

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

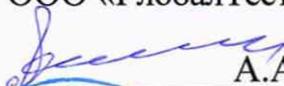
**ЦЕНТР ИСПЫТАНИЙ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ
ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»**

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

Главный метролог
ООО «ГлобалТест»

 А.А. Симчук



«08» 02 2019 г.

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ЦИ СИ,
главный метролог
ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»



 В.Н. Щеглов

«08» 02 2019 г.

Усилитель заряда дифференциальный АQ05

Методика поверки

A3009.0285.МП-2019

Содержание

1	Операции поверки.....	4
2	Средства поверки.....	4
3	Требования к квалификации поверителей.....	4
4	Требования безопасности.....	4
5	Условия поверки.....	5
6	Подготовка к проведению поверки.....	5
7	Проведение поверки.....	5
8	Оформление результатов поверки	9
	Приложение А (справочное) Структура обозначений и технические особенности усилителей.....	10
	Приложение Б (справочное) Перечень документов, на которые даны ссылки в тексте методики поверки.....	11
	Приложение В (справочное) Перечень принятых сокращений	11

Настоящая методика поверки распространяется на усилители заряда дифференциальные АQ05.

Усилитель заряда дифференциальный АQ05 (далее по тексту – усилитель) предназначен для измерения, преобразования и усиления высокоимпедансного сигнала заряда пьезоэлектрических преобразователей в низкоимпедансный сигнал напряжения.

Питание усилителя, в зависимости от исполнения, осуществляется от внутреннего или внешнего источника питания постоянного тока. Усилитель имеет модификации, технические особенности которых приведены в приложении А.

Данная методика поверки устанавливает методику первичной и периодической поверок усилителя. Первичной поверке усилитель подвергается 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 Б.

Перечень принятых сокращений приведен в приложении В.

1 Операции поверки

1.1 При проведении первичной и периодической поверок усилителя 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. При проведении поверки допускается сокращать проверяемые режимы (амплитудные и частотные диапазоны преобразования, количество каналов) измерений в соответствии с потребностями потребителя и (или) техническими возможностями применяемых средств поверки, при этом в свидетельстве о поверке должна быть сделана запись об ограничении использования режимов (диапазонов) измерений.

Т а б л и ц а 1 – Перечень операций при поверке

Наименование операции	Номер пункта методики	Обязательность проведения при поверке	
		первичной	периодической
1 Внешний осмотр	7.1	+	+
2 Опробование	7.2	+	+
3 Проверка максимального заряда, номинального значения коэффициента преобразования основной относительной погрешности преобразования заряда в напряжение на частоте 1 кГц	7.3	+	+
4 Проверка рабочего диапазона частот и неравномерности АЧХ	7.4	+	+
5 Проверка напряжение смещения на выходе усилителя	7.5	+	–
6 Проверка СКЗ уровня собственных шумов	7.6	+	–

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 и иметь действующие свидетельства о поверке.

3 Требования к квалификации поверителей

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

4 Требования безопасности

4.1 При проведении поверки необходимо руководствоваться «Правилами устройства электроустановок» и «Правилами технической эксплуатации электро-

установок 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 усилитель и средства поверки.

Т а б л и ц а 2 – Перечень СИ и оборудования, применяемых при поверке

Наименование СИ	Требуемые характеристики		Рекомендуемый тип	Кол-во	Пункт МП
	Диапазон измерений	Погрешность измерений			
Калибратор универсальный	от 1 до 30000 Гц; от 1 мВ до 10 В	±0,2 %	H4-16 (рег. №46627-11)	1	7.2, 7.3, 7.4
Мультиметр	от 3 до 30000 Гц; до 100 В	±0,2 %	34410А (рег. №47717-11)	1	7.4, 7.4, 7.5
Анализатор спектра	от 0,1 до 100000 Гц; до 10 В	±1 %	A19 (рег. №35402-11)	1	7.2, 7.4
Анализатор спектра низкочастотный	от 0 до 100000 Гц; 0,1 мкВ до 10 В	±1 %	R&S UPV (рег. №48123-11)	1	7.6
Адаптер	1000 пФ	±0,25 %	E1000	1	все
Блок питания	от 3 до 15 В; 1 А	-	SPD-73606 (рег. № 55897-13)	1	все

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 198 до 244 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

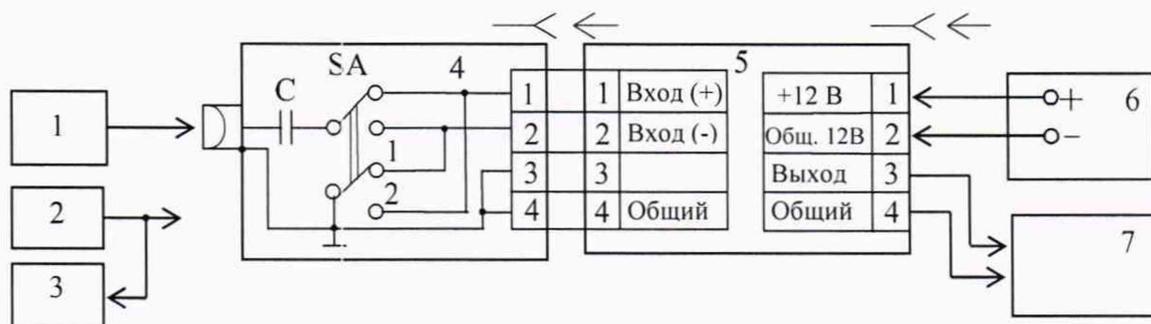
7.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре необходимо установить отсутствие механических повреждений соединительных жгутов, разъёмов и корпуса усилителя.

7.2 При наличии вышеуказанных дефектов испытания не проводят до их устранения. Если дефекты устранить невозможно, усилитель бракуют.

7.2 Опробование

7.2.1 Собирают схему измерений в соответствии с рисунком 1. В качестве регистратора (7) подсоединяют анализатор спектра А19. Включают и прогревают измерительные приборы в соответствии с ЭД на них.



1 – калибратор универсальный Н4-16; 2 – генератор сигналов низкочастотный прецизионный ГЗ-122; 3, 7 – регистратор (мультиметр 34410А, анализатор спектра А19 и т.д.); 4 – переходник (С - адаптер Е1000 (1000 пФ ±0,25 %), SA-тумблер ПТ25 или аналогичный); 5 – усилитель АQ05-А.1.ХХХ; 6 – источник питания постоянного тока

Рисунок 1 – Схема измерений

Примечания

1 СИ (2) и (3) применяются при отсутствии калибратора (1).

2 Назначение выводов входного и выходного разъема усилителя АQ05-Х.Х.ХХХ необходимо проверять по паспорту. Включение усилителя осуществлять строго в соответствии с ЭД.

7.2.2 На частоте 1000 Гц подают с калибратора (1) через адаптер (4) на вход (+) (SA в положении «1», вход (-) – заземлен) СКЗ напряжения U_{\max} , рассчитанное по формуле

$$U_{\max} = 0,7 \cdot \frac{Q_{\max}}{C}, \quad (1)$$

где U_{\max} – входное СКЗ напряжения, соответствующее входному максимальному заряду усилителя, В;

Q_{\max} – максимальный входной заряд усилителя, приведен в паспорте, пКл;

C – электрическая емкость адаптера Е1000, 1000 пФ.

7.2.3 С помощью анализатора спектра (7) измеряют коэффициент гармоник и амплитуду выходного сигнала $U_{\max(+)}$.

7.2.4 На частоте 1000 Гц подают с калибратора (1) через адаптер (4) на вход (-) (SA в положении «2», вход (+) – заземлен) СКЗ напряжения U_{\max} , рассчитанное по формуле (1).

7.2.5 С помощью анализатора спектра (7) измеряют коэффициент гармоник и амплитуду выходного сигнала $U_{\max(-)}$.

7.2.6 Повторяют измерения по 7.2.2 – 7.2.5 для всех каналов усилителя.

7.2.7 Усилитель считают выдержавшим испытания, если амплитуда напряжения выходных сигналов $U_{\max(+)}$ и $U_{\max(-)}$ составляет:

- для модификаций АQ05-А.Х.ХХХ, АQ05-Б.Х.ХХХ, АQ05-Е.ХХХ, АQ05-Д.Х.1 не менее 9 В;

- для модификаций АQ05-Г.Х.ХХХ не менее 4 В;

а коэффициент гармоник не превышает 5 %.

7.3 Проверка максимального заряда, номинального значения коэффициента преобразования основной относительной погрешности преобразования заряда в напряжение на частоте 1 кГц

7.3.1 Собирают схему измерений в соответствии с рисунком 1 (SA в положении «1», вход (-) – заземлен). В качестве регистратора (7) подсоединяют мультиметр 34410А. Включают и прогревают измерительные приборы в соответствии с ЭД на них.

7.3.2 На частоте 1000 Гц подают с калибратора (1) через переходник (4) на вход (+) первое рекомендуемое СКЗ напряжения из таблицы 3 и с помощью мультиметра (7) измеряют СКЗ выходного напряжения.

7.3.3 Повторяют измерения по 7.3.2 для всех рекомендуемых напряжений из таблицы 3 и всех измерительных каналов усилителя.

Таблица 3

$U_{\text{вх}i \text{ рек}}, \text{ мВ}$	$0,01 \cdot Q_{\text{max}}$	$0,1 \cdot Q_{\text{max}}$	$0,25 \cdot Q_{\text{max}}$	$0,5 \cdot Q_{\text{max}}$	$0,7 \cdot Q_{\text{max}}$
$U_{\text{вх}i \text{ зад}}, \text{ мВ}$					
$U_{\text{вых}i}, \text{ мВ}$					
$K_{\text{пр}i}, \text{ мВ/пКл}$					
$\delta_{\text{вх}i}, \%$					

7.3.4 Рассчитывают основную относительную погрешность коэффициента преобразования $\delta_{\text{вх}i}, \%$, по формуле

$$\delta_{\text{пр}i} = \frac{\frac{U_{\text{вых}i} - K_{\text{пр}i}}{U_{\text{вх}i}}}{K_{\text{пр}i}} \cdot 100, \quad (2)$$

где $U_{\text{вых}i}$ – выходное напряжение усилителя при i -ом измерении, мВ;
 $U_{\text{вх}i}$ – входное напряжение усилителя при i -ом измерении, мВ;
 $K_{\text{пр}i}$ – i -е значение коэффициента преобразования испытуемого усилителя.

7.3.5 Усилитель считают выдержавшим испытания, если основная относительная погрешность преобразования заряда в напряжение находится в пределах $\pm 2,0 \%$.

7.4 Проверка рабочего диапазона частот и неравномерности АЧХ

7.4.1 Собирают схему измерений в соответствии с рисунком 1 (SA в положении «1», вход (-) – заземлен). В качестве регистратора (7) подсоединяют мультиметр 34410А. Включают и прогревают измерительные приборы в соответствии с ЭД на них.

7.4.2 На частоте 1000 Гц подают с калибратора (1) через переходник (4) на вход (+) рекомендуемое СКЗ напряжения из таблицы 4 и с помощью мультиметра (7) измеряют СКЗ выходного напряжения.

7.4.3 Повторяют измерения по 7.4.2 для всех рекомендуемых частот из таблицы 4 и всех измерительных каналов усилителя.

Таблица 4 – Рекомендуемые значения частот

F, Гц	0,01	0,1	1	3	10	20	80	200	1000	3000	10000	20000	30000
$U_{вх\ i\ рек.}$ мВ	0,2 · Q _{max}												
$U_{зад.\ i}$ мВ													
$U_{вых.\ i}$ мВ													
$\delta_{АЧХ\ i}$ %													

Примечания

1 На частотах ниже 3 Гц измерения выходного напряжения проводят с помощью анализатора А19 или цифрового осциллографа.

2 Измерения на частотах 0,01 Гц и 0,1 Гц проводят только для модификации АQ05-Д.Х.1.

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

$$\delta_{АЧХ\ i} = \left(\frac{U_{вых.\ i}}{U_{вх.\ i}} \cdot \frac{U_{вх.\ 1000\ Гц}}{U_{вых.\ 1000\ Гц}} - 1 \right) \cdot 100, \quad (3)$$

где $U_{вых.\ i}$ - выходное напряжение усилителя на i -ой частоте из таблицы 4, мВ;

$U_{вх.\ i}$ - входное напряжение усилителя на i -ой частоте из таблицы 4, мВ;

$U_{вх.\ 1000\ Гц}$ - входное напряжение усилителя на частоте 1000 Гц из таблицы 4, мВ;

$U_{вых.\ 1000\ Гц}$ - выходное напряжение усилителя на частоте 1000 Гц из таблицы 4, мВ.

7.4.5 Усилитель считают выдержавшим испытания, если неравномерность АЧХ находится в пределах:

- ± 30 % для АQ05-Х.Х.ХХХ в диапазоне частот от 1 до 30000 Гц;
- ± 5 % для АQ05-Х.Х.ХХХ в диапазоне частот от 10 до 3000 Гц включительно;
- ± 30 % для АQ05-Д.Х.1 в диапазоне частот от 0,01 до 30000 Гц;
- ± 5 % для АQ05-Д.Х.1 в диапазоне частот от 1 до 3000 Гц включительно.

7.5 Проверка напряжения смещения на выходе усилителя

7.5.1 Собирают схему измерений в соответствии с рисунком 1. Соединяют оба входа усилителя (вход (+) и вход (-)) через конденсаторы $C=1000$ пф ± 1 % с контактом «общий» входного разъема. В качестве регистратора (7) подсоединяют мультиметр 34410А. Включают и прогревают измерительные приборы в соответствии с ЭД на них.

7.5.2 Переводят мультиметр (7) в режим измерения напряжения постоянно-го тока и проводят измерения выходного напряжения усилителя.

7.5.3 Повторяют измерения по 7.5.2 для всех каналов усилителя.

7.5.4 Усилитель считают выдержавшим испытания, если напряжение смещения на выходе усилителя, находится в пределах ± 5 мВ.

7.6 Проверка СКЗ уровня собственных шумов

7.6.1 Собирают схему измерений в соответствии с рисунком 1. Соединяют оба входа усилителя (вход (+) и вход (-)) через конденсаторы $C=1000$ пф $\pm 1\%$ с контактом «общий» входного разъема. В качестве регистратора (7) подсоединяют анализатор спектра низкочастотный R&S UPV. Включают и прогревают измерительные приборы согласно с РЭ на них.

7.6.2 Измеряют с помощью регистратора (7) в частотном диапазоне от 3 Гц до 30 кГц СКЗ напряжения выходного сигнала усилителя.

7.6.3 Повторяют измерения по 7.6.2 для всех каналов усилителя.

7.6.4 Рассчитывают СКЗ собственных шумов $Q_{шум}$, пКл, по формуле

$$Q_{шум} = \frac{U_{вых.КЗ}}{K_{пр}}, \quad (4)$$

где $U_{вых.КЗ}$ - выходное напряжение усилителя, мВ;

$K_{пр}$ - коэффициент преобразования усилителя, мВ/пКл.

7.6.5 Усилитель считают выдержавшим испытания, если СКЗ собственных шумов не превышает $10 \cdot 10^{-3}$ пКл.

8 Оформление результатов поверки

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

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

**Приложение А
(справочное)**

Структура обозначений и технические особенности усилителей

А.1 Структура обозначений усилителей (символы «X» могут отсутствовать):

AQ05-	X.	X.	XXX
			коэффициент преобразования, мВ/пКл
			количество каналов
			индекс модификации (А, Б, Г, Д, Е)

А.2 Технические особенности модификаций усилителя приведены в таблице А.1.

Таблица А.1

Тип модификации	Обозначение	Технические особенности		
		Кол-во каналов	Напряжение питания, В	Коэффициент преобразования, мВ/пКл
1	2	3	4	5
AQ05-А.1.001	АБКЖ.431134.001	1	+(12,0±0,5)	1
AQ05-А.1.010	АБКЖ.431134.001-01			10
AQ05-А.1.100	АБКЖ.431134.001-02			100
AQ05-А.1.0,1	АБКЖ.431134.001-03			0,1
AQ05-А.2.001	АБКЖ.431134.001-04	2		1
AQ05-А.2.010	АБКЖ.431134.001-05			10
AQ05-А.2.100	АБКЖ.431134.001-06			100
AQ05-А.2.0,1	АБКЖ.431134.001-07			0,1
AQ05-Б.1.001	АБКЖ.431134.001-08	1	±(от 9 до 15)	1
AQ05-Б.1.010	АБКЖ.431134.001-09			10
AQ05-Б.1.100	АБКЖ.431134.001-10			100
AQ05-Б.1.0,1	АБКЖ.431134.001-11			0,1
AQ05-Б.2.001	АБКЖ.431134.001-12	2		1
AQ05-Б.2.010	АБКЖ.431134.001-13			10
AQ05-Б.2.100	АБКЖ.431134.001-14			100
AQ05-Б.2.0,1	АБКЖ.431134.001-15			0,1
AQ05-Г.1.001	АБКЖ.431134.001-24	1	+(5,0±0,5)	1
AQ05-Г.1.010	АБКЖ.431134.001-25			10
AQ05-Г.1.100	АБКЖ.431134.001-26			100
AQ05-Г.1.0,1	АБКЖ.431134.001-27			0,1
AQ05-Д.1.1	АБКЖ.431134.001-28	1	+(12,0±0,5)	1
AQ05-Д.2.1	АБКЖ.431134.001-29	2		
AQ05-Е.001	АБКЖ.431134.001-30	3	+(12,0±0,5)	1
AQ05-Е.010	АБКЖ.431134.001-31			10
AQ05-Е.100	АБКЖ.431134.001-32			100
AQ05-Е.0,1	АБКЖ.431134.001-33			0,1

Приложение Б
(справочное)

Перечень документов, на которые даны ссылки в тексте методики поверки

Обозначение документа, на который дана ссылка	Наименование документа, на который дана ссылка
ГОСТ 12.2.007.0-75	ССБТ. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности
	Порядок проведения 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 В
(справочное)

Перечень принятых сокращений

- АЧХ – амплитудно-частотная характеристика;
- СКЗ – среднее квадратическое значение;
- СИ – средство(а) измерений;
- ЭД – эксплуатационная документация.