

685

СОГЛАСОВАНО

Начальник 32 ГНИИ МО РФ

*[Signature]*

В.Н.Храменков

" " 2002 г.



УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора

ВНИИМ им. Д.И.Менделеева

В.С.Александров

*[Signature]*



" " 2002 г.

СОГЛАСОВАНО

Командир в/ч 81224



О.А.Панин

" " 2002 г.

АППАРАТУРА М026М

Методические указания по поверке

Хд1.420.108 ДЗ.1

СОГЛАСОВАНО

Начальник 2696 ВП МО

*[Signature]*

И.Ю.Божанов

" " 2002 г.

Разработчик

Гл. конструктор темы

*[Signature]*

Т.И.Чхиквадзе

" " 2002 г.

2002

Име. № подл.	Подп. и дата
Взап. шв. №	Име. № дудл.
Подп. и дата	Подп. и дата

## Содержание

1	Операции поверки . . . . .	3
2	Средства поверки. . . . .	4
3	Меры безопасности. . . . .	4
4	Условия поверки и подготовка к проведению поверки. . . . .	4
5	Проведение поверки. . . . .	5
5.1	Внешний осмотр. . . . .	5
5.2	Опробование . . . . .	5
5.3	Проверка диапазона измерений МИ, определение систематической погрешности измерений и среднего квадратического отклонения результатов измерений. . . . .	5
5.4	Проверка нестабильности показаний аппаратуры. . . . .	8
5.5	Определение коэффициента преобразования БИ. . . . .	8
5.6	Определение коэффициента преобразования ПИ. . . . .	11
5.7	Проверка погрешности измерений магнитной индукции переменного поля. . . . .	13
6	Оформление результатов поверки. . . . .	16
	ПРИЛОЖЕНИЕ. Форма оформления свидетельства о поверке аппаратуры М026М . . . . .	17

Гуменюк А.К.

Согласовано: Представитель Заказчика

Настоящие методические указания по поверке Хд1.420.108 ДЗ.1 (далее - МУ) устанавливают методы и средства первичной и периодической поверок аппаратуры М026М.

Первичная поверка проводится при выпуске аппаратуры из производства, периодическая – в процессе эксплуатации не реже одного раза год. После ремонта аппаратуры производится ее внеочередная поверка в объеме первичной.

Перед изучением настоящих МУ необходимо ознакомиться с Руководством по эксплуатации аппаратуры М026М Хд1.420.108 РЭ (далее – РЭ).

#### 1 Операции поверки

При проведении первичной и периодической поверок должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номера пунктов	Обязательность проведения операций при поверке	
		первичной	периодической
Внешний осмотр	5.1	да	да
Опробование	5.2	да	да
Проверка диапазона измерений МИ, определение систематической погрешности измерений и среднего квадратического отклонения результатов измерений.	5.3	да	да
Проверка нестабильности показаний аппаратуры	5.4	да	да
Определение коэффициента преобразования БИ	5.5	да	да
Определение коэффициента преобразования ПИ	5.6	да	да
Проверка погрешности измерений магнитной индукции переменного поля	5.7	да	да

## 2. Средства поверки

2.1. При проведении поверки должны быть использованы средства измерений, указанные в таблице 2.

Таблица 2

Номер пункта настоящего документа	Наименование образцового средства измерений или вспомогательного средства поверки; номер документа, регламентирующего технические требования к средству; разряд по государственной поверочной схеме и (или) метрологические и основные технические характеристики
5.3 - 5.6	Государственный первичный эталон единиц магнитных величин ГЭТ 12-91: диапазон $1 \cdot 10^{-8}$ - $5 \cdot 10^{-4}$ Тл; доверительная погрешность при $P=0,99$ от 0,001% до 0,00006%
5.3 – 5.7	Рабочий эталон единицы магнитной индукции ВЭТ 42-2-85: диапазон $1 \cdot 10^{-8}$ – $1 \cdot 10^{-3}$ Тл; диапазон частот 0,1 – 20000 Гц, $K_B=1 \cdot 10^{-5}$ Тл/А (погрешность 0,03%); $K_B=2 \cdot 10^{-4}$ Тл/А ( погрешность 0,03%)

2.2 При проведении поверки могут быть использованы средства поверки, не указанные в таблице 2, но обеспечивающие требуемую точность измерений.

2.3 Все средства поверки должны быть исправны, поверены и иметь свидетельства, отметки в формулярах или паспортах о государственной поверке.

## 3 Меры безопасности

3.1 К проведению поверки допускаются лица, изучившие настоящий документ.

3.2 При работе должны быть соблюдены общие требования правил техники безопасности при работе с электроустановками с напряжением до 1000 В.

3.3 Лица, допущенные к работе, должны проходить проверку знаний по технике безопасности не реже 1 раза в год.

3.4 Проведение поверки не оказывает вредных влияний на окружающую среду и является экологически безопасной процедурой.

## 4 Условия поверки и подготовка к проведению поверки

4.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:  
температура,  $^{\circ}\text{C}$  20 ± 5

атмосферное давление, кПа	100 ± 4
относительная влажность, %	50 - 80
напряжение питающей сети, В	220,0 ± 4,4
частота питающей сети, Гц	50 ± 0,5.

4.2 Представленная на поверку аппаратура должна быть укомплектована эксплуатационной документацией. Входящие в комплект аппаратуры М026М меры электрического сопротивления Р3030 должны иметь действующие свидетельства о государственной поверке.

4.3 Перед проведением поверки необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

подготовить к работе средства поверки согласно требованиям их эксплуатационной документации, правилам хранения и применения;

подготовить к работе поверяемую аппаратуру согласно ее руководству по эксплуатации Хд1.420.108 РЭ.

## 5 Проведение поверки

### 5.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре должно быть установлено:

- сохранность клейм предприятия-изготовителя;
- соответствие комплектности и маркировки эксплуатационной документации;
- отсутствие механических повреждений, влияющих на работу (исправность органов управления, кабелей и пр.).

### 5.2 Опробование

При опробовании аппаратуры провести проверку действия органов управления, контроля, настройки в режимах подготовки к работе и измерениям в соответствии с его эксплуатационной документацией.

5.3 Проверка диапазона измерений МИ, определение систематической погрешности измерений и среднего квадратического отклонения результатов измерений

5.3.1 Катушку компенсации МПЗ М026М-06 Хд4.769.060 с размещенным внутри нее преобразователем квантовым М026М-01 Хд2.733.070 соединить с бло-

ком компенсации БК МПЗ М026М-02 Хд2.390.341 и блоком измерительным М026М-04 Хд2.068.038 (см. рисунок 1) и установить в геометрическом центре трехкомпонентной катушки ГЭТ 12-91. Направления осей Z, Н и D катушки компенсации МПЗ визуально совместить с направлениями осей Z, Н и D меры с погрешностью не более  $(1-3)^0$ . При этом стрелка на корпусе КК МПЗ должна быть направлена на север.

Выполнить включение аппаратуры по п.2.2.4 РЭ. Компенсация МПЗ аппаратурой М026М не производится.

В обмотке Z компоненты ГЭТ 12-91 последовательно установите значения МИ от 20000 до 100000 нТл через 10000 нТл. При каждом значении МИ произведите 11 измерений, занесите их в таблицу по форме таблицы 3 и вычислите среднее арифметическое значение и среднее квадратическое отклонение.

Поверните КК МПЗ на  $180^0$  таким образом, чтобы ее ось Z оказалась направленной вниз. В обмотке Z компоненты ГЭТ 12-91 последовательно установите значения МИ от 20000 до 100000 нТл через 10000 нТл. При каждом значении МИ произведите 11 измерений, занесите их в таблицу по форме таблицы 3 и вычислите среднее арифметическое значение и среднее квадратическое отклонение.

Таблица 3 Определения поправок при измерениях магнитной индукции постоянного поля

Действительное значение магнитной индукции, нТл	Показание БИ М026М-04, нТл	Измеренное (среднее) значение, нТл	Поправка, нТл	СКО, нТл (СКО, %)
+20000				
-20000				
+30000				
-30000				
+40000				
-40000				
+50000				
-50000				
+60000				
-60000				
+70000				
-70000				
+80000				
-80000				
+90000				
-90000				
+100000				
-100000				

5.3.2 Вычислите поправки  $\alpha_z^+$  и поправки  $\alpha_z^-$  к показаниям БИ при измерении Z компоненты и занесите их в таблицу по форме таблицы 3.

5.3.3 Выполните операции по п. 5.3.1 и 5.3.2 по компонентам H и D.

5.3.4 Определите поправки  $\alpha_H^+$  и  $\alpha_H^-$  ( $\alpha_D^+$  и  $\alpha_D^-$ ) при измерениях по H и D компонентам и занесите их в таблицу по форме таблицы 3.

5.3.5 Результаты поверки считаются положительными, если значения поправок  $\alpha_z$ ,  $\alpha_H$  и  $\alpha_D$  не превышают 40 нТл, а СКО не превышает 0,001%.

5.3.5 Запишите полученные значения поправок  $\alpha_z$ ,  $\alpha_H$  и  $\alpha_D$  в виде градуировочной характеристики в свидетельство о поверке аппаратуры M026M по форме таблицы 1 Приложения.

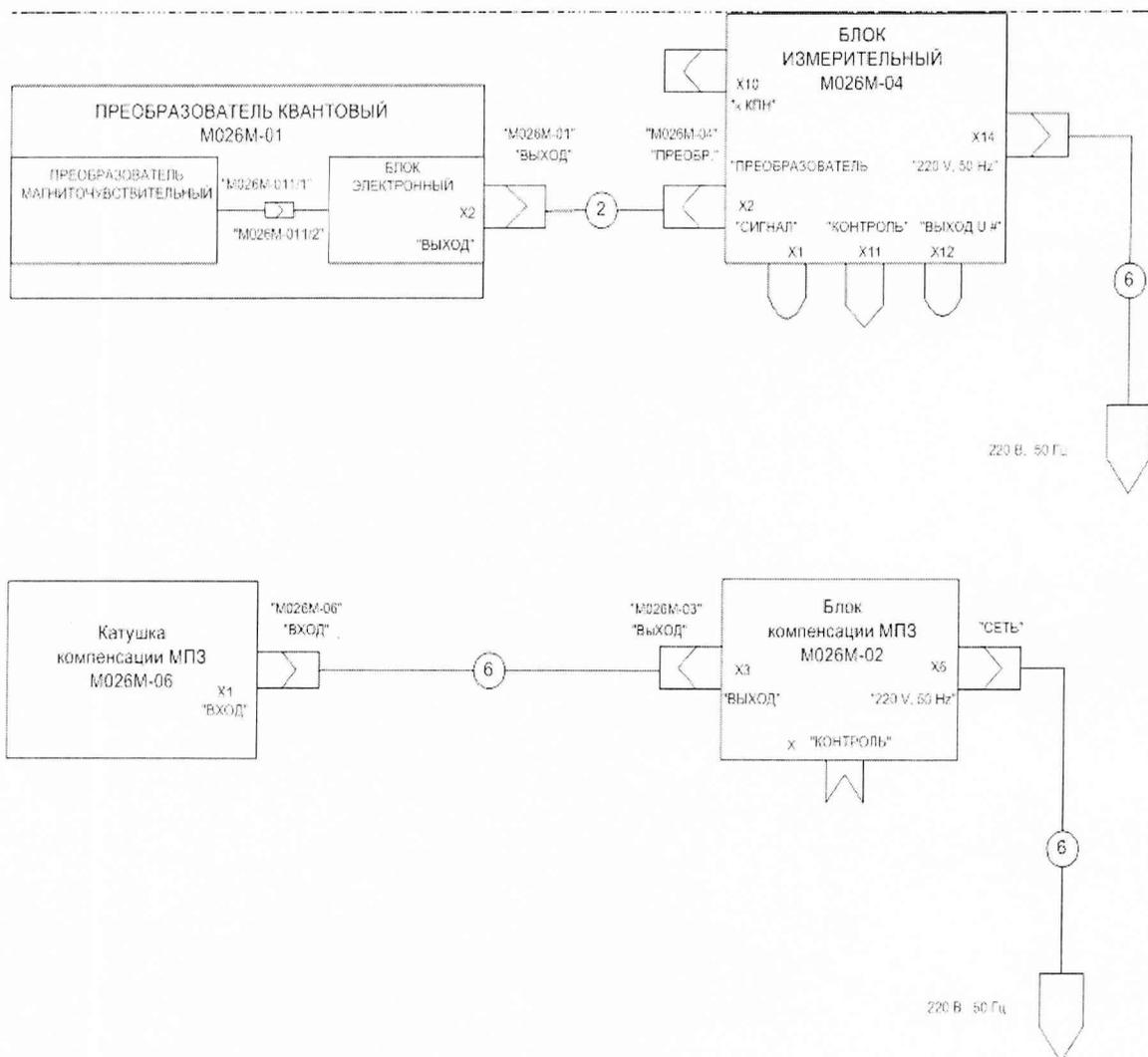


Рисунок 1 - Схема соединений при поверке аппаратуры M026M в постоянном поле

#### 5.4 Проверка нестабильности показаний аппаратуры

5.4.1 При определении нестабильности аппаратуры М026М необходимо выполнить компенсацию МПЗ в рабочем пространстве ГЭТ 12-91 и создать в нем значение МИ по компоненте Z, равное +20000 нТл.

5.4.2 БИ перевести в режим автоматической регистрации МИ ЗАПИСЬ В ОЗУ (см. п.2.2.6 РЭ) с интервалом 60 с. Произвести регистрацию МИ в течение 1 ч. Затем произвести просмотр данных, записанных в ОЗУ по п 2.2.7 РЭ, определить разность между наибольшим и наименьшим показаниями.

5.4.3 Выполнить операции по п. 5.4.1, 5.4.2 для регистрации показаний БИ при последовательном создании МИ по направлениям Н и D, равной +20000 нТл.

5.4.4 Выполнить операции по методике п.5.4.2 настоящих МУ. Записать полученную разность по компонентам Н и D между наибольшим и наименьшим показаниями.

5.4.5 Результаты поверки считаются положительными, если нестабильность нуля аппаратуры М026М по каждой компоненте, определяемая как наибольшая разность показаний БИ за 1 ч наблюдений, не превосходит 0,5 нТл.

#### 5.5 Определение коэффициента преобразования БИ

5.5.1 Определение коэффициента преобразования БИ М026М-04 производится в катушке КГ-0,41 рабочего эталона ВЭТ 42-2-85 с номинальным значением  $2,06 \cdot 10^{-4}$  Тл/А.

Последовательно с катушкой КГ-0,41 включить резистор, состоящий из двух мер электрического сопротивления Р3030 из состава аппаратуры М026М с номинальным значением 10 Ом, соединенных последовательно (см. рис.2). КК МПЗ М026М-06 с помещенным в нее ПК М026М-01 установить в геометрическом центре катушки КГ-0,41, включить аппаратуру М026М и выполнить операции по компенсации МПЗ аппаратурой М026М. С помощью БК МПЗ по компоненте Z создать такое дополнительное поле, чтобы БИ показал значение  $(50000 \pm 100)$  нТл, необходимое для правильной работы БИ. В катушке создать значение МИПП, равное 4500 нТл, при частоте 1Гц.

5.5.2 Произвести определение значений коэффициента преобразования БИ компарированием падения напряжения на резисторе  $U_R$  и напряжения  $U_{БИ}$  на выходе БИ

Значения коэффициента преобразования БИ  $K_{пр}$  вычислить по формуле:

$$K_{пр} = \frac{U_{БИ} \cdot R_{обр}}{U_R \cdot K_B} \quad (3)$$

где  $K_{пр}$  - коэффициент преобразования БИ, В/Тл

$U_R$  - показание канала "I" КПН, В;

$U_{БИ}$  - показание канала "B" КПН, В;

$R_{обр}$  - значение сопротивления резистора, Ом;

$K_B$  – значение постоянной по магнитной индукции эталонной катушки,

Тл/А.

Произвести 11 измерений и вычислить среднее арифметическое значение.

Результаты измерений записать в таблицу по форме таблицы 4 .

5.5.3 Создать последовательно значения МИПП, равные 4500 нТл (эффективное значение) на частотах 2; 3; 4 и 5 Гц. На каждой частоте произвести компарирование по п.5.5.3, вычислить среднее арифметическое значение для каждой частоты. Результаты измерений записать в таблицу по форме таблицы 4.

Таблица 4 Определение коэффициента преобразования БИ

Частота, Гц	Показание КПН, В		Коэффициент преобразования БИ, Кпр, В/Тл	Среднее арифме- тическое значение Кпр, В/Тл.
	Канал «I»	Канал «B»		
1				
2				
3				
4				
5				

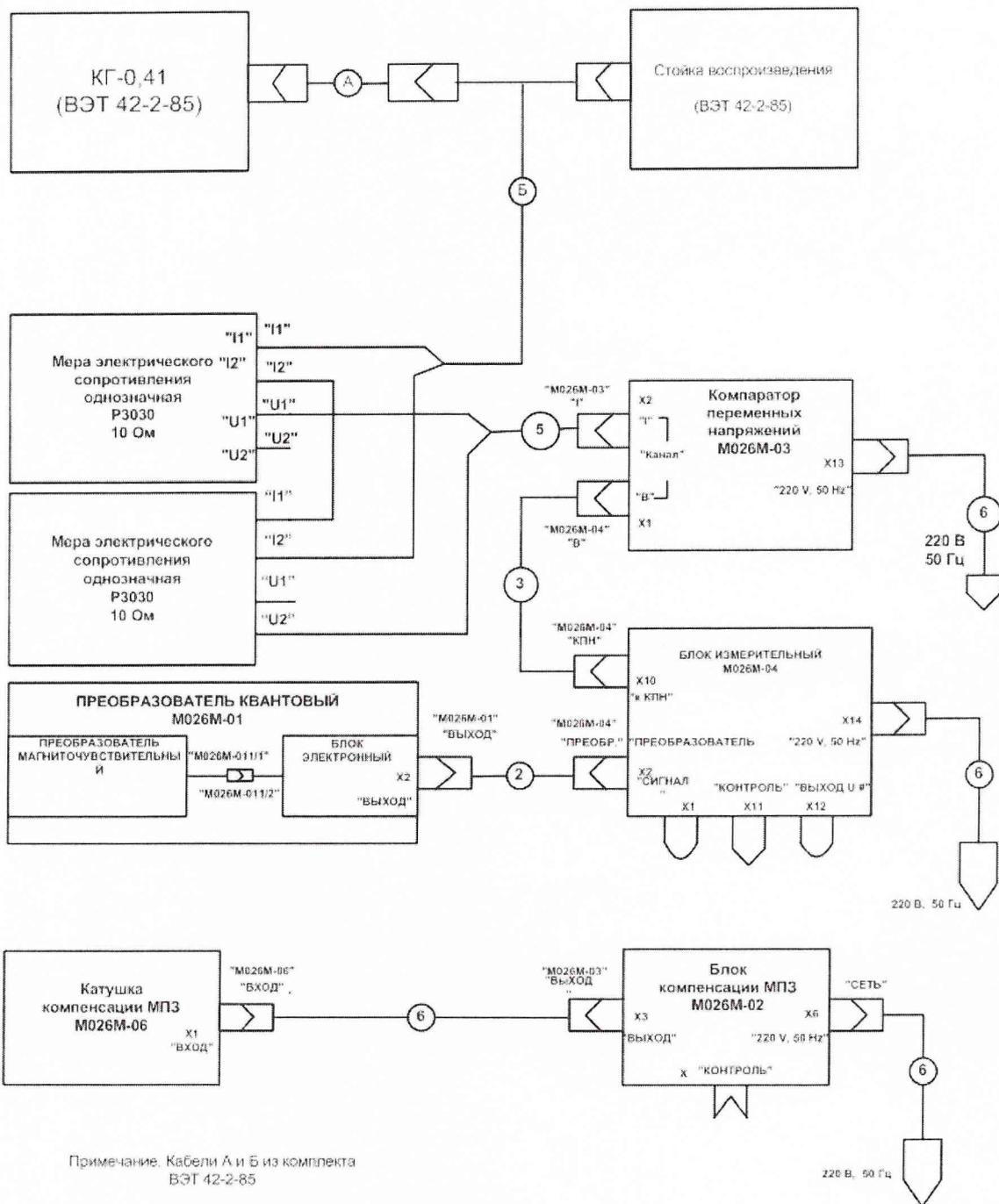


Рисунок 2 - Схема соединений при проверке БИ M026M-04 в диапазоне частот 0,1 – 5 Гц

5.5.4 Записать полученные значения коэффициента преобразования в свидетельство о поверке аппаратуры М026М по форме Приложения.

#### 5.6 Определение коэффициента преобразования ПИ

5.6.1 Определение коэффициента преобразования ПИ производить в катушке магнитной индукции АКМИ ВЭТ 42-2-85 с постоянной  $1 \cdot 10^{-5}$  Тл/А. Использовать меру электрического сопротивления Р3030 номинальным значением 1 Ом из состава аппаратуры М026М. К торцевым стенкам ПИ привинтить фиксаторы для его точного размещения на оси соленоида АКМИ.

5.6.2 Соединить ПИ кабелем с КПН и разместить в геометрическом центре катушки магнитной индукции АКМИ. Совмещение магнитных осей ПИ и катушки происходит автоматически, с погрешностью не более  $2^0$ . Подключить с помощью кабелей в цепь поверяемого соленоида резистор (мера электрического сопротивления однозначная Р3030) с номинальным значением 1 Ом (см. рисунок 3).

Включить КПН согласно п.2.2.4.3 РЭ.

5.6.3 Создать в АКМИ значения МИПП, равные 5000 нТл (эффективное значение) при частотах в диапазоне 1-10000 Гц, указанных в таблице 4. Для определения коэффициента преобразования  $K_{np}$  произвести компарирование падения напряжения  $U_R$  на резисторе и напряжения  $U_{ПИ}$  на выходе ПИ по п.2.2.9 РЭ.

На каждой частотной точке измерения производить 11 раз и их средние арифметические значения записать в таблицу 4.

Рассчитать коэффициент преобразования на каждой из частот  $K_{np}$  по формуле:

$$K_{np} = \frac{U_{ПИ} \cdot R_{обр}}{U_R \cdot K_B} \quad (2)$$

где  $K_{np}$  - коэффициент преобразования магнитной индукции в напряжение на выходе ПИ, В/Тл;

$K_B$  - постоянная по магнитной индукции АКМИ, Тл/А;

$U_R$  - показание канала " I ", В;

$U_{ПИ}$  - показание канала " В ", В;

$R_{обр}$  - сопротивление резистора, Ом.

5.6.4 Результат поверки считается положительным, если значения  $K_{np}$  в диапазоне частот 320- 10000 Гц составляет  $(100 \pm 5)$  мкВ/нТл, а на частоте 1 Гц отличаются не более, чем на 30 % относительно значения  $K_{np}$  на частоте 320 Гц.

5.6.5 Записать полученные значения коэффициента преобразования в свидетельство о поверке аппаратуры М026М по форме Приложения.

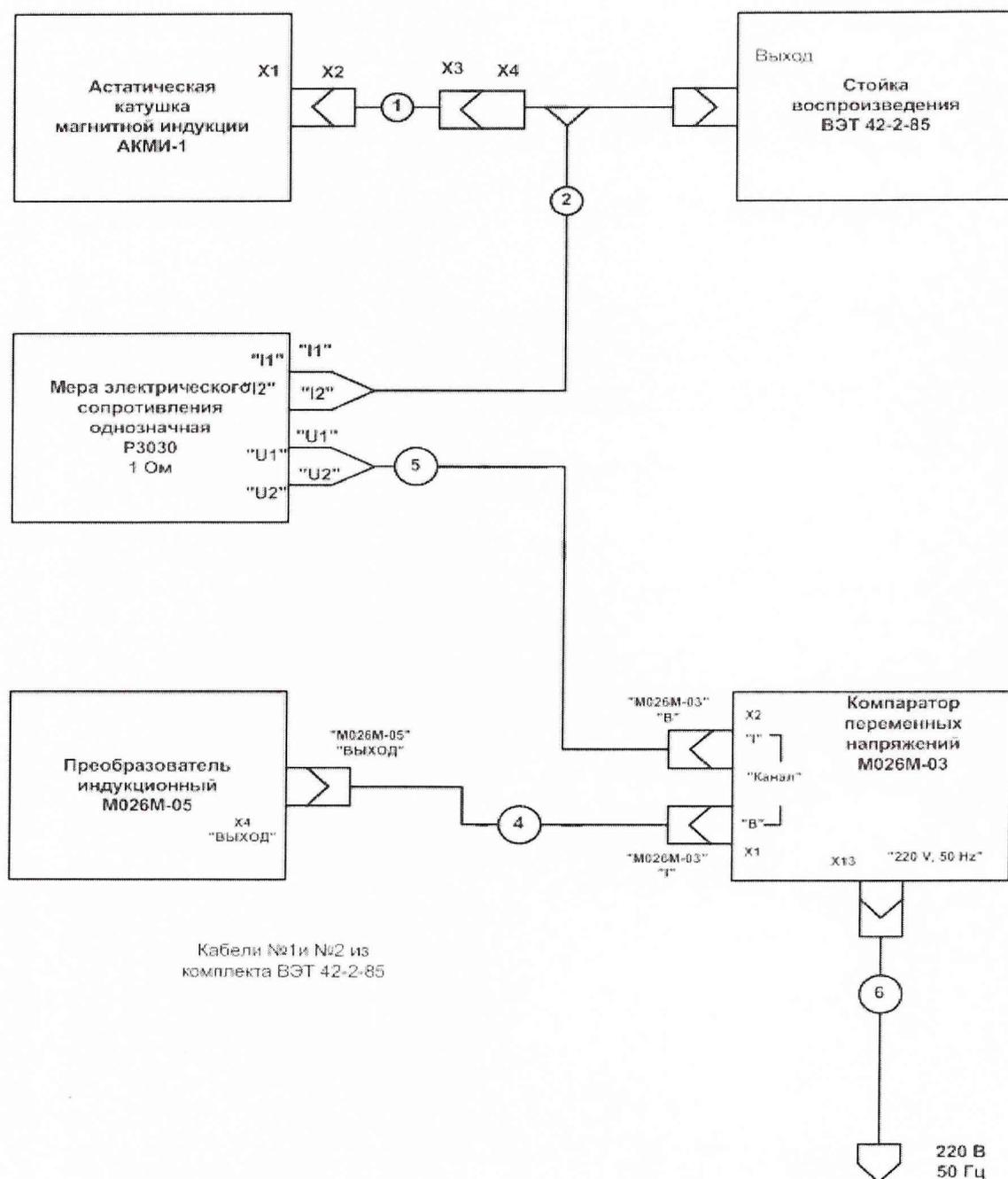


Рисунок 3 - Схема соединений при поверке ПИ М026М-05

Таблица 5 Определение коэффициента преобразования ПИ

Частота, Гц	Показание КПН,		Коэффици- ент преобра- зования ПИ $K_{пр}$ , В/Тл	Среднее значение $K_{пр}$ , В/Тл	Диапазон ПИ «ВЧ/НЧ»	ФВЧ	$\tau$ , с
	Канал «I»	Канал «B»					
1					«НЧ»	ОТКЛ	10
2							
3							
4							
5							
10							
20							
40							
20					«ВЧ»	ОТКЛ	1
40							
120							
200							
320							
1000							
2000							
3000							
4000							
5000							
6000							
7000							
8000							
9000							
10000							

5.7 Проверка погрешности измерений магнитной индукции переменного поля

Определение диапазонов измерений и приведенной погрешности измерений МИ переменного поля в диапазоне частот до 5 Гц производится в катушке КГ-0,41 рабочего эталона ВЭТ 42-2-85 с номинальным значением  $2,06 \cdot 10^{-4}$  Тл/А.

КК МПЗ М026М-06 с помещенным в нее ПК М026М-01 установить в геометрическом центре катушки КГ-0,41 и выполнить операции по компенсации

МПЗ аппаратурой М026М. С помощью БК МПЗ по компоненте Z создать такое дополнительное поле, чтобы БИ показал значение  $(50000 \pm 100)$  нТл, необходимое для правильной работы БИ.

В катушке КГ-0,41 воспроизвести значения МИ переменного поля на пределах измерений и числовых отметках БИ М026М-04, указанных в таблице 6. Воспроизводимые и измеренные значения МИ переменного поля занести в таблицу по форме таблицы 6. Вычислить приведенную погрешность измерений.

Аппаратура М026М считается выдержавшей испытания, если диапазон измерений магнитной индукции переменного поля в интервале частот 1 - 5 Гц составляет: 1 - 10, 10 - 100, 100 - 1000 нТл, 1000 – 5000 нТл и приведенная погрешность измерений магнитной индукции переменного поля в интервале частот 1 – 5 Гц не превосходит 5 %.

Таблица 6 - Определение погрешности измерений МИ переменного поля

Частота, Гц	Предел измерений, нТл (эфф)	Числовая отметка, дел.	Магнитная индукция переменного поля, нТл (эфф)		Приведенная погрешность, %
			$B_{\text{воспр}}$	$B_{\text{изм}}$	
1	1000-5000	100			
		75			
		50			
		25			
	100 - 1000	100			
		75			
		50			
		25			
	10 - 100	100			
		75			
		50			
		25			
	1 - 10	100			
		75			
		50			
		25			
2	1000-5000	100			
		75			
		50			
		25			
	100 - 1000	100			
		75			
		50			
		25			

Частота, Гц	Предел изме- рений, нТл (эфф)	Числовая отметка, дел.	Магнитная индукция перемен- ного поля, нТл (эфф)		Приведенная погрешность, %
			$B_{\text{воспр}}$	$B_{\text{изм}}$	
	10 - 100	100			
		80			
		60			
		40			
	1 - 10	100			
		80			
		60			
		40			
3	1000-5000	100			
		75			
		50			
		25			
	100 - 1000	100			
		75			
		50			
		25			
	10 - 100	100			
		75			
		50			
		25			
	1 - 10	100			
		75			
		50			
		25			
4	1000-5000	100			
		75			
		50			
		25			
	100 - 1000	100			
		75			
		50			
		25			
	10 - 100	100			
		75			
		50			
		25			
	1 - 10	100			
		75			
		50			
		25			
5	1000-5000	100			
		75			
		50			
		25			
	100 - 1000	100			
		75			
		50			
		25			
	10 - 100	100			
		75			
		50			
		25			

Частота, Гц	Предел измерений, нТл (эфф)	Числовая отметка, дел.	Магнитная индукция переменного поля, нТл (эфф)		Приведенная погрешность, %
			$B_{\text{воспр}}$	$B_{\text{изм}}$	
1 - 10		100			
		75			
		50			
		25			

## 6 Оформление результатов поверки

6.1 Положительные результаты поверки аппаратуры M026M должны оформляться:

- при первичной поверке внесением соответствующей записи в эксплуатационную документацию, удостоверенной в порядке, установленном предприятием-изготовителем;

- при периодической поверке выдачей документа о поверке установленной формы согласно ПР50.2.006-94, составленного государственной метрологической службой.

6.2 При отрицательных результатах поверки аппаратура M026M запрещается к выпуску в обращение и к эксплуатации, свидетельство аннулируется и выдается извещение о непригодности и изъятии из обращения и эксплуатации до проведения ремонта и поверки после ремонта.

ПРИЛОЖЕНИЕ  
(рекомендуемое)

Форма оформления обратной стороны свидетельства о поверке аппаратуры М026М

1. Градуировочная характеристика преобразователя квантового М026М-01 приведена в таблице 1.

Таблица 1

Действительное значение магнитной индукции, нТл	Компонента								
	Z			H			D		
	Поправка, нТл		СКО, нТл	Поправка, нТл		СКО, нТл	Поправка, нТл		СКО, нТл
	$\alpha_z^+$	$\alpha_z^-$		$\alpha_H^+$	$\alpha_H^-$		$\alpha_D^+$	$\alpha_D^-$	
20000		x			x			x	
-20000	x			x			x		
30000		x			x			x	
-30000	x			x			x		
40000		x			x			x	
-40000	x			x			x		
50000		x			x			x	
-50000	x			x			x		
60000		x			x			x	
-60000	x			x			x		
70000		x			x			x	
-70000	x			x			x		
80000		x			x			x	
-80000	x			x			x		
90000		x			x			x	
-90000	x			x			x		
100000		x			x			x	
-100000	x			x			x		

2. Абсолютная погрешность измерений магнитной индукции постоянного поля после введения поправок (см. таблицу 1) не превосходит 2 нТл.

3. Нестабильность показаний не превосходит ..... нТл за 1 час.

4. Значения коэффициента преобразования блока измерительного БИ М026М-04 приведены в таблице 2

Таблица 2

Частота, Гц	Коэффициент преобразования $K_{пр}$ , мкВ/нТл
1	
2	
3	
4	
5	

4. Погрешность определения коэффициента преобразования  $K_{пр}$  БИ не превосходит .... %.

5. Значения коэффициента преобразования преобразователя индукционно-го ПИ М026М- 05 приведены в таблице 3

Таблица 3

Частота, Гц	Коэффициент преобразования ПИ $K_{пр}$ , В/Тл	Диапазон ПИ «ВЧ/НЧ»	ФВЧ	$\tau$ , с
1		«НЧ»	ОТКЛ	10
2				
3				
4				
5				
10		«ВЧ»	ОТКЛ	1
20				
40				
20				
40				
120				
200				
320				
1000				
2000				
3000				
4000				
5000				
6000				
7000				
8000				
9000				
10000				

6. Погрешность определения коэффициента преобразования  $K_{пр}$  ПИ не превосходит ..... %.

7. Относительная погрешность измерений магнитной индукции переменного поля не превосходит .....%.

Исполнитель (поверитель)

Лист регистрации изменений

Изм.	Номера листов (страниц)				Всего листов (страниц) в докум.	№ докум.	Входящий № сопроводительного докум. и дата	Подп.	Дата
	измененных	замененных	новых	аннулированных					