

**Федеральное государственное унитарное предприятие  
Всероссийский научно-исследовательский институт  
метрологической службы (ФГУП «ВНИИМС»)**

**УТВЕРЖДАЮ**

Заместитель директора  
по производственной метрологии  
ФГУП «ВНИИМС»



**Система измерительная  
для стендовых испытаний узлов и агрегатов вертолетов  
СИСТ-63**

**Методика поверки**

**СТ630-019.01 МП**

2019 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1 Введение .....	3
2 Операции поверки .....	4
3 Средства поверки .....	5
4 Требования безопасности .....	5
5 Условия поверки .....	6
6 Подготовка к поверке .....	6
7 Проведение поверки .....	6
8 Оформление результатов поверки.....	10
Приложение А - Функциональные схемы поверки измерительных каналов (ИК) ...	12

## 1 ВВЕДЕНИЕ

Настоящая методика поверки (МП) устанавливает порядок проведения и оформления результатов поверки системы измерительной для стендовых испытаний узлов и агрегатов вертолетов СИСТ-63 (далее – система) и устанавливает методику ее первичной и периодической поверок.

Система предназначена для измерения крутящего момента силы, частоты вращения, силы и коэффициентов рассогласования тензомостов и формирования на основе полученных данных дискретных сигналов управления сложными технологическими процессами и объектами, а также для регистрации и отображения результатов измерений и расчетных величин.

Производство единичное, заводской № 01.

Состав измерительных каналов (ИК) системы приведен в описании типа средства измерений. Перечень ИК приведен в технической документации на систему.

Система состоит из следующих уровней:

а) первичные измерительные преобразователи (ПИП);

б) вторичной электрической части ИК (ВИК);

Метрологические характеристики (МХ) и основные технические характеристики системы и ее измерительных компонентов приведены в описании типа средства измерений.

Система подлежит покомпонентной (поэлементной) поверке:

1) каждый ИК системы условно подразделяют на ПИП и ВИК;

2) проверяют наличие действующих свидетельств о поверке (или отметок о поверке в эксплуатационной документации) на все ПИП, входящие в состав ИК системы;

3) проводят экспериментальную проверку погрешностей ВИК;

4) принимают решение о годности каждого отдельного ИК.

Результаты проверки каждого ИК системы считаются положительными, если:

– ПИП имеют действующее свидетельство о поверке (либо отметку о поверке в эксплуатационной документации);

– погрешность ВИК не превышает допустимых значений в условиях поверки.

Допускается проведение поверки отдельных ИК в соответствии с письменным заявлением владельца системы с обязательным указанием информации об объеме проведенной поверки в перечне поверенных ИК, являющемся неотъемлемой частью свидетельства о поверке системы.

ИК системы, прошедшие поверку с отрицательным результатом, выводятся из эксплуатации и не включаются в перечень поверенных ИК, являющийся неотъемлемой частью свидетельства о поверке системы.

Периодическую поверку системы выполняют в процессе эксплуатации системы.

После ремонта системы, аварий, если эти события могли повлиять на метрологические характеристики ИК, а также после замены ее измерительных компонентов проводят первичную поверку системы. Допускается проводить поверку только тех ИК, которые подверглись указанным выше воздействиям.

Интервал между поверками системы – 1 год.

**2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ**

2.1 При проведении поверки должны выполняться операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	№ пункта МП	Проведение операции	
		первичная поверка (после ремонта)	периодическая поверка
Внешний осмотр	7.1	да	да
Опробование и проверка системы	7.2	да	да
Проверка МХ ВИК системы	7.3	да	да
Проверка МХ ВИК крутящего момента силы Количество ИК – 1	7.3.1	да	да
Проверка МХ ВИК частоты вращения Количество ИК – 1	7.3.2	да	да
Проверка МХ ВИК силы Количество ИК – 1	7.3.3	да	да
Проверка МХ ВИК аналоговых сигналов от тензодатчиков Количество ИК – 8	7.3.4	да	да
Проверка контрольной суммы исполняемого кода (цифрового идентификатора программного обеспечения (ПО))	7.4	да	да



### 3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

3.1 Средства поверки приведены в таблице 2.

Таблица 2

Номер пункта МП	Наименование рабочих эталонов или вспомогательных средств поверки, номер документа, регламентирующего технические требования к рабочим эталонам или вспомогательным средствам. Разряд по государственной поверочной схеме и (или) метрологические и основные технические характеристики
7.3.1	Калибратор промышленных процессов универсальный АКПП-7301: диапазон воспроизведения силы постоянного тока от 0,001 мА до 20 мА, пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения силы постоянного тока $(I) \pm (0,0002 \cdot I + 3 \text{ е.м.р.}), \text{ мА}$
7.3.2	Генератор сигналов специальной формы ГСС-05: диапазон частот от 100 мкГц до 5 МГц, пределы допускаемой абсолютной погрешности установки частоты $(F) \pm (5 \cdot 10^{-6} \text{ Гц} \cdot F + 1 \text{ мкГц})$
7.3.3, 7.3.4	Калибратор К3607: диапазон воспроизведения коэффициента преобразования от -10 до +10 мВ/В, класс точности 0,025
<i>Вспомогательные средства поверки</i>	
5.1	Измеритель комбинированный «TESTO 175-H1»: диапазон измерения температуры от -20 до +55 °С, предел абсолютной погрешности измерения температуры $\pm 0,4 \text{ °С}$ ; диапазон измерения относительной влажности от 5 до 95 %, предел абсолютной погрешности измерения относительной влажности $\pm 2 \text{ %}$ . Барометр-анероид БАММ-1: диапазон измерения атмосферного давления от 80 до 106 кПа, предел основной допускаемой погрешности измерений атмосферного давления: $\pm 200 \text{ Па}$
<i>Вспомогательное оборудование</i>	
7.3.1	Кабель для поверки ДР и IU СТ720.00.13.000
7.3.2	Кабель для поверки ДМ СТ720.00.15.000
7.3.3, 7.3.4	Кабель для поверки ИК силы СТ760.00.13.000

3.2 При проведении поверки допускается применять другие средства измерений, удовлетворяющие по точности и диапазону измерений требованиям настоящей методики.

3.3 При поверке должны использоваться средства измерений утвержденных типов.

3.4 Используемые средства поверки должны быть поверены в соответствии с требованиями приказа Минпромторга России № 1815 от 02.07.2015 г. и иметь действующее свидетельство о поверке (знак поверки).

3.5 Средства поверки должны быть внесены в рабочее помещение не менее чем за 12 часов до начала поверки.

### 4 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

4.1 При проведении поверки необходимо соблюдать требования техники безопасности, предусмотренные «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «ПОТ Р М-016-2001. РД 153-34.0-03.150-00. Межотраслевыми Правилами по охране труда (Правила безопасности) при эксплуатации электроустановок». ГОСТ 12.2.007.0-75, ГОСТ Р 12.1.019-2009, ГОСТ 12.2.091-2002 и требования безопасности, указанные в технической документации на применяемые эталоны и вспомогательное оборудование.

4.2 Любые подключения приборов проводить только при отключенном напряжении питания системы.

**ВНИМАНИЕ!** На открытых контактах клеммных колодок системы напряжение опасное для жизни – 220 В.

4.3 К поверке допускаются лица, изучившие руководство по эксплуатации (РЭ) на



систему, знающие принцип действия используемых средств измерений и прошедшие инструктаж по технике безопасности (первичный и на рабочем месте) в установленном в организации порядке.

4.4 К поверке допускаются лица, освоившие работу с используемыми средствами поверки, изучившие настоящую МП и имеющие достаточную квалификацию.

4.5 Лица, участвующие в поверке системы, должны проходить обучение и аттестацию по технике безопасности и производственной санитарии при работе в условиях её размещения.

### 5 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

температура окружающего воздуха, °С (К)	от 15 до 25 (от 288 до 298);
относительная влажность воздуха при температуре 25 °С, %	от 30 до 80;
атмосферное давление, мм рт. ст. (кПа)	от 730 до 785 (от 97,3 до 104,6);
напряжение питания однофазной сети переменного тока при частоте (50±1) Гц, В	от 215,6 до 224,4.

### 6 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

6.1 При подготовке к поверке:

- проверить наличие свидетельств (знаков поверки) о поверке средств поверки;
- проверить наличие свидетельств о поверке датчиков крутящего момента (при поверке поэлементным методом), датчиков тахометрических, датчика силы (при поверке поэлементным методом), термометров сопротивления (при поверке поэлементным методом)
- проверить целостность электрических цепей измерительного канала (ИК);
- включить питание измерительных преобразователей и аппаратуры системы;
- перед началом поверки измерить и занести в протокол поверки условия окружающей среды (температура, влажность воздуха и атмосферное давление).

### 7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

#### 7.1 Внешний осмотр

7.1.1 При внешнем осмотре проверить:

- отсутствие механических повреждений;
- исправность органов управления (четкость фиксации положения переключателей и кнопок);
- отсутствие нарушений экранировки линий связи;
- отсутствие обугливания изоляции на внешних токоведущих частях системы;
- отсутствие неудовлетворительного крепления разъемов;
- заземление стойки управления системы;
- наличие товарного знака изготовителя и заводского номера системы.

7.1.2 Результаты осмотра считать положительными, если выполняются вышеперечисленные требования. В противном случае поверка не проводится до устранения выявленных недостатков.

#### 7.2 Опробование и проверка системы

7.2.1 При опробовании системы необходимо:

включить систему, подав напряжение питания на все ее компоненты;  
запустить ПО Гарис.

7.2.2 Результаты опробования считать положительными, если ПО Гарис запускается и в окне «По текущим А и В» отображается информация с действующими значениями измеряемых величин.

7.2.3 Для проверки каждого ИК системы выполняют операции в следующей последовательности:

1) Проводят проверку наличия действующего свидетельства о поверке (или отметки о поверке в эксплуатационной документации) ПИП.

2) Проводят экспериментальную проверку погрешности ВИК системы по соответствующей методике. Методики проверки ВИК, в зависимости от типа ИК, приведены в п. 7.3 настоящего документа.

7.2.4 Результаты проверки ИК системы считаются положительными, если ПИП, входящий в состав проверяемого ИК, имеет действующее свидетельство о поверке (либо отметку о поверке в эксплуатационной документации), а ВИК прошел экспериментальную проверку погрешности с положительным результатом.

7.2.5 Если в процессе проверки обнаруживают ПИП, имеющий свидетельство о поверке (или отметку о поверке в эксплуатационной документации) с истекшим сроком действия, то ИК системы, в состав которого входит такой ПИП, признают прошедшим поверку с отрицательным результатом.

### 7.3 Проверка МХ ВИК системы

#### 7.3.1 Проверка МХ ВИК крутящего момента силы

Проверка МХ ВИК крутящего момента силы проводят в изложенной ниже последовательности:

7.3.1.1 Собрать функциональную схему для проверки МХ ВИК силы постоянного тока, согласно рисунку 1 Приложения А.

Подключить калибратор АК ИП-7301 ко входу «1» усилителя MGCplus с помощью кабеля для поверки ДР и IU СТ720.00.13.000 из состава ЗИП системы.

7.3.1.2 Включить компьютер с предустановленным ПО: MSOffice, Гарис.

7.3.1.3 Запустить ПО Гарис.

7.3.1.4 Открыть таблицу датчиков. В строке проверяемого ИК нажать кнопку «Градуировка».

7.3.1.5 Для каждой точки измерения  $j$  из таблицы 3:

- установить на калибраторе АК ИП-7301 значение генерируемой силы постоянного тока  $I_j$ , соответствующее значению крутящего момента силы  $N_j$ ;

- измеренное системой значение крутящего момента силы  $X_j$  из окна «По текущим А и В» записать в таблицу 3 (если показания измеряемого значения не стабильные, то в качестве измеренного значения записывается значение, максимально отклоняющееся от номинального);

- рассчитать абсолютную погрешность  $\Delta_j$  измерений крутящего момента силы по формуле:

$$\Delta_j = X_j - N_j \quad (1)$$

- рассчитать приведенную погрешность  $\gamma_j$  измерений крутящего момента силы по формуле:

$$\gamma_j = \frac{\Delta_j}{N_{max}} \cdot 100\% \quad (2)$$

Таблица 3

Точка измерения, $j$	Заданное калибратором значение силы постоянного электрического тока $I_j$ , мА	Номинальное значение крутящего момента силы $N_j$ , Н·м	Измеренное системой значение крутящего момента силы $X_j$ , Н·м	Абсолютная погрешность $\Delta_j$ , Н·м	Приведенная погрешность $\gamma_j$ , %
1	5	1250			
2	6	2500			
3	8	5000			
4	10	7500			
5	12	10000			
6	14	12500			
7	16	15000			
8	18	17500			
9	20	20000			

7.3.1.6 ВИК считают прошедшим поверку, если в каждой из проверяемых точек выполняется неравенство



- для точек  $j=1,2,3,4,5$   $|\gamma_j| < |\gamma_T|$ , где  $\gamma_T$  – пределы допускаемой приведенной погрешности ВИК для диапазона измерений от 0 до 10000 Н·м, нормируемые в технической документации.

- для точек  $j=6,7,8,9$ :  $|\Delta_j| < |\Delta_T|$ , где  $\Delta_T$  – пределы допускаемой абсолютной погрешности ВИК для диапазона измерений св. 10000 до 20000 Н·м, нормируемые в технической документации.

### 7.3.2 Проверка МХ ВИК частоты вращения

Проверка МХ ВИК частоты вращения проводят в изложенной ниже последовательности:

7.3.2.1 Собрать функциональную схему для определения проверки МХ ВИК частоты переменного тока, согласно рисунку 2 Приложения А.

Генератор ГСС-05 подключить с помощью кабеля для поверки ДМ СТ720.00.15.000 из состава ЗИП системы к разъёму платы МЭД-1/АР17.

7.3.2.2 Включить компьютер с предустановленным ПО: MSOffice, Гарис.

7.3.2.3 Запустить ПО Гарис.

7.3.2.4 Открыть таблицу датчиков. В строке поверяемого ИК нажать кнопку «Градуировка».

7.3.2.5 Зубчатое колесо на валу имеет 120 зубьев. За один оборот тахометрический датчик МЭД-1 формирует 120 импульсов, соответственно для 900 оборотов частота сигнала на выходе датчика МЭД-1 составит, Гц:

$$f = 900 \cdot 120 / 60 = 1800$$

7.3.2.5 Для каждой точки измерения  $j$  из таблицы 4:

- установить на генераторе ГСС-05 (параметры воспроизводимого сигнала: размах напряжения 5 В, смещение 2,5 В) значение частоты переменного тока  $F_j$ , соответствующее значению частоты вращения  $C_j$ ;

- измеренное системой значение частоты вращения  $H_j$  из окна «По текущим А и В» записать в таблицу 4 (если показания измеряемого значения не стабильные, то в качестве измеренного значения записывается значение, максимально отклоняющееся от номинального);

- рассчитать относительную погрешность измерений частоты вращения  $\delta_j$  по формуле:

$$\delta_j = \frac{H_j - C_j}{C_j} \cdot 100\% \quad (3)$$

Таблица 4

Точка измерения, $j$	Заданное генератором значение частоты переменного тока $F_j$ , мА	Номинальное значение частоты вращения $C_j$ , об/мин	Измеренное системой значение частоты вращения $H_j$ , об/мин	Относительная погрешность $\delta_j$ , %
1	20	10		
2	60	30		
3	100	50		
4	200	100		
5	600	300		
6	1000	500		
7	1800	900		

7.3.2.6 ВИК считают прошедшим поверку, если в каждой из проверяемых точек выполняется неравенство  $|\delta_j| < |\delta_T|$ , где  $\delta_T$  – пределы допускаемой относительной погрешности ВИК частоты вращения, нормируемые в технической документации.



### 7.3.3 Проверка МХ ВИК силы

Проверка МХ ВИК силы проводят в изложенной ниже последовательности:

7.3.3.1 Собрать функциональную схему для определения относительной погрешности измерений коэффициента преобразования, соответствующего значениям силы, согласно рисунку 3 Приложения А.

Калибратор К3607 кабелем для поверки ИК силы СТ760.00.13.000 из состава ЗИП системы подключить ко входу «3» усилителя MGCplus.

7.3.3.2 Включить компьютер с предустановленным ПО: MSOffice, Гарис.

7.3.3.3 Запустить ПО Гарис.

7.3.3.4 Открыть таблицу датчиков. В строке поверяемого ИК нажать кнопку «Градуировка».

7.3.3.5 Для каждой точки измерения  $j$  из таблицы 5:

- установить на калибраторе К3607 значение коэффициента преобразования  $K_j$ , что соответствует силе  $Y_j$ ;

- измеренное значение  $Z_j$  из окна «По текущим А и В» записать в таблицу 5 (если показания измеряемого значения не стабильные, то в качестве измеренного значения записывается значение, максимально отклоняющееся от номинального);

- рассчитать абсолютную погрешность  $\Delta_j$  измерения силы по формуле:

$$\Delta_j = Z_j - Y_j \quad (4)$$

- рассчитать приведенную погрешность  $\gamma_j$  измерений силы по формуле:

$$\gamma_j = \frac{\Delta_j}{Y_{max}} \cdot 100\% \quad (5)$$

Таблица 5

Точка измерения, $j$	Заданное калибратором значение коэффициента преобразования $K_j$ , мВ/В	Номинальное значение силы $Y_j$ , Н	Измеренное системой значение силы $Z_j$ , Н	Приведенная погрешность $\gamma_j$ , %	Абсолютная погрешность $\Delta_j$ , Н
1	0,2	2000			
2	0,8	8000			
3	1,2	12000			
4	1,6	16000			
5	2,0	20000			

7.3.3.6 ВИК считают прошедшим поверку, если в каждой из проверяемых точек выполняется неравенство

- для точек  $j=1,2$ :  $|\gamma_j| < |\gamma_T|$ , где  $\gamma_T$  – пределы допускаемой приведенной погрешности ВИК для диапазона измерений от 0 до 10000 Н, нормируемые в технической документации.

- для точек  $j=3,4,5$ :  $|\Delta_j| < |\Delta_T|$ , где  $\Delta_T$  – пределы допускаемой абсолютной погрешности ВИК для диапазона измерений св. 10000 до 20000 Н, нормируемые в технической документации.

### 7.3.4 Проверка МХ ВИК аналоговых сигналов от тензодатчиков

Проверка МХ ВИК аналоговых сигналов от тензодатчиков проводят в изложенной ниже последовательности:

7.3.4.1 Собрать схему поверки ВИК аналоговых сигналов от тензодатчиков согласно рисунку 3 Приложения А.

Калибратор К3607 кабелем для поверки ИК силы СТ760.00.13.000 из состава ЗИП системы подключить ко входу «4» усилителя MGCplus.

7.3.4.2 Включить компьютер с предустановленным ПО: MSOffice, Гарис.

7.3.4.3 Запустить ПО Гарис.

7.3.4.4 Открыть таблицу датчиков. В строке поверяемого ИК нажать кнопку «Градуировка».

7.3.4.5 Для каждой точки измерения  $j$  из таблицы 6:

- установить на калибраторе К3607 значение коэффициента преобразования  $K_j$ ;
- измеренное значение  $T_j$  из окна «По текущим А и В» записать в таблицу 6 (если показания измеряемого значения не стабильные, то в качестве измеренного значения записывается значение, максимально отклоняющееся от номинального);
- рассчитать относительную погрешность  $\delta_j$  измерения аналоговых сигналов от тензодатчиков по формуле:

$$\delta_j = \frac{T_j - K_j}{K_j} \cdot 100\% \quad (6)$$

Таблица 6

Точка измерения, $j$	Заданное калибратором значение коэффициента преобразования $K_j$ , мВ/В	Измеренное системой значение коэффициента преобразования $T_j$ , Н	Относительная погрешность $\delta_j$ , %
1	-10		
2	-5		
3	-1		
4	1		
5	5		
6	10		

7.3.4.6 ВИК считают прошедшим поверку, если в каждой из проверяемых точек выполняется неравенство  $|\delta_j| < |\delta_T|$ , где  $\delta_T$  – пределы допускаемой относительной погрешности ВИК частоты вращения, нормируемые в технической документации.

#### 7.4 Проверка контрольной суммы исполняемого кода (цифрового идентификатора ПО)

На ПЭВМ системы запустить файл Garis.exe и открыть окно ? «О программе» (меню Справка → О программе Гарис). Идентификационные наименования отображаются в верхней части окна «О программе».

Метрологически значимая часть ПО системы представляет собой:

- исполняемый файл Garis.exe – Гарис (Гибкий Адаптивный Регулятор для Испытательных Систем): многоканальные статические и динамические испытания;
- модуль GarisGrad.dll – фильтрация, градуировочные расчеты;
- модуль GarisAspf.dll – вычисление амплитуды, статики, фазы, частоты и других интегральных параметров сигнала;
- модуль GarisInterpreter.dll – интерпретатор формул для вычисляемых каналов;
- драйверы платы L780 фирмы L-Card – файлы ldevpci.sys, ldevs.sys .

Идентификационные данные (признаки) метрологически значимой части ПО указаны в разделе 17 формуляра.

Для вычисления цифрового идентификатора (хеш-суммы) файла метрологически значимого программного компонента использовать данные ПО Гарис, которое само вычисляет хеш-суммы по алгоритму md5.

## 8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

8.1 Результаты поверки заносятся в протокол поверки.

8.2 По окончании работ по поверке выписывают свидетельство о поверке системы, оформленное в соответствии с приказом № 1815 от 02.07.2015 г. «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке», с приложением, содержащим список ИК, прошедших поверку с положительным результатом.

8.3 При отрицательных результатах проверки отдельных ИК, в случае невозможности их ремонта, эти ИК не допускают к применению, выписывают на них извещение о непригодности,



оформленное в соответствии с приказом № 1815 от 02.07.2015 г. «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке».

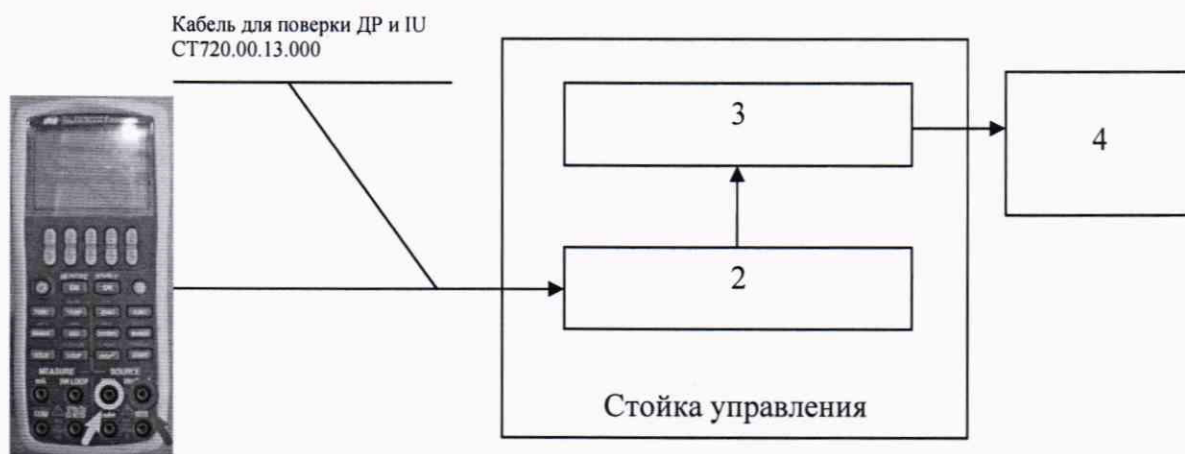
Разработали:

Зам. начальника отдела 201 ФГУП «ВНИИМС»  Ю.А. Шатохина

Инженер 3 кат. отдела 201 ФГУП «ВНИИМС»  А.С. Смирнов

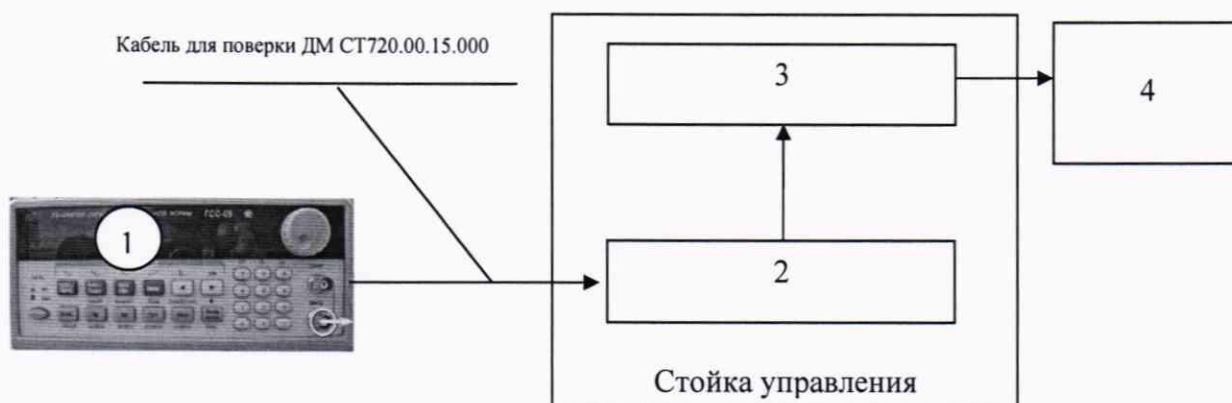
## Приложение А

## Функциональные схемы поверки ИК



- 1 – генератор ГСС-05;
- 2 – многоканальный измерительный усилитель MGCplus;
- 3 – ПЭВМ;
- 4 – рабочее место оператора

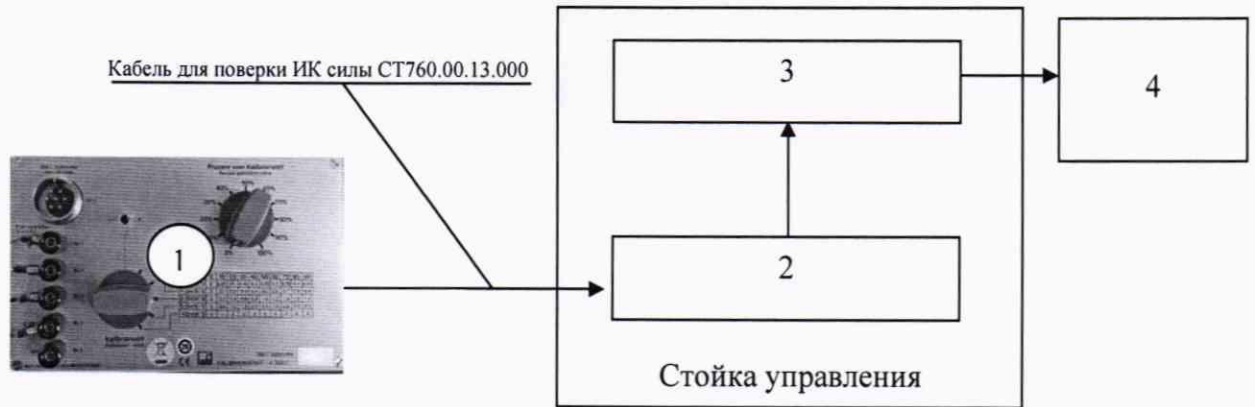
Рисунок 1 - Функциональная схема для проверки МХ ВИК силы постоянного тока, соответствующей значениям крутящего момента силы



- 1 – генератор ГСС-05;
- 2 – многоканальный измерительный усилитель MGCplus;
- 3 – ПЭВМ;
- 4 – рабочее место оператора

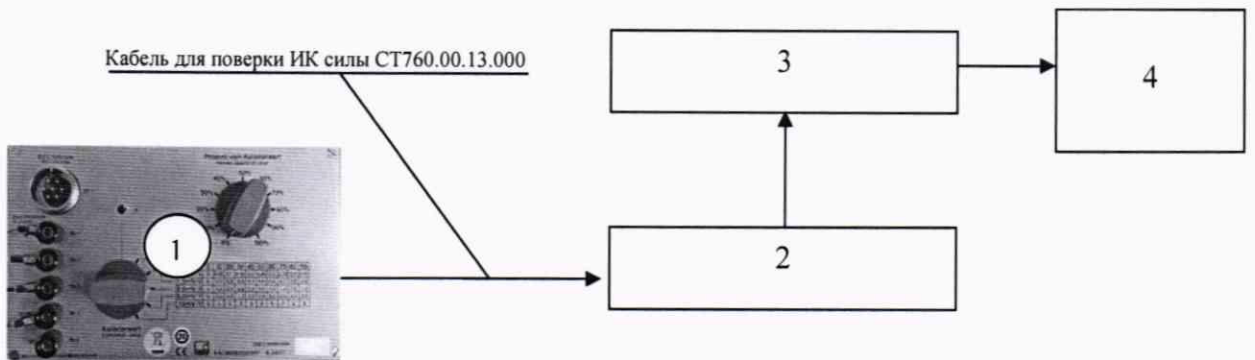
Рисунок 2 - Функциональная схема для проверки МХ ВИК частоты переменного тока, соответствующей значениям частоты вращения





- 1 – калибратор К3607;
- 2 – многоканальный измерительный усилитель MGCplus;
- 3 – ПЭВМ;
- 4 – рабочее место оператора

Рисунок 3 - Функциональная схема для проверки МХ ВИК коэффициента преобразования, соответствующего значениям силы



- 1 – калибратор К3607;
- 2 – многоканальный измерительный усилитель MGCplus;
- 3 – ПЭВМ;
- 4 – рабочее место оператора

Рисунок 4 - Функциональная схема для проверки МХ ВИК коэффициента преобразования