.9 Определение абсолютной погрешности измерений силы переменного тока

7.9.1 Подсоединить к каналам А, В и С анализатора токовые клещи i400s (для анализатора MDA-510 подсоединить токовые клещи только к каналу А).

7.9.2 Установить анализатор в режим «Вход привода», далее «Асимметрия токов», далее «Unbalance».

7.9.3 Подключить канал А с токовыми клещами i400s к калибратору 9100.

7.9.4 Установить в соответствии с таблицей 7.6 силу и частоту переменного выходного тока калибратора и предел измерений токовых клещей.

Таблица 7.6

Частота	Сила переменного тока, А				Абсолютная погрешность измерений силы переменного тока ΔI , А			
	установленная на калибраторе Iуст	измеренная анализатором Изм			рассчитанное значение			допускаемое значение
		А	В	С	А	В	С	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
50 Гц	0,5							$\pm 0,04$
50 Гц	1							$\pm 0,065$
50 Гц	10							$\pm 0,515$
50 Гц	40							$\pm 2,015$
10 Гц	1							$\pm 0,315$
100 Гц	1							$\pm 0,265$
3 кГц	1							$\pm 0,315$
10 кГц*	1							$\pm 0,315$
50 Гц	5							$\pm 0,265$
50 Гц	40							$\pm 2,015$
10 Гц	20							$\pm 1,215$
100 Гц	20							$\pm 1,015$
3 кГц	20							$\pm 1,24$
10 кГц*	20							$\pm 1,24$
50 Гц	20							$\pm 1,04$
50 Гц	400							$\pm 20,04$

* – измерение проводить в режиме «Осциллограф», т.к. в режиме «Motor Drive Analyzer» установлено ограничение полосы пропускания 10 кГц

7.9.5 Записать показания анализатора и рассчитать абсолютную погрешность измерений по формуле (4) и данные занести в таблицу 7.6:

$$\Delta I = I_{\text{изм}} - I_{\text{уст}} \quad (4)$$

7.9.6 Повторить операции пунктов 4.10.3 – 4.10.5 для каналов В и С (только для анализатора Fluke MDA-550).

7.9.7 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности измерений силы переменного тока находятся в пределах, указанных в графе 9 таблицы 7.6.

7.10 Определение относительной погрешности измерений коэффициента гармонических составляющих напряжения переменного тока (только для анализатора Fluke MDA-550)

7.10.1 Установить анализатор в режим «Вход привода», далее «Напряжение и ток», далее «Между фазами», далее «Harmonics».

7.10.2 Подключить к каналу А генератор 33510В.

7.10.3 Установить выходное напряжение генератора 2,5 В.

7.10.4 Установить генератор в режим «Modulate», тип модуляции «Sum».

7.10.5 Установить на генераторе частоту несущей 50 Гц, в соответствии с таблицей 7.7 «Sum freq» и «Sum Ampl».

Таблица 7.7

Номер гармоники «Sum freq»	Коэффициент гармонической составляющей напряжения переменного тока, %		Относительная погрешность измерений коэффициента гармонической составляющей напряжения переменного тока δK_g , %	
	установленная на генераторе Куст. «Sum Ampl»	измеренная анализатором Кизм	рассчитанное значение	допускаемое значение
3 (150 Гц)	1			±5
3 (150 Гц)	10			
3 (150 Гц)	30			
3 (150 Гц)	100			
2 (100 Гц)	10			
5 (250 Гц)	10			
10 (500 Гц)	10			
15 (750 Гц)	10			
25 (1250 Гц)	10			
50 (2500 Гц)	10			

7.10.6 Записать показания анализатора и рассчитать относительную погрешность измерений по формуле (6) и данные занести в таблицу 7.7:

$$\delta K_g = 100 \cdot (K_{изм} - K_{уст}) / K_{уст}, \quad (6)$$

7.10.7 Результаты поверки считать положительными, если значения относительной погрешности измерений коэффициента гармонической составляющей напряжения переменного тока находятся в пределах $\pm 5\%$.


8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ


8.1 При положительных результатах поверки анализатора оформить свидетельство о поверке установленной формы. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке в виде наклейки или поверительного клейма.

8.2 При отрицательных результатах поверки анализатор к применению не допускается и оформляется извещение о непригодности к применению установленной формы с указанием причин забракования.

Начальник НИО-1
ФГУП «ВНИИФТРИ»

Начальник лаборатории 123
ФГУП «ВНИИФТРИ»


О.В. Каминский


А.Е. Ескин