

Р Ф Я Ц
ВНИИЭФ

Государственная корпорация по атомной энергии «Росатом»
Федеральное государственное унитарное предприятие
РОССИЙСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ЯДЕРНЫЙ ЦЕНТР
Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики


ЦЕНТР ИСПЫТАНИЙ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ
ФГУП «РФЯЦ – ВНИИЭФ»

Аттестат аккредитации № RA.RU.311769

пр. Мира, д. 37, г. Саров, Нижегородская обл., 607188
Телефон 83130 22224 Факс 83130 22232
E-mail: shvn@olit.vniief.ru

СОГЛАСОВАНО


Директор
ООО «ГлобалТест»


В.В. Смирнов
«08» 06 2020 г.



УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ЦИ СИ
ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»


В.К. Дарымов
«08» 06 2020 г.



Устройство согласующее СУ-16

Методика поверки

A3009.0337.МП-2020

Содержание

1	Операции поверки.....	4
2	Средства поверки.....	4
3	Требования к квалификации поверителей.....	4
4	Требования безопасности.....	5
5	Условия поверки.....	5
6	Подготовка к проведению поверки.....	5
7	Проведение поверки.....	6
8	Оформление результатов поверки	9
	Приложение А (справочное) Перечень документов, на которые даны ссылки в тексте МП.....	10
	Приложение Б (справочное) Перечень принятых сокращений	10

Настоящая МП распространяется на устройство согласующее СУ-16.

Устройство согласующее СУ-16. (далее по тексту - СУ) предназначено измерений, преобразования и формирования сигналов напряжения, поступающих от первичных преобразователей (ПП).

Низкое, по сравнению с ПП, выходное сопротивление каналов СУ позволяет устранить взаимное влияние каналов АЦП из-за переходной емкости входного коммутатора. Наличие встроенных фильтров нижних частот (далее по тексту - ФНЧ) с затуханием 80 дБ/декада вне полосы пропускания позволяет выбрать оптимальную полосу пропускания. СУ обеспечивает защиту применяемого АЦП от перегрузки: при превышении максимального входного напряжения на 10 % загорается индикатор перегрузки, при превышении на 20 % происходит отключение входного каскада СУ от ПП. Выбор диапазона измерений и ФНЧ осуществляется с передней панели СУ. Входные и выходные разъемы расположены на задней панели. Конструкция СУ имеет многоканальное (до 16 каналов) исполнение в одном корпусе.

Питание СУ осуществляется от внешнего источника питания напряжением (12 ± 1) В, ток потребления СУ не более 3,5 А.

Данная методика поверки устанавливает методику первичной и периодической поверок СУ. Первичной поверке СУ подвергаются при выпуске из производства и после ремонта. Организация и проведение поверки в соответствии с документом «Порядок проведения поверки средств измерений...», утвержденным приказом Минпромторга России от 02 июля 2015 года № 1815.

Межповерочный интервал – 1 год.

Перечень документов, на которые даны ссылки в тексте методики поверки, приведен в приложении А.

Перечень принятых сокращений приведен в приложении Б.

1 Операции поверки

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

1.2 При получении отрицательного результата какой-либо операции поверки дальнейшая поверка не проводится, и результаты оформляются в соответствии с 8.2.

1.3 Протокол поверки ведется в произвольной форме. На основании письменного заявления владельца СИ, оформленного в произвольной форме, допускается сокращать количество поверяемых каналов, проводить поверку СУ или отдельных измерительных каналов на диапазонах в соответствии с заявлением владельца СИ, с обязательным указанием в свидетельстве о поверке информации об объеме проведенной поверки.

Таблица 1 – Перечень операций при поверке

Наименование операции	Пункт МП	Обязательность проведения при поверке	
		первичной	периодической
1 Внешний осмотр	7.1	+	+
2 Опробование	7.2	+	+
3 Проверка коэффициента и нелинейности преобразования напряжения постоянного тока, приведенной к максимальному значению выходного напряжения	7.3	+	+
4 Проверка диапазона рабочих частот и ФНЧ	7.4	+	+
5 Проверка СКЗ шума, приведенного к входу	7.5	+	-

2 Средства поверки

2.1 При проведении поверки применяют СИ и оборудование, приведенные в таблице 2. Допускается использовать другие СИ и оборудование, обеспечивающие требуемые диапазоны и точности измерений.

2.2 Все применяемые СИ должны быть поверены в соответствии с действующим «Порядок проведения поверки средств измерений...» и иметь действующие свидетельства о поверке. Оборудование, необходимое для проведения испытаний, должно быть аттестовано согласно ГОСТ Р 8.568.

3 Требования к квалификации поверителей

К проведению поверки допускается персонал, изучивший ЭД на СУ, данную методику поверки и имеющий опыт работы с оборудованием, перечисленным в таблице 2.

Таблица 2 – Перечень СИ и оборудования, применяемых при поверке

Наименование СИ	Требуемые характеристики	Погрешность измерения	Рекомендуемый тип	Кол-во	Пункт МП
Калибратор универсальный	напряжение =/~; от 1 мВ до 100 В; от 3 до 50000 Гц	±0,02 %	H4-16 рег. № 46627-11	1	все
Мультиметр	напряжение =/~; от 1 мВ до 100 В; от 3 до 100000 Гц;	±0,02 %	34410A рег. № 47717-11	1	все
Анализатор спектра	от 2 до 50000 Гц	±0,5 %	R&S UPV рег. № 48123-11	1	7.6*
Источник питания постоянно-го тока	12,0±0,5 В; не менее 3,5 А	0,1 В	SPD-73606** рег. № 55897-13	1	все
* – применяется только при первичной поверке					
** – применяется при отсутствии блока питания в комплекте СУ					

4 Требования безопасности

4.1 При проведении поверки необходимо руководствоваться «Правилами устройства электроустановок» и «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей». Меры безопасности при подготовке и проведении измерений должны соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.007.0 и «Правилам по охране труда при эксплуатации электроустановок (ПОТЭУ)».

4.2 При проведении поверки должны быть выполнены все требования безопасности, указанные в ЭД на СУ, средства поверки и испытательное оборудование.

Все используемое оборудование должно иметь защитное заземление.

5 Условия поверки

При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха от 18 до 25 °С;
- относительная влажность окружающего воздуха до 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106 кПа (от 630 до 795 мм рт.ст.);
- напряжение питающей сети от 207 до 253 В;
- частота питающей сети от 49,5 до 50,5 Гц.

6 Подготовка к проведению поверки

6.1 Перед проведением поверки подготавливают СИ и оборудование к работе в соответствии с ЭД на них.

6.2 Проверяют наличие действующих свидетельств о поверке на СИ, а также соответствие условий поверки разделу 5.

7 Проведение поверки

7.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре необходимо установить отсутствие механических повреждений разъемов и корпуса СУ.

При наличии вышеуказанных дефектов поверку не проводят до их устранения. Если дефекты устранить невозможно, СУ бракуют.

7.2 Опробование

7.2.1 Собирают схему измерений в соответствии с рисунком 1. Включают и прогревают измерительные приборы в соответствии с ЭД на них. Мультиметр (2) устанавливают в режим измерений постоянного тока.

7.2.2 На СУ для 1-го канала устанавливают:

- диапазон преобразования $\pm 5,0$ В ($U_{\text{вх. max}} = \pm 5,0$ В);
- фильтр ФНЧ 50 кГц.

7.2.2 На вход 1-го канала подают с калибратора (1) нулевое значение напряжения постоянного тока и фиксируют показания мультиметра (2).

7.2.3 Переводят мультиметр (2) в режим измерений напряжения переменного тока и подают с калибратора (1) на частоте 1 кГц на вход 1-го канала напряжение амплитудой 5,0 В ($U_{\text{скз}} = 3,5355$ В) и с помощью мультиметра (2) измеряют выходное напряжение СУ.

7.2.4 Постепенно увеличивают входное напряжения до срабатывания индикатора перегрузки, фиксируют величину входного напряжения.

7.2.5 Постепенно увеличивают входное напряжения до отключения входного каскада ($U_{\text{вых}} = 0$ В; гаснет индикатор перегрузки, мигает индикатор диапазона), фиксируют входное напряжение.

7.2.6 Повторяют измерения по 7.2.2 – 7.2.4 для всех каналов СУ.

7.2.7 СУ считают выдержавшим испытания, если:

- напряжение смещения постоянного тока не превышает 200 мВ
- амплитуда выходного напряжения по 7.2.4 составляет $(5,0 \pm 0,2)$ В;
- срабатывание индикатора перегрузки происходит при входном напряжении от $1,05 \cdot U_{\text{вх. max}}$ до $1,15 \cdot U_{\text{вх. max}}$;
- отключение входного каскада происходит при амплитуде входного напряжения от $1,15 \cdot U_{\text{вх. max}}$ до $1,25 \cdot U_{\text{вх. max}}$.

7.3 Проверка коэффициента и нелинейности преобразования напряжения постоянного тока, приведенной к максимальному значению выходного напряжения

7.3.1 Выполняют 7.2.1. На СУ для 1-го канала устанавливают:

- диапазон преобразования $\pm 5,0$ В ($U_{\text{вх. max}} = \pm 5,0$ В);
- фильтр ФНЧ 50 кГц.

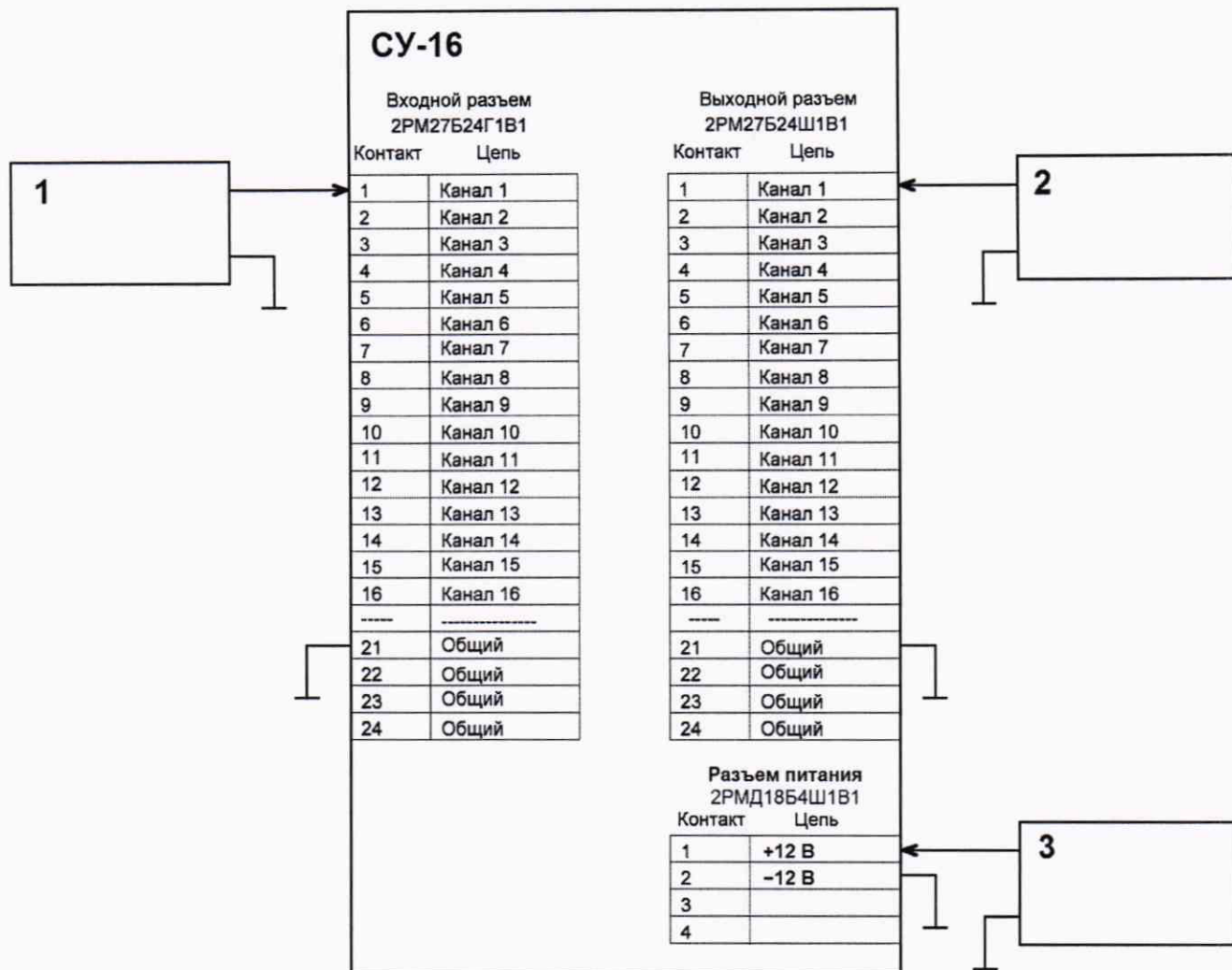


Рисунок 1 – Схема измерений

7.3.2 На вход 1-го канала подают с калибратора (1) первое рекомендуемое значение напряжения постоянного тока $U_{вх.i}$, В, из таблицы 3 и с помощью мультиметра (2) измеряют выходное напряжение $U_{вых.i}$, В.

Таблица 3

N_i	1	2	3	4	5	-1	-2	-3	-4	-5
$U_{вх.i}$, В	$+0,2 \cdot U_n$	$+0,4 \cdot U_n$	$+0,6 \cdot U_n$	$+0,8 \cdot U_n$	$+U_n$	$-0,2 \cdot U_n$	$-0,4 \cdot U_n$	$-0,6 \cdot U_n$	$-0,8 \cdot U_n$	$-U_n$
$U_{вых.i}$, В										
$K_{прі}$, %										
$\delta_{нелін.і}$, %										

7.3.3 Относительную погрешность коэффициента преобразования $K_{прі}$, %, вычисляют по формуле

$$K_{прі} = \left(\frac{U_{вых.i}}{U_{вх.i}} \cdot \frac{U_n}{U_{вых. max}} - 1 \right) \cdot 100, \quad (1)$$

где $U_{вых.i}$ – i -е выходное напряжение из таблицы 3, В;

U_n – максимальное входное напряжение выбранного диапазона преобразования, В;

$U_{вх.i}$ – i -е входное напряжение из таблицы 3, В;

$U_{вых.мах}$ – максимальная амплитуда выходного напряжения, 5 В;

7.3.4 Нелинейность преобразования напряжения постоянного тока приведенную к максимальному выходному напряжению вычисляют в следующей последовательности:

а) рассчитывают приращение идеальной характеристики на одну ступень нагружения ΔU_h , В, по формуле

$$\Delta U_h = \frac{|U_{вых.-80\%}| + |U_{вых.+80\%}|}{8}, \quad (2)$$

где $U_{вых.-80\%}$ – выходное напряжение из таблицы 3, соответствующее входному напряжению « $-0,8 \cdot U_n$ », В;

$U_{вых.+80\%}$ – выходное напряжение из таблицы 3, соответствующее входному напряжению « $+0,8 \cdot U_n$ », В;

б) рассчитывают напряжение смещения постоянного тока на выходе $U_{смещ}$, В, по формуле

$$U_{смещ} = \frac{|U_{вых.-80\%}| - |U_{вых.+80\%}|}{2}, \quad (3)$$

в) рассчитывают нелинейность преобразования напряжения постоянного тока приведенную к максимальному выходному напряжению $\delta_{нелин.i}$, %, по формуле

$$\delta_{нелин.i} = \frac{|(U_{вых.i} - U_{смещ}) - \Delta U_h \cdot N_i|}{U_{вых.мах}} \cdot 100, \quad (4)$$

где N_i – номер ступени нагружения из таблицы 3.

7.3.5 Повторяют измерения по 7.3.1 – 7.3.5 для всех диапазонов 1-го канала СУ.

7.3.6 Повторяют измерения по 7.3.1 – 7.3.5 для всех каналов СУ.

7.3.7 СУ считают выдержавшим испытания, если;

- относительная погрешность преобразования напряжения постоянного тока находится в пределах $\pm 2\%$;

- нелинейность преобразования напряжения постоянного тока приведенная к максимальному выходному напряжению не более $0,2\%$.

7.4 Проверка рабочего диапазона частот и ФНЧ

7.4.1 Выполняют 7.2.1, 7.2.2.

7.4.2 Подают с калибратора (1) на вход 1-го канала СУ напряжения постоянного тока (0 Гц) 2 В и с помощью мультиметра (2) измеряют выходное напряжение.

7.4.3 Переводят мультиметр (2) в режим измерений СКЗ напряжения переменного тока. Подают с калибратора (1) на вход 1-го канала СУ СКЗ напряжения переменного тока 2 В и измеряют выходное напряжение для всех рекомендуемых частот из таблицы 4.

Таблица 4 – Рекомендуемые значения частот

F , Гц	0	$0,1 \cdot F_{\text{ФНЧ}}$	$0,2 \cdot F_{\text{ФНЧ}}$	$0,3 \cdot F_{\text{ФНЧ}}$	$0,5 \cdot F_{\text{ФНЧ}}$	$0,7 \cdot F_{\text{ФНЧ}}$	$F_{\text{ФНЧ}}$
$U_{\text{вх}}$, мВ							
$U_{\text{вых.}i}$, мВ							
$\delta_{\text{ЧХ}i}$, %							

$F_{\text{ФНЧ}}$ – частота среза установленного ФНЧ, Гц

7.4.4 Рассчитывают неравномерность ЧХ $\delta_{\text{ЧХ}i}$, %, по формуле

$$\delta_{\text{ЧХ}i} = \frac{U_{\text{вых.}i} - U_{\text{вх}}}{U_{\text{вх}}} \cdot 100, \quad (5)$$

где $U_{\text{вых.}i}$ – выходное напряжение СУ на i -ой частоте из таблицы 4, В;
 $U_{\text{вх}}$ – входное напряжение СУ на частоте 0 Гц (напряжение постоянного тока), 2 В.

7.4.5 Повторяют измерения по 7.4.2 – 7.4.4 для всех ФНЧ.

7.4.6 Повторяют измерения по 7.4.2 – 7.4.5 для всех каналов СУ.

7.4.7 СУ считают выдержавшим испытания, если неравномерность ЧХ находится в пределах ± 10 % и затухание на частоте среза ФНЧ составляет от минус 5 % до минус 15 %.

7.5 Проверка СКЗ шума, приведенного к входу

7.5.1 Собирают схему измерений в соответствии с рисунком 1. В качестве регистратора (2) применяют анализатор спектра низкочастотный R&S URV. Включают и прогревают измерительные приборы в соответствии с РЭ на них. На СУ для 1-го канала устанавливают:

- диапазон преобразования $\pm 5,0$ В ($U_{\text{вх.}max} = \pm 5,0$ В);
- фильтр ФНЧ 50 кГц.

7.5.2 Подсоединяют к входу 1-го канала короткозамкнутую заглушку и измеряют с помощью анализатора спектра СКЗ напряжения шума в полосе частот от 2 до 50000 Гц.

Уровень собственных шумов приведенный к входу ξ , м/с², определяют по формуле

$$\xi = \frac{U_{\text{вых}} \cdot U_{\text{вх.}max}}{5}, \quad (6)$$

где $U_{\text{вых}}$ – измеренное анализатором СКЗ напряжения шума в полосе частот от 2 до 50000 Гц, В;

$U_{\text{вх.}max}$ – максимальная амплитуда входного напряжения для установленного диапазона преобразования, В.

7.5.3 Повторяют измерения по 7.5.1 – 7.5.2 для всех диапазонов 1-го канала.

7.5.4 Повторяют измерения по 7.5.1 – 7.5.3 для всех каналов СУ.

7.5.5 СУ считают выдержавшим испытания, если СКЗ шума, приведенное к входу, в полосе частот от 2 до 50000 Гц не более $0,0002 \cdot U_{ex.max}$.

8 Оформление результатов поверки

8.1 При положительных результатах поверки оформляют свидетельство о поверке СУ по форме, установленной в действующих нормативных документах. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке и (или) паспорт.

8.2 СУ, не прошедшее поверку, к применению не допускают. На него выдают извещение о непригодности по форме, установленной в действующих нормативных документах.

**Приложение А
(справочное)**

Перечень документов, на которые даны ссылки в тексте МП

Обозначение документа, на который дана ссылка	Наименование документа, на который дана ссылка
ГОСТ 12.2.007.0-75	ССБТ. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности
ГОСТ Р 8.568-2017	ГСИ. Аттестация испытательного оборудования. Основные положения
	Порядок проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке. Введен приказом Минпромторга России от 02 июля 2015г. № 1815.
	Правила устройства электроустановок (утверждены приказом Минэнерго РФ от 08.07.2002 г. № 204)
	Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей (утверждены приказом Минэнерго РФ от 13.01.2003 г. № 6)
ПОТЭУ	Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок (утверждены приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 24 июля 2013 г. № 328н)

**Приложение Б
(справочное)**

Перечень принятых сокращений

АЦП – аналогово-цифровой преобразователь;
МП – методика поверки
ПП – первичный преобразователь;
СКЗ – среднее квадратическое значение;
СИ – средство(а) измерений;
СУ – согласующее устройство
ФНЧ – фильтр низкой частоты;
ЧХ – амплитудно-частотная характеристика;
ЭД – эксплуатационная документация