

УТВЕРЖДАЮ

25713

Руководитель ГЦИ СИ ФБУ  
«ГНМЦ Минобороны России»



В.В. Швыдун

2011 г.

## Инструкция

**Система измерительная  
для стендовых испытаний узлов и агрегатов вертолетов  
СИСТ-15**

**Методика поверки СТ01-012.01 МП**

2011 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1 Введение .....	3
2 Операции поверки .....	3
3 Средства поверки .....	4
4 Требования безопасности.....	4
5 Условия поверки.....	5
6 Подготовка к поверке .....	5
7 Проведение поверки .....	5
8 Обработка результатов измерений .....	11
9 Оформление результатов поверки .....	12
Приложение А - Функциональные схемы поверки ИК .....	13
Приложение Б - Форма протокола поверки .....	15
Приложение В - Обоснование выбора значений электрического сопротивления, соответствующего значениям силы и момента силы .....	16

## 1 ВВЕДЕНИЕ

1.1 Настоящая методика поверки (МП) устанавливает порядок проведения и оформления результатов поверки системы измерительной для стендовых испытаний узлов и агрегатов вертолетов СИСТ-15, зав. № 01 (далее – система) и устанавливает методику ее первичной и периодической поверок.

1.2 Интервал между поверками - 1 год.

## 2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

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

Таблица 1

Наименование операции	№ пункта методики поверки	Проведение операции	
		первичная поверка (после ремонта)	периодическая поверка
1 Внешний осмотр	7.1	да	да
2 Опробование	7.2	да	да
3 Определение метрологических характеристик			
3.1 Определение приведенной (к верхнему пределу (ВП)) погрешности измерений силы Количество измерительных каналов (ИК) - 1	7.3 (8.1, 8.2)	да	да
3.2 Определение приведенной (к нормирующему значению (НЗ) 1,22 Ом) погрешности измерений электрического сопротивления, соответствующего значениям силы от 0 до 500 кгс Количество ИК – 2	7.4 (8.1, 8.2)	да	да
3.3 Определение приведенной (к НЗ 1,22 Ом) погрешности измерений электрического сопротивления, соответствующего значениям момента силы от 0 до 130 кгс/м Количество ИК – 2	7.5 (8.1, 8.2)	да	да
3.4 Определение приведенной (к ВП) погрешности измерений угла Количество ИК - 1	7.6 (8.1, 8.2)	да	да
3.5 Определение приведенной (к ВП) погрешности измерений частоты переменного тока Количество ИК - 1	7.7 (8.1, 8.2)	да	да
3.6 Проверка контрольной суммы исполняемого кода (цифрового идентификатора программного обеспечения (ПО))	7.8	да	да

### 3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

3.1 Средства поверки приведены в таблице 2.

Таблица 2

Номер пункта методики поверки	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	Динамометр общего назначения ДПУ/1-100: диапазон измерений силы от 0 до 100 кН, класс точности 1,0
7.4, 7.5	Магазин сопротивления Р4831: диапазон воспроизведения сопротивления постоянному току от 0,01 Ом до 10 кОм, класс точности 0,02 (2 шт.)
7.6	Квадрант оптический КО-60М: диапазон измерений плоского угла от минус 120 до 120°; пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений плоского угла $\pm 30''$ ( $\pm 0,0084^\circ$ )
7.7	Генератор сигналов низкочастотный прецизионный ГЗ-110: диапазон частот от 0,01 Гц до 2 МГц, дискретность установки частоты 0,01 Гц, пределы допускаемой относительная погрешности установки частоты $\pm 3 \cdot 10^{-7}$
<i>Вспомогательные средства поверки</i>	
5.1	Термогигрометр ИВА-6Н: диапазон измерений относительной влажности от 0 до 98 %, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений относительной влажности (при температуре 23 °С) $\pm 2$ %; диапазон измерений температуры от минус 20 до 60 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры $\pm 0,3$ °С
5.1	Барометр-анероид метеорологический БАММ-1: диапазон измерений атмосферного давления от 600 до 795 мм рт. ст.; пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений атмосферного давления $\pm 1,5$ мм рт. ст.
<i>Вспомогательное оборудование</i>	
7.4, 7.5	Кабель для поверки СТ020.00.05.000-05
7.7	Кабель АЧХ СТ020.00.04.000-03

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 при поверке рабочие эталоны должны быть поверены в соответствии с требованиями ПР 50.2.006-94 и иметь действующее свидетельство о поверке (знак поверки).

3.5 Рабочие эталоны 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 «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей» (изд.3), ГОСТ 12.2.007.0-75, ГОСТ 12.1.019-79, ГОСТ 12.2.091-94 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 системой и используемыми эталонами, изучившие настоящую инструкцию, аттестованные в соответствии с ПР 50.2.012-94 и имеющие достаточную квалификацию.

## 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 45 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 система СИСТ-15 должна быть технически исправна. На ней должны быть выполнены все предусмотренные регламентные работы и сделаны соответствующие отметки в эксплуатационных документах.

6.2 Рабочее место, особенно при выполнении поверки непосредственно на месте технического обслуживания, должно обеспечивать возможность размещения необходимых средств поверки, удобство и безопасность работы с ними.

6.3 Проверить наличие свидетельств (знаков поверки) о поверке рабочих эталонов.

6.4 Подготовка к работе средств поверки (рабочих эталонов), перечисленных в таблице 2, производится в соответствии с Инструкциями и Руководствами по их эксплуатации.

6.5 Проверить целостность электрических цепей ИК. Включить питание системы.

6.6 Перед началом поверки измерить и занести в протокол поверки значения параметров условий 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 электронных блоков системы;
- наличие товарного знака изготовителя, заводского номера системы и состояние лакокрасочного покрытия.

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

### 7.2 Опробование

7.2.1 При опробовании системы необходимо:

- включить систему, подав напряжение питания на все ее компоненты;
- включить компьютер с предустановленным ПО: MS Office, Гарис;
- запустить ПО Гарис.

7.2.2 Выбрать один из ИК системы. Нажать «градуировка» в строке, соответствующей выбранному каналу. Подать на вход выбранного ИК значение физической величины в пределах диапазона измерений ИК.

7.2.3 Изменять в сторону увеличения и/или уменьшения значение физической величины в пределах диапазона измерений ИК. Контролировать в окне «по текущим А и В» изменение значения физической величины.

7.2.4 Результаты опробования считать положительными, если при изменении значения физической величины происходит изменение показаний в окне «по текущим А и В» выбранного ИК системы.

### 7.3 *Определение приведенной (к ВП) погрешности измерений силы*

7.3.1 Определение приведенной (к ВП) погрешности измерений силы в диапазоне от 0 до 8,5 тс.

7.3.1.2 Собрать функциональную схему поверки ИК силы согласно рисунку 1 Приложения А.

7.3.1.3 Включить компьютер с предустановленным ПО: MS Office, Гарис.

7.3.1.4 Запустить ПО Гарис.

7.3.1.5 Открыть таблицу датчиков. В строке испытываемого ИК нажать кнопку «Градуировка», разгрузить силовую цепь до 0. В окне «По текущим А и В» должно установиться значение близкое к 0. Записать измеренное значение в таблицу 3.

7.3.1.6 Проводить контрольные операции в точках 2, 4, 6, 8 и 8,5 тс.

7.3.1.7 Записать измеренные значения в таблицу 3.

Таблица 3

Сила, тс	0	2	4	6	8	8,5
ИК № ___ 1-е изм.						
ИК № ___ 2-е изм.						
ИК № ___ 3-е изм.						
Среднее значение $A_j$ , кгс						
Абсолютная погрешность $\Delta A_j$ , кгс						
Приведенная (к ВП) погрешность $\gamma_j$ , %						

7.3.1.8 Операции по п.п. 7.3.1.5...7.3.1.7 повторить еще 2 раза.

7.3.1.9 Расчет приведенной (к ВП) погрешности измерений ИК силы  $\gamma$  проводить в соответствии с разделом 8 настоящей методики.

7.3.1.10 Результаты поверки считать положительными, если -значение приведенной (к ВП) погрешности измерений силы находится в пределах  $\pm 3\%$ .

7.4 *Определение приведенной (к НЗ 1,22 Ом) погрешности измерений электрического сопротивления, соответствующего значениям силы от 0 до 500 кгс*

7.4.1. Используя кабель для поверки СТ020.00.05.000-05 из комплекта ЗИП подсоединить два магазина сопротивлений Р4831 на вход блока НУТ-8 согласно рисунку 2 Приложения А.

7.4.2 Включить компьютер с предустановленным ПО: MS Office, Гарис.

7.4.3 Запустить ПО Гарис, открыть таблицу датчиков.

7.4.4 В колонке «Тип» из выпадающего списка выбрать «сила», единицы измерения выберутся автоматически «кгс».

7.4.5 Открыть диалог градуировки, нажав кнопку «градуировка» в строке соответствующего ИК.

7.4.6 Установить на магазинах сопротивлений № 1 и № 2 сопротивление 400 Ом и сбалансировать полумост.

7.4.7 После балансировки в диалоге «градуировка», в окне «по текущим А и В» должно установиться значение силы отличное от 0, записать измеренное значение в таблицу 4.

Примечание - Пределам индицируемых значений силы (0...500) кгс соответствует разбаланс сопротивления постоянному току 1,22 Ом в обоих плечах полумоста, взятых с противоположным знаком относительно номинального значения 400 Ом. Для удобства выполнения проверки можно проводить разбаланс одним магазином с максимальным разбалансом, увеличенным в 2 раза, т.е. 2,44 Ом.

Таблица 4

	R <sub>1 маг.</sub> при R <sub>2 маг.</sub> = 400 Ом					
Сопротивление магазина, Ом	400,00	400,488	400,976	401,464	401,952	402,44
Сила, кгс (Аэ)	0	100	200	300	400	500
ИК № 1-е изм.						
ИК № 2-е изм.						
ИК № 3-е изм.						
Среднее значение A <sub>j</sub> , кгс						
Абсолютная погрешность ΔA <sub>j</sub> , кгс						
Приведенная (к НЗ 1,22 Ом) погрешность γ <sub>j</sub> , %						

7.4.8 Провести разбаланс полумоста поверяемого ИК, установив на магазине сопротивлений № 1 сопротивление 400,488 Ом (рассчитанное значение для силы 100 кгс, с учетом модуля упругости для алюминия  $E = 0,7 \cdot 10^4$  кгс/мм<sup>2</sup> (см. Приложение В)), на магазине сопротивлений № 2 – 400 Ом.

7.4.9 При таком разбалансе полумоста в диалоге «градуировка» в окне «по текущим А и В» должно установиться значение близкое к 100, записать измеренное значение в таблицу 4.

7.4.10 Провести аналогичные действия для сопротивлений (на магазине сопротивлений № 1) 400,976; 401,464; 401,952; и 402,44 Ом, что соответствует значениям силы 200; 300; 400 и 500.

7.4.11 Повторить еще 2 раза измерения по п.п. 7.4.6...7.4.10. Полученные результаты записать в таблицу 4.

7.4.12 Закрывать диалог градуировки нажатием кнопки «ОК».

7.4.13 Закрывать таблицу датчиков нажатием кнопки «ОК», закрыть ПО Гарис.

7.4.14 Рассчитать максимальное значение приведенной (к НЗ 1,22 Ом) погрешности измерений электрического сопротивления, соответствующего значениям силы,  $\gamma_{\max}$  в соответствии с разделом 8 настоящей методики.

7.4.15 Результаты поверки считать положительными, если значение приведенной (к НЗ 1,22 Ом) погрешности измерений электрического сопротивления, соответствующего значениям силы, находится в пределах  $\pm 1,5$  %.

7.4.16 Выполнить действия по п.п. 7.4.1...7.4.15 для второго ИК электрического сопротивления, соответствующего значениям силы.

7.5 *Определение приведенной (к НЗ 1,22 Ом) погрешности измерений электрического сопротивления, соответствующего значениям момента силы от 0 до 130 кгс·м*

7.5.1 Используя кабель для поверки СТ020.00.05.000-05 из комплекта ЗИП подсоединить два магазина сопротивлений Р4831 на вход блока НУТ-8 согласно рисунку 2 Приложения А.

7.5.2 Включить компьютер с предустановленным ПО: MS Office, Гарис.

7.5.3 Запустить ПО Гарис, открыть таблицу датчиков.

7.5.4 В колонке «Тип» из выпадающего списка выбрать «момент», единицы измерения выберутся автоматически «кгс·м».

7.5.5 Открыть диалог градуировки, нажав кнопку «градуировка» в строке соответствующего ИК.

7.5.6 Установить на магазинах сопротивлений № 1 и № 2 сопротивление 400 Ом и сбалансировать полумост.

7.5.7 После балансировки в диалоге «градуировка», в окне «по текущим А и В» должно установиться значение момента силы отличное от нуля, записать измеренное значение в таблицу 5.

Примечание – Границам диапазона индицируемых значений момента силы (0...130) кгс·м соответствует разбаланс сопротивления постоянному току 1,22 Ом в обоих плечах полумоста, взятый с противоположным знаком относительно номинального значения 400 Ом. Для удобства выполнения поверки можно проводить разбаланс одним магазином с максимальным разбалансом, увеличенным в 2 раза, т.е. 2,44 Ом.

Таблица 5

	R <sub>1 маг.</sub> , при R <sub>2 маг.</sub> = 400 Ом				
Сопротивление магазина, Ом	400,00	400,75	401,502	402,252	402,44
Момент силы, кгс·м (Аэ)	0	40	80	120	130
ИК № 1-е изм.					
ИК № 2-е изм.					
ИК № 3-е изм.					
Среднее значение A <sub>i</sub> , кгс·м					
Абсолютная погрешность ΔA <sub>i</sub> , кгс·м					
Приведенная погрешность γ <sub>i</sub> , %					

7.5.8 Провести разбаланс полумоста поверяемого ИК, установив на магазине сопротивлений № 1 сопротивление 400,75 Ом (рассчитанное значение для момента силы 40 кгс·м, с учетом модуля упругости для алюминия  $E = 0,7 \cdot 10^4$  кгс/мм<sup>2</sup> (см. Приложение В)), на магазине сопротивлений № 2 – 400 Ом.

7.5.9 При таком разбалансе полумоста в диалоге «градуировка» в окне «по текущим А и В» должно быть число близкое к 40, записать полученное значение в таблицу 5.

7.5.10 Провести аналогичные действия для сопротивлений 401,502; 402,252 и 402,44 Ом, что соответствует значениям момента силы 80; 120 и 130 кгс·м.

7.5.11 Повторить еще 2 раза измерения по п.п. 7.5.6...7.5.10. Полученные результаты записать в таблицу 5.

7.5.12 Закрыть диалог градуировки нажатием кнопки «ОК».

7.5.13 Закрыть таблицу датчиков нажатием кнопки «ОК», закрыть ПО Гарис.

7.5.14 Рассчитать максимальное значение приведенной (к НЗ 1,22 Ом) погрешности измерений электрического сопротивления, соответствующего значениям момента силы,  $\gamma_{\max}$  в соответствии с разделом 8 настоящей методики.

7.5.15 Результаты поверки считать положительными, если значения приведенной (к НЗ = 1,22 Ом) погрешности измерений электрического сопротивления, соответствующего значениям момента силы, находятся в пределах  $\pm 1,5$  %.

7.5.16 Выполнить действия по п.п. 7.5.1...7.5.15 для второго ИК электрического сопротивления, соответствующего значениям момента силы.

### 7.6 Определение приведенной (к ВП) погрешности измерений угла

7.6.1 Определение приведенной (к ВП) погрешности измерений угла проводить комплектным методом.

7.6.2 Собрать функциональную схему поверки ИК угла согласно рисунку 3 Приложения А.

7.6.3 Включить компьютер, запустить ПО Гарис, открыть таблицу датчиков.

7.6.4 В колонке «Тип» напротив поверяемого ИК угла в выпадающем списке выбрать тип датчика «Угол», единицы измерения выберутся автоматически.

7.6.5 Установить площадку для установки квадранта устройства градуировки ДУ СТ000.00.10.000 в такое положение, чтобы показания квадранта оптического равнялись минус 2,5°.

7.6.6 В окне «По текущим А и В» должно установиться значение близкое к минус 2,5°, записать это показание в таблицу 6.

7.6.7 Провести измерения на всех ступенях нагружения (в сторону увеличения угла), соответствующих показаниям квадранта оптического минус 2°, минус 1°, 0°, 1°, 2°, 2,5°. Результаты измерений записать в таблицу 6.

Таблица 6

Угол, °	-2,5	-2	-1	0	1	2	2,5
ИК № _ 1-е изм.							
ИК № _ 2-е изм.							
ИК № _ 3-е изм.							
Среднее значение $A_j$ , °							
Абсолютная погрешность $\Delta A_j$ , °							
Приведенная (к ВП) погрешность $\gamma_j$ , %							
В обратную сторону							
Угол, °	2,5	2	1	0	-1	-2	-2,5
ИК № _ 1-е изм.							
ИК № _ 2-е изм.							
ИК № _ 3-е изм.							
Среднее значение $A_j$ , °							
Абсолютная погрешность $\Delta A_j$ , °							
Приведенная (к ВП) погрешность $\gamma_j$ , %							

7.6.8 Операции по п.п. 7.6.5...7.6.7 повторить еще 2 раза и записать результаты измерений в таблицу 6.

7.6.9 Установить площадку для установки квадранта устройства градуировки ДУ СТ000.00.10.000 в такое положение, чтобы показания квадранта оптического равнялись 2,5°.

7.6.10 В диалоге «Градуировка» в окне «По текущим А и В» должно быть значение близкое к 2,5°, записать это показание в таблицу 6 в раздел «В обратную сторону».

7.6.11 Провести измерения на всех ступенях нагружения (в сторону уменьшения угла), соответствующих показаниям квадранта оптического 2°, 1°, 0°, минус 1°, минус 2°, минус 2,5°. Результаты измерений записать в таблицу 6 в раздел «В обратную сторону».

7.6.12 Операции по п.п. 7.6.9...7.6.11 повторить еще 2 раза и записать результаты измерений в таблицу 6 раздел «В обратную сторону».

7.6.13 Расчет приведенной (к ВП) погрешности измерений угла  $\gamma_{\max}$  проводить в соответствии с разделом 8 настоящей методики.

7.6.14 Результаты поверки считать положительными, если значение приведенной (к ВП) погрешности измерений угла находится в пределах  $\pm 3,5\%$ .

### 7.7 Определение приведенной (к ВП) погрешности измерений частоты переменного тока

Для поверки ИК частоты переменного тока необходимо:

7.7.1 Включить компьютер, запустить ПО Гарис.

7.7.2 Отключить разъем 1 кабеля НУТ-8 - БСД от блока согласования датчиков (БСД) в стойке управления. Подключить генератор ГЗ-110 к разъему 1 БСД через кабель АЧХ СТ020.00.04.000-03 из комплекта ЗИП согласно рисунку 4 Приложения А..

7.7.3 Нажать на кнопку «Создать программу испытаний».

7.7.4 Выбрать вкладку «настройка».

7.7.5 В появившемся диалоговом окне «Настройки испытаний» выбрать вкладку «параметры опроса».

7.7.6 Поставить галочку напротив первого канала АЦП.

7.7.7 Выбрать вкладку «Режимы», нажать на кнопку «Добавить режим», в строке названия режима написать «1».

7.7.8 В столбце «амплитуда» указать отличную от нуля и положительную величину.

7.7.9 В столбце «Частота, Гц» из выпадающего списка выбрать «измерять».

7.7.10 На вкладке «Сохранение данных» параметр «Длина отрезка, по которому измеряется частота» установить равным 1 с.

7.7.11 Закрывать диалоговое окно нажатием кнопки «ОК».

7.7.12 Поставить галочку перед «Редактирование текста» (Активировалась левая область экрана).

7.7.13 В активной области переместить курсор вниз, и последней строке написать `PLAYBACK_REGIM(1, 15000)`. Это означает установить 1 режим, 15000 циклов.

7.7.14 Убрать поставленную галочку перед «Редактирование текста», и если команда написана правильно, то в правой области она добавится в виде «Режим «1», а в свойствах 15000 циклов.

7.7.15 Нажать на кнопку «Запустить F5».

7.7.16 Программа предложит сохранить журнал. Сохранить, оставляя за собой право выбора названия журнала, нажав на кнопку «сохранить».

7.7.17 Нажать кнопку «К программе».

7.7.18 Последовательно устанавливая на генераторе частоты 0; 1; 2; 3; 4; 5; 10; 20; 30; 40; 50 Гц. Амплитуда синусоидального сигнала должна быть не более 0,5 В.

7.7.19 Зафиксировать значение частоты.

7.7.20 Операции по п.п. 7.7.18...7.7.19 повторить еще 2 раза и записать результаты измерений в таблицу 7.

Таблица 7

Частота, Гц	1	2	3	4	5	10	20	30	40	50
ИК № 1 1-е изм.										
ИК № 1 2-е изм.										
ИК № 1 3-е изм.										
Среднее значение $A_j$ , Гц										
Абсолютная погрешность $\Delta A_j$ , Гц										
Приведенная погрешность $\gamma_j$ , %										

7.7.21 Расчет приведенной (к ВП) погрешности измерений частоты переменного тока  $\gamma$  проводить в соответствии с разделом 8 настоящей методики поверки.

7.7.22 Результаты поверки считать положительными, если значения приведенной (к ВП) погрешности измерений частоты переменного тока находятся в пределах  $\pm 0,5\%$ .

#### 7.8 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».

На рисунке 1 приведён вид окна «О программе» для ПО Гарис.

Номер версии ПО Гарис отображается в окне «О программе». Сравнить номер версии ПО Гарис с номером версии, записанной в разделе 17 формуляра системы.

Метрологически значимая часть ПО системы представляет собой:

- исполняемый файл `Garis.exe` – Гарис (Гибкий Адаптивный Регулятор для Испытательных Систем): многоканальные статические и динамические испытания;
- драйверы платы L780 фирмы L-Card – файлы `ldevpci.sys`, `ldevpcim.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.

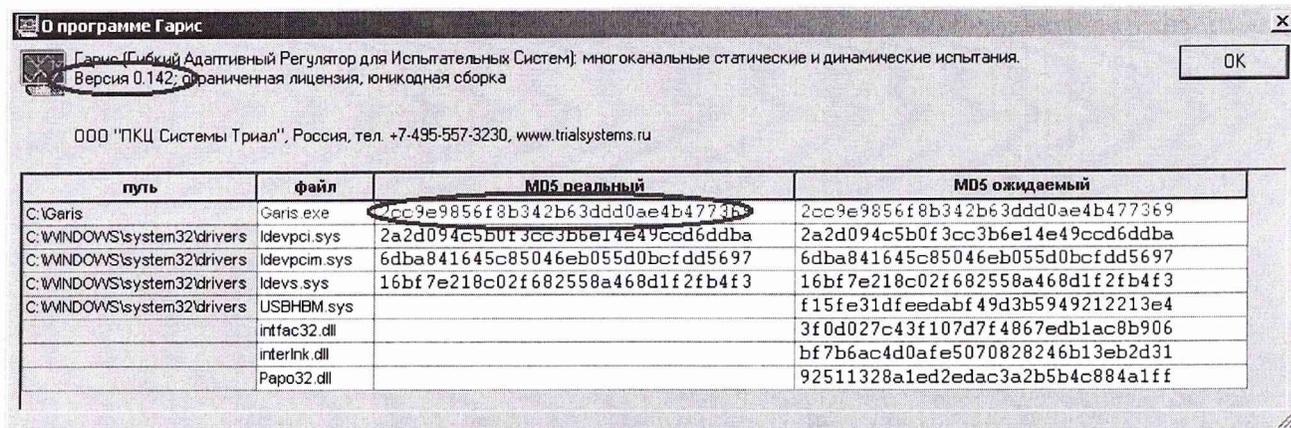


Рисунок 1 - Вид окна «О программе» ПО Гарис 0,142

На рисунке 1 приведены цифровые идентификаторы вычисленные по алгоритму md5.

Результат подтверждения соответствия ПО считать положительным, если полученные идентификационные данные программного компонента (идентификационное наименование, номер версий и цифровые идентификаторы), указанные в окне «О программе» для ПО Гарис, соответствуют идентификационным данным, записанным в разделе 17 формуляра системы.

## 8 ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

### 8.1 Расчет характеристик погрешности

Среднее арифметическое значение измеряемой величины в  $j$ -той точке поверки определить по формуле:

$$A_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_i, \quad i = \overline{1, n}, \quad j = \overline{1, m}, \quad (1)$$

где  $n$  – количество измерений в  $j$ -той точке поверки;

$m$  – количество точек поверки;

$a_i$  – индицируемые системой значения физической величины в  $j$ -ой точке поверки.

Значение абсолютной погрешности измерений в  $j$ -той точке определить по формуле:

$$\Delta A_j = A_j - A_{\text{э}}, \quad (2)$$

где  $A_{\text{э}}$  - значение физической величины, установленное рабочим эталоном для п.п. 7.3, 7.6, 7.7;

$A_{\text{э}}$  - значение физической величины в соответствии с таблицей 4 для п. 7.4;

$A_{\text{э}}$  - значение физической величины в соответствии с таблицей 5 для п. 7.5.

### 8.2 Расчет значения приведенной погрешности

Значения приведенной погрешности измерений физической величины для каждой точки проверки определить по формуле:

$$\gamma_j = \frac{|\Delta A_j|}{P_j} \cdot 100 \%, \quad (3)$$

где  $P_j$  – значение верхнего предела измерений для п.п. 7.3, 7.6, 7.7;

$P_j = 1,22 \text{ Ом}$  для п.п. 7.4, 7.5.

## 9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

9.1 Результаты поверки заносятся в протокол поверки (Приложение Б).

9.2 При положительных результатах поверки оформляется свидетельство о поверке.

9.3 При отрицательных результатах поверки применение системы запрещается, оформляется извещение о непригодности к применению с указанием причин забракования.

Начальник отдела  
ГЦИ СИ ФБУ «ГНМЦ Минобороны России»

В.А. Кулак

Старший научный сотрудник  
ГЦИ СИ ФБУ «ГНМЦ Минобороны России»

А.А. Горбачев

Научный сотрудник  
ГЦИ СИ ФБУ «ГНМЦ Минобороны России»

С.Н. Чурилов

Приложение А  
Функциональные схемы поверки ИК

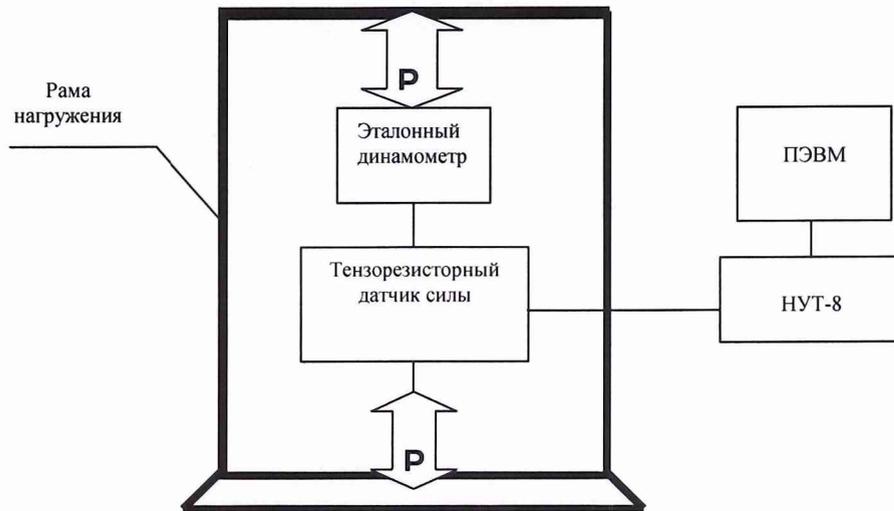
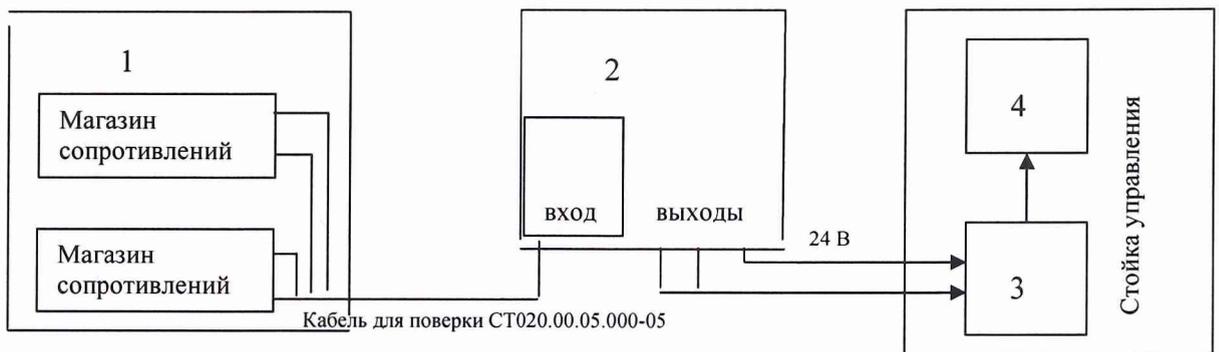
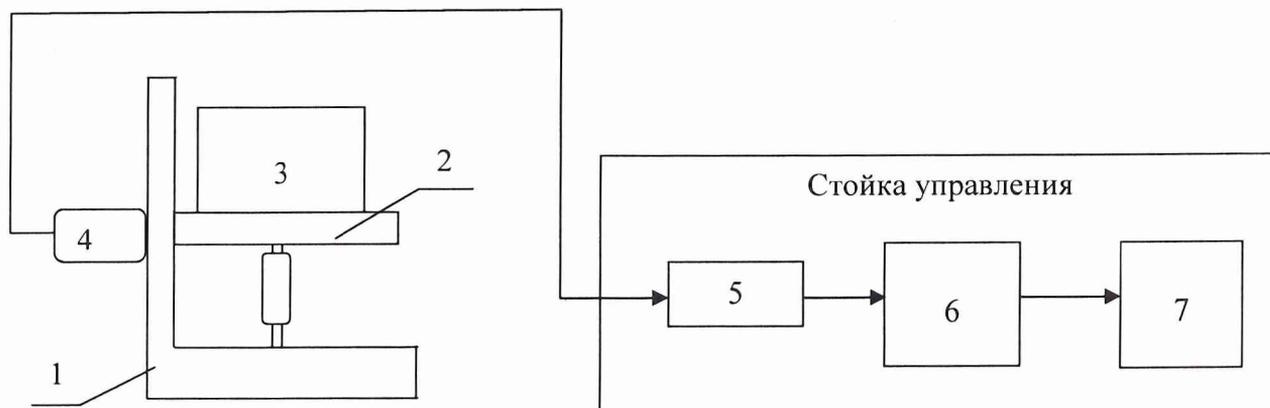


Рисунок 1 - Функциональная схема поверки ИК силы



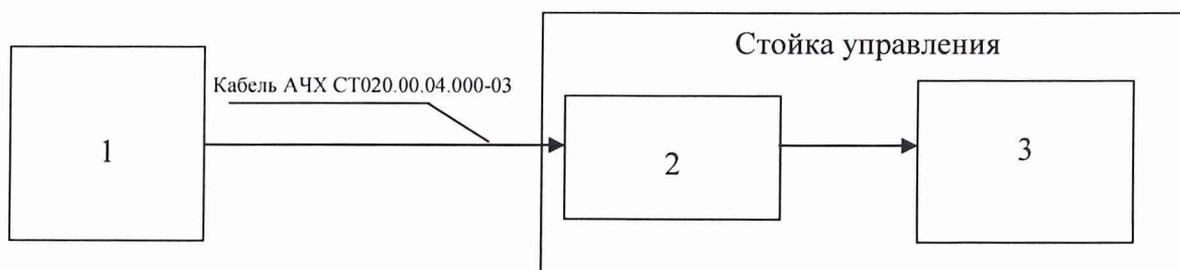
- 1 - полумост из 2-х магазинов электрического сопротивления R4831;
- 2 - блок усилителей НУТ-8;
- 3 - аналого-цифровой преобразователь;
- 4 - ПЭВМ (с монитором)

Рисунок 2 - Функциональная схема поверки ИК электрического сопротивления, соответствующего значениям силы и момента силы



- 1 – устройство градуировки ДУ СТ000.00.10.000;
- 2 – площадка для установки квадранта;
- 3 – квадрант оптический;
- 4 – датчик угла;
- 5 – модуль преобразователя ДУ СТ006.10.00.000;
- 6 – БСД;
- 7 – АЦП + ПЭВМ (с монитором)

Рисунок 3 – Функциональная схема поверки ИК угла



- 1 - генератор ГЗ-110;
- 2 - канал 1 БСД;
- 3 - АЦП + ПЭВМ (с монитором);

Рисунок 4 - Функциональная схема поверки ИК частоты переменного тока

Приложение Б  
Форма протокола поверки

**ПРОТОКОЛ**

**поверки ИК силы системы измерительной для стендовых испытаний  
узлов и агрегатов вертолетов СИСТ-15**

1 Вид поверки .....

2 Дата поверки .....

3 Средства поверки

3.1 Рабочий эталон

Наименование	Пределы измерения, кН		Класс точности
	нижний	верхний	
Динамометр ДПУ/1-100	0	100	1,0

3.2 Вспомогательные средства: в соответствии с методикой поверки СТ01-012.01 МП.

4 Условия поверки

4.1 Температура окружающего воздуха, °С	
4.2 Относительная влажность воздуха, %	
4.3 Атмосферное давление, мм рт. ст.	

5 Результаты экспериментальных исследований

5.1 Внешний осмотр: .....

5.2 Результаты опробования: .....

5.3 Результаты метрологических исследований

5.3.1 Условия исследования

Число ступеней измерений (контрольных точек)	6
Число циклов измерений	3

5.3.2 Задаваемые контрольные точки

Сила, тс	0	2	4	6	8	8,5
ИК №_ 1-е изм.						
ИК №_ 2-е изм.						
ИК №_ 3-е изм.						
Среднее значение $A_j$ , тс						
Абсолютная погрешность $\Delta A_j$ , тс						
Приведенная (к ВП) погрешность $\gamma_j$ , %						

Расчет погрешности ИК проводится в соответствии с методикой поверки СТ01-012.01 МП.

6 Вывод

Приведенная (к ВП) погрешность ИК силы.....

Дата очередной поверки .....

Поверитель \_\_\_\_\_

(подпись, дата)

(ф.и.о.)

## Приложение В (справочное)

### Обоснование выбора значений электрического сопротивления, соответствующего значениям силы и момента силы

При использовании системы испытания изделия проводятся в пределах упругой деформации по закону Гука:

$$\sigma_{изг} = E \cdot \varepsilon_{изг}, \quad (A1)$$

где  $\sigma_{изг}$  - напряжение изгиба;

$\varepsilon_{изг}$  - относительное удлинение материала при изгибе;

$E$  - модуль упругости материала.

Для алюминия  $E = 0,7 \cdot 10^4$  кгс/мм<sup>2</sup>.

$$\varepsilon_{изг} = \frac{\sigma_{изг}}{E} = \frac{\Delta L}{L}, \quad (A2)$$

где  $\Delta L/L$  – относительная деформация материала.

При максимальных напряжениях 10 кгс/мм<sup>2</sup>, сопротивлении тензорезистора 400 Ом и коэффициенте тензочувствительности 2,15 изменение сопротивления тензорезистора  $\Delta R$  для алюминия составляет:

$$\frac{\Delta R}{R} = 2,15 \cdot \frac{\Delta L}{L} \quad \Rightarrow \quad \Delta R = 2,15 \cdot \frac{\sigma_{изг} \cdot R}{E}, \quad (A3)$$

$$\Delta R = \frac{2,15 \cdot 10 \cdot 400}{0,7 \cdot 10^4} = 1,22 \text{ Ом.}$$

Таким образом, для имитации механических напряжений 10 кгс/мм<sup>2</sup> в одном плече полумоста необходимо увеличить сопротивление на 1,22 Ом.

Согласно закону:

$$\sigma_{изг} = \frac{F}{S} \quad (A4)$$

для создания максимального напряжения  $\sigma_{изг} = 10$  кгс/мм<sup>2</sup> в точке образца площадью  $S = 50$  мм<sup>2</sup> необходимо воздействие силы  $F = 500$  кгс.

Соответственно, для создания максимального напряжения  $\sigma_{изг} = 10$  кгс/мм<sup>2</sup> в точке образца площадью  $S = 31$  мм<sup>2</sup> необходимо воздействие силы  $F = 310$  кгс, которая на плече 0,42 м будет создавать момент силы 130 кгс·м.