

Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии

Федеральное государственное унитарное предприятие  
«Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им.Д.И.Менделеева»

Уральский научно-исследовательский институт метрологии - филиал

Федерального государственного унитарного предприятия

«Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии

им. Д. И. Менделеева»

(УНИИМ - филиал ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»)

УТВЕРЖДАЮ

Директор УНИИМ – филиала  
ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»

Е.П. Собина

М.п.

« 11 »

июня

2024 г.



**«ГСИ. Анализаторы магнитные PROGRESS-CIM.**

**Методика поверки»**

**МП 103-261-2023**

Екатеринбург  
2024

## ПРЕДИСЛОВИЕ

1. РАЗРАБОТАНА: Уральским научно-исследовательским институтом метрологии – филиалом Федерального государственного унитарного предприятия «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им.Д.И.Менделеева» (УНИИМ – филиалом ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»)
2. ИСПОЛНИТЕЛИ: И.о. зав. лабораторией 261 Цай И.С.  
Научный сотрудник лаб.261 Волегова Е.А.  
Ведущий инженер лаб.261 Никова Е.С.
- 3 СОГЛАСОВАНО директором УНИИМ – филиалом ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»
- 4 ВВЕДЕНА ВПЕРВЫЕ

## СОДЕРЖАНИЕ

1	Общие положения.....	4
2	Нормативные ссылки.....	4
3	Перечень операций поверки средств измерений .....	5
4	Требования к условиям проведения поверки.....	6
5	Требования к специалистам, осуществляющим поверку .....	6
6	Метрологические и технические требования к средствам поверки .....	6
7	Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки.....	7
8	Внешний осмотр средства измерений .....	7
9	Подготовка к поверке и опробование средства измерений .....	7
10	Проверка программного обеспечения средства измерений .....	8
11	Определение метрологических характеристик средства измерений.....	8
12	Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям .....	9
13	Оформление результатов поверки .....	11

## 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки (далее – МП) распространяется на анализаторы магнитные PROGRESS-CIM (далее – анализаторы), производства HUNAN LINKJOIN TECHNOLOGY CO., LTD, Китай, предназначенные для измерений магнитной индукции постоянного магнитного поля у поверхности радиально намагниченных кольцевых, цилиндрических магнитов.

Настоящая МП устанавливает процедуру первичной и периодической поверки анализаторов. Поверка анализаторов должна производиться в соответствии с требованиями настоящей МП.

1.2 При проведении поверки должна обеспечиваться прослеживаемость анализаторов к ГЭТ 12-2021 «Государственный первичный эталон единиц магнитной индукции, магнитного потока, магнитного момента и градиента магнитной индукции» согласно части 1 ГОСТ 8.030-2013 «ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений магнитной индукции, магнитного потока, магнитного момента и градиента магнитной индукции».

1.3 В настоящей МП реализована поверка методом сличения с помощью компаратора.

1.4 Настоящая МП применяется для поверки анализаторов, используемых в качестве рабочих средств измерений. В результате поверки должны быть подтверждены следующие метрологические требования, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон показаний магнитной индукции постоянного магнитного поля, мТл	от 0 до 800
Диапазон измерений магнитной индукции постоянного магнитного поля, мТл	от 5 до 800
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений магнитной индукции постоянного магнитного поля, %: - в поддиапазоне от 5 до 100 мТл включ., - в поддиапазоне св. 100 до 800 мТл	$\pm 5$ $\pm 1,5$
Цена единицы наименьшего разряда при измерении магнитной индукции постоянного магнитного поля, мТл	0,1

## 2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

2.1 В настоящей МП использованы ссылки на следующие документы:

– ГОСТ 8.030-2013 «ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений магнитной индукции, магнитного потока, магнитного момента и градиента магнитной индукции»;

– Приказ Минтруда и Соцзащиты от 15.12.2020 г. № 903н «Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок».

Примечание – При пользовании настоящим документом целесообразно проверить действие ссылочных документов. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при использовании настоящим документом следует руководствоваться замененным (измененным) стандартом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

## ЗПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

3.1 При проведении поверки анализаторов должны выполняться операции согласно таблице 2.

Таблица 2 – Операции поверки

Наименование операции	Обязательность выполнения операций при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первой поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	8
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	9
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	10
Определение метрологических характеристик средства измерений: – определение относительной погрешности измерений магнитной индукции постоянного магнитного поля в диапазоне от 5 до 100 мТл включ. – определение относительной погрешности измерений магнитной индукции постоянного магнитного поля в диапазоне св. 100 до 800 мТл	Да	Да	11
– проверка диапазона измерений магнитной индукции постоянного магнитного поля	Да	Да	11.1
– проверка диапазона показаний магнитной индукции постоянного магнитного поля	Да	Нет	11.2
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	11.3
			11.4
			12

3.2 Если при выполнении той или иной операции выявлено несоответствие установленным требованиям, поверка приостанавливается, выясняются и устраняются причины несоответствия, после этого повторяется поверка по операции, по которой выявлено несоответствие. В случае повторного выявления несоответствия установленным требованиям поверку прекращают, выдается извещение о непригодности.

3.3 Допускается проводить поверку не на всех диапазонах измерений. Диапазон измерений магнитной индукции, в котором была проведена поверка, указывается в свидетельстве о поверке.

## 4 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

4.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, С° от +18 до +28;
- относительная влажность воздуха, % от 30 до 75.

4.2 Вибрация и тряска должны отсутствовать.

## 5 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

5.1 К проведению поверки допускаются лица из числа специалистов, допущенных к поверке, работающих в организации, аккредитованной на право проведения поверки средств магнитных измерений.

5.2 К проведению работ по поверке допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности при работе с электроустановками, изучившие инструкцию по эксплуатации, и ознакомившиеся с руководством по эксплуатации (далее – РЭ) на анализаторы и настоящей МП.

## 6 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки применяют оборудование согласно таблице 3.

Таблица 3 – Метрологические и технические требования к средствам поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 9 Контроль условий поверки (подготовка к поверке и опробование средства измерений)	Средства измерений температуры и влажности окружающей среды в диапазонах не менее требуемых по п. 4.1	Термогигрометр ИВА-6А-Д (рег. № 82393-21)
п. 11 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средств измерений метрологическим требованиям	Измеритель магнитной индукции, диапазон измерений магнитной индукции магнитного поля от 0,003 до 2,0 Тл. Пределы допускаемой относительной погрешности измерений магнитной индукции в режиме DC $\pm 1,5\%$	Измеритель напряженности магнитного поля Gauss- / Teslameter FH 54 (рег. № 67445-17)
	Рабочий эталон единицы магнитной индукции постоянного магнитного поля 2-го разряда в диапазоне значений от 25 до 2000 мТл по ГОСТ 8.030-2013	Измеритель магнитной индукции Ш1-9 (рег. № 9335-83)
	Соленоид магнитных полей, обеспечивающий неоднородность магнитного поля в рабочей зоне не более 0,5 %, максимальное значение тока не менее $I_{max} = 2,5$ А.	Соленоид магнитных полей С-1
	Электромагнит, обеспечивающий в рабочем зазоре высотой 15 мм индукцию магнитного поля не менее 0,8 Тл, с неоднородностью, не превышающей 0,05 % на 1 см.	Электромагнит лабораторный ЭЛ-1

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
	Источник постоянного напряжения и тока стабилизированный с диапазоном выходного напряжения (0-60) В, диапазоном выходного тока (0-8) А.	Источник напряжения и тока стабилизированный Б3-796.4
	Источник питания постоянного тока стабилизированный с диапазоном выходного напряжения (0-125) В, диапазоном выходного тока (0-10) А.	Источник питания постоянного тока стабилизированный АКИП-1134.

Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные (имеющие запись в Федеральном информационном фонде), удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанные в таблице.

6.2 Эталоны, применяемые для поверки, должны быть поверены (аттестованы), средства измерений – поверены, испытательное оборудование – аттестовано, вспомогательное оборудование должно иметь действующий техосмотр.

## 7 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

7.1 При проведении поверки должны соблюдаться требования по обеспечению безопасности, установленные в организации, занимающейся поверкой, и производственной санитарии.

7.2 При проведении поверки анализаторов к работе допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности при работе с электроустановками напряжением до 1000 В.

7.3 При проведении поверки должны соблюдаться требования приказа Минтруда России от 15.12.2020 г. № 903н «Об утверждении правил по охране труда при эксплуатации электроустановок» и требования эксплуатационной документации на анализаторы и средства поверки.

## 8 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 При проведении внешнего осмотра устанавливают:

– соответствие внешнего вида и комплектности анализатора сведениям, приведенным в описании типа;

– отсутствие видимых дефектов, способных оказать влияние на безопасность проведения поверки или результаты поверки;

– четкость обозначений и маркировки.

8.2 При несоответствии требованиям, изложенным в разделе 8.1, анализатор признают непригодным к применению, дальнейшие операции поверки не проводят.

## 9 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

### 9.1 Подготовка анализатора к проведению измерений

9.1.1 Проводят контроль условий поверки с помощью термогигрометра, на соответствие требованиям п. 4.1 настоящей МП.

9.1.2 Перед поверкой выдерживают анализатор и средства поверки в нормальных климатических условиях по п. 4 не менее 24-х часов.

## 9.2 Опробование

При опробовании выполняют следующие операции:

9.2.1 В соответствии с РЭ соединяют элементы анализатора между собой и подключают к сети электрического питания.

9.2.2 В соответствии с РЭ включают анализатор и прогревают не менее 30 минут.

9.2.3 Устанавливают в ПО на промышленном компьютере единицы измерения «мТл» и предел измерений «100 мТл».

9.2.4 Выставляют показания анализатора «нуль» и убеждаются в том, что оно устанавливается в пределах  $\pm 0,1$  мТл (при этом рабочая часть измерительного зонда должна быть удалена от источников магнитного поля на расстояние не менее 1,0 м).

9.2.5 Повторяют операции по п. 9.2.4 для пределов измерений 200, 400 и 800 мТл.

9.2.6 В соответствии с РЭ проводят пробный запуск механизма вращения зажимного патрона в направлении по часовой стрелке, вписав в поле угла поворота патрона  $3600^\circ$ . Патрон должен совершить десять полных оборотов вокруг своей оси. Повторяют данную операцию для вращения в направлении против часовой стрелки.

9.2.7 Если требования п. 9.2.3 – 9.2.6 не выполняются, анализатор признают непригодным к применению, дальнейшие операции поверки не проводят.

## 10 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

10.1 Проводят проверку идентификационных данных программного обеспечения (далее – ПО) анализаторов. Для этого в ПО на промышленном компьютере:

– для модификации PROGRESS-CIM-3110RMT: нажимают на иконку с символом ПО в левом верхнем углу окна программы. В открывшемся диалоговом окне находят и нажимают на кнопку «About». В открывшемся окне указано наименование и версия ПО.

– для модификации PROGRESS-CIM-3110: в ленте в верхней части ПО находят и нажимают на кнопку «About». В открывшемся окне указано наименование и версия ПО.

10.2 Идентификационные данные ПО должны соответствовать данным, указанным в таблице 4.

Таблица 4 – Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение для модификации	
	PROGRESS-CIM-3110RMT	PROGRESS-CIM-3110
Идентификационное наименование ПО	Magnetic Field Measurement System	Magnet Analyzer Test System
Номер версии (идентификационный номер ПО)*	V6.X	2.08.XX.XXX
Цифровой идентификатор ПО	-	-

\*Х – обозначение номера версии метрологически незначимой части ПО

## 11 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

### 11.1 Определение относительной погрешности измерений магнитной индукции постоянного магнитного поля в диапазоне от 5 до 100 мТл включ.

11.1.1 Подключить соленоид к источнику постоянного тока.

11.1.2 Выбрать в ПО на промышленном компьютере единицы измерения «мТл» и установить показания «ноль».

11.1.3 Поместить измерительные зонды анализатора и эталонного тесламетра (измеритель FH 54) в геометрический центр рабочей зоны соленоида так, чтобы рабочие поверхности измерительных зондов были параллельны между собой, а линии индукции магнитного поля были расположены перпендикулярно плоскостям измерительных зондов.

11.1.4 Последовательно установить (по показаниям измерителя FH 54) в геометрическом центре рабочей зоны соленоида не менее 5 значений магнитной индукции, равномерно распределенных по диапазону измерений. При каждом устанавливаемом значении магнитной индукции провести не менее трех измерений магнитной индукции анализатором.

11.1.5 Повторить измерения по п. 11.1.4, изменив направление магнитного поля, действующего на преобразователь Холла измерительного зонда.

## **11.2 Определение относительной погрешности измерений магнитной индукции постоянного магнитного поля в диапазоне св. 100 до 800 мТл**

11.2.1 Подключить электромагнит к источнику постоянного тока.

11.2.2 Выбрать в ПО на промышленном компьютере единицы измерения «мТл» и установить показания «ноль».

11.2.3 Поместить измерительный зонд анализатора и измерителя магнитной индукции Ш1-9 (далее – измеритель Ш1-9) в рабочий объем электромагнита так, чтобы линии индукции магнитного поля были расположены перпендикулярно плоскостям измерительных зондов.

11.2.4 Регулируемым источником постоянного тока в обмотки электромагнита подать ток и по показаниям измерителя Ш1-9 в рабочей зоне электромагнита последовательно установить не менее 5 значений магнитной индукции, равномерно распределенных по диапазону измерений. При каждом устанавливаемом значении магнитной индукции провести однократное измерение магнитной индукции анализатором.

11.2.5 Повторить измерения по 11.2.4, изменив направление магнитного поля, действующего на преобразователь Холла измерительного зонда, на противоположное.

## **11.3 Проверка диапазона измерений магнитной индукции постоянного магнитного поля**

11.3.1 Проверку диапазона измерений магнитной индукции постоянного магнитного поля проводят одновременно с определением относительной погрешности измерений магнитной индукции постоянного магнитного поля по пп. 11.1, 11.2.

## **11.4 Проверка диапазона показаний магнитной индукции постоянного магнитного поля**

11.4.1 Определение диапазона показаний магнитной индукции постоянного магнитного поля в поддиапазоне от 5 до 800 мТл провести при выполнении операций по пп. 11.1-11.2.

11.4.2 Определение диапазона показаний магнитной индукции постоянного магнитного поля в поддиапазоне от 0 до 5 мТл провести следующим образом:

- рабочую часть измерительного зонда удалить от источников магнитного поля на расстояние не менее 1,0 м;
- провести измерение значения магнитной индукции постоянного магнитного поля;
- значение магнитной индукции должно находиться в интервале от 0 до 0,1 мТл.

# **12 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ**

## **12.1 Определение относительной погрешности измерений магнитной индукции постоянного магнитного поля в диапазоне от 5 до 100 мТл включ.**

12.1.1 По результатам измерений, полученных в 11.1, вычислить среднее арифметическое значение и среднее квадратическое отклонение результатов измерений по формулам

$$\bar{B}_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n B_{ji}, \quad (1)$$

$$S_j = \frac{100}{\bar{B}_j} \cdot \sqrt{\frac{1}{n(n-1)} \sum_{i=1}^n (B_{ji} - \bar{B}_j)^2}, \quad (2)$$

где  $\bar{B}_j$  – среднее арифметическое значение результатов измерений магнитной индукции в  $j$ -ой точке диапазона, Тл;

$n$  – число измерений,  $n \geq 3$ ;

$B_{ji}$  –  $i$ -ое измеренное значение магнитной индукции в  $j$ -ой точке диапазона, Тл;

$S_j$  – оценка среднего квадратического отклонения результата измерений в  $j$ -ой точке диапазона, %.

12.1.2 Вычислить отклонение ( $\delta_{\text{откл}}^j$ , %) результата измерений, рассчитанного по формуле (1) от показаний эталонного тесламетра по формуле

$$\delta_{\text{откл}}^j = \frac{\bar{B}_j - B_{\text{эт}}^j}{B_{\text{эт}}^j} \cdot 100, \quad (3)$$

где  $B_{\text{эт}}^j$  – значение магнитной индукции в  $j$ -ой точке диапазона, измеренное эталонным тесламетром, мТл.

12.1.3 Вычислить значение неисключенной систематической составляющей ( $\Theta_{\Sigma_j}$ , %) погрешности результата измерений по формуле

$$\Theta_{\Sigma_j} = 1,1 \cdot \sqrt{\delta_{\text{эт}}^2 + \delta_{\text{откл}}^2 + \left( \frac{d}{\bar{B}_j} \cdot 100 \right)^2}, \quad (4)$$

где  $\delta_{\text{эт}}$  – относительная погрешность измерения магнитной индукции эталонным тесламетром, %;

$d$  – цена единицы наименьшего разряда при измерении магнитной индукции, мТл.

12.1.4 Вычислить среднее квадратическое отклонение НСП в  $j$ -ой точке диапазона ( $S_{\Theta_j}$ , %) по формуле

$$S_{\Theta_j} = \frac{\Theta_{\Sigma_j}}{1,1 \cdot \sqrt{3}}. \quad (5)$$

12.1.5 Вычислить значение относительной погрешности измерений магнитной индукции постоянного магнитного поля в  $j$ -ой точке диапазона ( $\delta_j$ , %) по формуле

$$\delta_j = \frac{t \cdot S_j + \Theta_{\Sigma_j}}{S_j + S_{\Theta_j}} \cdot \sqrt{S_j^2 + S_{\Theta_j}^2}, \quad (6)$$

где  $t$  – коэффициент Стьюдента (при  $n = 3$  и доверительной вероятности  $P = 0,95$   $t = 4,3$ ).

12.1.6 Полученные значения относительной погрешности измерений магнитной индукции постоянного магнитного поля, определенные по формуле (6), должны находиться в пределах  $\pm 5\%$ .

## 12.2 Определение диапазона и относительной погрешности измерений магнитной индукции постоянного магнитного поля в диапазоне св. 100 до 800 мГл

12.2.1 По результатам измерений, полученных в 11.2, вычислить относительную погрешность результатов измерений магнитной индукции в  $j$ -ой точке диапазона по формуле

$$\delta_j = \frac{B_j - B_{\text{эт}_j}}{B_{\text{эт}_j}} \cdot 100, \quad (7)$$

где  $B_j$  – измеренное значение магнитной индукции анализатором в  $j$ -ой точке диапазона, мГл;

$B_{\text{эт}_j}$  – измеренное значение магнитной индукции измерителем Ш1-9 в  $j$ -ой точке диапазона, мГл.

12.2.2 Полученные значения относительной погрешности измерений магнитной индукции постоянного магнитного поля анализатором должны находятся в пределах  $\pm 1,5\%$ .

## 12.3 Проверка диапазона измерений магнитной индукции постоянного магнитного поля

12.3.1 За диапазон измерений магнитной индукции постоянного магнитного поля принимают диапазон, приведенный в таблице 1, если по пп. 12.1, 12.2 получены удовлетворительные результаты.

## 12.4 Проверка диапазона показаний магнитной индукции постоянного магнитного поля

12.4.1 Диапазон показаний магнитной индукции постоянного магнитного поля соответствует заявленному диапазону, если значения показаний магнитной индукции отображаются во всем диапазоне от 0 до 800 мГл.

## 13 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

13.1 Результаты поверки оформляются протоколом произвольной формы.

13.2 При положительных результатах поверки средство измерений признают пригодным к применению и оформляют результаты поверки в соответствии с нормативно-правовыми актами в области обеспечения единства измерений.

13.3 Нанесение знака поверки на средство измерений не предусмотрено.

13.4 При отрицательных результатах поверки средство измерений признают непригодным к применению в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений и оформляют результаты в соответствии с нормативно-правовыми актами в области обеспечения единства измерений.

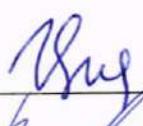
13.5 Сведения о результатах поверки передают в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с установленным порядком. В сведениях о результатах поверки приводят данные об объеме проведенной поверки.

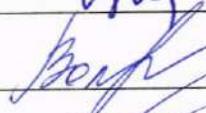
Разработчики:

И.о. заведующего лаб. 261

Научный сотрудник лаб. 261

Ведущий инженер лаб. 261

  
И.С. Цай

  
Е.А. Волегова

  
Е.С. Никова